

SECRETARÍA DE
POSGRADO,
INVESTIGACIÓN
E INNOVACIÓN



**UNIVERSIDAD
NACIONAL +
DE TUCUMÁN**

FCI **facet**2024

ENCUENTRO CIENTÍFICO DE INVESTIGADORES
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍA

Libro de Resúmenes



Organiza:
SUBSECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN, FACET

Adhiere:

SECRETARÍA DE CIENCIA, ARTE
E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

AUTORIDADES

DECANO

Dr. Ing. Miguel Ángel Cabrera

VICEDECANO

Mg. Ing. Eduardo Martel

SECRETARIA ACADÉMICA

Ing. María Fernanda Guzmán

SECRETARIO DE GESTIÓN Y EXTENSIÓN

Ing. Nora Perotti

SECRETARIO DE ASUNTOS ADMINISTRATIVOS

Ing. Carlos Andrés Ivan

SECRETARIO DE BIENESTAR ESTUDIANTIL

Sr. Fabián Ayarde

SECRETARIO DE POSGRADO, INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

Dr. Ing. Nicolás Nieva

SUBSECRETARIA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

Dra. Geol. Liliana del V. Abascal

SUBSECRETARIA DE POSGRADO

Dra. Norma L. Robles

COMITE ORGANIZADOR

Coordinación general: Abascal, Liliana del V.

Adolfo Maria Avila
Estela Fernández
Facundo Isla Calderón
Fernando Daniel Mele
Jorge Marcelo Durand
Leonardo M. Albarracin
Leticia Romano Nanni
Lucas Pedro Acosta
Maria Cecilia Zapata
Maria Eugenia Roig
Maria Eugenia Tosi
Maria Graciela Molina
Mariano Fagre
Nicolás Nieva
Sonia Vrech

COLABORADORES

Secretaría de Gestión y Extensión
Área de Comunicación Institucional
Secretaría de Bienestar Estudiantil



FCI facet 2024

ENCUENTRO CIENTÍFICO DE INVESTIGADORES
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍA

Libro de Resúmenes



ECI FACET 2024 : Encuentro Científico de Investigadores de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología : Libro de resúmenes / Liliana Abascal ... [et al.] ; Editado por Liliana Abascal ; Nicolás Nieva. - 1a ed - San Miguel de Tucumán : Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán, 2024.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-754-393-3

1. Ciencias Tecnológicas. 2. Investigación de Campo. I. Abascal, Liliana II. Abascal, Liliana, ed. III. Nieva, Nicolás, ed.
CDD 607

EDITORES: Liliana del V. ABASCAL / Nicolás NIEVA

EDITORES INVITADOS

ACOSTA, Lucas Pedro
ALBARRACIN, Leonardo Miguel
AVILA, Adolfo Maria
DURAND, Jorge Marcelo
ISLA CALDERÓN, Facundo Andrés
ROIG, María Eugenia
TOSI, María Eugenia
VRECH, Sonia
ZAPATA, María Cecilia

Diseño y maquetación: Astudillo, Álvaro. Área de Comunicación FACET

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología
Av. Independencia 1800, (4000) Tucumán

MENCIONES DE HONOR

JURADOS

Adolfo María Avila
Leticia Alejandra Romano Nanni
Lucas Pedro Acosta
Facundo Andrés Isla Calderón
Sonia Vrech

Alumnos de Posgrado

Mención de Honor

Primer lugar,

BIANCHI, Sebastián Eduardo

Póster:

“Modelo de adherencia para la interfaz entre hormigones convencionales y refuerzos de hormigones de altas prestaciones reforzados con fibras”.

Segundo lugar,

PAIS OSPINA, Daniel Humberto

Póster:

“Correlación entre el proceso de síntesis, las propiedades físicas y la actividad fotocatalítica de polvos de ZnO puros y dopados con manganeso”.

Tercer lugar,

DULCI, Ariana

Póster: “Modelo de geoide local para el gran San Miguel Tucumán basado en datos GPS y de gravedad”

Alumnos de Grado

Mención de Honor

Primer lugar,

JEREZ, María Agustina

Póster:

“Análisis de obstrucciones para el aprovechamiento de la radiación solar”.

Segundo lugar,

LEMA, Adán

Póster:

“Banco de Prueba de Radar HFSWR”.

Tercer lugar

CRUZ MOLINA, Leandro Emanuel

Póster:

“Permeabilidad de gases en membranas de biocarbón electroactivas”.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	15
PALABRAS DE APERTURA	17
CONFERENCIA INVITADA	
PARTE I	21
Resúmenes de Trabajos de Investigación	21
BIOINGENIERÍA	
INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DE DIRECCIONALIDAD DE LA MIRADA EN INTERFACES CEREBRO-COMPUTADORA BASADAS EN SSVEP Padilla, G.L., Farfán, F.D.	22
DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN BIOSENSORES Y DISPOSITIVOS MICROFLUÍDICOS PARA APLICACIONES BIOMÉDICAS Rossana E. Madrid, Carla B. Goy, Johan S. Hero, Katia Gianni, Agostina Potolicchio y Andrés H. Morales	24
INTERACCIÓN SOCIAL ENTRE HUMANOS Y ROBOTS CON UTILIZACIÓN DE GESTOS Freire, E., Farfan, F. , Santillan, J.	26
MICROFLUÍDICA, HIDROGELES Y MICROAGUJAS: UNA COMBINACIÓN PODEROSA Carla B. Goy, Florencia Bressán, Paula Gramajo, Agustina Duport Bru Alejandro Vázquez y Rossana E. Madrid	28
PERFIL ELECTROFISIOLÓGICO-MECÁNICO DEL EJERCICIO FÍSICO Gerez, G.D., Cano, L.A., Parajón Viscido, M., Farfán, F.D.	30
DOSIFICACIÓN DE OXÍGENO A PARTIR DE AIRE ENRIQUECIDO MEDIANTE SEPARACIÓN POR ADSORCIÓN Roldan Francisci, J.G., Saracho, R.N. , Guillen, M.J. , Madrid, R.E., Avila, A.M.	32
EFFECTO DEL EJERCICIO FÍSICO EN LA RESPUESTA COGNITIVO MOTRIZ DE PERSONAS CON DIABETES MELLITUS TIPO 1 García, M.S., Farfán, F.D., Cano, L.A.	33
ABLACIÓN LÁSER PARA LA FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS MICROFLUÍDICOS DE BAJO COSTO Florencia Bressán, Alejandro Vázquez, Rossana E. Madrid y Carla B. Goy	35

CONSTRUCCIONES Y OBRAS CIVILES	37
UN MODELO MICRO MECÁNICO SIMPLE DE LA RIGIDEZ ELÁSTICA DE UN MACIZO ROCOSO Orlando, A., Luege, M., Campra A.M.	38
ASESORAMIENTO EN EL DISEÑO DE UN BULTO DE TRANSPORTE DE CO-60 Luccioni, B., Isla, F.	40
CAÍDA DE ROCAS ENTRE LOS KMS 23 Y 40 DE LA RUTA PROVINCIAL N°307, TUCUMÁN: ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y PROPUESTAS DE CONTROL Abascal, L., Guzmán, J.C., Antolini, L.	42
ANÁLISIS NUMÉRICO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ARCOS Y BÓVEDAS DE MAMPOSTERÍA EN EDIFICIOS PATRIMONIALES HISTÓRICOS Moreno, G., Almenar, M., Gutiérrez, S.	43
ESTUDIO TERMOMECAÁNICO DEL COMPORTAMIENTO DE FALLA DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS Etse, G., Vrech, S. M., Caggiano, A., Ripani, M. , Folino, P.	44
PROTECCIÓN DE ESTRUCTURAS FRENTE A CARGAS EXTREMAS Isla, F., Luccioni, B.	45
EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE ESTRUCTURAS INDUSTRIALES MEDIANTE TECNOLOGÍAS AVANZADAS Barboza, P., Martinelli, E., Barba, S., Vrech,S. , Di Filippo, A., Labanda, N. , Etse, G.	47
MODELO DE ADHERENCIA PARA LA INTERFAZ ENTRE HORMIGONES CONVENCIONALES Y REFUERZOS DE HORMIGONES DE ALTAS PRESTACIONES REFORZADOS CON FIBRAS Bianchi, S.E., Isla, F.	49
ELECTRICIDAD, ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN	51
PRUEBAS AUTOMATIZADAS EN SISTEMAS EMBEBIDOS Volentini, Esteban D., Albaca P., Carlos, Sánchez, Mariana, Saade, Sergio D.	52
SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN Y MONITOREO DE TAPIRES Quiroga, Facundo M., Volentini, Esteban D. , Younes, José, Albaca P., Carlos, Saade, Sergio D	54

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA DE UN PROYECTO DE CENTRALES FOTOVOLTAICAS EN LA ZONA DE AMAICHA DEL VALLE	56
González J.A., Vargas L., Kohashi A., Campos A., Sillich L., Rocha D.	
REIMPLEMENTACIÓN Y EXTENSIÓN DE HERRAMIENTA DE SOFTWARE PARA ESCALADO AUTOMÁTICO DE IONOGRAMAS	58
Scandaliaris, J. , Fagre, M.	
ADQUISICIÓN DE DATOS SOBRE PERTURBACIONES ELECTROMAGNÉTICAS EN LA IONOSFERA (REGIÓN D) COMO HERRAMIENTA PARA PREDICCIÓN DE EVENTOS SÍSMICOS	60
Corcoba, R. , Contreras, R., Ise, J.E., Miranda Bonomi, F.A., Borgazzi, A.I.	
SIMULACIÓN DE DETECCIÓN Y SEGUIMIENTO DE BLANCOS DE RADAR	62
Giannini, M.I., Miranda Bonomi, F.A., Saavedra, Z., Fagre, M.	
ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN PIUNT E 712: INGENIERÍA DE ALTA TENSIÓN	64
Parellada, A., Díaz, R.R., Silva, J.N.	
MINIATURIZACIÓN CON METAMATERIAL DE UNA ANTENA PIFA DE TRIPLE BANDA PARA COMUNICACIÓN WIFI	66
Hemsey A., Ise J. E., Fagre M., Miranda Bonomi F. A., Cabrera M. A.	
BANCO DE PRUEBA DE RADAR HFSWR	67
Lema, A., Cárcamo, M.G., Miranda Bonomi, F.A., Fagre, M.	
FÍSICA	68
CELDA SOLARES HÍBRIDAS: EMPLEO DE ELECTRODOS CON NANOESTRUCTURAS DE ZNO	69
Vega N. C., Paz N., Marín O., Tirado M., Comedi D.	
TRANSICIÓN ENERGÉTICA. CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES DE APLICACIÓN NUCLEAR. DIAGRAMAS DE FASES EXPERIMENTALES EN ALEACIONES DE BASE CIRCONIO.	70
Nieva, N., Tolosa, M.R., Brizuela, H.G., Arreguez, C., González, R., Aurelio, G., Lagarrigue, G.M., García, L.C., Almeda, P.	
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL LABORATORIO DE FÍSICA APLICADA, LAFIAP/ FACET- UNT	72
Gómez Marigliano, Ana C., Díaz, Walter O.	
PROYECTOS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL LABORATORIO DE IONOSFERA, ATMÓSFERA NEUTRA Y MAGNETOSFERA, LIANM, DE LA FACET-UNT	74
Elias, A.G., Zossi, M., Mansilla, G.A., de Haro Barbas, B.F., Zossi, B.S., Medina, F.D., Fagre, M., Heredia, T., Bossolasco, A., Zamora, D.J., Silvero, C.I., Flores Ivaldi, G.L., Bazzano, F.M., Soria, F.R., Venchiarutti, J.V., Abaca, F., Vischi, G.D.	

DETECCIÓN DE PRECURSORES SÍSMICOS ELECTROMAGNÉTICOS CON LA RED LAVNET (LATIN AMERICAN VERY LOW FREQUENCY NETWORK) Borgazzi, A.; Corcoba, R.; Contreras, R.; Miranda Bonomi, F. A. e Ise, J.	76
DESARROLLO DE DISPOSITIVOS PARA IMPRESIÓN DE PELÍCULAS DELGADAS: AVANCES PRELIMINARES Claudio Lauxmann, David Comedi, Oscar Marín-Ramirez	78
CORRELACIÓN ENTRE EL PROCESO DE SÍNTESIS, LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y LA ACTIVIDAD FOTOCATALÍTICA DE POLVOS DE ZNO PUROS Y DOPADOS CON MANGANESO Daniel Pais Ospina, David Comedi, Oscar Marin-Ramirez	80
ANÁLISIS DE OBSTRUCCIONES PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA RADIACIÓN SOLAR Jerez, M. A., Molina, M. L., Soria, F. R.	82
ESTUDIO DE TRANSPORTE ELÉCTRICO DE FILMS COLUMNARES DE ZNO N. L. Paz, B. Straube, N. C. Vega, D. Comedi	83
ESTUDIO DE LA ESQUINA RICA EN FE DEL DIAGRAMA DE FASES TERNARIO FE-NB-ZR A 1000°C Almeda, Pablo , García, Carolina, Tolosa, Martin1 y Nieva, Nicolas	85
FABRICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN TRANSISTOR DE EFECTO DE CAMPO EMPLEANDO RESINA FOTOSENSIBLE COMO DIELECTRICO DE COMPUERTA Martín Balthazar, Zapata María Cecilia, Jiménez Gustavo, Bridoux Germán, Figueroa Cristian, Villafuerte Manuel	87
ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LAS FASES DE LAVES C14, C15 Y C36 EN EL SISTEMA TERNARIO FE-NB-ZR A 900°C Y 1200 °C García Carolina L., Almeda, Pablo, Nieva, Nicolás, Tolosa, Martín R	89
GEODESIA Y TOPOGRAFÍA	91
PESOS DE LOS PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN Y MATRIZ DE SELECCIÓN DE COORDENADAS EN LA REPRESENTACIÓN IMPLÍCITA DEL MARCO DE REFERENCIA DEL DATUM PARA LA COMPENSACIÓN DE UNA RED LIBRE DE TRILATERACIÓN 2D Vacafior, José Luis	92
CARTOGRAFÍA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL Carelli, J.A., Luccioni, G.M., Corral, S.M., Valdez, C.E., Canevaro, S., Villacorta, R.del V., Páez, G.S.	94

<p>MODELO DE GEOIDE LOCAL PARA EL GRAN SAN MIGUEL TUCUMÁN BASADO EN DATOS GPS Y DE GRAVEDAD Dulci, Ariana¹; Golbach, J. Rodolfo; Durand, J. Marcelo</p>	96
<p>INDUSTRIA AZUCARERA</p>	98
<p>EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE UN COMPLEJO ENZIMÁTICO UTILIZADO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN UN PROCESO CONTINUO DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA. M.E, Tosi; M.A, Álvarez; L.A, Romano Nanni</p>	99
<p>INGENIERÍA DE PROCESOS Y GESTIÓN INDUSTRIAL</p>	101
<p>ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA UNA MOVILIDAD SUSTENTABLE EN LA ARGENTINA Machin Ferrero, L.M., Ferraro, S., Almaraz, A.1 y Mele, F.D</p>	102
<p>DISEÑO DE ALIMENTOS FUNCIONALES Y DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE FICORREMEDIACIÓN PARA CONSEGUIR ENTORNOS SUSTENTABLES EN LA REGIÓN DEL NOA Tereschuk, M.L., Sáez, S.G., Corral, L., Lencina M.F., Fernández, N.N., Moreno, E.del C. ,Contino, L., Ojeda López, L., Albarracín, P., Soraire, L. Bujazha, M., Milenkovitch, M. ,Leguizamón, J. Mitre P., Slanis, A., Trejo, J., Ponce, M.I., Basset, N., Villegas, L. Hernández, N.</p>	104
<p>APLICACIÓN DE LA TÉCNICA HAZOP EN EL ESTUDIO DE MÉTODOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA FRUTILLA Alves, N., Pacheco, M. R., Migliavacca, J., Molina Apud, B.M</p>	106
<p>SÍNTESIS DE COMPUESTOS QUÍMICOS CON POTENCIAL APLICACIÓN AL DISEÑO DE FÁRMACOS Y BIOPRODUCTOS DE INTERÉS INDUSTRIAL Robles, N.L., Machin Ferrero, L.M. , Mele, F.D. , Cardona López, J.</p>	108
<p>OPORTUNIDADES DE DESARROLLO Y DIVERSIFICACIÓN DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES EN LA REGIÓN DEL NOA Araujo, Paula Z.; Cozzitorti, María E.; Cuezso, Ana M.; Luque, Ignacio; Mistretta, Gabriela M.; Saracho, Amalia C.; Valdeón, Daniel H. Lafuente, Maria F.; Almará Gussoni, Lelia N.; Arredondo, Gastón P. E.; Middagh, Paula M.; Miranda, Fernanda M.; Navarro, Lucas J.; Richardi, Gabriela G.; Romero Kreisel, Mariano; Serpa, Amira G.; Villafañe, María R.</p>	110
<p>PRODUCCIÓN DE AZÚCAR: JUSTIFICACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS DE RIESGO DE LOS EQUIPOS DE CONTROL DE MATERIAL EXTRAÑO Chauvet, S.B., Borkosky, D., Belló, B. E., Albarracin P. M.</p>	112
<p>DESARROLLO DE PROCESOS DE SEPARACIÓN INNOVADORES PARA EL RECICLADO DE AGUA Y GASES PARA UNA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA AGROINDUSTRIA Avila, A.M., Araoz, M.E.</p>	114

ANÁLISIS PROTEÓMICO DE LA UTILIZACIÓN DE PREBIÓTICOS OBTENIDOS DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA	116
Romano, Carla L., Brizuela, Lourdes, Pisa, José H., Hero, Johan S., Manfredi, Adriana P., Martínez, María A.	
PERMEABILIDAD DE GASES EN MEMBRANAS DE BIOCARBÓN ELECTROACTIVAS	118
Cruz Molina, L.E., Cammisa, R., Araoz, M.E., Avila, A.M.	
MATEMÁTICA	119
CONSTRUCCIÓN DE UNA FAMILIA DE ÁLGEBRAS DE LIE RÍGIDAS	120
Fernández, E. F.; Lomas, I. del V.	
ANÁLISIS DE LAS INSTANCIAS DE INGRESO 2024 DE LA FACET CON POWER BI	122
Mignone, M.F., Sfer, A.M.	
LA MATEMÁTICA EN EL CICLO BÁSICO UNIVERSITARIO: ESTRATEGIAS PARA SU APRENDIZAJE Y SU CONTRIBUCIÓN AL PENSAMIENTO CIENTÍFICO	124
Roig, M.E., Larrán, A.C., Plaza, L.N., Gallardo, E.E.	
GRUPOS DE LIE, ROTACIONES Y SPIN DEL ELECTRÓN	126
Navarro, J.A, Ovejero, M.A	
MECÁNICA	127
ESTUDIO MECÁNICO COMPARATIVO DE OSTEOTOMÍA SUPRAMALEOLAR DORSIFLEXORA DE TIBIA DISTAL POR MEDIO DE UN MODELO 3D	128
Lucas P. Acosta, Ramiro Olleac, Daniel G. Goroso, Fernando D. Farfán	
PARTE II. POSTERS	129
BIOINGENIERÍA	
INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DE DIRECCIONALIDAD DE LA MIRADA EN INTERFACES CEREBRO-COMPUTADORA BASADAS EN SSVEP	130
Padilla, G ; Farfán, F	
DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN BIOSENSORES Y DISPOSITIVOS MICROFLUÍDICOS PARA APLICACIONES BIOMÉDICAS	131
Madrid, R.E.; Goy, C.B.; Hero, J.S.; Gianni, K.; Potolicchio, A.M. y Morales, A.H	
INTERACCIÓN SOCIAL ENTRE HUMANOS Y ROBOTS CON UTILIZACIÓN DE GESTOS	132
Freire, E.; Farfan, F.; Santillan, J	

ABLACIÓN LÁSER PARA LA FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS MICROFLUÍDICOS DE BAJO COSTO Bressán, F.; Vázquez, A.; Madrid, R.E.; Goy, C.B	133
MICROFLUÍDICA, HIDROGELES Y MICROAGUJAS: UNA COMBINACIÓN PODEROSA Goy, C.B.; Bressán, F.; Gramajo, P.1; Duport Bru, A.; Vázquez, A. y Madrid, R.E	134
PERFIL ELECTROFISIOLÓGICO-MECÁNICO DEL EJERCICIO FÍSICO. Gerez, G.; Cano, L.; Parajón Viscido, M.; Farfán, F	135
DOSIFICACIÓN DE OXÍGENO A PARTIR DE AIRE ENRIQUECIDO MEDIANTE SEPARACIÓN POR ADSORCIÓN Roldan Francisci, J.G. ; Saracho, R.N.; Guillen, M.J. 2; Madrid, R.E. , Ávila, A.M	136
EFFECTO DEL EJERCICIO FÍSICO EN LA RESPUESTA COGNITIVO MOTRIZ DE PERSONAS CON DIABETES MELLITUS TIPO 1 García, M.S.; Farfán, F.D.; Cano, L.A	137
CONSTRUCCIONES Y OBRAS CIVILES	138
ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL COMPORTAMIENTO DE UN EDIFICIO PATRIMONIAL DE MAMPOSTERÍA Moreno, G. , Almenar, M., Gutiérrez, S.	139
FALLA DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS Etse, G.; Vrech, S.; Caggiano, A.; Ripani, M.; Folino, P.	140
EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE ESTRUCTURAS INDUSTRIALES MEDIANTE TECNOLOGÍAS AVANZADAS Barboza, P., Martinelli, E. , Barba, S. ,Vrech,S. , Di Filippo, A. , Labanda, N. , Etse, G.	141
MODELO DE ADHERENCIA PARA LA INTERFAZ ENTRE HORMIGONES CONVENCIONALES Y REFUERZOS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS Bianchi, S.; Isla, F.	142
ELECTRICIDAD, ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN	143
MINIATURIZACIÓN CON METAMATERIAL DE UNA ANTENA PIFA DE TRIPLE BANDA PARA COMUNICACIÓN WIFI Hemsey, A. ; Ise, J. E.; Fagre, M. ; Miranda Bonomi, F. A. ; Cabrera M. A	144
REIMPLEMENTACIÓN Y EXTENSIÓN DE HERRAMIENTA DE SOFTWARE PARA ESCALADO AUTOMÁTICO DE IONOGRAMAS Scandalariis, J.; Fagre, M.	144
SIMULACIÓN DE DETECCIÓN Y SEGUIMIENTO DE BLANCOS DE RADAR Giannini, M.I.; Miranda Bonomi, F.A.; Saavedra, Z.; Fagre, M.	145

BANCO DE PRUEBA D E RADAR HFSWR	147
Lema, A.; Cárcamo, M.; Miranda Bonomi, F.; Fagre, M.	
FÍSICA	148
PROYECTOS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL LABORATORIO DE IONOSFERA, ATMÓSFERA NEUTRA Y MAGNETOSFERA, LIANM, DE LA FACET-UNT	149
Elias, A.G., Zossi, M., Mansilla, G.A., de Haro Barbas, B.F., Zossi, B.S.2, Medina, F.D., Fagre, M., Heredia, T., Bossolasco, A., Zamora, D.J.2, Silvero, C., Flores Ivaldi, G.L., Bazzano, F.M., Soria, F.R., Venchiarutti, J.V, Abaca, F., Vischi, G.D.	
CELDA SOLARES HÍBRIDAS: USO DE ELECTRODOS CON NANOESTRUCTURAS DE ZNO.	150
Nadia Celeste Vega , Nelson Paz, Mónica Tirado , David Comedi	
FABRICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN TRANSISTOR DE EFECTO DE CAMPO EMPLEANDO RESINA FOTOSENSIBLE COMO DIELECTRICO DE COMPUERTA	151
Martín, B.; Zapata, M.; Jiménez, G.; Villafuerte, M.; Figueroa, C.; Bridoux, G.	
ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LAS FASES DE LAVES C14, C15 Y C36 EN EL SISTEMA TERNARIO FE-NB-ZR A 900°C Y 1200 °C	152
García Carolina L.; Almeda, Pablo; Nieva, Nicolás; Tolosa, Martín R	
CORRELACIÓN ENTRE EL PROCESO DE SÍNTESIS, LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y LA ACTIVIDAD FOTOCATALÍTICA DE POLVOS DE ZN PUROS Y DOPADOS CON MANGANESOPAI	153
Pais Ospina, D; Comedi, D; Marin-Ramirez, O	
ANÁLISIS DE OBSTRUCCIONES PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA RADIACIÓN SOLAR	154
Jerez, M.; Molina, L., Soria, F.	
ESTUDIO DE TRANSPORTE ELÉCTRICO DE FILMS COLUMNARES DE ZNO	155
Paz, N. L.; Straube, B.; Vega, N. C.; Comedi, D.	
ESQUINA RICA EN FE DEL DIAGRAMA DE FASES TERNARIO FE-NB-ZR A 1000°C	156
Almeda, P.; Garcia, C.; Tolosa, M.; Nieva, N.	
GEODESIA Y TOPOGRAFÍA	157
PESOS DE LOS PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN Y MATRIZ DE SELECCIÓN DE COORDENADAS EN LA REPRESENTACIÓN IMPLÍCITA DEL MARCO DE REFERENCIA DEL DATUM PARA LA COMPENSACIÓN DE UNA RED LIBRE DE TRILATERACIÓN 2D	158
Vacaflo José	
MODELO DE GEOIDE LOCAL PARA EL GRAN SAN MIGUEL TUCUMÁN BASADO EN DATOS GPS Y DE GRAVEDAD	159
Dulci, Ariana; Golbach, J. Rodolfo; Durand, J. Marcelo	

INGENIERÍAS DE PROCESOS Y GESTIÓN INDUSTRIAL	160
ANÁLISIS PROTEÓMICO DE LA UTILIZACIÓN DE PREBIÓTICOS OBTENIDOS DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA	161
Romano, Carla L., Brizuela, Lourdes, Pisa, José H., Hero, Johan S., Manfredi, Adriana P., Martínez, María A	
SÍNTESIS DE COMPUESTOS QUÍMICOS CON POTENCIAL APLICACIÓN AL DISEÑO DE FÁRMACOS Y BIOPRODUCTOS DE INTERÉS INDUSTRIAL	162
Robles, N.L., Machin Ferrero, L.M., Mele, F.D., Cardona López, J	
PRODUCCIÓN DE AZÚCAR: JUSTIFICACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS DE RIESGO DE LOS EQUIPOS DE CONTROL DE MATERIAL EXTRAÑO	163
Chauvet, S.B., Borkosky, D., Belló, B. E., Albarracin P. M.	
APLICACIÓN DE LA TÉCNICA HAZOP EN EL ESTUDIO DE MÉTODOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA FRUTILLA	164
Alves, N. 1, Pacheco, M. R., Migliavacca, J., Molina Apud, B.M.	
PERMEABILIDAD DE GASES EN MEMBRANAS DE BIOCARBÓN ELECTROACTIVAS	165
Cruz Molina, L.E.; Cammisa, R.; Araoz, M.E ; Avila, A.M.	
MATEMÁTICA	166
CONSTRUCCIÓN DE FAMILIAS DE ÁLGEBRAS DE LIE RÍGIDAS	167
Fernández, E.; Lomas, I	
ANÁLISIS DE LAS INSTANCIAS DE INGRESO 2024 DE LA FACET CON POWER BI	168
Mignone, M.F.; Sfer, A.M	
GRUPOS DE LIE, ROTACIONES Y SPIN DEL ELECTRÓN	169
Jesica A. Navarro; Mauricio A. Ovejero	
MECÁNICA	170
ESTUDIO MECÁNICO COMPARATIVO DE OSTEOTOMÍA SUPRAMALEOLAR DORSIFLEXORA DE TIBIA DISTAL POR MEDIO DE UN MODELO 3D	171
Acosta, L.P.; Olleac, R.; Goroso, D.G; Farfán, F.D.,	

INTRODUCCIÓN

El “Encuentro Científico de Investigadores de la FACET - ECIFACET”, se desarrolló durante los días 4 y 5 de junio de 2024, en la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT).

Organizado por la Secretaría de Posgrado, Investigación e Innovación y coordinado por la Subsecretaría de Investigación e Innovación, de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología UNT, y el CONSEJO ASESOR de CyT de la FACET, con la colaboración de la Secretaría de Gestión y Extensión y el Área Comunicación Institucional.

En el acto de apertura dirigieron sus palabras al público presente, el Sr. Decano de la FACET Dr. Ing. Miguel Cabrera; la Sra. Secretaria de Ciencia, Arte e Innovación Tecnológica de la UNT, Dra. Mónica Tirado; el Sr. Secretario de Posgrado, Investigación e Innovación de la FACET, Dr. Ing. Nicolás Nieva y la Sra. Subsecretaria de Investigación e Innovación de la FACET, Dra. Geol. Liliana Abascal. Estuvieron presentes acompañando la apertura del Encuentro autoridades de la FACET, Sres. Directores de Departamentos, Sres. y Sras. Docentes Investigadores, alumnos y alumnas de grado y postgrado, personal administrativo y público en general.

Objetivo general

Difundir los resultados de los trabajos de investigación científicos y desarrollos tecnológicos que realizan los grupos de investigación integrados por docentes, investigadores, alumnos de la FACET.

Objetivos Específicos

- Fortalecer las relaciones intra-institucionales y vínculos de comunicación científica en las diferentes áreas del saber que se desarrollan en la FACET, promoviendo el contacto entre los grupos de investigación, los docentes, los alumnos, el personal técnico y no-docente.
- Promover y difundir los resultados de los proyectos y programas de investigación de la FACET como estrategia para formular políticas de Investigación e Innovación con el apoyo y participación de la comunidad.
- Incentivar la inserción en actividades de Investigación e Innovación de grupos noveles con el apoyo de grupos de investigación consolidados.
- Conectar con representantes del medio productivo de la provincia de Tucumán para fortalecer las interrelaciones que cooperen al encuentro de las soluciones tecnológicas posibles a problemas de nuestro medio.

Actividades

Las actividades se organizaron siguiendo el formato detallado a continuación. Cada espacio fue coordinado por miembros del Consejo Asesor de la Subsecretaría de Investigación e Innovación.

Espacio FACET Investiga: Participan los investigadores a cargo de grupos de investigación. Presentan los principales resultados obtenidos de los proyectos en ejecución, en formato de Posters o Exposiciones breves

Espacio FACET Comunica: Participan los alumnos, becarios y tesistas incorporados a los proyectos de investigación y comunican las actividades de investigación y/o innovación realizados.

Espacio FACET Debate: Se organizan Conferencias Magistrales y Mesa Debate sobre temas significativos que extiendan las fronteras del conocimiento en investigación e innovación.

Espacio FACET Vinculación Tecnológica: Participan los grupos de investigación conectados con el medio productivo y comunitario a mostrar la forma de cooperación resaltando la conexión entre investigación + sociedad.

Áreas temáticas

- Física
- Matemática
- Construcciones y Obras Civiles
- Electricidad, Electrónica y Computación
- Ciencias de la Computación
- Bioingeniería
- Luminotecnia luz y Visión
- Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial
- Mecánica
- Geodesia y Topografía
- Industria Azucarera
-

El **ECIFACET** finalizó con la exposición del balance de la jornada expresada en las 99 inscripciones, distribuidas en exposiciones orales y pósters. La Conferencia Invitada “Más Allá de la Máquina: Inteligencia Artificial en la Encrucijada de la Historia”, enriqueció el Encuentro al motivar la reflexión sobre los desafíos del uso de IA en las aulas universitarias y las implicancias para la sociedad.

Finalmente, se entregaron las menciones de Honor y los premios a los autores de los pósters destacados por el contenido, diseño y exposición. Los estudiantes distinguidos cursan las carreras de grado y posgrado de la la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán.

PALABRAS DE APERTURA

Dra. Geol. Liliana ABASCAL

Subsecretaria de Investigación e Innovación, FACET-UNT

Sr. Decano de la FACET, Sr. Vicedecano, Sra. Secretaria de Ciencia, Arte e Innovación Tecnológica de la Universidad Nacional de Tucumán, Sr. Secretario de Posgrado, Investigación e Innovación de la FACET, autoridades presentes, docentes, investigadores, estudiantes, personal administrativo, público presente.

Es un honor y un privilegio dirigirme a ustedes en esta ocasión, en mi condición de Subsecretaria de Investigación e Innovación de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán. La Subsecretaría integra la Secretaría de Posgrado, Investigación e Innovación y trabajo conjuntamente con el Consejo Asesor de CyT de la FACET. Quiero darles una cálida bienvenida al Encuentro de Investigadores de la FACET, en su edición 2024. Este encuentro es una celebración del conocimiento, una plataforma para el intercambio de ideas y un motor para el avance de la ciencia y la tecnología en nuestra institución y con proyección en la región.

El ECIFACET es mucho más que un encuentro académico; es una visión compartida de colaboración y excelencia. Reúne a los investigadores y grupos de investigación que trabajan en el ámbito de nuestra facultad, fomentando un espacio de diálogo y cooperación que nos permite enfrentar los desafíos del presente y construir juntos el futuro.

Nuestra facultad ha sido, desde su fundación, un faro de conocimiento, un lugar de creación y difusión de saberes que ha contribuido significativamente al desarrollo científico y tecnológico de nuestra región y del país. Hoy estamos frente a nuevos retos y oportunidades sin precedentes, por los cambios que están sucediendo, que requieren de nuestra dedicación y capacidad de innovación.

Permítanme, en pocos minutos, compartir con ustedes algunos de los principios y objetivos que guían nuestra labor en el ámbito de la Investigación y la Innovación.

- 1. Promover la Investigación:** Nuestra prioridad es fomentar una cultura de investigación de excelencia. Esto implica no solo la búsqueda constante de nuevos conocimientos, sino también el compromiso con la rigurosidad metodológica y la ética en la investigación. Estamos trabajando con los miembros del Consejo Asesor en CyT de la FACET para actualizar los Indicadores de CyT, Planificar las Actividades y Generar una red de colaboración que integre recursos. En este contexto, el ECIFACET juega un papel fundamental. Este evento no solo es un espacio de intercambio y difusión de los trabajos que se realizan en nuestra facultad, sino también una oportunidad para fortalecer vínculos y fomentar nuevas colaboraciones entre nuestros investigadores.

- 2. Impulsar la Innovación y Transferencia Tecnológica:** La Innovación es el motor que transforma el conocimiento en soluciones concretas para los problemas de nuestra sociedad. Estamos comprometidos con el desarrollo de proyectos que no solamente extienden la frontera del conocimiento, sino que además generan impacto tangible. Para ello, estamos fortaleciendo nuestros vínculos con el sector productivo y la comunidad. Aspiramos que la FACET sea inspiración para la creación de startups y spin-offs basadas en los resultados de nuestras investigaciones.
- 3. Fomentar la Colaboración Internacional:** En un mundo globalizado, la colaboración internacional es esencial. Estamos ampliando nuestras redes de cooperación con universidades e instituciones de investigación nacionales e internacionales. Estas alianzas nos permiten participar en proyectos de gran envergadura, acceder a financiamiento y enriquecer nuestra perspectiva. El ECIFACET también se destaca en este aspecto, al permitirnos presentar nuestros trabajos y hacerlos visibles ante miles de usuarios de las redes de comunicación.
- 4. Apoyar a la Nueva Generación de Investigadores:** Los estudiantes y jóvenes investigadores representan el futuro de nuestra facultad y de la ciencia en general. El ECIFACET es el lugar donde presentan sus trabajos, la oportunidad de recibir retroalimentación y encontrar inspiración con el trabajo de sus pares y mentores.
- 5. Compromiso con la Sociedad:** Nos esforzamos para que la investigación y la innovación contribuya en la solución de problemas relevantes desde la salud y el medio ambiente, hasta la educación y el desarrollo económico.

Para concluir, expreso mi agradecimiento a quienes forman parte de nuestra facultad: docentes, investigadores, estudiantes y personal administrativo. Su dedicación y esfuerzo son fundamentales para alcanzar las metas. Agradezco también a las autoridades de la FACET por su atención y compromiso con la misión de la Subsecretaría de Investigación e Innovación. Además, quiero extender mi agradecimiento especial a quienes colaboraron en la organización del ECIFACET. Su arduo trabajo, compromiso y pasión han hecho posible este encuentro.

Con el anhelo que esta edición del ECIFACET sea una experiencia enriquecedora para todos y que cada presentación, debate e intercambio nos motive mutuamente y fortalezca nuestra comunidad académica, les deseo un evento productivo y exitoso.

Muchas gracias.

CONFERENCIA INVITADA

“MÁS ALLÁ DE LA MÁQUINA: INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ENCRUCIJADA DE LA HISTORIA”

Eitel J.M. Lauría, PhD
Professor of Data Science and Information Systems
Director of Graduate Programs
School of Computer Science and Mathematics
Marist College
Web: <https://eitellauria.ar>



Resumen

Esta presentación traza una cronología de la inteligencia artificial (IA) desde su origen en los años 50 hasta la actualidad, siguiendo su desarrollo a través de los distintos periodos de progreso y estancamiento que ha experimentado la disciplina. Se examina la transición desde los primeros sistemas lógicos y los sistemas expertos proposicionales hasta la llegada de la era del aprendizaje automático, el “big data”, las redes neuronales, las arquitecturas de aprendizaje profundo y el aprendizaje por refuerzo. Se discute su aplicación en datos perceptuales y los avances en procesamiento de imágenes y de lenguaje natural, destacando el impacto reciente de la autoatención, los transformadores, los modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM) y la inteligencia artificial generativa (GenAI). Finalmente, se analiza el efecto de la IA moderna en los ámbitos laboral, organizacional, educativo y social, considerando tanto las oportunidades como los desafíos éticos y los riesgos potenciales que implica. Este recorrido cronológico no solo aborda los hitos tecnológicos, sino que también propone una reflexión sobre cómo la IA está redefiniendo nuestras estructuras fundamentales y su potencial impacto en nuestra forma de vivir, estudiar, aprender, trabajar y relacionarnos, subrayando la necesidad de un debate continuo sobre el futuro desarrollo de estas tecnologías y su regulación.

Datos biográficos del orador

El Dr. Eitel J.M. Lauría es profesor de ciencia de datos y sistemas de información y director de programas de posgrado en la Escuela de Ciencias de la Computación y Matemáticas en Marist College, Poughkeepsie, NY. Nacido en Buenos Aires, Argentina, el Dr. Lauría obtuvo su título en Ingeniería Electromecánica Orientación Electricista de la Universidad de Buenos Aires, una Maestría en Administración de Empresas de la Universidad del Salvador, y un Doctorado en Ciencias de la Información de la Univer-

sity at Albany, State University of New York. Sus intereses en materia de investigación abarcan los campos de inteligencia artificial, sistemas probabilísticos (redes Bayesianas), aprendizaje automático (machine learning), inferencia causal, procesamiento de lenguaje natural, y calidad de datos e información, centrándose en la aplicación de estas disciplinas en una variedad de dominios, incluyendo la implementación de tecnología informática, análisis de aprendizaje, informática de la salud, y seguridad de redes. Los trabajos de investigación del Prof. Lauría han sido publicada en numerosas revistas y medios especializados, incluyendo Decision Support Systems, el European Journal of Operational Research, el ACM Journal of Data and Information Quality, Expert Systems with Applications, el Journal of Learning Analytics, Springer Communications in Computer and Information Science, el Journal of Educational Technology Systems y el American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology. Es coautor de un libro de texto sobre calidad de datos e información publicado por MIT/IQ. Ha sido consultor tecnológico para IBM, Microsoft, ExxonMobil, Reuters, STET France Telecom, GE Global Research y el Banco Mundial entre otras corporaciones globales. El Dr. Lauría es el Senior Data Scientist de la Iniciativa de Análisis de Aprendizaje en Marist College. Su investigación sobre la detección temprana de estudiantes en riesgo académico ha sido ampliamente citada, comenzando con la Open Academic Analytics Initiative (OAAI), un proyecto financiado por la Fundación Bill & Melinda Gates destinado a aumentar la retención de estudiantes universitarios utilizando métodos de minería de datos. La OAAI en Marist College fue nombrada 2013 Computerworld Honors Laureate en la categoría World-Good. Este sistema de detección temprana fue elegido como un componente clave de la infraestructura nacional de análisis del Reino Unido, con pilotos e implementaciones completadas en varias universidades del Reino Unido y de E.E.U.U. El Prof. Lauría también está activamente involucrado en el desarrollo de sistemas de preguntas y respuestas y sistemas conversacionales utilizando arquitecturas de redes neuronales (deep learning) y modelos de lenguaje de gran tamaño (LLMs). En 2007 el Dr. Lauría recibió el Premio Sadosky al mejor trabajo de investigación en tecnología informática en Argentina. El Dr. Lauría recibió en 2015 el Premio de Enseñanza Distinguida del Consejo de Dirección (Board of Trustees) en Marist College.

RESÚMENES DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

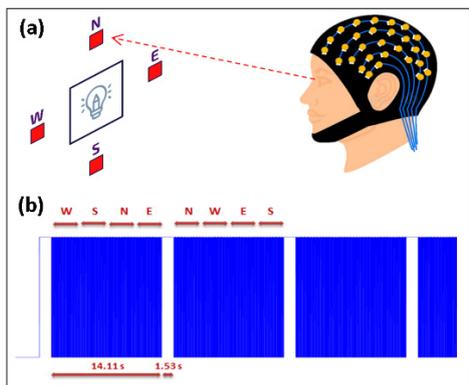
BIOINGENIERÍA



INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DE DIRECCIONALIDAD DE LA MIRADA EN INTERFACES CEREBRO-COMPUTADORA BASADAS EN SSVEP

Padilla, G.L.¹, Farfán, F.D.¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Bioingeniería. Laboratorio de Investigación en Neurociencias y tecnologías Aplicadas (LINTEC). Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), UNT-CONICET
gpadilla@herrera.unt.edu.ar <https://orcid.org/0009-0000-1844-2243>



Las interfaces cerebro-computadora (BCI) basadas en potenciales evocados visuales de estado estacionario (SSVEP) son sistemas de comunicación que permiten transmitir la intención de un individuo al mundo exterior sin depender de los canales de comunicación convencionales, como nervios y músculos [1]. Estos potenciales se caracterizan principalmente por sus altas tasas de transferencia de información (ITR) de hasta 70 bits/min, bajo requerimiento de capacitación por parte del usuario, baja complejidad de equipos

para su implementación y poca dependencia del estado cognitivo del sujeto. [2]

Tradicionalmente, se emplean múltiples frecuencias de estimulación para codificar diferentes comandos de control. Sin embargo, un enfoque alternativo consiste en utilizar una única frecuencia de parpadeo y aprovechar la variación de las respuestas cerebrales cambiando la dirección de la mirada del usuario. Este trabajo tuvo por objetivo estudiar la influencia de este fenómeno en los niveles de energía de SSVEP registrados mediante EEG, evaluando su potencial discriminabilidad para su uso en BCIs.

Los registros de EEG se obtuvieron empleando un sistema de adquisición Active-Two AD-box de BioSemi, con una frecuencia de muestreo de 1024 Hz y el procesamiento se realizó a través del lenguaje Matlab en su versión R2020a. Se tomaron registros de la región occipital (Canal Oz) de 12 sujetos expuestos a una luz central parpadeante a 15 Hz, rodeada de 4 objetivos fijos no parpadeantes en las direcciones Norte, Sur, Este y Oeste presentados mediante un monitor LCD de 24 pulgadas y ubicado a una distancia de aproximadamente 50 cm del sujeto. Los participantes debían enfocar su mirada en dichos objetivos periféricos de forma secuencial siguiendo un orden aleatorio, con períodos de reposo intermedios entre cada secuencia. Se obtuvieron espectrogramas de las señales para determinar los niveles de energía de SSVEP en el rango 14.8-15.2 Hz durante los diferentes estados de cada sujeto y se establecieron diferentes umbrales de energía para cuantificar las proporciones de cada nivel en cada condición.

Los resultados indicaron que sí es posible determinar aquellas direcciones donde el usuario presenta mayores niveles de energía por sobre otras. Aunque no se detectó una clara tendencia que predominara sobre la totalidad de los sujetos de manera

generalizada, sí fue posible observar patrones individuales distintivos que permitieron identificar aquellas direcciones con mayor probabilidad de ser captadas y, por lo tanto, ser más diferenciables para cada sujeto en particular. Estos hallazgos proporcionan una valiosa comprensión sobre las respuestas individuales de SSVEP, potencialmente allanando el camino para futuras investigaciones con una muestra de participantes más amplia, permitiendo mejorar la generalización de los resultados y contribuir al desarrollo de BCIs más robustas y eficientes basadas en este tipo de paradigmas.

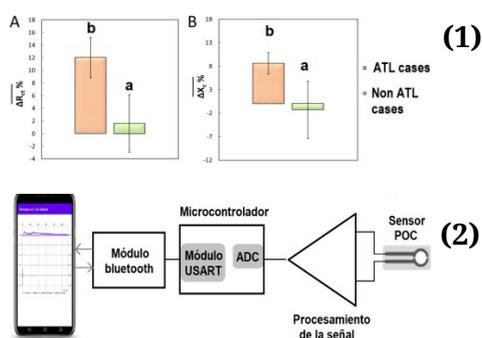
Referencias

1. Zhu, D., Bieger, J., Molina, G.G., Aarts, R.M. (2010). A survey of stimulation methods used in SS-VEP-based BCIs. *Comput.Intell. Neurosci.* 1–12.
2. Zhang, Y., Xie, S.Q., Wang, H., Zhang, Z. (2021). Data Analytics in Steady-State Visual Evoked Potential-Based Brain– Computer Interface: A Review. *IEEE Sensors Journal*, vol. 21, no. 2, pp. 1124–1138, 15, doi: 10.1109/JSEN.2020.3017491.

DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN BIOSENSORES Y DISPOSITIVOS MICROFLUÍDICOS PARA APLICACIONES BIOMÉDICAS

Rossana E. Madrid¹, Carla B. Goy¹, Johan S. Hero¹, Katia Gianni¹, Agostina Potolicchio¹ y Andrés H. Morales¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Dpto. de Bioingeniería. Laboratorio de Medios e Interfaces (LAMEIN) e Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), UNT-CONICET. rmadrid@herrera.unt.edu.ar



Los biosensores se han convirtiendo en los últimos años en un apoyo importante para la asistencia sanitaria moderna, para el control en el ámbito de agricultura y del medioambiente. Particularmente, el desarrollo de dispositivos *Point of Care* (POC) que permiten la atención/medición en el punto de cuidado donde se necesita el registro, constituyen un gran campo de desarrollo en diversas áreas. En el desarrollo de dispositivos POC pueden converger diferentes disciplinas, como química, biología, física e ingeniería; su combinación da lugar a una interesante variedad de subdisciplinas, como biosensores, biochips y microfluídica. La integración de la tecnología de biosensores con

la microfluídica brinda la posibilidad de dispositivos miniaturizados, una característica importante y muy buscada para el desarrollo de dispositivos POC.

Nuestro grupo ha trabajado en el desarrollo de biosensores POC basados en papel para diferentes aplicaciones. Entre ellos se pueden destacar principalmente dos: una plataforma microfluídica en papel para la inmunodetección de Leishmaniasis Tegumentaria Americana (LTA) y un dispositivo POC para medir el tiempo de protrombina. La primera plataforma utiliza electrodos de grafito fabricados con lápices, y antígenos específicos para la inmunodeterminación de *L. (V.) braziliensis* y sueros de pacientes humanos. La plataforma permite distinguir impedancimétricamente los casos LTA humanos positivos de los casos negativos (Figura (1)). Estos resultados son prometedores para el prototipo fabricado, que podría permitir en el futuro el diagnóstico, la gestión y el seguimiento del tratamiento de enfermedades tropicales desatendidas como la LTA [1]. El otro desarrollo es un dispositivo electroquímico en papel para la detección del tiempo de protrombina, un parámetro muy importante que permite evaluar la vía extrínseca y la vía común del sistema de coagulación en una muestra desangre. Para el mismo, se desarrolló un sistema de medición de módulo de impedancia en función del tiempo, de bajocosto, fácil uso, portable y basado en el uso de smartphones para la medición de las celdas electroquímicas bipolares (Figura (2)). El sistema desarrollado permite medir módulos de impedancia en un rango entre 1-10 K Ω (rango esperado en el sensor) con alta linealidad y un error <2%, y

medir crono-impedancia durante 3 minutos, considerando que los tiempos de protrombina esperados se encuentran en el orden de las pocas decenas de segundos. Se realizó una primera evaluación del desempeño del dispositivo mediante el uso de plasma de referencia empleando el sensor POC de papel [2]. Se espera poder correlacionar a futuro, las mediciones de crono-impedancia con el tiempo de protrombina. Por otro lado, se está trabajando actualmente en el desarrollo de sensores para medir la señal eléctrica de las plantas, como medio para detectar el estado fisiológico de las mismas.

Referencias

1. Barraza, D., Nanni, P., Bracamonte, M., Chaile, R., Goy, C., Acuña, L., Marco, J., Madrid, R. (2024). *Simple and promising paper-based electrochemical platform for serological detection of American tegumentary leishmaniasis*. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol. 119: e230149.

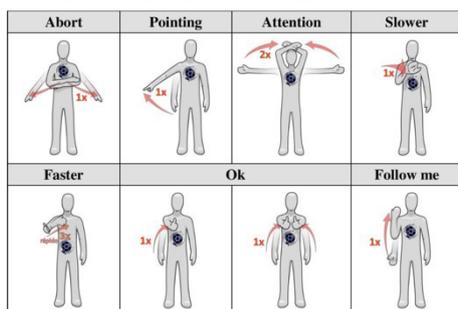
2. Marcial Jais, F., Aleman, M., Madrid, R. (2023). *Portable electronic system for electrochemical chrono-impedance measurement*. XXIV Congreso Argentino de Bioingeniería Y XIII Jornadas de Ing. Clínica – SABI 2023. 3-6 de octubre. Bs. As., Argentina.

INTERACCIÓN SOCIAL ENTRE HUMANOS Y ROBOTS CON UTILIZACIÓN DE GESTOS

Freire, E. ¹, Farfan, F., Santillan, J.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Bioingeniería. Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO/CONICET). Laboratorio de Investigaciones en Neurociencias y Tecnologías Aplicadas (LINTEC).
efreire@conicet.gov.ar <https://orcid.org/0000-0002-0357-8655>

Vocabulario de Gestos Intuitivos



Objetivos

Desarrollar una metodología para obtención de vocabularios de gestos intuitivos para interacción entre humanos y robots.

Métodos y Materiales

En nuestro experimento, buscamos por las tareas más frecuentemente usadas en los trabajos de HRI: Abortar; Apuntar; Atención; Más Espacio; Más Rápido; Ok; Seguir una persona.

La colecta de gestos se hizo a través de un estudio de elicitación [1] con la participación de voluntarios. En total fueron 84 voluntarios - 12 para cada tarea, todos estudiantes de grado (88% de carreras de ingeniería) pertenecientes a tres universidades distintas, con edades entre 18 y 49 años y predominancia de hombres (80%).

Para el procedimiento experimental se usó el Enfoque Basado en la Frustración [2]. En esta metodología propuesta inicialmente se demuestra al voluntario que el robot es capaz de reconocer y responder a gestos mediante una demostración. Luego, se le pide al voluntario que intente adivinar y ejecutar el gesto programado en el robot para que este realice una determinada acción, y que el usuario siga intentando nuevos gestos hasta que el robot responda correctamente. Sin embargo, el robot nunca responde, hasta que el voluntario se frustra y desiste. De esta manera, se obtiene una mayor variedad de gestos de cada voluntario. Debido a la naturaleza de la metodología basada en la frustración, cada voluntario solo puede participar proponiendo gestos para una única tarea.

Resultados

Como resultado fueron desarrolladas tres métricas: Tasa de Ocurrencia General: mide la importancia de cada gesto con relación a todos los gestos hechos para una misma tarea; Tasa de Ocurrencia por Voluntario: porcentual de voluntarios que realizó cada gesto; Tasa de Ocurrencia por Tiempo: que da más importancia a los gestos realizados primero. Promediando estas tres tasas se obtiene el Índice de Intuición (II). Clasificando los gestos propuestos por los voluntarios según su Índice de Intuición se obtiene el vocabulario de gestos presentado en la figura.

Conclusiones Principales

Este trabajo propone una nueva metodología para desarrollar un vocabulario gestual intuitivo y robusto para la interacción humano-robot, reconociendo la importancia de las interfaces interactivas y la falta de estudios que prioricen su intuición. La metodología incluye experimentos basados en usuarios y el Enfoque Basado en la Frustración para obtener gestos espontáneos de cada voluntario. Se introducen tres tasas de ocurrencia para calcular el índice de intuición de cada gesto y clasificar los gestos según su intuición. Además, la metodología permite obtener un vocabulario complejo, asignando más de un gesto a una tarea, lo que incrementa la robustez.

Referencias

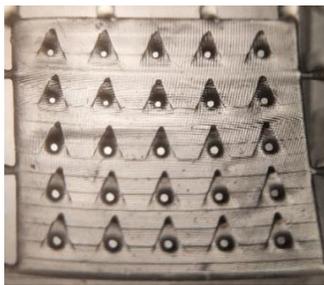
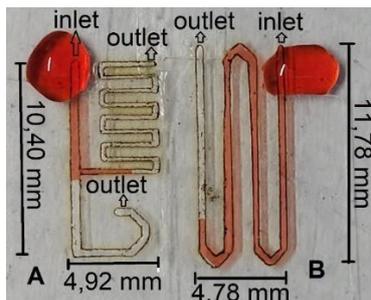
1. Wobbrock, J. O., Morris, M. R., & Wilson, A. D. (2009, April). User-defined gestures for surface computing. In Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems (pp. 1083-1092).
2. Canuto, C., Freire, E. O., Molina, L., Carvalho, E. A., & Givigi, S. N. (2022). Intuitiveness Level: Frustration-Based Methodology for Human-Robot Interaction Gesture Elicitation. *IEEE Access*, *10*, 17145-17154.

MICROFLUÍDICA, HIDROGELES Y MICROAGUJAS: UNA COMBINACIÓN PODEROSA

Carla B. Goy^{1,2}, Florencia Bressán¹, Paula Gramajo¹, Agustina Duport Bru¹,
Alejandro Vázquez¹ y Rossana E. Madrid¹

¹Laboratorio de Medios e Interfaces (LAMEIN), DBI FACET-UNT, INSIBIO-CONICET, Av. Independencia 1800, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

²Instituto de investigaciones de bioingeniería (IIBI), FI-UNIVERSIDAD DEL NORTE SANTO TOMAS DE AQUINO, Yerba Buena, Tucumán, Argentina. <https://orcid.org/0000-0002-6920-4269>



(Arriba) A) Chip microfluídico con un inlet y dos outlets.
B) Chip microfluídico con un inlet y un outlet. (Abajo)
Arreglo de microagujas huecas. Todo desarrollado por
el grupo en el LAMEIN.

Los sistemas microfluídicos permiten la integración, automatización y paralelismo de procesos (bio)químicos, reduciendo sustancialmente el volumen de la muestra, el uso y costo de reactivos [1]. Por otro lado, los hidrogeles se han convertido en un pilar en aplicaciones biomédicas y biológicas debido a que poseen propiedades de gran interés: biocompatibilidad, respuesta activa a estímulos, capacidad de almacenamiento de entidades biológicas, gran similitud estructural con los tejidos y la matriz extracelular, entre otras [2]. Las microagujas huecas (agujas con diámetro y longitud del orden del micrón que poseen un lumen interno para permitir el pasaje de fluidos en su interior) son sumamente interesantes para aplicaciones de diagnóstico del tipo *point-of-care*, ya que son mínimamente invasivas y prácticamente no causan dolor.

En los últimos años, el avance de las tecnologías microelectrónicas posibilitó el desarrollo de sistemas de monitoreo ambulatorio para el seguimiento de pacientes; una gran innovación en esta área sería el desarrollo de sistemas capaces de realizar análisis bioquímicos in-situ y continuos y de actuar de manera inteligente en base a los resultados suministrando una terapia al paciente.

Por otro lado, la necesidad de garantizar alimentos inocuos y de disminuir su desperdicio requiere el seguimiento de los mismos a lo largo de su cadena de suministro. En este contexto, es necesario desarrollar sistemas de envasado innovadores para garantizar que los alimentos sean seguros para el consumo y que no sean desechados antes de tiempo. En los últimos años, las tecnologías inteligentes de envasado han ganado popularidad, ya que pueden detectar la calidad del producto a través de ciertos indicadores (ej. pH).

Finalmente, las microcápsulas son estructuras micrométricas usadas para encapsular y liberar controladamente sustancias bioactivas, mejorando su eficacia y reduciendo efectos secundarios.

En base a esto, en el grupo se trabaja en la combinación de estas tecnologías para: a) la fabricación de un dispositivo microfluídico/microelectrónico que, en contacto directo con la piel, sea capaz de extraer fluidos corporales (sangre y/o líquido intersticial), a través de microagujas incorporadas al mismo y elementos activos desarrollados con hidrogeles estímulo sensibles. En el futuro, se espera que el mismo sea capaz de sensar un analito de interés y suministrar una terapia en respuesta al resultado del sensado, a través de otro grupo de microagujas, funcionando así como un dispositivo médico miniaturizado terapéutico in-situ; b) el desarrollo de dispositivos microfluídicos para la medición de pH en envases inteligentes, y c) para la generación de microcápsulas con uso en la industria farmacéutica.

Referencias

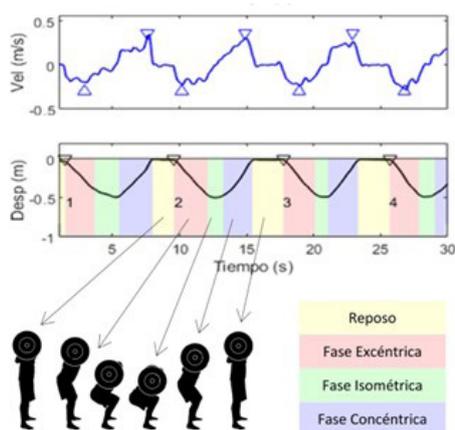
1. Rodríguez CF, Andrade-Pérez V, Vargas MC, Mantilla-Orozco A, Osma JF, Reyes LH and Cruz JC (2023) Breaking the clean room barrier: exploring low-cost alternatives for microfluidic devices. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 11:1176557. doi: 10.3389/fbioe.2023.1176557
2. Goy, C. B., Chaile, R. E., & Madrid, R. E. (2019). Microfluidics and hydrogel: A powerful combination. *Reactive and Functional Polymers*, 145, 104314.

PERFIL ELECTROFISIOLÓGICO-MECÁNICO DEL EJERCICIO FÍSICO

Gerez, G.D.^{1,2}, Cano, L.A.¹, Parajón Viscido, M., Farfán, F.D.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Bioingeniería. Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (CONICET). Laboratorio de Investigación en Neurociencia y Tecnologías aplicadas.

²Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Educación Física. Cátedra de Fisiología de la Actividad Física.



Introducción

El comando motor de los movimientos voluntarios baja desde centros nerviosos superiores hasta la fibra muscular. La orden motora llega a un conjunto de músculos con una dinámica intrínseca específica, generando, y ajustando el movimiento deseado, así los músculos toman diferentes roles en función de un objetivo motor. A su vez, el comando motor se ve afectado por diferentes condiciones, como por ejemplo la fuerza, el envejecimiento o la disfunción mecánica, como en el caso de diferentes desordenes

musculo-esqueléticos y diskinesias.

Son escasos los estudios que han tenido en cuenta parámetros electrofisiológicos que establezcan con claridad índices de referencia para caracterizar con exactitud el ejercicio físico y la coordinación muscular en diferentes condiciones.

El análisis electromiográfico comúnmente se ha centrado en la amplitud y la frecuencia, los últimos hallazgos sobre la coherencia intermuscular (IMC) medida a través de la señal EMG promete ser una herramienta interesante en el campo de la rehabilitación y el rendimiento deportivo [1,2]. Una apropiada coordinación intermuscular es necesaria para cumplir con éxito los objetivos motores, en ese sentido, se vuelve necesario analizar este aspecto ante diferentes demandas y así poder identificar el rol que asumen los músculos en la actividad motriz, comprendiendo su función desde el movimiento y no como unidades aisladas.

Objetivo: Analizar y establecer biomarcadores electrofisiológicos de la actividad musculoesquelética que permitan establecer criterios de eficiencia y eficacia del ejercicio físico realizado en condiciones normales y de disfunción mecánica.

Métodos y Materiales: Las señales de EMG serán obtenidas de los músculos involucrados en la ejecución de movimientos articulares. Se emplearán diversas condiciones de movimiento, como la adición de cargas externas y aumento en la velocidad de ejecución. Para captura de movimiento de alta precisión se utilizará un transductor de posición lineal.

Resultados esperados: La actividad motora podría ser cuantificada a través de biomarcadores electrofisiológicos, monitoreando la planificación, ejecución y control, estos podrían verse afectados producto de disfunciones mecánicas, per-

mitiendo así observar referencias de eficiencia y eficacia útiles. Esto permitirá desarrollar tecnologías que modernizarán la planificación, monitoreo y evaluación de los programas de entrenamiento y rehabilitación.

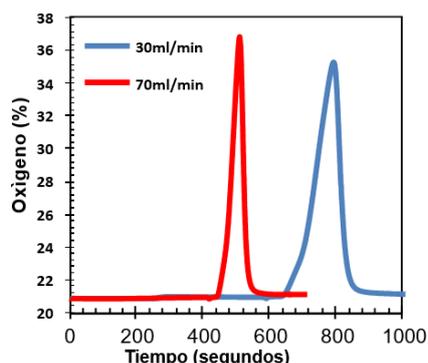
Referencias

1. Ghazi, S., Hadian, M.R., Shadmehr, A., Talebian, S., Olyaei, G.R., & Hajouj, E. (2021). The Changes of Motor Control Strategies in Non-specific Chronic Low Back Pain During Spinal Manipulation and Muscle Energy Techniques: A Beta-band Intermuscular Pair-Wise Coherence Analysis. *Archives of Neuroscience*, 8(2).
2. Boonstra, T.W. (2013). The potential of corticomuscular and intermuscular coherence for research on human motor control. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7.

DOSIFICACIÓN DE OXÍGENO A PARTIR DE AIRE ENRIQUECIDO MEDIANTE SEPARACIÓN POR ADSORCIÓN

Roldan Francisci, J.G. ², Saracho, R.N., Guillen, M.J., Madrid, R.E., Avila, A.M.

²Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Bioingeniería. Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), Laboratorio de Medios e Interfases (LAMEIN). rmadrid@herrera.unt.edu.ar; <https://orcid.org/0000-0003-1664-7901>



La importancia de los procesos de enriquecimiento de aire en oxígeno es primordial debido a las grandes cantidades de este gas en diversas aplicaciones. Actualmente, la forma convencional de obtener oxígeno es a través de un proceso de destilación criogénico el cual tiene un gasto energético y logístico enorme al ser comercializado mayoritariamente en tanques y cilindros. Consecuentemente, una opción alternativa de provisión de oxígeno es a través de un microdispositivo. Este elemento debería ser capaz de entregar una

cantidad constante de aire enriquecido en oxígeno el cual tiene una importancia clave en aplicaciones biomédicas, mecánicas, biotecnológicas y químicas. El objetivo de este trabajo es estudiar el concepto de dosificación de oxígeno a través de aire enriquecido mediante un proceso de adsorción de lecho fijo con materiales zeolíticos. Para la realización de los experimentos se usó un módulo de evaluación de materiales de acero inoxidable. Se ensamblaron columnas de adsorción de lecho fijo mediante conductos y acoplamientos tipo Swagelok sobre una placa metálica de soporte. La regeneración de la columna se realizó mediante calor y purga con una cinta calefactora envolvente. Los caudales de alimentación de gases se controlaron mediante reguladores de flujo máxicos y la presión de columna se controló mediante regulador de presión ubicado en la corriente de salida. El dispositivo de evaluación de materiales se acopló a un analizador de gases (sensor de O₂ rango 0 - 100%) y un caudalímetro volumétrico de gases para el monitoreo continuo de la corriente de salida.

Los resultados demostraron una prueba de concepto con resultados promisorios observando valores mayores al 35% en la concentración de oxígeno a la salida del sistema. Esto refleja que es posible diseñar microdispositivos que permitan dosificar aire enriquecido en oxígeno para aplicaciones específicas mediante un método de adsorción/desorción rápida por cambio de temperatura.

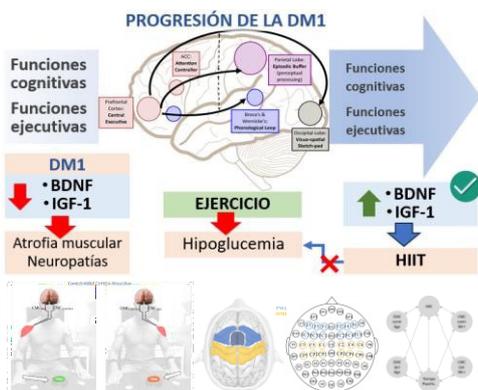
Referencias

1. Shi, M., Avila, A. M., Wu, L., Sawada, J. A., Kuznicki, T., & Kuznicki, S. M. (2013). Air separation by silver titanosilicate with enhanced density. *Separation and Purification Technology*, 118, 794-800.
2. Eriksson, T., & Kiros, Y. (2014). Temperature swing adsorption device for oxygen-enriched air. *Journal of Cleaner Production*, 76, 174-179.

EFECTO DEL EJERCICIO FÍSICO EN LA RESPUESTA COGNITIVO MOTRIZ DE PERSONAS CON DIABETES MELLITUS TIPO 1

García, M.S.¹, Farfán, F.D.¹, Cano, L.A.¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Bioingeniería. Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (CONICET). Laboratorio de Investigación en Neurociencia y Tecnologías aplicadas. maria.garcia@facdef.unt.edu.ar <https://orcid.org/0000-0002-4864-5735>



La estructura y función del cerebro en personas con diabetes mellitus 1 (DM1), puede verse afectada de manera negativa y creciente en el tiempo. El control metabólico inadecuado, hipoglucemias e hiperglucemias, alteran la conectividad funcional entre regiones cerebrales separadas espacialmente. En particular las funciones cognitivas (procesamiento de la información, razonamiento, atención, lenguaje) y ejecutivas (planificación, secuenciación, inicio, monitoreo

e inhibición de conductas complejas) se ven comprometidas y con ello la autogestión de la DM1.[1]

La actividad física (AF) previene y retrasa los efectos degenerativos en el sistema nervioso causados por DM1, mejorando las funciones cognitivas y ejecutivas. El ejercicio intermitente de alta intensidad (HIIT) puede ser una herramienta para evitar la hipoglucemia causada por AF e inducir la secreción del factor neurotrófico derivado del cerebro y el factor de crecimiento similar a la insulina-1, ambos indispensables para el correcto funcionamiento del sistema neuromuscular. Ellos se reducen en pacientes con DM1, suelen asociarse a atrofia muscular y neuropatías progresivas.[2] El trabajo busca explorar los efectos del HIIT en la respuesta cognitiva y motriz en personas con DM1. La hipótesis plantea que mediante el monitoreo de la actividad electrofisiológica cortical y muscular, es posible observar los efectos del ejercicio físico en la respuesta cognitivo-motriz en personas con DM1. El objetivo reside en establecer biomarcadores electrofisiológicos que posibiliten acceder a información de la actividad eléctrica cortical y muscular, a fin de examinar la asociación entre el HIIT y las funciones cognitivas y ejecutivas en personas con DM1.

La evaluación de dichas funciones en personas con DM1 (insulinizados y con monitoreo continuo de glucemia), se obtiene de tomar registros de electroencefalografía: primero se realiza el testeo funcional, posteriormente se aplica una secuencia de HIIT, para finalizar con un nuevo testeo de funciones cognitivas y ejecutivas. Se registrarán la glucemia capilar (pre, intra y post test) e intersticial (24hs previas y 48hs post test). Para establecer patrones de conectividad funcional (córticomuscular e intermuscular), se adquirirán señales musculares (EMG) y corticales (EEG). Como resultados se espera observar patrones específicos en la conectividad córticomuscular en personas con DM1 en relación al estado de control glucémico y progresión

de la patología. Asimismo, que las propuestas de ejercicios bajo la modalidad HIIT, presenten efectos positivos en la respuesta cognitivo-motriz y en los patrones de conectividad funcional que se traduzcan en mejoras en funciones ejecutivas y cognitivas en estos pacientes.

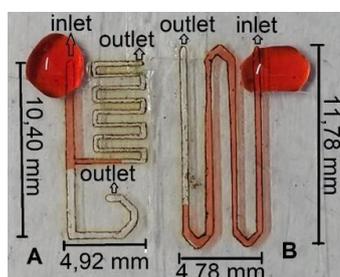
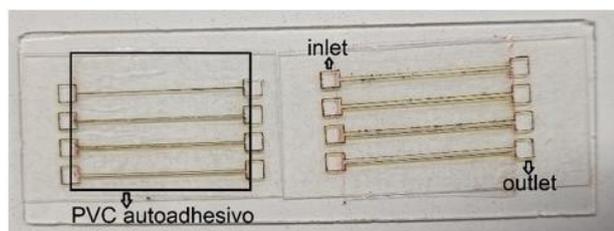
Referencias

1. Cameron, F. J., Northam, E. A., & Ryan, C. M. (2019). The effect of type 1 diabetes on the developing brain. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 3(6), 427-436.
2. Żebrowska, A., Hall, B., Maszczyk, A., Banaś, R., & Urban, J. (2018). Brain-derived neurotrophic factor, insulin like growth factor-1 and inflammatory cytokine responses to continuous and intermittent exercise in patients with type 1 diabetes. *Diabetes research and clinical practice*, 144, 126-136. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2018.08.018>

ABLACIÓN LÁSER PARA LA FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS MICROFLUÍDICOS DE BAJO COSTO

Florencia Bressán¹, Alejandro Vázquez¹, Rossana E. Madrid¹ y Carla B. Goy

¹Laboratorio de Medios e Interfaces (LAMEIN), DBI FACET-UNT, INSIBIO-CONICET, Av. Independencia 1800, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina <https://orcid.org/0000-0002-6920-4269>



(Arriba) Chip microfluídico fabricado a partir de una capa de símil acetato cristal, adherida a un portaobjetos y sellado con una tapa de PVC autoadhesivo. (Abajo) A) Chip microfluídico con un inlet y dos outlets. B) Chip microfluídico con un inlet y un outlet.

Objetivo:

Este estudio tiene como objetivo presentar el desarrollo de dispositivos microfluídicos de bajo costo utilizando ablación láser [1] en materiales autoadhesivos de uso cotidiano. Se muestra la factibilidad de la técnica y de ciertos materiales de librería para formar canales microfluídicos capaces de transportar fluidos mediante capilaridad [2].

Materiales y métodos:

Se utilizó una grabadora láser Neje® DK-8-KZ con una longitud de onda de 405 nm y potencia

de 1500mW para la ablación láser en cinco tipos de materiales: símil acetato cristal, film de PVC polimérico celeste, PVC autoadhesivo blanco, cinta para embalaje de polipropileno y cinta bifaz de polipropileno. Se diseñó un patrón de ocho canales de ancho variable, de entre 0.9mm y 0.76mm, y altura variable dependiendo del material y las diferentes capas utilizadas, entre 40µm y 200 µm. Luego se realizaron pruebas de capilaridad añadiendo agua destilada con colorante rojo en los canales para observar el flujo pasivo del fluido.

Resultados:

La ablación láser fue exitosa en símil acetato cristal, film de PVC y PVC autoadhesivo, pero no así en la cinta

para embalaje y en la cinta bifaz. Los canales formados en símil acetato cristal permitieron el flujo de fluido más rápido, variando los tiempos de capilaridad entre 6 segundos y 2210 segundos.

Conclusiones:

La ablación láser en materiales de librería de bajo costo es una técnica apropiada para la fabricación de dispositivos microfluídicos. Los chips obtenidos muestran funcionalidad y capacidad para conducir fluidos por capilaridad, lo que elimina la necesidad de bombeo externo y reduce la complejidad de los siste-

mas. Además, estos fabricados ofrecen flexibilidad, ampliando las posibilidades de aplicación en superficies irregulares, como por ejemplo en contacto con el cuerpo humano o con plantas.

Referencias

1. Rodríguez CF, Andrade-Pérez V, Vargas MC, Mantilla-Orozco A, Osma JF, Reyes LH and Cruz JC (2023) Breaking the clean room barrier: exploring low-cost alternatives for microfluidic devices. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 11:1176557. doi: 10.3389/fbioe.2023.1176557

2. Contreras-Saenz, M. (2015). Diseño y fabricación mediante ablación láser de un dispositivo microfluídico sobre PCB con biosensor integrado.

https://www.researchgate.net/publication/312499089_Diseño_y_fabricación_mediante_ablación_láser_de_un_dispositivo_microfluídico_sobre_PCB_con_biosensor_integrado

RESÚMENES DE **TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN**

CONSTRUCCIONES Y OBRAS CIVILES



UN MODELO MICRO MECÁNICO SIMPLE DE LA RIGIDEZ ELÁSTICA DE UN MACIZO ROCOSO

Orlando, A.^{1,2}, Luege, M., Campra A.M.

¹CONICET - Univ. Nac. de Tucumán, FACET,

²Dep. de Bioingeniería 'Max Valentínuzzi', ³Instituto de Estructuras 'Ing. Arturo M. Guzmán' aorlando@herrera.unt.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0002-5418-2255>

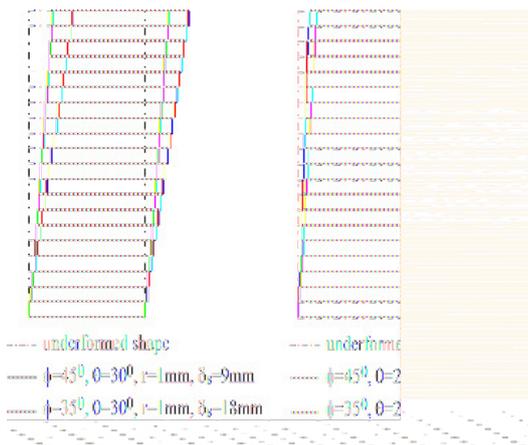


Fig. 1: δ_s/δ_n vs. $\tan\theta/\tan\phi$

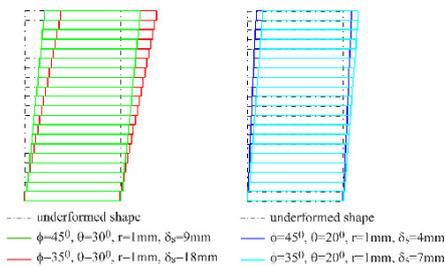


Fig. 2: Column deformada por carga vertical

La anisotropía en el comportamiento elástico de un macizo rocoso resultante por la inclinación de las asperezas es un factor importante en la análisis de deformabilidad y resistencia de estructuras geotécnicas que ha recibido la atención de distintos grupos de investigadores en los reciente años^{1,2}. En el presente trabajo describimos un modelo micro mecánico de la matriz de rigidez elástica no lineal de macizos rocosos con discontinuidades que depende de características geométricas idealizadas de las asperezas como son la forma, el tamaño, la densidad y la inclinación de las mismas. Se consideran dos configuraciones geométricas ideales. En la primera, las asperezas vienen modeladas de forma hemisférica lo cual lleva a la definición de la densidad y del radio de contacto mediante un solo parámetro. En la se-

gunda configuración, la densidad de asperezas está definida independientemente del radio de contacto. Para ambas configuraciones consideramos la solución de Hertz- Mindlin de dos esferas elásticas como solución fundamental. Los contactos entre las asperezas se suponen perfectamente coincidentes con el eje

de contactos normal o subnormal al plano de la discontinuidad rocosa. La contribución de todas las asperezas viene luego sumada para obtener la rigidez de una discontinuidad que es usada para obtener la matriz de rigidez del macizo rocoso a través de un proceso de homogenización. Con este modelo de la discontinuidad rocosa, si las asperezas son subnormales, de solo aplicar una tensión normal σ_n , la unión se moverá a lo largo de la dirección de corte. **Fig. 1** muestra la influencia de la inclinación θ de las asperezas de una junta rocosa, respecto al cociente δ_s/δ_n entre el desplazamiento horizontal y vertical de dicha junta. En las simulaciones, la junta rocosa se asume horizontal y sujeta a una tensión normal, mientras **Fig. 2** contiene la configuración deformada de una columna de macizo rocoso sujeta a tensión normal σ_n . Esta investigación tiene su relevancia también en otras áreas de ingeniería,

ya que las rigideces de contacto estimadas representan una propiedad mecánica fundamental en problemas de contacto/interfaz con el análisis de elementos discretos del continuo.

Referencias

1. Li, D., An, G., Chen, X., Dang, W. (2022) An experimental method to determine rock joint stiffness under constant normal load conditions. *Sustainability* 14, 11734, <https://doi.org/10.3390/su141811734>
2. Pouragha M-, Eghbalian M., Wan R. (2021) Micromechanical correlation between elasticity and strength characteristics of anisotropic rocks, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* 125, 104154, <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2019.104154>

ASESORAMIENTO EN EL DISEÑO DE UN BULTO DE TRANSPORTE DE CO-60

Luccioni, B.¹, Isla, F.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Construcciones y Obras Civiles. Instituto de Estructuras "Arturo M. Guzmán".

bluccioni@herrera.unt.edu.ar <https://orcid.org/0000-0003-2860-8117>



Los materiales radiactivos se utilizan en distintos campos como la medicina, la industria, la investigación y la producción de energía nuclear. El uso de material radiactivo implica transporte del mismo y requiere la aplicación de medidas de seguridad y protección de las personas, los bienes y el medio ambiente de los efectos de las radiaciones durante el transporte. Los bultos de transporte de material radioactivo deben cumplir con ciertas especificaciones establecidas en la norma AR 10.16.1 que aseguran la integridad de los mismos frente a situaciones de caída durante el transporte normal y de accidente. Estas últimas incluyen, entre otras, la caída desde 1 m

sobre un punzón y la caída libre desde una altura de 9 m sobre una superficie rígida. Para el diseño de nuevos bultos es necesario realizar ensayos que prueben que el bulto es capaz de soportar caídas sucesivas en las posiciones más desfavorables, manteniendo sus capacidades de blindaje radiológico y contención del material radioactivo. La simulación numérica constituye una herramienta indispensable para el diseño de los nuevos bultos y la determinación de las posiciones de caída más desfavorables en las cuales se deberá ensayar los especímenes, evitando la realización de un gran número de ensayos. En este trabajo se describe el asesoramiento que se está prestando a la empresa IMPSA S.A. en el proceso de diseño de un bulto para transporte de Co-60 para la firma Dioxitek S.A. Se presentan algunos resultados de la parte preliminar cuyo objetivo era verificar las herramientas y modelos numéricos a utilizar en el diseño del bulto y de los ensayos requeridos para certificar el mismo antes las peores situaciones de accidente. A tal fin, se diseñó un espécimen que representa un modelo simplificado y de dimensiones reducidas del bulto que fue simulado numéricamente y luego ensayado a dos caídas sucesivas. Los resultados muestran que el modelo numérico logra reproducir adecuadamente las deformaciones del modelo ante las caídas sucesivas y, con los parámetros de referencia [1], conduce a resultados conservadores respecto de las deformaciones del recinto y del plomo que son las que interesan para mantener el blindaje radiológico [2].

Referencias

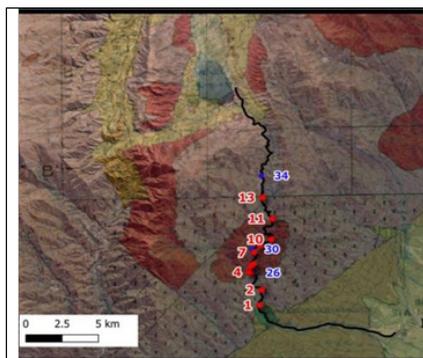
1. Kim, H-T., Seo, J-M., Seo, K-W., Yoon, S-H., Kim, Y-J., and Oh, C Y. (2022). Effect of material hardening model for canister on finite element cask drop simulation for strain-based acceptance evaluation. *Nuclear Engng and Tech*,54,:1098e1108.
2. Rotili, C., Beltramo, G., Chimenti, M., Isla, F., Luccioni , B. (2023). Simulación de ensayos de impacto por caída libre de un modelo simplificado de un bulto de transporte de Co-60. *Mecánica Computacional*, XL, 619-628.

CAÍDA DE ROCAS ENTRE LOS KMS 23 Y 40 DE LA RUTA PROVINCIAL N°307, TUCUMÁN: ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y PROPUESTAS DE CONTROL

Abascal, L. ¹, Guzmán, J.C., Antolini, L.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Construcciones y Obras Civiles. Cátedra Geología Básica.

labascal@herrera.unt.edu.ar <https://orcid.org/0000-0002-4043-2620>



La ruta provincial N°307, que conecta San Miguel de Tucumán y Tafí del Valle, se encuentra emplazada en zona de montaña y atraviesa macizos rocosos, particularmente entre los kms 23 y 40, tramo donde la caída de rocas es frecuente, con tamaños de bloques entre algunos centímetros hasta 6 metros de diámetro. Esta ruta tiene intensa circulación de tránsito con fines turísticos, agro-comerciales y mineros, que marca su importancia local y relevancia

regional. La evaluación de la caída de rocas “rockfall” y la implementación de medidas para su control requieren del análisis geomecánico de los macizos rocosos. Un macizo rocoso consiste en bloques de roca de tamaño meso-a macroscópico, separados por planos de fractura e inmersos en una matriz de roca triturada y meteorizada. Su comportamiento, en el entorno natural o bajo la influencia de las obras de ingeniería civil, está condicionado por cambios en los estados tensionales y las condiciones hidráulicas. La traza de la ruta, en la zona de estudio, se desarrolla en dos tipos de rocas, por un lado, rocas ígneas de tipo granito y por otro, rocas metamórficas, tipo esquisto. Las discontinuidades son diaclasas y planos de esquistosidad. La aplicación del software Stereonet, permitió identificar dos conjuntos predominantes de planos de discontinuidades: uno con rumbos E-W y NW-SE y buzamiento aproximadamente vertical; otro con rumbo NE-SW y buzamiento entre 30° y 70°. Este segundo conjunto de planos de discontinuidades representa las orientaciones desfavorables para la estabilidad del talud y por ende favorecen los desprendimientos de bloques. Los sitios donde aflora el granito están expuestos a los desprendimientos de bloques debido al intenso grado de meteorización de la roca. Para la evaluación del riesgo de desprendimiento de rocas se utilizó el sistema RHRS, cuya calificación asignó a los sitios críticos de la ruta una prioridad de intervención con medidas de mitigación intermedia. La propuesta de control que se recomienda es la implementación de elementos flexibles de estabilización de laderas y retención de bloques sueltos, en reemplazo de obras de naturaleza rígida.

Referencias

- 1) Pierson, L.A. et al, (2001). Rockfall Catchment Area Design Guide. FHWA, Final Report SPR-3(032). Oregon Department of Transportation, Estados Unidos.
- 2) Singh, B.; Goel R.K. (2011). Engineering Rock Mass Classification. Elsevier Inc.

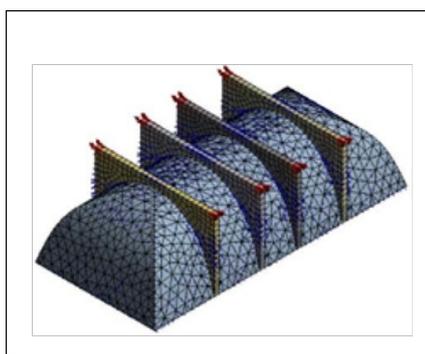
ANÁLISIS NUMÉRICO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ARCOS Y BÓVEDAS DE MAMPOSTERÍA EN EDIFICIOS PATRIMONIALES HISTÓRICOS

Moreno, G. ¹, Almenar, M., Gutiérrez, S.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Construcciones y obras civiles. Instituto de Estructuras Ing. Arturo M. Guzmán.

malmemar@herrera.unt.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0003-0721-7395>



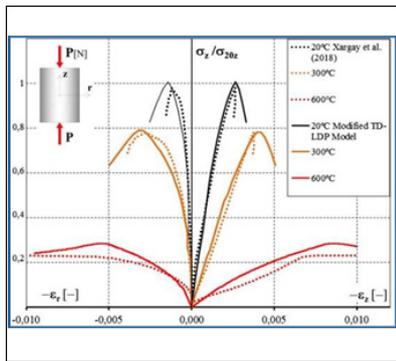
Los edificios históricos representan una parte fundamental del patrimonio cultural. El método de los elementos finitos es una herramienta invaluable para abordar distintos estados de cargas, modelar geometrías complejas de estructuras de mampostería (bóvedas, arcos, pilares), y simular efectos no lineales, tanto en el material como en la geometría. En este trabajo, se utiliza la herramienta computacional Ansys Work-

bench. Se modelan numéricamente casos típicos de arcos y se estudian casos complejos de arcos y bóvedas a fin de obtener una noción más realista del comportamiento estructural que estos elementos presentan al ir complejizando su forma. Finalmente, se realiza un caso de estudio de una bóveda de mampostería. Se obtiene un mapa de deformaciones plásticas coherentes con estados de fisuración causados por el estado de carga de peso propio y un eventual asentamiento de las cimentaciones.

ESTUDIO TERMOMECAÁNICO DEL COMPORTAMIENTO DE FALLA DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS

Etse, G. ¹, Vrech, S. M. ¹, Caggiano, A., Ripani, M. , Folino, P.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Construcciones y Obras Civiles. Centro de Métodos Numéricos y Computacionales en Ingeniería.
svrech@herrera.unt.edu.ar <https://orcid.org/0000-0002-5039-754X>



Nuestros proyectos de investigación tienen como objetivo la evaluación de los efectos de la temperatura sobre el comportamiento y modos de falla del hormigón, mediante el desarrollo de modelos constitutivos no locales, termodinámicamente consistentes. Destacamos los siguientes aportes originales:

-La introducción de una regla de flujo plástico no asociada dependiente de la temperatura para explicar con mayor precisión el comportamiento volumétrico inelástico en el régimen post-pico, con base en importantes resultados experimentales publicados. Esto mejoró la precisión general de los modelos, particularmente en lo que respecta a los efectos de la temperatura en la energía liberada durante los procesos de degradación.

-El desarrollo de la solución explícita de la condición de localización en términos del módulo crítico de endurecimiento (1), lo que permitió el análisis de modos de falla localizados en forma de bifurcación discontinua bajo

diferentes escenarios de temperatura y cargas. Se siguieron procedimientos numéricos que permitieron evaluar los efectos de la temperatura en las direcciones críticas de falla localizada o fisuración para un amplio espectro de estados tensionales y temperaturas.

Los resultados de los trabajos en el marco de los proyectos de investigación demuestran que los modos de falla del hormigón y las direcciones de localización críticas son altamente sensibles a la temperatura, particularmente en el régimen de compresión.

Referencias

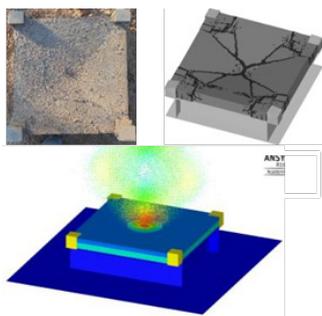
1. Caggiano, A., Vrech, S., Etse, G. (2023) Discontinuous bifurcation of FRCC with zero-thickness interface modelling, *Mechanics Research Communications*, 129, doi: <https://doi.org/10.1016/j.mechrescom.2023.104088>

PROTECCIÓN DE ESTRUCTURAS FRENTE A CARGAS EXTREMAS

Isla, F.¹, Luccioni, B.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Construcciones y Obras Civiles. Instituto de Estructuras "Arturo M. Guzmán".

fisla@herrera.unt.edu.ar <https://orcid.org/0000-0002-1876-8136>



Actualmente se requiere que los elementos estructurales puedan soportar cargas extremas provenientes de accidentes (explosiones, fuego, impacto), desastres naturales (terremotos, crecientes, huracanes) y ataques terroristas (explosiones, impacto de alta velocidad, proyectiles). Este tipo de acción involucra cargas impulsivas, altas velocidades, altas presiones y temperaturas elevadas. Especialmente hay algunas obras de infraestructura como edificios de gobierno, hospitales, túneles, caminos y puentes que son

relativamente vulnerables a los efectos de las acciones extremas accidentales o intencionales y, a veces, la única forma de protegerlas es reforzándolas. Por otro lado, existen también otro tipo de componentes claves en la industria de un país como son todos aquellos relacionados con los depósitos de hidrocarburos que requieren ser diseñados para ser seguros frente a este tipo de acciones.

La protección de la infraestructura e instalaciones descripta requiere, por un lado, la adecuada evaluación de las acciones y, por otro lado, la utilización de materiales adecuados para la protección y la correcta simulación del comportamiento de los materiales frente a las acciones descriptas. Uno de los materiales que ha emergido en los últimos años como adecuado para resistir acciones extremas: sismos, explosiones e impacto son los hormigones de alta resistencia reforzados con fibras (HARRE). Dadas las amplias posibilidades de utilización del HARRE, además de los resultados de laboratorio, se requieren herramientas numéricas precisas pero prácticas que permitan reproducir la respuesta no lineal y la acumulación del daño en estructuras de este material sometidas a cargas extremas como explosiones e impactos. El objetivo general de este plan de trabajo es desarrollar herramientas numéricas que sean eficientes para el análisis y diseño de protecciones de estructuras bajo cargas extremas que incluyen sismos, explosiones e impacto. Para ello se ha desarrollado e implementado numéricamente un modelo constitutivo de compuesto que tiene en cuenta el efecto de cosido de las fibras a través de las fisuras de la simulando adecuadamente el arrancamiento de las mismas bajo distintas condiciones de carga, teniendo en cuenta su orientación [1]. El modelo ha sido extendido para incluir la dependencia de la velocidad de carga [2] y de la temperatura para simular problemas que involucran explosiones, impacto e incendio. Adicionalmente, se ha desarrollado un modelo de la interfaz entre el hormigón original y las capas de refuerzo de HARRE, cuyo comportamiento está directamente relacionado con la fisuración de ambas partes.

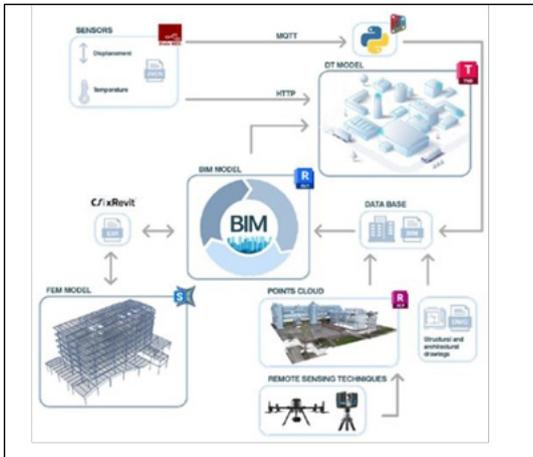
Referencias

1. Isla F, Argañaraz P, Luccioni B. (2022). Numerical modelling of steel fibers pull-out from cementitious matrixes. *Construction & Building Materials*, 323, [127373](#).
2. Luccioni, B., Isla, F., Forni D., Cadoni E. (2018). Modelling UHPFRC tension behavior under high strain rates. *Cement and Concrete Composites*, 91, 209-220.

EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE ESTRUCTURAS INDUSTRIALES MEDIANTE TECNOLOGÍAS AVANZADAS

Barboza, P.¹, Martinelli, E., Barba, S., Vrech, S.¹, Di Filippo, A., Labanda, N.¹, Etse, G.¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Construcciones y Obras Civiles. CEMNCI.



El presente proyecto de tesis se centra en la evaluación de la seguridad estructural de torres de precalentamiento (PT) de hormigón armado y acero en plantas cementeras. A diferencia de estudios previos, esta investigación emplea modelos de interfaz para el análisis de elementos finitos (FEM), describiendo los procesos de iniciación y propagación de grietas en los elementos estructurales críticos. El estudio se compone de dos componentes principales: primero, el desarrollo de modelos FEM, incorporando elementos de

interfaz mixta; segundo, el desarrollo de ensayos dinámicos no destructivos in situ en cada plataforma para medir sus frecuencias naturales. Los resultados de estos ensayos se utilizan para calibrar los modelos FEM, creando un modelo de daño elástico de la PT. Además, se desarrollan modelos predictivos para evaluar la respuesta de las PT ante eventos sísmicos. Paralelamente, el sector de la construcción se enfrenta a un conjunto único de obstáculos que requieren soluciones innovadoras para aprovechar plenamente los beneficios potenciales que ofrece la Industria 4.0 [1]. Por este motivo, se están estudiando avances en la ejecución de diversos flujos de trabajo, abarcando tanto el modelado como el análisis estructural de las PT. Se explora cómo pueden considerarse estas disciplinas de manera compatibles, permitiendo flujos de trabajo bidireccionales y análisis en tiempo real, a través del desarrollo de gemelos digitales (DT). Con los mismos, se obtiene datos en tiempo real a través de sensores, se los vincula al modelado de información de construcción (BIM) integrado a FEM. En el contexto de la Industria 4.0, esta integración se potencia mediante el uso de aprendizaje automático (ML), que permite un análisis predictivo a través de los datos obtenidos. El ML, aplicado a algoritmos, facilita la identificación de patrones y la predicción de fallas estructurales, mejorando significativamente los procesos de monitoreo y mantenimiento preventivo.

En conclusión, esta investigación proporciona una metodología avanzada y rigurosa para evaluar y mantener la seguridad de las PT en plantas cementeras. Al integrar tecnologías de BIM, DT, ML y FEM, se logra una supervisión y un análisis en tiempo real que permite detectar y abordar problemas estructurales de manera oportuna. Este enfoque no solo mejora la precisión de las evaluaciones estructurales, sino que también facilita la implementación de soluciones efectivas para prolongar la vida útil y garantizar la seguridad. La interoperabilidad entre las diversas tecnologías y

disciplinas involucradas se destaca como un elemento clave para el éxito de este tipo de proyectos, estableciendo un nuevo estándar en el monitoreo y mantenimiento de estructuras.

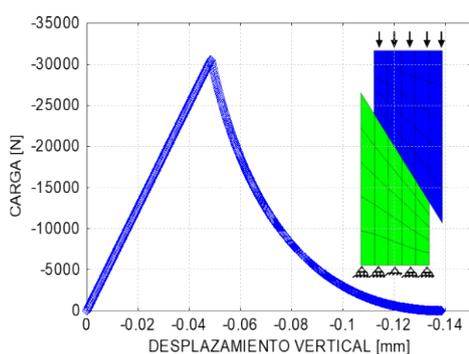
Referencias

[1] T. D. Moshood, J. O. Rotimi, W. Shahzad, and J. A. Bamgbade, "Infrastructure digital twin technology: A new paradigm for future construction industry," *Technol Soc*, vol. 77, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.techsoc.2024.102519.

MODELO DE ADHERENCIA PARA LA INTERFAZ ENTRE HORMIGONES CONVENCIONALES Y REFUERZOS DE HORMIGONES DE ALTAS PRESTACIONES REFORZADOS CON FIBRAS

Bianchi, S.E. ¹, Isla, F.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Instituto de Estructuras. CONICET. sebastian.bianchi.latina@gmail.com



Los hormigones de altas prestaciones reforzados con fibras (HAPRF) se utilizan cada vez más en la actualidad. Son particularmente eficientes para el refuerzo y reparación de estructuras.

La incorporación de fibras de alta calidad incrementa tanto la resistencia a la tracción como a la flexión de la estructura de hormigón reparada. Asimismo, favorecen el control del crecimiento de fisuras, mejoraran la resistencia bajo cargas de

impacto y fatiga, controlan la permeabilidad bajo tensión, reducen la retracción de fraguado y la fisuración térmica, y presenta mayor compatibilidad con el hormigón de la estructura a reforzar que otros materiales.

Actualmente no se dispone de un método de diseño completamente probado para este tipo de refuerzos, por lo tanto, es necesario contar con herramientas de predicción del comportamiento de éstos para encontrar soluciones tecnológicas que permitan garantizar su eficiencia y durabilidad.

Es por ello que el objetivo principal de este trabajo fue desarrollar e implementar un modelo adecuado para la simulación de la adherencia en la interfaz entre las capas de refuerzo de HAPRF y la estructura de hormigón existente.

En primer lugar, se realizó el estudio y caracterización de la interfaz y de su fenomenología y un análisis detallado del estado del arte de los modelos disponibles para la simulación de interfaces.

En base a lo anterior se implementó el modelo de interfaz planteado por Talón y Curnier, basado en un enfoque lagrangeano aumentado propuesto por Lorentz [1], dentro de un programa no comercial de elementos finitos dinámico no lineal. Este modelo fue luego modificado para incorporar una forma exponencial de daño, y descarga al origen (degradación de la rigidez) propuesto por Park [2].

La simulación de casos simples con el modelo ha arrojado resultados preliminares coherentes con el comportamiento teórico esperado, y satisfactorios comparados con casos experimentales bibliográficos.

Se espera que el uso del modelo en casos más complejos permita un estudio numérico preciso de los distintos factores que intervienen en el diseño de los refuerzos/reparaciones y que influyen en la adherencia (calidad del hormigón, tipo y contenido de fibras, espesores de refuerzo, preparación de la superficie), sin la necesidad de

realizar costosos ensayos experimentales, y que a partir de ello se puedan definir nuevas y más precisas metodologías de uso del HAPRF como refuerzo en estructuras de hormigón.

Referencias

1. Lorentz, E. (2008). A mixed interface finite element for cohesive zone models. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 198(2), 302-317.
2. Park, K., & Paulino, G. H. (2013). Cohesive Zone Models: A Critical Review of Traction-Separation Relationships Across Fracture Surfaces. *Applied Mechanics Reviews*, 64(060802).

RESÚMENES DE **TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN**

ELECTRICIDAD, ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN



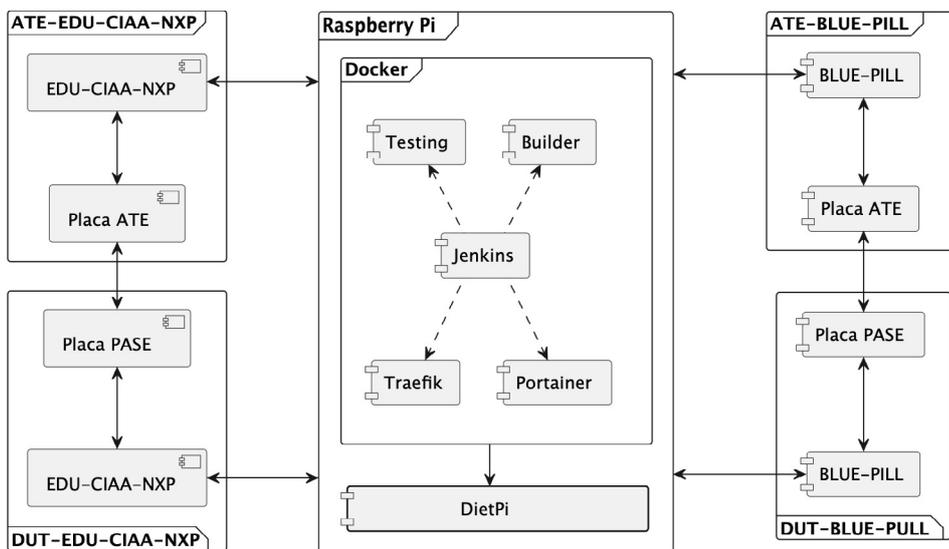
PRUEBAS AUTOMATIZADAS EN SISTEMAS EMBEBIDOS

Volentini, Esteban D.¹, Albaca P., Carlos, Sánchez, Mariana, Saade, Sergio D.

¹ Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación.

¹ <https://orcid.org/0000-0003-3371-8396>

La Integración Continua es una práctica propuesta por la Ingeniería de Software



que plantea automatizar el proceso de construcción y ejecución de las pruebas para realizarlo, prácticamente, cada vez que se efectúan cambios en el desarrollo. Uno de los aspectos claves para poder aplicar este proceso es automatizar

los diferentes tipos pruebas. Automatizar las pruebas de sistema en un sistema embebido requiere interactuar con el hardware, pero en este caso los únicos equipos que existen están orientados a la producción y no al desarrollo. Estos equipos, denominados ATE (Automatic Test Equipment) suelen ser muy complejos para cubrir las necesidades de velocidad en una línea de montaje. Esto los vuelve también muy costosos para utilizarlos en un proceso de desarrollo.

El objetivo general de este trabajo [1] es automatizar la construcción y pruebas del software para sistemas embebidos a bajo costo, de forma tal que pueda ser adoptado por pequeñas organizaciones. Para esto se plantean como objetivos particulares el desarrollo de una herramienta automatizada para las pruebas de sistema y el despliegue de un servidor de integración continua de forma simple y en una plataforma económica.

En la figura se puede ver un esquema de los componentes de software y de hardware desarrollados. El resultado es un equipo tipo ATE que se puede construir como una extensión de las placas de desarrollo más difundidas en el país, la EDU-CIAA-NXP y la BLUE-PILL. La programación del software de control se realizó en lenguaje C, utilizando una estructura de capas para facilitar la portación a otras plataformas de hardware. Este equipo incluye un protocolo de comunicación orientado a recibir la secuencia de acciones y resultados esperados en cada uno de los pasos de una prueba. Se desarrolló un paquete Python que permite escribir las pruebas utilizando cualquiera las herramientas disponibles para este lenguaje y convierte cada paso de la secuencia en comandos que se envían al ATE para que los ejecute y devuelva los resultados.

Para el despliegue del servidor de integración continua se utilizó una Raspberry Pi 4 y un esquema de contenedores Docker para simplificar la instalación y configuración de las herramientas necesarias. Finalmente se desarrolló un ejemplo de aplicación completo, PASE, que sirve como guía para los interesados en adoptar esta metodología de desarrollo.

Referencias

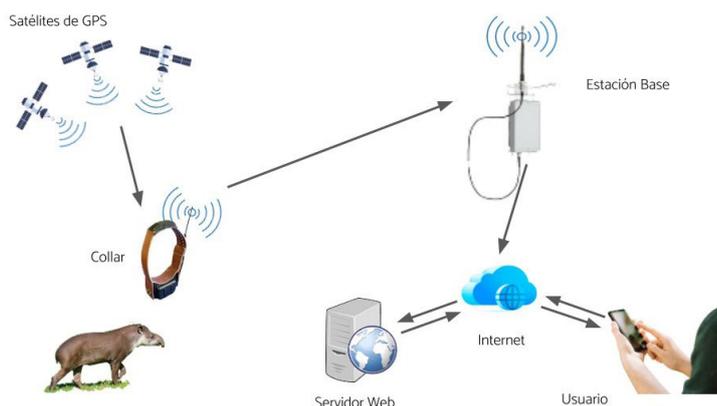
1. Volentini, E. D., (2023). *Pruebas automatizadas en sistemas embebidos*. Tesis de maestría, Universidad de Buenos Aires. [Consultado el 21 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://lse-posgrados-files.fi.uba.ar/tesis/LSE-FIUBA-Trabajo-Final-MSE-Esteban-Daniel-Volentini-2023.pdf>

SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN Y MONITOREO DE TAPIRES

Quiroga, Facundo M.¹, Volentini, Esteban D.², Younes, José³, Albaca P, Carlos⁴, Saade, Sergio D⁵.

¹ Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación.

² <https://orcid.org/0000-0003-3371-8396>



La Reserva Experimental Horco Molle de Tucumán ha puesto en marcha un programa de reintroducción del tapir a su ambiente natural, una especie clave de los ecosistemas de yungas, extinto hace 70 años en la provincia y en el marco de este programa, surge la necesidad crucial de monitorear y estudiar el comportamiento de estos animales.

El equipo de la Reserva, ha decidido implementar un sistema tecnológico que sea capaz de identificar y mostrar en un mapa la ubicación de cada individuo en tiempo real y además generar una alerta en caso de que se encuentre fuera de cierta zona.

Asimismo, disponer de información de su recorrido diario permitirá a los especialistas hacer un estudio más controlado del comportamiento de estos animales.

Los sistemas de monitoreo satelital suelen ser costosos tanto en términos de la adquisición de los dispositivos como de la suscripción a los servicios de transmisión de datos. El alto costo puede ser una barrera significativa para proyectos con presupuestos limitados como en este caso. El parque Sierra de San Javier se encuentra ubicado en una zona de vegetación densa y topografía irregular, lo que dificulta la efectividad de sistemas de monitoreo satelital debido a la escasa visibilidad de los satélites desde el suelo. La falta de infraestructura de comunicación celular en la zona excluye la posibilidad de utilizar tecnologías que requieran conectividad a redes 2G, 3G u otras redes móviles.

El objetivo de este trabajo consiste en el diseño personalizado de un sistema de rastreo y seguimiento animal. El enfoque principal se dirige hacia la creación de un dispositivo móvil resistente y eficiente usando microcontroladores STM32L412KBT6 [1], junto con la configuración adecuada de la estación base para sostener la infraestructura de comunicación usando tecnología LoRa [2] (ver Figura).

La implementación del proyecto ha demostrado ser exitosa al alcanzar y superar varios de los objetivos establecidos inicialmente. El diseño y desarrollo del collar de seguimiento ha evolucionado para abordar desafíos emergentes. Las pruebas en condiciones reales han validado la robustez del collar y han confirmado que la comu-

nicación inalámbrica cumple con los requisitos de alcance establecidos. Además, las mejoras en la eficiencia energética, evidenciadas por la prolongada duración de las baterías, y la ubicación estratégica de la estación base y sus componentes contribuyen al éxito general del sistema. Aunque se han enfrentado desafíos puntuales, como las interrupciones en la conexión a Internet, el enfoque integral en la optimización de cada componente ha culminado en una implementación efectiva y funcional.

Referencias

1. STMicroelectronics. “STM32L412KB.” STMicroelectronics, 2024, www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32l412kb.html.
2. Semtech. “SX1278.” *Semtech*, 2024, www.semtech.com/products/wireless-rf/lora-connect/sx1278.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA DE UN PROYECTO DE CENTRALES FOTOVOLTAICAS EN LA ZONA DE AMAICHA DEL VALLE

González J.A.¹, Vargas L.¹, Kohashi A.¹, Campos A.¹, Sillich L.¹, Rocha D.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación. Laboratorio de Simulación de Potencia Eléctrica (LASPE)

jgonzalez@herrera.unt.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0002-8029-7072>



Este trabajo tiene como objetivo general el estudio de prefactibilidad técnico-económico de un proyecto de centrales fotovoltaicas (FV) en la zona de Amaicha del Valle. Esta zona presenta; recurso solar de gran calidad; proximidad relativa de líneas eléctricas y existencia de caminos de acceso. Si bien no existe en el área medición oficial de la radiación solar, podría estimársela usando alguna de las fuentes reconocidas de datos (Meteonorm, NREL,

NASA, SolarGis, etc.) que brindan un valor de irradiancia solar global sobre superficie horizontal en torno a los 2000 [kWh/m² año].

En el proyecto se considera la instalación de cuatro plantas FV de 50 MW de potencia, independientes entre sí. Usando el software PVSyst y tomando como datos base; recurso solar; módulos de 550

Wp montados en un seguidor solar de un eje; inversores electrónicos y eficiencias de los distintos componentes, se encuentra que la energía inyectada a la red por cada planta FV de 50 MW es de 113.750 MWh/año, con un índice de productividad específica de 2155 kWh/kWp/año. Esta energía cubriría la demanda anual de unas 38.000 familias y permitiría ahorrar la emisión de unas 42.000 tnCO₂/año.

Como esta energía se debe inyectar al sistema interconectado nacional, será necesario construir una línea de 220 kV de unos 40 km de extensión, para vincularse en la zona del Infiernillo con la línea actual de 220 kV Bracho-Alumbrera. Por lo tanto, para estudiar el comportamiento del sistema eléctrico considerando las centrales FV y la línea de alta tensión, se realizan diversas simulaciones con el software Digsilent. Se observa que la incorporación de estos nuevos elementos no producirán efectos adversos en la red existente, tales como variaciones inadmisibles de tensión eléctrica o sobrecarga de equipos, aún bajo las condiciones más exigentes de estados de carga — generación.

Por último, se realiza un análisis económico financiero, mediante la obtención de los indicadores TIR, VAN y payback. El flujo de caja se elabora en moneda dura y la tasa de retorno exigida se calcula por medio de la metodología CAPM.

Sabiendo que los datos económicos de entrada pueden variar, se realizan tablas de sensibilidad del VAN y TIR en función de la inversión de capital, tasa de descuento y precio de venta de la energía inyectada.

Este estudio brinda como resultado principal la prefactibilidad del proyecto. Sin embargo, el mismo fue obtenido en función de diversos datos económicos de carácter global, los que deberán ser ajustados con mayor rigurosidad si se pretende pasar a la siguiente etapa de factibilidad.

Referencias

1. Bendaas I. (2023). Performance evaluation of large-scale photovoltaic power plant in Saharan Climate of Algeria based on real data. *Energy for Sustainable Development, Volume 76*.
2. González J.A. (2019). Prefactibilidad técnico-económica de una planta solar fotovoltaica de 6,2 MWp, situada en el área de Yacimiento Minero Agua de Dionisio, Catamarca. *Informe Interno FACET-YMAD*.

REIMPLEMENTACIÓN Y EXTENSIÓN DE HERRAMIENTA DE SOFTWARE PARA ESCALADO AUTOMÁTICO DE IONOGRAMAS

Scandaliaris, J. ¹, Fagre, M.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación. Laboratorio de Desarrollos Especiales (LADE).
jscandaliaris@herrera.unt.edu.ar <https://orcid.org/0000-0001-8721-8464>



Este trabajo es parte de las tareas contempladas en la tesis “Herramienta de Software para Escalado Automático de Ionogramas”, comenzada en el año 2023 en el marco del Programa de Doctorado en Ciencias Exactas e Ingeniería, de la FACET. El objetivo de la misma es realizar aportes al estado del arte en el procesamiento y escalado automático de ionogramas. Para llegar a este objetivo se fijaron varios objetivos específicos, entre ellos la implementación de una herramienta de software para procesar ionogramas aplicando los algoritmos y modelos de escalado

desarrollados de manera automatizada.

Se parte de un trabajo previo donde se aplicaron técnicas de procesamiento de imágenes para la obtención de las curvas ordinaria y extraordinaria y la determinación de la frecuencia crítica F_2 [1]. Se decidió aplicar las principales ideas de dicho trabajo en una nueva implementación, con una arquitectura pensada desde el principio para ser extensible y modular, de manera de replicar los resultados obtenidos previamente y también extenderlos y mejorarlos. En estos momentos se está trabajando en replicar los resultados obtenidos en [1].

Los fundamentos del trabajo original se mantendrán: el procesado de los ionogramas se hace usando una técnica de procesamiento de imágenes local basado en la geometría diferencial [2], mediante la cual se detectan y *trazan* curvas a partir de puntos del ionograma. A este enfoque local se agregan diferentes heurísticas para subsanar problemas encontrados frecuentemente, tales como la presencia de ruido, fallos en la detección de ecos por parte del sondador que provocan discontinuidades en las curvas, etc. Se agregan también heurísticas basadas en el conocimiento del comportamiento de la ionósfera y el proceso de medición realizado, por ejemplo para detectar señales de eco.

Una vez alcanzada la paridad de funcionalidad, comenzará la tarea de extender y mejorar la herramienta. Como mejoras se plantea incorporar algunas ideas propuestas en la literatura para paliar algunos problemas debidos a la localidad del algoritmo de Steger. Otra línea de trabajo prevista es encontrar métodos alternativos al uso de parámetros empíricos. La extensión pasará por determinar parámetros, como

frecuencias críticas y alturas virtuales, adicionales a las ya detectadas y la detección y/o clasificación de presencia de spread-F.

Referencias

1. Fagre, M. et al. (2021). Algorithm for Automatic Scaling of the F-layer using Image Processing of Ionograms. *Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 59(1), 220-227.
2. Steger, C. (1998). An unbiased detector of curvilinear structures. *Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 20(2), 113-125.

ADQUISICIÓN DE DATOS SOBRE PERTURBACIONES ELECTROMAGNÉTICAS EN LA IONOSFERA (REGIÓN D) COMO HERRAMIENTA PARA PREDICCIÓN DE EVENTOS SÍSMICOS

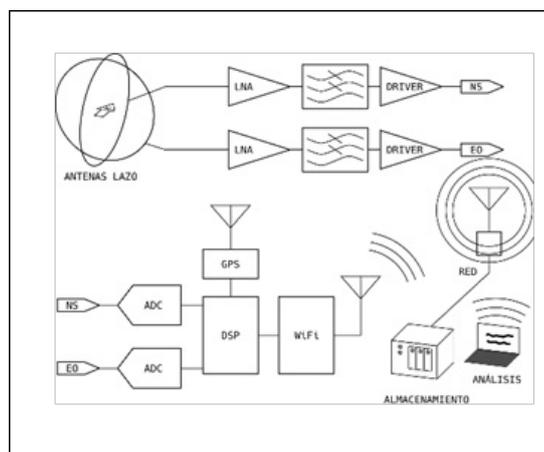
Corcoba, R.¹, Contreras, R., Ise, J.E.¹, Miranda Bonomi, F.A.¹, Borgazzi, A.I.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación. Laboratorio de Telecomunicaciones.

ruben.corcoba@gmail.com jise@herrera.unt.edu.ar <https://orcid.org/0000-0002-1009-0711>

fmirandabonomi@herrera.unt.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0002-1579-0776>



Las señales de muy baja frecuencia (VLF, Very Low Frequency) se propagan largas distancias siguiendo la curvatura de la tierra mediante múltiples reflexiones en la región comprendida entre la superficie terrestre y la capa D de la ionosfera, llamada guía de onda tierra-ionosfera. Diversos fenómenos terrestres y solares producen alteraciones en esta guía de onda resultando en cambios en la amplitud y fase con que arriban a un receptor las señales que por ella se propagan. En particular, la activi-

dad sísmica es una fuente de perturbaciones en la guía de onda tierra-ionosfera debido a corrientes eléctricas y polarizaciones producidas antes y durante los movimientos telúricos [1]. Es de interés el monitoreo de señales de VLF a fin de observar perturbaciones en la guía de onda tierra-ionosfera y, mediante su estudio, conseguir información sobre sus causas. Una de las realizaciones de estación receptora más extendidas consiste en un par de antenas de lazo dispuestas verticalmente en direcciones norte-sur y este-oeste, cuyas señales son amplificadas y digitalizadas para su registro y posterior análisis. En este trabajo se presentan los primeros resultados de la construcción de una estación receptora de VLF para su incorporación en la red de estaciones receptoras Latin America Very Low Frequency Network (LAVNet)[2]. El desarrollo presentado cuenta con la particularidad de incluir en el emplazamiento de las antenas las funciones de digitalización, procesamiento digital de las señales y transmisión mediante un enlace WiFi para su registro. La digitalización in-situ y transmisión digital brinda una mayor robustez frente a interferencias respecto a la solución más extendida, consistente en transmitir la señal analógica para su digitalización utilizando una placa de sonido asociada a una PC. Esperamos obtener mediante nuestro desarrollo un sistema de menor coste de producción, instalación y mantenimiento puesto que reemplaza una transmisión analógica cableada sensible a interferencias por una transmisión digital inalámbrica.

Referencias

1. Borgazzi, A., Carrasco, E., & Lara, A. (2024). Analysis of the mode interference of Very Low-Frequency Electromagnetic Waves during Seismic Events (No. EGU24-6729). Copernicus Meetings.
2. Borgazzi, A., Lara, A., Paz, G., Raulin, J.P., The Ionosphere and the Latin America VLF Network Mexico (LAVNet-Mex) Station, Advances in Space Research (2014), doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.asr.2014.03.011>

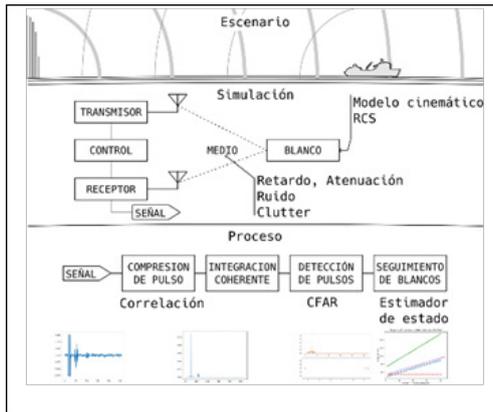
SIMULACIÓN DE DETECCIÓN Y SEGUIMIENTO DE BLANCOS DE RADAR

Giannini, M.I.¹, Miranda Bonomi, F.A., Saavedra, Z., Fagre, M.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Matemática. Laboratorio de Telecomunicaciones.

igiannini@herrera.unt.edu.ar

<https://orcid.org/0009-0006-7627-6240>



La salida generada por el procesamiento de señales de un radar es un arreglo conformado por coordenadas espaciales y de velocidad radial asociadas a posibles blancos presentes en el escenario de búsqueda. Un escenario de búsqueda se encuentra conformado por un medio de propagación, una configuración del radar y las características de los blancos presentes. Al finalizar una búsqueda se obtiene la señal recibida por el radar. El procesamiento se aplica sobre la señal recibida con la finalidad de determinar si hay un blanco y

cuáles son sus características.

Dentro de la cadena de procesamiento la detección adaptativa de pulsos se fundamenta en comparar la energía del eco en un instante de tiempo (celda bajo estudio), con la energía en su entorno (celdas adyacentes) dentro de una ventana móvil de inspección. En cuanto al seguimiento de blancos, el objetivo es determinar la presencia de un blanco y su estado cinemático utilizando la información recopilada en exploraciones del radar espaciadas en el tiempo para estimar el estado del sistema. Cuando una detección persiste, refuerza la hipótesis de blanco presente. Los objetivos de este trabajo son el estudio, análisis e implementación de métodos de detección y seguimiento de blancos en escenarios simulados. Se realizó el modelado cinemático de los blancos, del canal de radio, el cálculo de correlación, la integración coherente usando la transformada rápida de Fourier, se han ensayado modelos de detector utilizando técnicas de detección conocidas como Constant False Alarm Rate (CFAR) con diferentes variantes, y de seguimiento de blancos usando el Filtro de Kalman como estimador de estado. Se implementaron métodos de detección y seguimiento ampliamente utilizados en la bibliografía, y se ha obtenido acuerdo. Por ello se concluye que el trabajo realizado sirve para validar las simulaciones realizadas y continuar con el estudio de la detección y seguimiento de blancos en un sistema de radar. Esta investigación se realiza en el marco del proyecto PIUNT E714 “Modelado y Diseño de Radar por Ondas de Superficie” Res HCS-UNT: 0356/2023.

Referencias

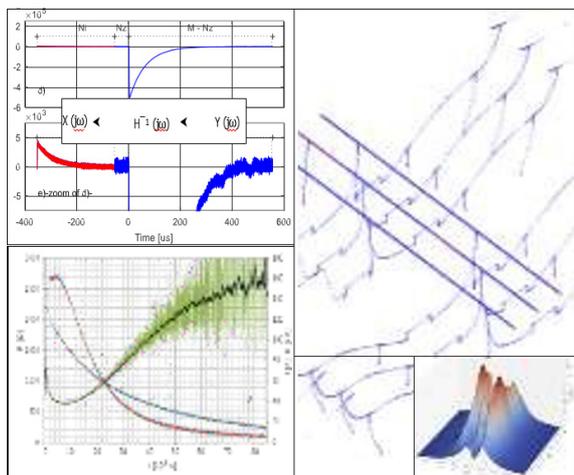
1. Magaz, B., Belouchrani, A. and Hamadouche, M. (2011) Automatic Threshold Selection in Os-CFAR Radar Detection Using Information Theoretic Criteria. Progress In Electromagnetics Research B, 30, 157-175.

2. Saavedra, Z., Zimmerman, D., & Cabrera, M. and Elías, A. (2020). Sky-wave over-the-horizon radar simulation tool. IET Radar, Sonar & Navigation, 4 (11), 1773-1777. <https://doi.org/10.1049/iet-rsn.2020.0158>

ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN PIUNT E 712: INGENIERÍA DE ALTA TENSIÓN

Parellada, A.¹, Díaz, R.R., Silva, J.N.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Dep. Elec. Elec. Comp., Instituto de Alta Tensión y Transmisión de Energía, aparellada@herrera.unt.edu.ar 0009-0000-6758-1514



En el marco del proyecto “Ingeniería de Alta Tensión” el Instituto de Alta Tensión y Transmisión de Energía (IATTE) ha desarrollado tareas de investigación con avances significativos en diferentes áreas. Se presentan brevemente los resultados obtenidos:

Medición de impulsos de alta tensión: los avances pueden dividirse en tres secciones, abarcando el desarrollo de: 1) dispositivos calibrados para la determinación de los errores dinámicos de registradores

numéricos (digitalizadores) al impulso; 2) una rutina de cálculo de parámetros para impulsos reales adquiridos según el nuevo estándar (IEC 60060-1); 3) procedimientos prácticos para la implementación de la deconvolución en la medición de impulsos atmosféricos (reconstrucción de la señal de ingreso en alta tensión a partir de los registros de salida en baja tensión). Un artículo que aborda este último tema ha sido presentado en el congreso internacional ISH 2023. Estos desarrollos fueron impulsados con la participación del IATTE en el programa EURAMET.EM-S42 “*Comparison of lightning impulse (LI) Reference Measuring Systems*” para el desarrollo y la mejora de los Sistemas de Medición de Impulsos en Alta Tensión.

Respuesta dinámica no-lineal de electrodos de puesta tierra verticales (jabalinas) en suelos resistivos. Modelado de la resistencia transitoria: Basado en experimentos previos y simulaciones computacionales en un modelo de laboratorio a escala, se ha propuesto un modelo simplificado para la progresión de la descarga en el suelo y un procedimiento simple para estimar la reducción de la resistencia transitoria en electrodos verticales enterrados en suelos con diferentes resistividades. Los resultados fueron presentados en los congresos internacionales ISH 2019 e ISH 2021.

Cálculo de Campos Eléctricos Multifásicos por Simulación de Cargas Equivalentes aplicado a Sistemas de Transmisión en Alta Tensión: Se ha implementado un algoritmo de cálculo basado íntegramente en Python3 (Numpy, Matplotlib, PySide), integrado a FreeCAD, para el diseño asistido por computadora del modelo geométrico del problema y opciones de visualización de los resultados. Se han realizado simulaciones con resultados satisfactorios sobre múltiples configuraciones de líneas de transmisión aéreas y estaciones transformadoras. Algunos resultados fueron presentados en el congreso internacional ISH 2021 y una tesis de maestría está en curso de finalización.

Referencias

1. Diaz R., Silva J., Parellada A., “A self-consistent approach for modeling the transient ground resistance of rods”, Proceedings 22nd International Symposium on High Voltage Engineering, DOI:10.1049/icp.2022.0155.

2. Parellada A., Diaz R., Silva J., “Applying Deconvolution Methods in High Voltage Measurements”, Proceedings 23rd International Symposium on High Voltage Engineering, DOI: 10.1049/icp.2024.0702.

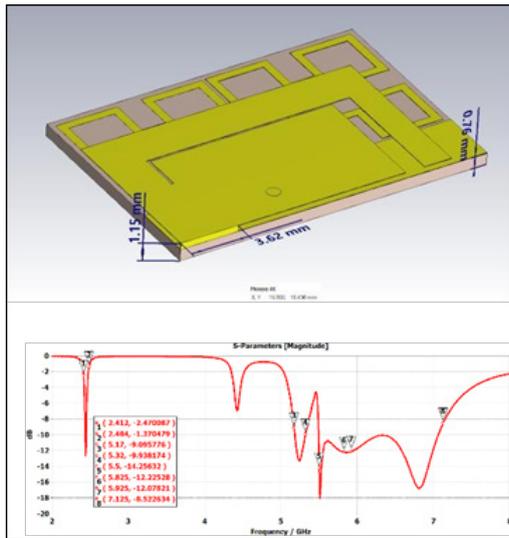
MINIATURIZACIÓN CON METAMATERIAL DE UNA ANTENA PIFA DE TRIPLE BANDA PARA COMUNICACIÓN WIFI

Hemsey A. ¹, Ise J. E. ¹, Fagre M. ¹, Miranda Bonomi F. A. ¹, Cabrera M. A. ¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Eléctrica, Electrónica y Computación. Laboratorio de Telecomunicaciones.

ahemsey@herrera.unt.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0002-3810-3684>



En este trabajo se diseñó y modeló una antena F invertida plana (PIFA) de triple banda en las frecuencias de WiFi no licenciadas (2.4, 5 y 6 GHz) utilizando un sustrato Rogers RO4350B, disponible en el Laboratorio de Telecomunicaciones. En la propuesta se utilizó una celda unitaria de metamaterial que se replicó en el plano a tierra (metasuperficie).

La geometría de la celda se basa en la de un fractal de Minkowski [1]. En el parche se realizó una ranura en forma de J que permitió ajustar las frecuencias de resonancias a las de WiFi. Se obtuvo una eficiencia de radiación del orden del 23% para la banda de 2.4 GHz, superior al 74% en la banda de 5 GHz y del 96% en la banda de 6 GHz.

La celda unitaria agregada en la antena se basa en la adición de impedancias y capacidades en serie o en derivación para disminuir la frecuencia de resonancia, reduciendo así el tamaño eléctrico de la antena PIFA [2]. En el trabajo se muestra una comparación con desarrollos de antenas PIFA convencionales y de antenas PIFA con metamateriales diseñadas por otros autores, que si bien no son idénticos en cuanto a la frecuencia de operación, si se los puede considerar semejantes, con lo cual se aprecia la disminución del volumen de la estructura propuesta.

Por sus dimensiones, esta estructura propuesta, podría ser utilizada en dispositivos electrónicos pequeños como en telefonía celular.

El siguiente paso de este trabajo es fabricar un prototipo de la antena y realizar mediciones para contrastar experimentalmente los resultados de la simulación.

Referencias

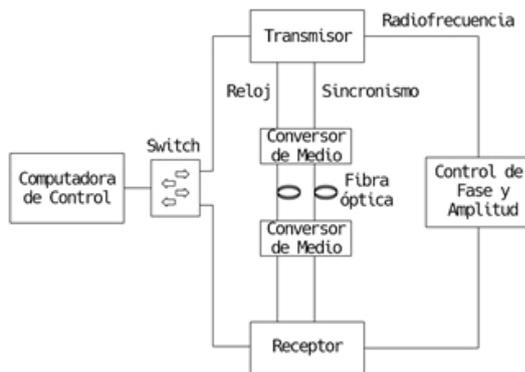
1. Sankaralingam, S.; Dhar, S.; Bag, A. K.; Kundu, A. y B. Gupta. (2014). "Use of Minkowski Fractal Geometry for the Design of Wearable Fully Fabric Compact Antenna". *Journal of Physical Sciences* 18, 7-13.
2. Singh, A. K.; Abegaonkar, M. P. and S. K. Koul. (2022). "Metamaterials for Antenna Applications". CRC Press Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1201/9781003045885>

BANCO DE PRUEBA DE RADAR HFSWR

Lema, A.¹, Cárcamo, M.G.¹, Miranda Bonomi, F.A.¹, Fagre, M.¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación. Laboratorio de Desarrollos Especiales.
adanlema@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0002-1579-0776>

Banco de prueba de radar HFSWR



Un radar de onda de superficie en banda de HF (HFSWR) puede transmitir señales más allá del horizonte porque las ondas de radio de baja frecuencia siguen la curvatura de la tierra y se propagan con menor atenuación. En estas frecuencias, como las de HF, tienen una mejor capacidad de difracción y una menor absorción atmosférica, lo que permite que las señales viajen largas distancias de manera efectiva.

Se desarrolló un banco de prueba para un radar de HFSWR que consta de un módulo transmisor y un módulo receptor.

El módulo transmisor se realizó en torno a una placa Red Pitaya SDR lab 122.16 con reloj interno incluido[1]. Mientras que el receptor utilizó una misma placa pero con reloj de referencia externo. El sincronismo entre módulos se consigue mediante el envío de señales de reloj y de sincronismo a través de fibra óptica. La elección de la fibra óptica para el proyecto de HFSWR se debe a su alta inmunidad al ruido y su capacidad para evitar interferencias electromagnéticas. La computadora de control se encarga de configurar el módulo transmisor y receptor y realizar la recopilación de datos del receptor. La señal de radiofrecuencia consiste en pulsos codificados generados en el transmisor, mientras que el receptor se encarga de recibir estos pulsos durante ventanas de escucha para la detección del eco. El desarrollo del hardware y software se realiza en un SoC de Xilinx ZYNQ 7020 incorporado en la red pitaya[2].

Se realizaron las primeras pruebas, logrando una correcta transmisión de los pulsos codificados, recepción y adquisición de datos. Resta incorporar el controlador de fase y amplitud, que permitirá ajustar y simular la distancia entre la transmisión y recepción del radar con mayor precisión. Este desarrollo se realiza en el marco del proyecto PIUNT E714 “Modelado y Diseño de Radar por Ondas de Superficie” Res HCS-UNT: 0356/2023.

Referencias

1. RedPitaya (15 de Octubre de 2017). Electrical Schematic for STEM122-16 SDR. Red Pitaya. <https://redpitaya.com/rtd-iframe/?iframe=https://redpitaya.readthedocs.io/en/latest/appsFeatures/systemtool/systool.html>
2. Xilinx (2 de Julio de 2018). DS190 Zynq-7000 SoC Data Sheet: Overview. Xilinx. <https://docs.amd.com/v/u/en-US/ds190-Zynq-7000-Overview>

RESÚMENES DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

FÍSICA



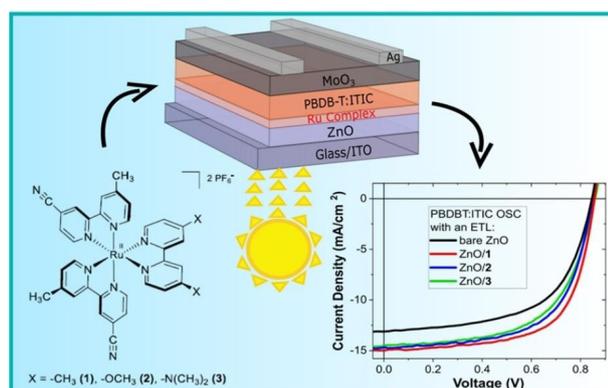
CELDAS SOLARES HÍBRIDAS: EMPLEO DE ELECTRODOS CON NANOESTRUCTURAS DE ZnO

Vega N. C.¹, Paz N.¹, Marín O.¹, Tirado M.², Comedi D.¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Física e Instituto de Física del NOA (INFINOA, CONICET-UNT), Laboratorio De Nanomateriales (LN) y Laboratorio de Física del Sólido (LAFISO).

nvega@herrera.unt.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0003-2197-3816>



Actualmente existe la necesidad de buscar nuevos materiales capaces de sustituir a los utilizados actualmente en la conversión de energía, como la energía solar en energía eléctrica, con propiedades nobles y notables ventajas. En este contexto, cobra cada vez más importancia el uso de nanoestructuras semiconductoras, como las del ZnO, en la fabricación de dispositivos electrónicos, optoelectrónicos y fotónicos, con nuevas

propiedades resultantes de los efectos del pequeño volumen y la alta superficie específica superficial o interfacial. Las nanopartículas (NPs) y nanohilos (NHs) de ZnO se han propuesto como materiales básicos para el desarrollo de una nueva electrónica transparente donde puedan funcionar como elementos activos, o pasivos como conectores, dando lugar a dispositivos versátiles.

En este trabajo se muestra la fabricación y estudio de nanoestructuras de ZnO y su aplicación en electrodos de celdas solares híbridas, como DSSC (Dye Sensitized Solar Cell) y OSC (Organic Solar Cell), realizado en el marco de una línea de investigación del grupo NanoProject, del Instituto de Física del NOA, CONICET-UNT, en Tucumán, Argentina. Se prestó especial atención al uso de materiales estables, económicos y respetuosos con el medio ambiente que sean susceptibles de producción en grandes volúmenes. Las nanoestructuras se fabrican en electrodos conductores y transparentes de FTO/vidrio utilizando un método de síntesis hidrotérmal a baja temperatura y el método de doctor blade. Luego, estas nanoestructuras de ZnO, con modificación en su superficie a partir de la sensibilización de la misma con complejos de Ru, se emplean en electrodos para dispositivos DSSC [1] y OSC [2], mostrando resultados muy prometedores.

Referencias

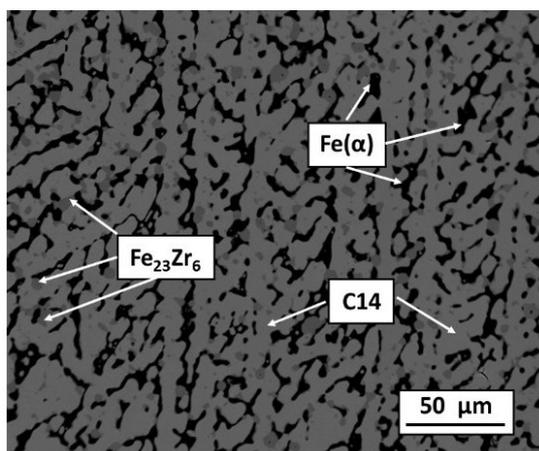
- [1] Fernando F. Salomón, Nadia C. Vega, Teodor Parella, Faustino Eduardo Morán Vieyra, Claudio D. Borsarelli, Claudia Longo, Mauricio Cattaneo, and Néstor E. Katz. ACS Omega, 5 (14), 8097-8107, 2020.
- [2] Fernando F. Salomón, Nadia C. Vega, José Piers, Mónica Tirado, David Comedi, Mauricio Cattaneo, Mariano Campoy Quiles, and Néstor E. Katz. Inorg. Chem., vol. 60, no. 8, pp. 5660–5672, 2021.

TRANSICIÓN ENERGÉTICA. CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES DE APLICACIÓN NUCLEAR. DIAGRAMAS DE FASES EXPERIMENTALES EN ALEACIONES DE BASE CIRCONIO.

Nieva, N. ¹, Tolosa, M.R., Brizuela, H.G., Arreguez, C., González, R., Aurelio, G., Lagarrigue, G.M., García, L.C., Almeda, P.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Física. Laboratorio de Física del Sólido, INFNOA (UNT-CONICET).

nnieva@herrera.unt.edu.ar <https://orcid.org/0000-0003-2190-5928>



La energía nuclear es una fuente energética que garantiza el abastecimiento eléctrico, frena las emisiones contaminantes y produce electricidad de forma constante. Un aspecto importante en las etapas de generación lo constituyen los materiales tecnológicos utilizados en los reactores nucleares. Aleaciones tecnológicas de base Zr (circonio), aleado con Sn (estaño), Fe (hierro) y Nb (niobio) son de extendida aplicación en este contexto. Por razones de seguridad y de diseño es primordial tener un conocimiento

lo más acabado posible de la metalurgia física de estos materiales.

El objetivo del Proyecto es investigar, diseñar y evaluar una serie de aleaciones de base Zr. El propósito general es avanzar en el conocimiento de propiedades físico-químicas y termodinámicas de estos materiales. En particular, se abordará el estudio experimental de los diagramas de fases ternarios de los sistemas Fe-Sn-Zr, Fe-Nb-Zr y Nb-Sn-Zr, en distintas regiones del triángulo de Gibbs y a diferentes temperaturas, haciendo énfasis en la caracterización de la estructura cristalina de las fases estables y metaestables resultantes en la microestructura.

En esta etapa, se diseñaron y fabricaron un conjunto de aleaciones ternarias en la esquina rica en Fe del sistema Fe-Nb-Zr a partir de materia prima de alta pureza (>99,9%). Para ello, se utilizó un horno de arco con electrodo de tungsteno no consumible, con crisol de cobre refrigerado por agua. Se realizaron tratamientos térmicos sobre las muestras a las temperaturas de interés (900, 1000 y 1200°C), en hornos tubulares y con temple final. Se prepararon las muestras según el tipo de análisis que se realizó sobre ellas. Para la determinación de las fases presentes en las muestras fabricadas se aplicaron técnicas complementarias de caracterización: microscopía óptica, difracción de rayos X convencional (XRD) y con luz de sincrotrón (SXRD), difracción de neutrones (ND), microanálisis con microscopía electrónica de barrido con EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) y con WDS (Wavelength Dispersive Spectroscopy). Entre los resultados y conclusiones más relevantes, respecto al estudio cristalográfico de las regiones elegidas y analizadas, pueden mencionarse que tanto la técnica de

SXRD [1] como la técnica SXRD mediante la geometría Debye- Scherrer [2] mostraron ser muy eficientes para diferenciar entre las fases hexagonales de Laves $\text{Fe}_2\text{Nb}(\text{C14})$ y $\text{Fe}_2(\text{Zr}_{1-x}\text{Nb}_x)(\text{C36})$ medidas en condición de polvo. Por su parte, la técnica de ND, además de ser idónea para discriminar entre las fases C14 y C36, se puede utilizar tanto en muestras masivas como en polvo. Finalmente se trazaron los límites de equilibrio de fases en las regiones bajo estudio para los cortes isotérmicos analizados.

Referencias

1. Tolosa, M.R., Aurelio, G., Arias, D., González, R., Nieva, N. (2022). Experimental study of Fe-rich region in the Fe-Nb-Zr system at 1000 °C. CALPHAD, 79, 102499.
2. Tolosa, M.R., Acosta, L., Nieva, N. SIRIUS-LNLS-CNPEN. PAINEIRA. Proposal 20232801.

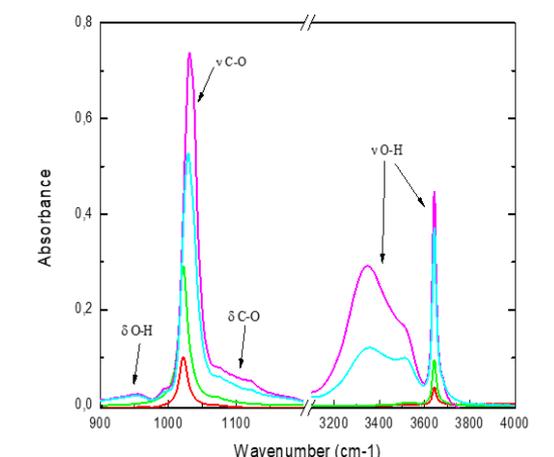
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL LABORATORIO DE FÍSICA APLICADA, LAFIAP/ FACET-UNT

Gómez Marigliano, Ana C.^{1,2} Díaz, Walter O.¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Física. Laboratorio de Física Aplicada.

agomezmarigliano@herrera.unt.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0002-8004-5334>



El LAFIAP está constituido por docentes-investigadores cuyas tareas se enmarcan en dos líneas:

1) INTERACCIONES MOLECULARES - FÍSICA APLICADA A ALIMENTOS 2) ACÚSTICA

1) A) Interacciones moleculares por enlace de hidrógeno. (B) Comparación de la composición química y parámetros de calidad de frutos de cultivos orgánicos y tradicionales. conservación sustentable

(A) Comportamiento macroscópico y

microscópico de líquidos puros y mezclas que posean grupos funcionales que puedan formar enlaces de hidrógeno.[1]

(B) Evaluación de frutos de cultivo orgánico y convencionales en función del tiempo, ensayando la prolongación de la vida útil usando conservación sustentable, Formulación de alimentos panificados nutricionales, funcionales y fortificados con vitaminas C y D.

2) Mapas sonoros de ambientes, medidas correctivas, evaluación de biodiversidad y alertas tempranas .[2]

Objetivos:

1)(A) Caracterizar macroscópicamente y microscópicamente las interacciones moleculares por enlace de hidrógeno en líquidos puros y sus mezclas. Correlacionar el comportamiento macroscópico y microscópico de las mezclas. (B) Determinar composición química y parámetros de calidad de frutos de cultivo orgánico y de convencionales en función del tiempo. Analizar comparativamente, evaluando el tiempo de vida útil de cada especie en ambos tipos de cultivo y ensayando la prolongación de la vida útil utilizando conservación sustentable (irradiación UVC). Realizar análisis costo-beneficio. . 2) Estudiar la distribución de la energía acústica en ambientes y evaluar el impacto en la salud y comportamiento humano. Desarrollar herramientas y metodologías para evaluación del paisaje sonoro y propuestas de soluciones que reduzcan la contaminación

Impactos

1)(A) Generalización de modelos que permitan predecir el comportamiento macroscópico, que redunde en la mejora de la eficiencia y calidad de los equipamientos que se pueden diseñar.

(B) Conocimiento válido de la calidad alimenticia de los productos de los dos tipos de producción (tradicional y orgánica). Alternativas sustentables y económicas de conservación de frutas y verduras, que reduce el deterioro medioambiental y permite el acceso de un mayor número de productores a los beneficios de producción y comercialización.

2) Comprensión de la distribución de la energía sonora en diferentes entornos y el impacto en la salud humana, Estrategias para la reducción de la contaminación acústica y elaboración de alarmas y predicciones medioambientales.

Referencias

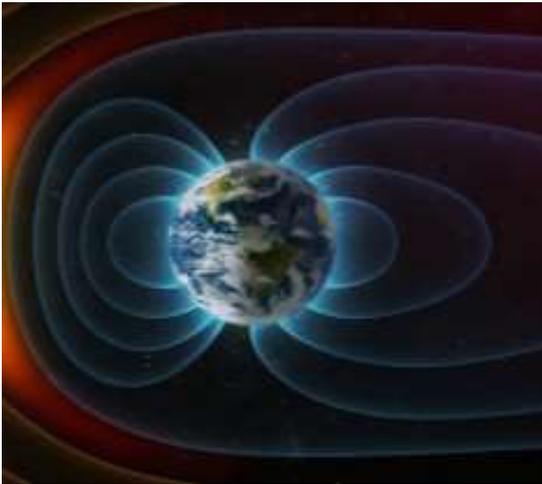
1. Campos, V., Clará, R.A., Gomez Marigliano, A. C. (2024). Thermophysical Properties, Raman and FTIR Spectroscopy, and Their Correlations for the Butylamine (1) + 2-Butanone (2) System. *J. Chem. Eng. Data.* 69, 3, 703–710.

2. Díaz, W. O., Gómez Marigliano, A. C., Vázquez, J.P., Corrales Chahar, F. (2023). Evaluación exploratoria parcial de parámetros acústicos y psicoacústicos en las Yungas Tucumanas. *Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA.* 9, 20-27

PROYECTOS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL LABORATORIO DE IONOSFERA, ATMÓSFERA NEUTRA Y MAGNETOSFERA, LIANM, DE LA FACET-UNT

Elias, A.G.¹, Zossi, M.¹, Mansilla, G.A.¹, de Haro Barbas, B.F.¹, Zossi, B.S., Medina, F.D.¹, Fagre, M.¹, Heredia, T.¹, Bossolasco, A., Zamora, D.J., Silvero, C.I., Flores Ivaldi, G.L.¹, Bazzano, F.M.¹, Soria, F.R.¹, Venchiarutti, J.V.¹, Abaca, F.¹, Vischi, G.D.¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Física. LIANM
aelias@herrera.unt.edu.ar
<https://orcid.org/0000-0001-6271-4891>



Los proyectos de investigación en curso del Laboratorio de Ionosfera, Atmósfera Neutra y Magnetosfera (LIANM, <https://www.facet.unt.edu.ar/labatmosfera/>) son: (1) "Sistema Sol-Tierra: Estudio de variabilidad y tendencias en parámetros atmosféricos, solares y geomagnéticos" (PIUNT E756) y (2) "Influencia de la actividad solar y de las variaciones seculares del campo geomagnético sobre la atmósfera y la magnetosfera terrestres" (PIP 2957). Algunos integrantes del LIANM participan también del proyecto "Estudio del recurso

solar en el NOA y su aprovechamiento mediante dispositivos semiconductores" (PUE 0008). El LIANM se crea a principios del año 2020 de la unión del Laboratorio de Física de la Atmósfera (LAFIAT, creado en 1999), y el Laboratorio de Ionosfera (LI, creado en 1966). Está constituido por docentes-investigadores y estudiantes doctorales cuyas tareas de investigación se enmarcan en el estudio del sistema Sol-Tierra en general, y en Física de la Atmósfera, Geomagnetismo, Física Espacial, Clima Espacial y Meteorología en particular. Las principales líneas de investigación son: (1) variabilidad y tendencias a largo plazo de parámetros atmosféricos desde la troposfera hasta la atmósfera superior incluyendo cambio climático; (2) efectos de tormentas geomagnéticas sobre la atmósfera; (3) meteorología espacial (space weather); (4) radiación solar en superficie y tendencias del recurso solar en nuestra región; (5) efecto de las variaciones seculares del campo magnético de la Tierra sobre la atmósfera superior y la magnetosfera; y (6) utilización de tomografía computacional mediante datos GPS y GLONASS para modelar la ionosfera. Los resultados que se obtienen en cada una de estas líneas de investigación, enmarcadas dentro de proyectos de investigación con diferentes fuentes de financiación, y en colaboración también con investigadores de otras instituciones, son presentados en reuniones científicas nacionales e internacionales y publicados en revistas específicas del tema ([1] y [2] entre las últimas publicaciones).

Referencias

1. Medina, F.D., Zossi, B.S., Bossolasco, A., Elias, A.G. (2023). Performance of CHIRPS dataset for monthly and annual rainfall-indices in Northern Argentina, *Atmospheric Research*, 283, 106545, 2023.
2. Zossi, B.S., Duran, T., Medina, F.D., Melendi, Y., Elias, A.G. (2023). Evaluating F2-region long-term trends using the International Reference Ionosphere (IRI) model: is this a feasible approximation for experimental trends? *Atmospheric Chemistry and Physics*, 23, 13973–13986.

DETECCIÓN DE PRECURSORES SÍSMICOS ELECTROMAGNÉTICOS CON LA RED LAVNET (LATIN AMERICAN VERY LOW FREQUENCY NETWORK)

Borgazzi, A.¹; Corcoba, R.²; Contreras, R.³; Miranda Bonomi, F. A.² e Ise, J.²

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Física.

aborgazzi@herrera.unt.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0002-9498-6450>

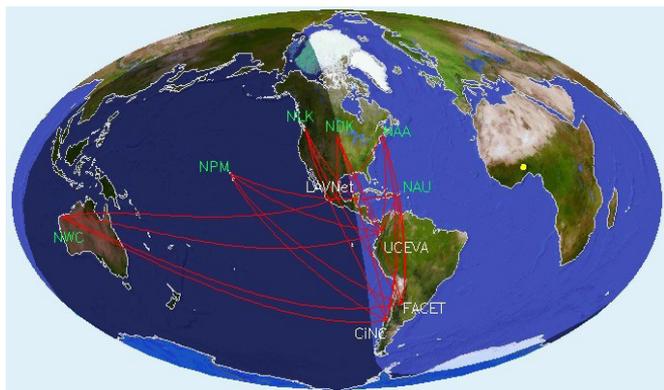


Figura 1: Red de estaciones receptoras Latin American VeryLow Frequency Network, (LAVNet) en América Latina.

La actividad sísmica ha sido desde épocas remotas objeto de interés para la sociedad, especialmente por los problemas que estos eventos pueden generar en la infraestructura de grandes urbes, ocasionando daños materiales, económicos y muertes lamentables; ejemplo de esto ha sido el terremoto del 19 de Septiembre de 1985 en Ciudad de México, México de magnitud $M_w=8.1$ o los que tuvieron epicentros en Siria y Turquía el 6 de Febrero del 2023 de magnitudes $M_w=7.8$ y $M_w=7.5$, entre otros.

Muchos esfuerzos se han realizado para poder detectar señales que anticipen la gran liberación de energía que caracteriza a los sismos. Algunos de estos esfuerzos conllevan el estudio de la propagación de ondas en muy baja frecuencia (*Very Low Frequency* -VLF- por sus siglas en inglés) en la cavidad Tierra-Ionosfera antes, durante y después del evento sísmico [1]. La propagación de estas ondas VLF, emitidas por la red *Omega-Network*, se ve afectada cuando fenómenos de carácter electromagnético, producto de movimientos telúricos, se propagan por la cavidad y llegan a la región D de la ionosfera ubicada aproximadamente a 70 km de altura; es en este lugar dónde se generan fenómenos espejo a los que ocurren en el suelo. Estos fenómenos de suelo, de carácter electromagnético, pueden tener diferentes orígenes entre ellos corrientes en superficie. Las ondas VLF que se propagan realizan en su viaje una serie de reflexiones en la región D para luego ser captadas por estaciones receptoras, que recogen la amplitud y fase de las ondas que han sido perturbadas.

Este trabajo expone los primeros resultados en la construcción de la estación receptora en Argentina, el análisis de varias firmas electromagnéticas que dejan huella en la señal (amplitud) utilizando el método *terminator time* (TT) y se presenta, además, la red de estaciones receptoras *Latin American Very Low Frequency Network*, (LAVNet) en América Latina con sus 4 países integrantes: México, Colombia, Chile y Argentina (**Figura 1**).

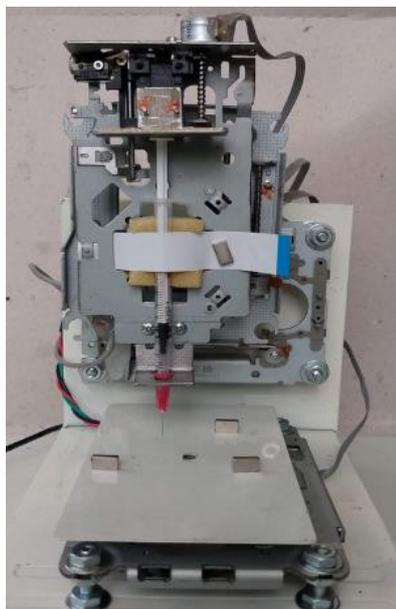
Referencias

[1] Biagi, P.F; Colella, R.; Schiavulli, L.; Ermini, A.; Boudjada, M.; Eichelberger, H.; Schwingenschuh, K.; Katzis, K.; Contadakis, M.E.; Skeberis, C.; Moldovan, I.A.; Bezzeghoud, M., (2019). The INFREP Network: Present Situation and Recent Results. Open Journal of Earthquake Research, 8, 101-115.

DESARROLLO DE DISPOSITIVOS PARA IMPRESIÓN DE PELÍCULAS DELGADAS: AVANCES PRELIMINARES

Claudio Lauxmann, David Comedi, Oscar Marín-Ramirez

Instituto de Física del Noroeste Argentino (INFNOA), CONICET – Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Departamento de Física, NANOPROJECT – Laboratorio de Física del Sólido y Laboratorio de Nanomateriales



La construcción de dispositivos electrónicos a través de la impresión directa de tintas conductoras y semiconductoras es un área de trabajo en continuo desarrollo. Se prevé que a través de esta tecnología se puedan desarrollar de forma masiva y más económica dispositivos electrónicos vestibles (tecnología *wearable*), entre otros dispositivos con relevancia ambiental y en la transición energética. Aún existen desafíos en cuanto a la selección adecuada de sustratos, las técnicas de impresión y principalmente la formulación de las tintas [1]. Una tinta está formada por cuatro componentes: i) El material activo que serán nano o micropartículas suspendidas para formar tanto las películas conductoras, como las semiconductoras; ii) Un aglutinante que se usará para mejorar la dispersión (evitar la aglomeración del material activo en suspensión) y la adherencia al sustrato, iii) Un solvente de secado rápido y iv) un aditivo que permitirá mejorar las propiedades reológicas como densidad y viscosidad.

En este trabajo presentamos resultados preliminares sobre el desarrollo de un aparato para imprimir películas delgadas a partir de tintas formadas por nano y microestructuras semiconductoras. Se discutirán los avances en la fabricación de uno de los dispositivos de impresión para la aplicación de las tintas sobre diferentes sustratos.

Para la fabricación se utilizó jeringas comerciales de insulina de 1 mL con agujas de 0,33 mm de diámetro, lectoras de CD/DVD para el movimiento y posicionamiento de la jeringa en los ejes XY y disquetera de 3,5 para la extrusión del producto. Para la estructura se utilizaron las mismas carcasas de las lectoras y se ensamblaron en forma de "L" para soportar los mecanismos de movimiento en tres dimensiones (XYZ). Para el movimiento en el plano XY, las lectoras de CD/DVD utilizan motores paso a paso con un avance de 3 mm por vuelta y 20 pasos por vuelta, proporcionando una resolución de 0,15 mm/paso. Por su parte, para el movimiento en el eje Z también se utiliza una lectora de CD/DVD para controlar la altura de la aguja sobre el sustrato. La extrusión se logra mediante el empuje del embolo de la jeringa por el desplazamiento de la disquetera a través de una planchuela en forma de "L", que imita el empuje del dedo pulgar. El controlador de los motores paso a paso es un Arduino Uno con una placa de expansión Shield V3. Se utilizó el software Universal Gcode Sender (UGS) como interlocutor entre la PC y la impresora que reconoce el formato de salida .gcode proporcionado por la mayoría de los softwares de diseño 3D.

Este proceso de fabricación y calibración ha permitido crear una impresora que permitirá aplicar tintas con alta precisión sobre diferentes sustratos, utilizando componentes reciclados y software accesible.

Referencias

1. Wu, W. (2017). Inorganic Nanomaterials for Printed Electronics: A Review. *Nanoscale*, 9(22), 7342–7372.

CORRELACIÓN ENTRE EL PROCESO DE SÍNTESIS, LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y LA ACTIVIDAD FOTOCATALÍTICA DE POLVOS DE ZNO PUROS Y DOPADOS CON MANGANESO

Daniel Pais Ospina, David Comedi, Oscar Marin-Ramirez*

Instituto de Física del Noroeste Argentino (INFNOA), CONICET – Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Departamento de Física, NANOPROJECT – Laboratorio de Física del Sólido y Laboratorio de Nanomateriales.

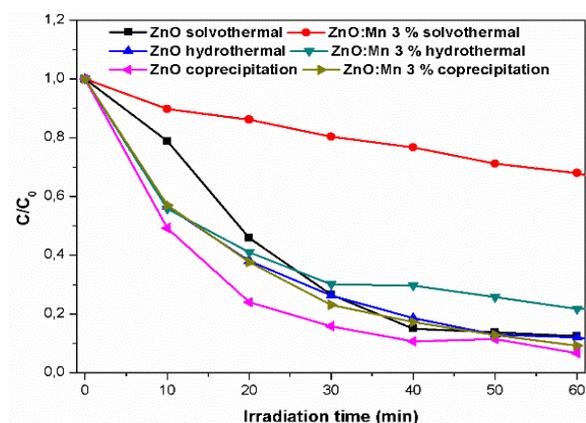


Figura 1. Degradación fotocatalítica del azul de metileno usando ZnO puros y dopados con Mn.

La contaminación de las fuentes de agua es un grave problema en la actualidad, con impacto local y global afectando la calidad y producción de alimentos, la salud y calidad de vida [1]. Como sociedad, debemos tomar medidas urgentes para desarrollar metodologías que busquen remediar los problemas existentes previendo problemas futuros. Los procesos fotocatalíticos para la remediación de aguas usando óxidos semiconductores han sido ampliamente estudiados en los últimos años. Estudios en ZnO han mostrado su potencial como fotocatalizador de reacciones de degradación de contaminantes, evidenciando que tanto el dopaje con metales de transición como la nanoestructuración pueden mejorar sensiblemente su actividad fotocatalítica [2]. Teniendo presente lo anterior, se sintetizaron ZnO dopados con un 3 % nominal de manganeso por tres métodos distintos: coprecipitación, solvo e hidrotérmal; usado metanol como solvente para la síntesis solvotérmal y hexametilentetramina (HMTA) como agente alcalino en todos los métodos. Las muestras fueron caracterizadas a través Espectroscopía Raman, Espectroscopía de Fotoluminiscencia, SEM. Se usó azul de metileno como colorante contaminante modelo para evaluar la actividad fotocatalítica. Con este fin, se usó un LED UV con emisión en 365 nm como fuente de excitación y se monitoreó la degradación del colorante con Espectrofotometría UV-Vis. La cristalización en fase wurtzita, típica del ZnO, fue verificada para todas las muestras usando espectroscopía Raman. Según el análisis de imágenes usando ImageJ, producto de la síntesis hidrotérmal se obtuvieron microbarras con un tamaño promedio de $(3.1 \pm 0.6) \mu\text{m}$, mientras que por coprecipitación se alcanzaron sub-micropirismas con un tamaño promedio de $(0.7 \pm 0.1) \mu\text{m}$. Para el caso de la síntesis solvotérmal se lograron nanopartículas esféricas con un tamaño promedio de $(25 \pm 5) \text{nm}$. Entre los materiales sintetizados se observó que el de mejor actividad fotocatalítica fue el ZnO sintetizado por coprecipitación con 93 % de degradación del azul de metileno después de 60 minutos de reacción (Figura 1). Se observó un comportamiento opuesto con el dopaje

con manganeso: mientras que para el caso de los polvos obtenidos por solvotermal disminuyó la actividad fotocatalítica, para el caso de coprecipitación no se observó un cambio significativo.

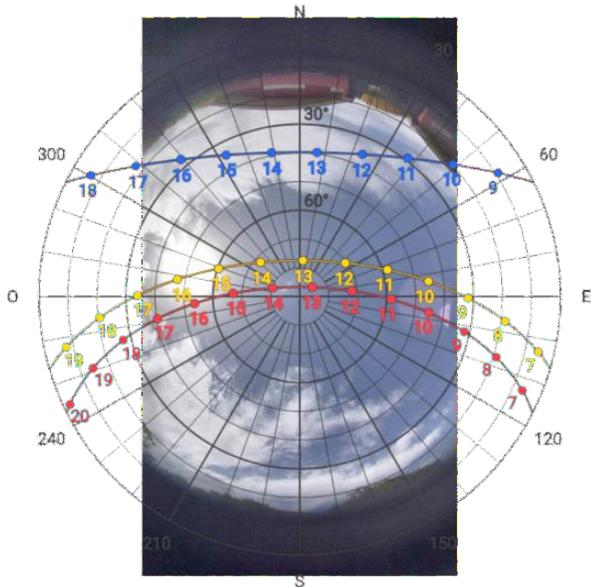
Referencias

1. V. Geissen, H. Mol, E. Klumpp, G. Umlauf, M. Nadal, M. van der Ploeg, S.E.A.T.M. van de Zee, C.J. Ritsema. (2015). Emerging pollutants in the environment: A challenge for water resource management, *Int. Soil Water Conserv. Res.*3 57- 65.
2. O. Marin-Ramirez, M. Cornet, D. Pais Ospina, M. Manotas-Albor, M. Millan, E. Mosquera-Vargas, M. Tirado, D. Comedi, (2024). Environmental-related applications of ZnO nanopowders: Photocatalytic activity and photoluminescence response to ethanol, *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, Vol.21, 100947.

ANÁLISIS DE OBSTRUCCIONES PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA RADIACIÓN SOLAR

Jerez, M. A.¹, Molina, M. L., Soria, F. R.

¹ Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Física. majerez@herrera.unt.edu.ar



La duración de las horas de luz solar de un lugar depende de la época del año y de las obstrucciones que rodean al sitio, y conocer dicha información es de vital importancia para el uso de todas las aplicaciones que aprovechan la energía solar [1]. Las obstrucciones a la radiación solar dependen de los obstáculos topográficos o construidos por el hombre, entonces, además de las barreras orográficas (montañas) que tiene la provincia, se debe considerar la presencia de árboles, edificios, y otras construcciones que obstaculizan el camino de la radiación solar. Las cartas solares (diagrama de altura - azimut

solar), como representación bidimensional de la trayectoria del Sol sobre la esfera celeste, se generan por proyección de dichas trayectorias sobre una superficie plana, y generalmente representan las trayectorias correspondientes a los días de las efemérides astronómicas de solsticios y equinoccios.

En este trabajo se analizan las obstrucciones a la radiación solar en tres sitios de fácil acceso ubicados en la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán, mediante el estudio de cartas solares construidas empleando el software GEOSOL, que es una herramienta computacional para el cálculo de coordenadas solares y la estimación de irradiación solar [1]. Se utiliza la superposición de cartas solares a fotografías obtenidas en cada sitio escogido, con una cámara gran angular. El registro y análisis de las obstrucciones en distintas épocas del año permite recomendar los sitios más adecuados para la instalación de paneles solares, relojes solares e instrumentos meteorológicos. Sin embargo, dependiendo el equipamiento que se desee colocar, es necesario tener en cuenta que el predio de la Facultad se encuentra abierto al público, por lo que como opción adicional se consideran los techos de los blocks como buenos sitios (con obstrucciones mucho menores y mayor seguridad).

Referencias

1. Hernandez, A., (2003). "GEOSOL: una herramienta computacional para el cálculo de coordenadas solares y la estimación de irradiación solar horaria". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 7 N° 2, pp. 11.19, ISSN: 0329- 5184.

ESTUDIO DE TRANSPORTE ELÉCTRICO DE FILMS COLUMNARES DE ZNO

N. L. Paz¹, B. Straube, N. C. Vega¹, D. Comedi¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Física, e Instituto de Física del NOA – INFNOA (CONICET-UNT), Laboratorio Nanomateriales y Laboratorio de Física del Sólido, NanoProject.

paznelsonleandro@gmail.com, dcomedi@herrera.unt.edu.ar

David Comedi: <https://orcid.org/0000-0002-8884-9070>.

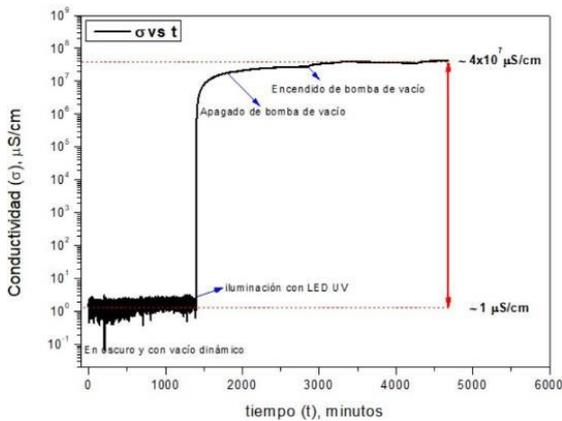


Figura 1. Conductividad vs tiempo de muestra estudiada.

Debido a la crisis de hidrocarburos junto a la necesidad de contrarrestar sus graves efectos contaminantes y de efecto invernadero, la comunidad científica mundial está enfocada en la búsqueda y desarrollo de nuevas tecnologías de conversión energética empleando energías renovables. Para ello, la síntesis de nuevos materiales, a partir de compuestos no tóxicos, biocompatibles y accesibles, así como el uso de técnicas experimentales sencillas y de bajo costo de ejecución, son muy relevantes en esta área científica. Los semiconductores nanoestructurados (SNEs), y en específico, el ZnO y el TiO₂, presentan propiedades optoelectricas únicas en lo que refiere a la generación de fotoelectrones debido a la absorción de luz en el UV junto a una excelente movilidad electrónica, propiciando su empleo en electrodos de celdas solares (CSs) fotovoltaicas. Estos electrodos de SNEs pueden aplicarse, por ejemplo, en CSs sensibilizadas por colorantes o CSs orgánicas. Considerando lo anterior, se fabricaron muestras por el método a baja temperatura de deposición química por vapor (CVD), realizando la variación de varios parámetros de crecimiento, obteniéndose films de granos columnares de ZnO con uniformidad de recubrimiento y espesores diferentes (ya esperado por [1]). En una muestra selecta, se realizaron estudios de transporte de carga eléctrica. Para esto, se establecieron contactos eléctricos de In en esta y se realizaron medidas de curvas de la corriente eléctrica en función del voltaje aplicado sobre los electrodos (curvas I-V), curvas de resistencia eléctrica en función del tiempo (R-t), tanto con la muestra en oscuridad como bajo iluminación UV (empleando un LED). Estas medidas se realizaron tanto en condiciones de aire atmosférico como en vacío para el estudio de la influencia de los adsorbatos en el transporte de carga a través del SNE. Además, se estudió la dependencia de la resistencia eléctrica en función de la temperatura (T) en el rango 30-297K con la muestra bajo iluminación UV en vacío. La Figura 1 muestra la conductividad de la muestra estudiada en función del tiempo, observándose una fotoconductividad de más de 7 órdenes de magnitud en vacío dinámico, y el efecto del apagado y encendido de la bomba de vacío durante la medición. En base a los resultados obtenidos, se plantea un modelo cualitativo posible del mecanismo de transporte de carga dominante para esta muestra y su morfología, el cual permi-

tirá el desarrollo de un modelo computacional para la validación de los supuestos teóricos a través del ajuste de las curvas experimentales.

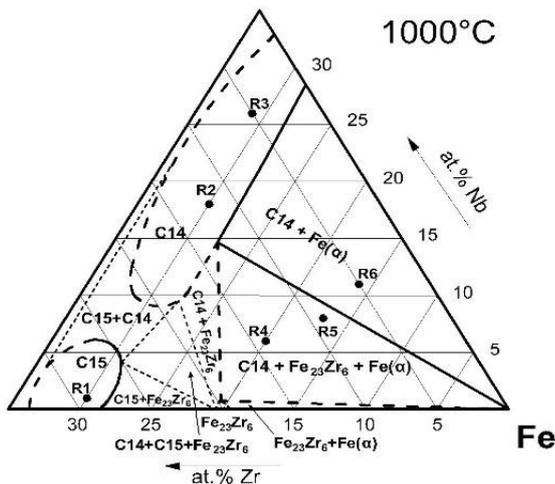
Referencias

1. Nadia C. Vega, Benjamín Straube, Oscar Marin-Ramirez y David Comedi. “Low temperature chemical vapor deposition as a sustainable method to obtain c- oriented and highly UV luminiscent ZnO thin films”, *Materials Letters*, vol. 333, 133684 (2023), <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2022.133684>.

ESTUDIO DE LA ESQUINA RICA EN FE DEL DIAGRAMA DE FASES TERNARIO FE-NB-ZR A 1000°C

Almeda, Pablo¹, García, Carolina¹, Tolosa, Martín¹ y Nieva, Nicolás¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Física. Laboratorio de Física del Sólido (LAFISO), Instituto de Física del Noroeste Argentino - INFINOA (CONICET-UNT). almedapablo544@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2190-5928> <https://orcid.org/0000-0002-7955-2021>



Las aleaciones de base circonio (Zr) son de extendida aplicación en el campo de la tecnología nuclear. El circonio aleado con hierro (Fe) y niobio (Nb) es la base principal de las aleaciones tipo Zirloy, muy utilizadas como elementos estructurales y como contenedores de los elementos combustibles en reactores nucleares de potencia de agua liviana o pesada. Esto se debe a sus características especiales: son materiales resistentes a la corrosión, tienen buenas propiedades mecánicas, alta resistencia a daños por radiación y baja sección eficaz de

captura de neutrones térmicos. Si bien en este tipo de aleaciones el Zr es el aleante mayoritario, el mayor conocimiento del efecto de los elementos aleantes permitirá avanzar en la comprensión de la microestructura de estas aleaciones, de la cual dependen fuertemente las propiedades mecánicas y la corrosión.

Se ha avanzado mucho en el trazado del diagrama de fases ternario Fe-Nb-Zr a diferentes temperaturas, pero todavía la esquina rica en Fe del triángulo de Gibbs presenta zonas sin resolver [1-2]. Con el objeto de evaluar experimentalmente estas zonas se diseñaron y fabricaron un conjunto de aleaciones ternarias de Fe-Nb-Zr tratando de abarcar una porción desconocida del diagrama. Las aleaciones, luego de un tratamiento térmico a 1000°C durante 1440 horas se caracterizaron por medio de técnicas metalográficas (microscopio óptico), de difracción de rayos X (XRD), con microscopio electrónico de barrido con espectrómetro de dispersión en longitud de onda (WDS) y con difracción de rayos X con luz de sincrotrón (SXRD). La técnica de SXRD del LNLS-CNPEM, Brasil mostró ser muy eficiente para diferenciar entre las fases hexagonales de Laves $\text{Fe}_2\text{Nb}(\text{C14})$ y $\text{Fe}_2(\text{Zr}_{1-x}\text{Nb}_x)(\text{C36})$ medidas en condición de polvo [3].

Finalmente se trazaron los límites de equilibrio de fases en las regiones bajo estudio, resolviendo y completando en gran proporción la región analizada.

Referencias

1. M. R. Tolosa, M. J. Jimenez, C. Arreguez, L. Acosta, A. Gómez, M.S. Granovsky, D. Arias, N. Nieva. "Stability of the $\text{Fe}_{23}\text{Zr}_6$ Phase in Zr Alloys", Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales (SAM/CONAMET 2018; 01/10/2018 – 05/10/2018).

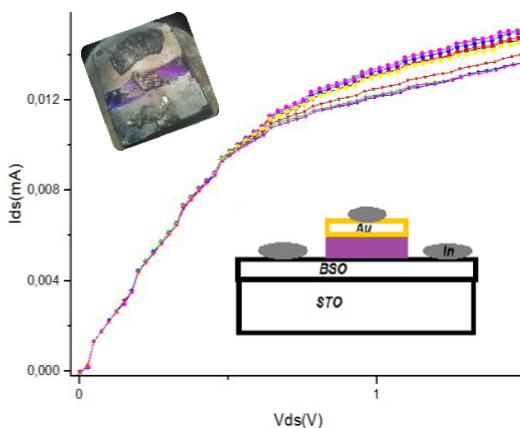
2. C. Ramos, C. Saragovi, M. Granovsky, D. Arias. "Mössbauer Spectroscopy Studies of Some Intermetallics in the Zr-Nb-Fe System", *Hyp.Interact.*139/140 (2002) 363-368.
3. M.R. Tolosa, G. Aurelio, D. Arias, R. González, N. Nieva. "Experimental study of Fe-rich region in the Fe-Nb-Zr system at 1000°C", *CALPHAD*, 79 (2022) 102499.

FABRICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN TRANSISTOR DE EFECTO DE CAMPO EMPLEANDO RESINA FOTOSENSIBLE COMO DIELECTRICO DE COMPUERTA

Martín Balthazar^{1,2}, Zapata María Cecilia^{1,3}, Jiménez Gustavo^{1,3}, Bridoux Germán^{1,3}, Figueroa Cristian^{1,2,3}, Villafuerte Manuel^{1,3}

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Física. Laboratorio de Física del Sólido.

balthazarm8@gmail.com



En este trabajo se presenta la fabricación y caracterización preliminar de un transistor de efecto de campo (FET) con una configuración “top-gate”. El transistor se construyó empleando películas delgadas de $Ba_{(1-x)}La_xSnO_3$ [1] o ZnO como canales semiconductores, depositados por ablación láser (PLD) sobre sustratos de óxido de silicio y $SrTiO_3$, respectivamente. Además, se utilizó una resina polimérica fotosensible (RPF) como material aislante para la compuerta, depositada por la técnica de “spin coating”. Se realizaron canales de 0,5 mm de

ancho mediante fotolitografía con la misma RPF, utilizando ácido ortofosfórico 1 molar para el “etching” químico del ZnO y ácido hidrógeno fosfórico 35% para el $Ba_{(1-x)}La_xSnO_3$.

Inicialmente, se caracterizó eléctricamente la RPF para evaluar su idoneidad como material aislante para el FET. Se midió su constante dieléctrica utilizando mediciones de carga y descarga en un circuito RC con un osciloscopio, mientras que el espesor y el área se determinaron con precisión mediante un microscopio metalográfico. Se exploraron diferentes tipos de contactos eléctricos para la RPF, descartando la pintura de plata y los depósitos de oro mediante sputtering debido a la degradación y la formación de microorificios en la RPF, respectivamente. Finalmente, se optó por el uso de Indio (In) con hilos de oro para los contactos.

Las mediciones de corriente de drenaje (I_D) en función de la tensión de drenaje (V_D) se realizaron para diferentes voltajes de compuerta validando el comportamiento de un FET [2], para el caso del ZnO, en las primeras pruebas realizadas.

Este trabajo destaca la innovación en la combinación de nuevos materiales semiconductores para la fabricación de FETs, aprovechando la litografía óptica con una RPF de bajo costo. La técnica utilizada permite alcanzar resoluciones del orden de los cientos de nanómetros sin requerir equipamiento tecnológico avanzado.

Referencias

1. Anup V. Sanchela, Takaki Onozato, Bin Feng, Yuichi Ikuhara, and Hiromichi Ohta, Physical

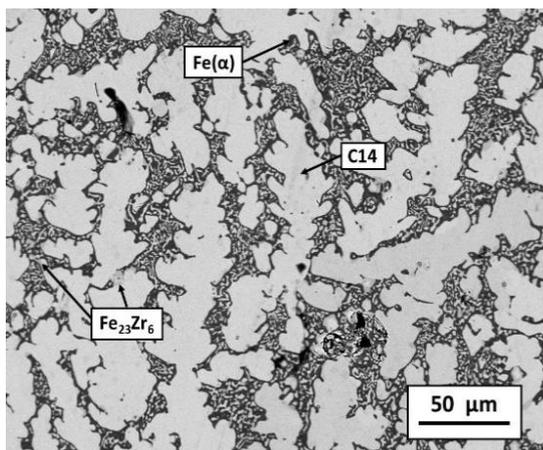
Review Materials 1, 034603(2017)

2. C. A. Figueroa, M. C. Zapata, G. Bridoux, J. Ferreyra, L. Patrone, L. Malatto, J. Guimpel, G. Nieva, V. Runco Leal, C. Navarro, and M. Villafuerte, Phys. Lett. 119, (2021)

ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LAS FASES DE LAVES C14, C15 Y C36 EN EL SISTEMA TERNARIO FE-NB-ZR A 900°C Y 1200 °C

García Carolina L.¹, Almeda, Pablo¹, Nieva, Nicolás¹, Tolosa, Martín R.¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Física. [0000-0002-7955-2021](https://orcid.org/0000-0002-7955-2021) - ORCID



Las aleaciones de base Circonio (Zr) son de extendida aplicación en el campo de la tecnología nuclear como elemento estructural y de revestimiento de combustible en reactores nucleares de agua a presión por sus excelentes propiedades mecánicas, estabilidad a la irradiación, resistencia a la corrosión y a sus bajas secciones transversales de absorción de neutrones. Para satisfacer el requisito de un mayor quemado de los combustibles nucleares, ha surgido una nueva generación de aleaciones basadas en Zr que

contienen Niobio (Nb). Tal es el caso de la aleación Zirlo (Zr-1,0%Nb-1,0%Sn-0,1%Fe-0,1%O, TMWestinghouse). Por razones de seguridad es primordial un conocimiento lo más acabado posible de la metalurgia física de estos materiales. Dentro de este contexto, se enmarca el estudio de los diagramas de fases y de las transformaciones de fases de los sistemas metalúrgicos involucrados. Estos diagramas proporcionan un conocimiento básico de los cambios de microestructura con respecto a las variaciones en la composición de la aleación, como así también del procesamiento térmico.

Uno de los sistemas ternarios de gran interés tecnológico que aún presenta retos es el Fe-Nb-Zr [1,2]. Particularmente, la esquina rica en Fe del diagrama de fases Fe-Nb-Zr viene siendo estudiada por la comunidad científica internacional desde el año 2013 [1]. Si bien se ha avanzado mucho en el trazado de esta parte del diagrama de fases a diferentes temperaturas, presenta incertezas respecto a la presencia de las fases hexagonales de Laves C14, C15 y C36 a 1200°C [1] y todavía no fue estudiado a 900°C [2]. Con el objetivo de evaluar experimentalmente estas zonas se procedió al diseño y fabricación de un conjunto de aleaciones ternarias. Las muestras a 900°C fueron sometidas a tratamiento térmico a la temperatura de interés durante un período de 4 meses. Análogamente, las de 1200°C fueron tratadas térmicamente durante 10 horas. Las mismas fueron caracterizadas con la técnica de difracción de rayos X con luz de sincrotrón (SXRD) mediante la geometría Debye-Scherrer (o de transmisión) con el objetivo de aumentar la sensibilidad de la técnica convencional de difracción de rayos X de laboratorio (XRD) para poder identificar las fases de Laves y estudiar su condición de equilibrio. Además, ambas se estudiaron de manera complementaria con microscopía electrónica de barrido con espectrómetro de dispersión en longitud

de onda (WDS).

Finalmente se trazaron los límites de equilibrio de fases en las regiones bajo estudio, resolviendo y completando en gran proporción el diagrama de fases para los cortes isotérmicos analizados.

Referencias

1. Y. Tang, C. Liao, J. Meng, J. Zhu, Q. Zhu, L. Nong, J. Liang. "Phase equilibria in the Fe-Nb-Zr ternary system at 1200°C", *Rare M.* 32(2) (2013) 201–207.
2. C. Ramos, C. Saragovi, M.S. Granovsky. "Some New Experimental Results on the Zr-Nb-Fe System", *J. of Nuclear Materials* 366 (2007) 198-205.

RESÚMENES DE **TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN**

GEODESIA Y TOPOGRAFÍA



PESOS DE LOS PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN Y MATRIZ DE SELECCIÓN DE COORDENADAS EN LA REPRESENTACIÓN IMPLÍCITA DEL MARCO DE REFERENCIA DEL DATUM PARA LA COMPENSACIÓN DE UNA RED LIBRE DE TRILATERACIÓN 2D

Vacaflor, José Luis¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Geodesia y Topografía.

jvacaflor@herrera.unt.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0002-1876-8136>



Fig. 2. Red de trilateración para el monitoreo de la extensión de la erosión utilizando posicionamiento estático-rápido. Nota: Los triángulos representan estaciones de control mientras que los círculos indican las posiciones ocupadas por el receptor móvil (método "stop and go"). [1].

Considérese una red libre de trilateración bidimensional con “k” puntos físicos, $i=1\dots k$ vinculados mediante “n” distancias observadas, formando un Marco de Referencia Geodésico de Coordenadas Cartesianas (x_i, y_i) , GRF (x_i, y_i) . Las posiciones de los puntos de la red están definidas en un Sistema de Referencia Geodésico de Coordenadas Cartesianas (x, y) , GRS (x, y) , caracterizado por: a) convención adoptada de la regla “de la mano derecha” para los ejes, b) el origen es un punto no especificado de la Tierra; c) los ejes positivos ox

y oy respectivamente no tienen orientaciones especificadas, d) la escala o longitud definida por los vectores unitarios a lo largo de ox y oy es el metro (SI) y es realizada por las distancias observadas en la red de trilateración. En este contexto, el objetivo de este trabajo es compensar una red libre de trilateración 2D considerando que el datum de la red es definido mediante un marco datum GRFd (x_{di}, y_{di}) representado en forma implícita por los valores de los parámetros de transformación de coordenadas, dos traslaciones t_x y t_y , una rotación d_g y sus pesos p_{tx} , p_{ty} y p_{tdg} respectivamente entre los sistemas GRS (x, y) y GRS (x_o, y_o) de un modelo de transformación de coordenadas de semejanza o de Helmert entre los marcos GRF (x_i, y_i) y GRF (x_{oi}, y_{oi}) , $i=1\dots k$ el cual incluye una matriz S de selección de coordenadas de puntos datum de la red. El sistema GRS (x_o, y_o) es realizado por un marco accesible GRF (x_{oi}, y_{oi}) , $i=1\dots k$, formado por todos los puntos de la red con coordenadas conocidas “a priori” (x_{oi}, y_{oi}) consideradas aproximadas. La metodología utilizada para obtener una solución por mínimos cuadrados con restricciones consiste en: a) Formación de las ecuaciones de observación según el modelo de compensación de Gauss-Markov con defecto de datum de la red; b) Definición del datum mediante ecuaciones de restricción adicionales para la introducción del marco datum GRFd (x_{di}, y_{di}) en la forma anteriormente descrita, es decir, empleando un modelo de transformación de coordenadas de semejanza entre GRF (x_i, y_i) y GRF (x_{oi}, y_{oi}) , $i=1\dots k$, el cual incluye valores de t_x, t_y, d_g y sus pesos p_{tx}, p_{ty}, p_{tdg} respectivamente, y además se incluye la matriz S de selección. Entre las prin-

principales conclusiones se destaca que se desarrolló un método de compensación por mínimos cuadrados con restricciones, de una red libre de trilateración 2D considerando que el datum de la red es definido mediante un marco datum $GRF_d(x_{di}, y_{di})$ representado en forma implícita por los valores de los parámetros de transformación de coordenadas, t_x y t_y , d_g y sus pesos p_{tx} , p_{ty} y p_{tdg} respectivamente entre los sistemas $GRS(x, y)$ y $GRS(x_0, y_0)$ de un modelo de transformación de coordenadas de semejanza o de Helmert entre los marcos $GRF(x_i, y_i)$ y $GRF(x_{oi}, y_{oi})$, $i=1$ a k el cual incluye una matriz S de selección de coordenadas de puntos datum de la red. Como ejemplo numérico, se aplica el método desarrollado en la compensación de una red de trilateración libre con seis puntos ($k=6$).

Referencias

1. Vacaflor, J.L. (2012). Terrestrial Reference Frame in the datum definition of a free trilateration network. *Mecánica Computacional*, Vol. XXXI, 3285-3290.
2. Vacaflor, J.L. (2011). Weights and transformation parameters in the datum definition of a geodetic network. *Mecánica Computacional*, Vol. XXX, 2421-2426.

CARTOGRAFÍA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL

Carelli, J.A.¹, Luccioni, G.M., Corral, S.M., Valdez, C.E., Canevaro, S., Villacorta, R.del V., Páez, G.S.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Geodesia y Topografía. Cátedra de Fotogrametría.

jcarelli@herrera.unt.edu.ar <https://orcid.org/0000-0001-7434-2730>



La fotogrametría busca la reconstrucción del terreno, e incluso objetos no topográficos, a partir de fotografías [1]. El proyecto PIUNT "Cartografía y Fotogrametría Digital" es continuidad de proyectos anteriores y tiene como objetivo principal la obtención de productos cartográficos tales como mapas, Modelos Digitales del Terreno (MDT), ortofotografías y productos no cartográficos como modelos digitales tridimensionales de objetos. El objetivo de este trabajo es dar a conocer algunos de estos resultados.

El material fotográfico empleado, proviene de cámaras aéreas digitales de última generación provistas por el Instituto Geográfico Nacional de Argentina (IGN). Por otra parte, productos de gran utilidad cartográfica como las ortofotografías y MDT, pueden ser confeccionados en base a imágenes tomadas por drones. El Departamento de Geodesia y Topografía cuenta con dos drones, un cuadricóptero y un dron de ala fija para este uso.

El tratamiento de las fotografías se realiza con software de fotogrametría digital. Estos procedimientos digitales tienden a automatizarse cada vez más, a partir de las técnicas de correspondencia de imágenes. La metodología de cálculo se basa en la aerotriangulación que incluye una compensación minimocuadrática del bloque de fotografías.

Como resultados, se han obtenido mosaicos de ortofotografías de San Miguel de Tucumán en base a fotografías provistas por el IGN y se han procesado varios bloques de fotografías obtenidas con drones incluyendo zonas de Quinta Agronómica, Finca El Manantial y la zona de Purmamarca, provincia de Jujuy, implementándose los productos cartográficos en Sistemas de Información Geográfica (SIG). Además, se han reconstruido en forma tridimensional, objetos entre los que se destaca el Cristo Bendicente de San Javier [2]. Se ha realizado un análisis de la exactitud geométrica de los resultados de la reconstrucción, basado principalmente, en mediciones en el terreno a partir de técnicas topográficas.

Se puede concluir que es posible generar cartografía de manera rápida y automática. El empleo de drones para la

confección de ortofotografías es una interesante opción, siendo este tipo de producto, adecuado como capacartográfica base en un SIG.

Referencias

1. Carelli, J., Juliá J. (2009). Restitución Fotogramétrica y materialización de una escultura. *Mapping*, 133, 86-87.

2. Villacorta, R., Carelli, J. (2019). Obtención de modelos tridimensionales a partir de técnicas fotogramétricas. *Revista CODINOA 2019 – Investigaciones en las facultades de ingeniería del NOA*, 5, 343-350.

MODELO DE GEOIDE LOCAL PARA EL GRAN SAN MIGUEL TUCUMÁN BASADO EN DATOS GPS Y DE GRAVEDAD

Dulci, Ariana¹; Golbach, J. Rodolfo; Durand, J. Marcelo

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento Geodesia y Topografía. aris.dulci@gmail.com.ar

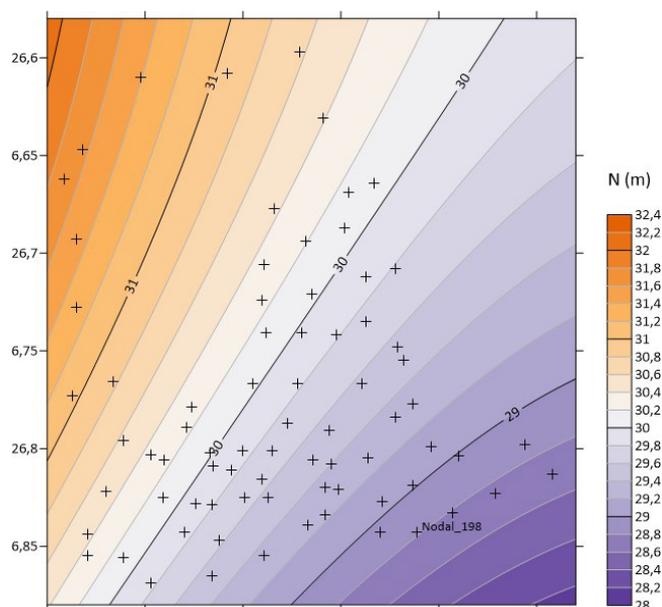


Figura 1. Mapa de contorno del geoid local obtenido en la zona de estudio a partir de observaciones GPS, gravimetría y las ondulaciones del GEOIDE.Ar16 (N). Las cruces representan los puntos medidos. La equidistancia es de 0.2 metros.

Los modelos de geoid global y regional fueron mejorados sustancialmente en función de los avances tecnológicos y en virtud de la continua recopilación y combinación de datos de distintas fuentes. El empleo de técnicas de posicionamiento satelital posibilitó realizar determinaciones altimétricas, en conjunto con observaciones gravimétricas, de manera sencilla y rápida en comparación con las técnicas convencionales para la obtención de alturas, como ser la nivelación geométrica o trigonométrica.

Este trabajo presenta la obtención de dos modelos de geoid local para el Gran San Miguel, que incluye la Capital de la Provincia de Tucumán, ciudades circundantes y las Sierras de San Javier. Los modelos fueron generados a partir de observaciones GPS y gravimétricas en 76 puntos distribuidos en la zona de estudio. Para la medición de la gravedad se empleó un gravímetro relativo LaCoste & Romberg modelo G (precisión ± 0.01 miligal).

Las lecturas de gravedad fueron corregidas por deriva del instrumento y por efecto de mareas, esto último se realizó mediante las ecuaciones de Longman (1959) que suponen un modelo de Tierra sólida y rígida.

A partir de la relación entre la altura elipsoidal h , la altura ortométrica H y la ondulación del geoid N que se expresa como $H = h - N$ (Heiskanen & Moritz, 1967), se realizó el traslado de la cota ortométrica, en el Sistema de Referencia Vertical Nacional 2016 (SRVN16), del Nodal 198 ($\varphi = -26.8329^\circ$, $\lambda = -65.1933^\circ$) a los demás puntos observados utilizando las alturas elipsoidales obtenidas con GPS y las ondulaciones geoidales del modelo regional argentino GEOIDE-Ar16, desarrollado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), y el modelo global EGM2008, desarrollado por la Agencia Geoespacial Norteamericana (NGA). Las observaciones gravimétricas fueron utilizadas para corregir los desniveles por efectos del campo gravitatorio terrestre.

A partir de estos datos se generaron dos modelos de geoid local para el área de estudio mediante el método de Kriging que interpola las ondulaciones obtenidas en los puntos observados y realizando luego un ajuste con una superficie de tendencia

cuadrática. Los modelos obtenidos, que abarcan una superficie de aproximadamente 893 km², presentan variaciones en las ondulaciones en un rango de 4 metros.

Para evaluar la calidad del método elegido, para realizar estimaciones precisas de ondulaciones, se llevó a cabo una validación cruzada cuya desviación estándar es de 2.4 centímetros para el modelo obtenido empleando el geoide regional y 3.8 centímetros con el geoide global. Las diferencias obtenidas entre el modelo local generado y el modelo que se utilizó para su construcción son de hasta 4 centímetros en el caso del GEOIDE-Ar16 y de hasta 23 centímetros en el caso del EGM2008.

Referencias

1 Heiskanen, W. A., Moritz, H. (1967). *Physical Geodesy*. W.H. Freeman, San Francisco.

2 Longman, I. M. (1959). Formulas for computing the tidal accelerations due to the moon and the sun. *Journal of Geophysical Research*.

RESÚMENES DE **TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN**

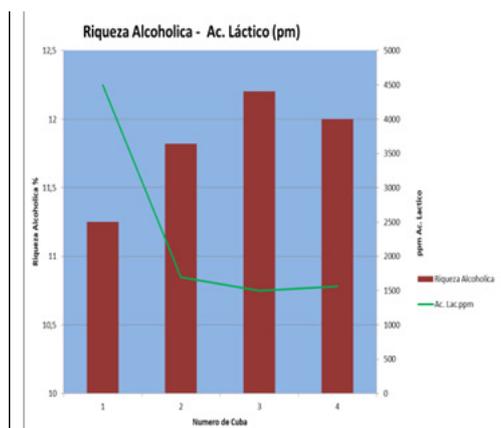
INDUSTRIA AZUCARERA



EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE UN COMPLEJO ENZIMÁTICO UTILIZADO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN UN PROCESO CONTINUO DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA.

M.E, Tosi¹; M.A, Álvarez; L.A, Romano Nanni ¹

Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento Industria Azucarera. Laboratorio de Análisis Azucareros y Ambientales. Cátedra de química Azucarera y Control. Mtosi@herrera.unt.edu.ar



Introducción: Los combustibles con los que hoy cuenta el mundo son, los de origen fósil y los biocombustibles que provienen de cultivos tales como caña de azúcar, remolacha, maíz, de modo que ambos tienen un origen biológico. El etanol como biocombustible de primera generación, es el más utilizado a nivel mundial produciéndose a partir de la fermentación de azúcares por ciertos microorganismos como *Sacharomyces cerevisiae*. Dentro de los microorganismos contaminantes más comunes del proceso fermentativo tenemos a *Lactobacillus sp.* y *Leuconostoc sp.* (Skinner and Leathers (2004). Una concentración baja de ácido láctico de 1 a 4% inhibe el crecimiento de las levaduras (Hynes et al., 1997). Estas infecciones pueden generar un alto impacto en los rendimientos de la producción de alcohol. Es por ello que el objetivo de este trabajo es la determinación de la concentración óptima de Efimol que produzca una mayor remoción de ácido láctico en el medio durante la fermentación y evaluar cómo afecta a la riqueza alcohólica y viabilidad celular.

Materiales y métodos: Se diseñaron cuatro fermentadores (cubas) de 20 l cada uno. Se preparó una mezcla de agua- melaza (mosto) de aproximadamente 31,5° Brix, se ajustó el pH a 5,3. Se les adiciono 10 gr de levadura seca y 0,1,3 y 5 ppm de Effimoll para cada una de las cubas de la 1 a la 4 respectivamente. Las variables que se controlaron durante este proceso fueron ° Brix, pH, temperatura, riqueza alcohólica, viabilidad celular y concentración de ácido láctico, durante 6 días.

Resultados: Como se indica en esta gráfica los máximos valores de concentración de ácido láctico y valores mínimos de riqueza alcohólica se encuentran, en la cuba N°1, la cual no tiene el complejo enzimático (Effimoll), en cambio podemos decir que la riqueza alcohólica en la cuba N°3 fue mayor alcanzando un máximo de 12,2% con 3 ppm de Effimoll respecto a la cuba 4 con un 12% y 5 ppm respectivamente, indicando niveles muy bajos de infección.

Conclusiones: En este trabajo concluimos que la presencia de Effimoll en un proceso fermentativo asegura una disminución en los niveles de infección. Podemos asegurar que los máximos niveles de viabilidad se asocian directamente con los máximos valores de riqueza alcohólica, por lo tanto, el agregado de Effimoll trae beneficios en la

fermentación, estas mejoras fueron observadas en concentraciones donde el Effimoll supero los 3 ppm. Para las concentraciones superiores se tienen los mismos efectos.

Referencias:

1. Skinner and Leathers (2004). Journal of industrial microbiology and biotechnology.
2. Hynes et al., (1997). Control antimicrobiano en la producción de alcohol carburante en INCAUCA S.A.S

RESÚMENES DE **TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN**

INGENIERÍA DE PROCESOS Y GESTIÓN INDUSTRIAL

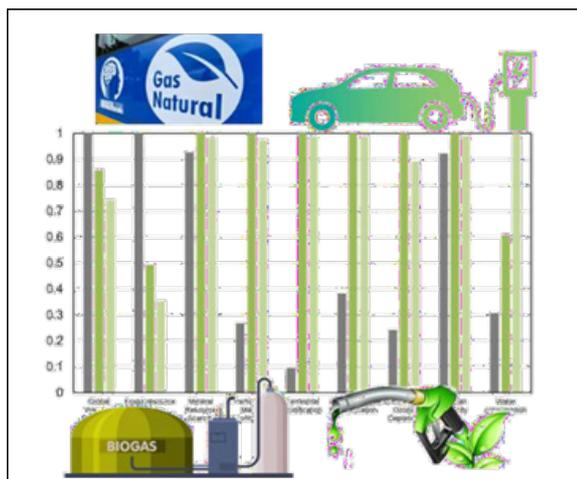


ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA UNA MOVILIDAD SUSTENTABLE EN LA ARGENTINA

Machin Ferrero, L.M.¹, Ferraro, S.¹, Almaraz, A.¹ y Mele, F.D.¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial.

<https://orcid.org/0000-0003-1348-6057>



El transporte es un sector clave en la lucha contra el cambio climático, siendo uno de los principales emisores de gases de efecto invernadero a nivel global. Para alcanzar los objetivos de mitigación, se requieren transformaciones que lleven a su descarbonización [1]. Sin embargo, la elección de tecnologías y fuentes de energía sin un análisis integral y considerando el contexto regional puede generar un traslado de impactos ambientales no deseados. Este proyecto explora las posibilidades y las implicancias ambientales de la descarbonización del transporte en Argentina, utilizando como herramienta el Análisis de Ciclo de Vida (LCA) [2]. Se evalúan diferentes alternativas de transporte de pasajeros para identificar sus potenciales puntos críticos ambientales a través de dos casos de estudio (líneas de trabajo):

A: Análisis prospectivo del impacto ambiental de una transición hacia la electromovilidad y el uso de biocombustibles en Argentina para el año 2050. Se consideran escenarios que incluyen el uso de energía fósil, biocombustibles y electricidad, utilizando el trayecto SSP2 del modelo de evaluación integrada REMIND (*regional model of investment and development*). Los indicadores de impacto ambiental evaluados incluyen calentamiento global, escasez de recursos, material particulado, acidificación terrestre, eutrofización del agua dulce, agotamiento del ozono estratosférico y toxicidad humana. Los resultados muestran relaciones de compromiso entre los indicadores al elegir una alternativa frente a otra. Se destaca la necesidad imperiosa de modificar la matriz eléctrica hacia una mayor participación de energías renovables, si se opta por la electromovilidad, y el desarrollo de tecnologías de captura de carbono para el uso de bioetanol.

B: Evaluación del ciclo de vida de la producción de biometano a partir de residuos ganaderos (estiércol) en Tucumán para reemplazar el gas natural comprimido (GNC). Se elaboran los inventarios de ciclo de vida incluyendo desde la producción del biogás hasta su uso en vehículos, e identificándose como puntos críticos el alto consumo de energía eléctrica y las emisiones fugitivas de metano. Como principal resultado de este análisis se destaca un potencial de disminución de la huella de carbono en un 30 % comparado con el GNC. Se proyecta en esta línea la inclusión de etapas

de captura de dióxido de carbono y la elaboración de un modelo de optimización para determinar la conveniencia de instalar plantas de biometano en la provincia, considerando criterios económico-ambientales.

Referencias

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The Working Group III report. AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Chapter 10: Transport. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>.
2. Hauschild, M. Z., Rosenbaum, R. K., & Olsen, S. I. (2018). Life cycle assessment (Vol. 2018). Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3>.

DISEÑO DE ALIMENTOS FUNCIONALES Y DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE FICORREMEDIACIÓN PARA CONSEGUIR ENTORNOS SUSTENTABLES EN LA REGIÓN DEL NOA

Tereschuk, M.L.¹, Sáez, S.G.¹, Corral, L.¹, Lencina M.F.¹, Fernández, N.N.¹, Moreno, E.del C.¹, Contino, L.¹, Ojeda López, L.¹, Albarracín, P.¹, Soraire, L.¹ Bujazha, M.¹, Milenkovitch, M.¹, Leguizamón, J.¹ Mitre P., Slanis, A.⁴, Trejo, J., Ponce, M.I.⁶, Basset, N.⁷, Villegas, L. Hernández, N.

¹ Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión industrial.

mtereschuk@herrera.unt.edu.ar

<http://orcid.org/0000-0001-7713-2798>



Como continuación del proyecto anterior y respondiendo a la necesidad de generar entornos sustentables, esta nueva propuesta (PIUNT 748) se enfoca en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, abarcando tanto la mejora de alimentos como la protección ambiental. El proyecto propone el diseño de alimentos funcionales utilizando harinas de cereales, legumbres, granos andinos y microalgas, área en la que el grupo tiene vasta experiencia [1]. Se espera desarrollar alimentos funcionales formulados y evaluados

para su potencial comercialización, contribuyendo a la economía regional y a la mejora de la salud pública, enfocándose en personas intolerantes al gluten, con problemas de salud bucal, obesidad y/o diabetes. Además, se abordará la mitigación de la emisión de gases de efecto invernadero mediante la biorremediación de efluentes de las agroindustrias del NOA, mediante el uso de microalgas para tratar contaminantes, promoviendo así, prácticas más sostenibles en la agroindustria de la región [2]. La formación de recursos humanos, de grado y de posgrado, es una prioridad para el grupo. Se promoverá el fortalecimiento de capital humano en la región en el área de Ciencia y Tecnología de alimentos sustentables. El equipo lleva adelante el desarrollo de cinco tesis doctorales, tres en Ciencia y Tecnología de alimentos y una en Ciencias Biológicas. Como antecedentes del grupo, podemos señalar que desde 2017, nuestro grupo ha desarrollado una sólida experiencia en la aplicación de tecnologías de fitorremediación. Entre nuestros logros destacan convenios con tres citrícolas y una industria harinera para realizar estudios de tratamiento de efluentes con microalgas, y una textil como parte de un proyecto de vinculación tecnológica. Además se formó parte del programa Argentina contra el Hambre, en colaboración con CCT-NOA-Sur,

y tiene una patente en trámite. Por otro lado, se continuará fomentando la colaboración interregional. Este enfoque integrador y multidisciplinario busca innovar en el sector alimentario y ambiental, contribuyendo al desarrollo sustentable de la región del NOA, alineándose con los ODS planteados.

Referencias

1. Bassett, MN;Moreno, E.del C; Tereschuk, M L.; Barrionuevo, M. J.; Rossi, A; Marigliano, A.C. Formulaciones De Galletas Con Alto Contenido Proteico Como Parte De Un Proyecto Integral De Vulnerabilidad Social En El Noa (PCCT1). XV Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA (CODINOA 2022) 29-30 de setiembre, Salta, Argentina.

2. Varela Bonissone, E; Vicente, PF; Herrera, R; Sáez, S.G.; Tereschuk, M.L.. Biomass production of microalgae and scale- up design of High Rate Algal Ponds for citrus industry effluent tertiary treatment, Tucumán, Argentina. *Case Studies in Chemical and Enviromental Engineering*. 8 (2023) <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100403>

APLICACIÓN DE LA TÉCNICA HAZOP EN EL ESTUDIO DE MÉTODOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA FRUTILLA

Alves, N. ¹, Pacheco, M. R., Migliavacca, J., Molina Apud, B.M.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento Mecánica. nalves@herrera.unt.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0003-4692-3284>

Criterios de la matriz de riesgos

Gravedad	×	Probabilidad	=	Impacto del riesgo
Insignificante		Muy probable		Bajo
Menor		Probable		Mediano
Moderada		Posible		Alto
Importante		No es probable		
Catastrófica		Muy improbable		

En la Provincia de Tucumán las pequeñas y medianas empresas dedicadas a la comercialización y exportación de frutillas en el marco del proceso de mejora continua, deben analizar sus procesos y modificarlos en los casos que sea pertinente para poder continuar en un mercado altamente competitivo. Ante este desafío surge la necesidad de revisar las actuales metodologías de trabajo y proponer cambios en el proceso productivo de la frutilla teniendo como idea rectora el logro de la seguridad y la

inocuidad del producto destinado al consumo humano.

En este trabajo se hizo relevamiento in situ de un packing de frutillas de la provincia de Tucumán y mediante un Estudio de Método de Trabajo [1] en el proceso productivo de la frutilla complementado con un análisis de riesgo utilizando la técnica HAZOP (Hazards and Operability Analysis) [2] se evaluó los peligros (Físico, Químico y microbiológico) a fin de asegurar la inocuidad de los productos. Para la aplicación de las técnicas se confeccionaron planillas, diagramas de flujo, registros fotográficos y en video en la etapa de diagnóstico de la situación. Con el estudio de método de trabajo [1], en primer lugar, se logró reducir el 38.4% del recorrido, debido a la redistribución del proceso para obtener un recorrido más directo y con menos tiempos de espera, sin movimientos innecesarios y entrecruzamientos, logrando un flujo ininterrumpido del proceso. En segundo lugar, se determinó el impacto de riesgos basándose en la gravedad y la probabilidad. Se determinó un nivel de impacto de riesgo en una escala de 1 a 25 para cada riesgo que se identificó. Se clasificó en Bajo (1-6): es probable que no sucedan y, si suceden, no tendrán consecuencias significativas; Medio (7-12): si se toma las medidas correspondientes para prevenir y mitigar estos riesgos, se logrará un resultado satisfactorio y Alto (13-25): se deben tomar medidas de inmediato. Con estos valores numéricos, se obtuvo que los riesgos de máxima prioridad son la presencia de pesticidas prohibidos y la mezcla de fruta orgánica con convencional. Como resultado del trabajo se logró mejorar el flujo del proceso y se conformó una propuesta de medidas para mitigar o eliminar las situaciones con riesgos altos. La metodología usada puede ser replicable en otras industrias similares para mejorar sus procesos.

Referencias

1. Kanawaty, G. (1996). Introducción al Estudio del Trabajo. *Oficina Internacional del Trabajo*.
2. Freedman, Pablo. (2003). HAZOP como metodología de análisis de riesgos. *Instituto Argentino del Petróleo y del Gas*.

SÍNTESIS DE COMPUESTOS QUÍMICOS CON POTENCIAL APLICACIÓN AL DISEÑO DE FÁRMACOS Y BIOPRODUCTOS DE INTERÉS INDUSTRIAL

Robles, N.L.¹, Machin Ferrero, L.M.¹, Mele, F.D.¹, Cardona López, J.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Dpto. de Ing. de Proc. y Gestión Ind. nrobles@herrera.unt.edu.ar.



Se resumen en esta presentación proyectos en ejecución que poseen diferentes líneas de investigación (A, B y C) con distintos objetivos generales y que emplean diferentes metodologías para alcanzar los resultados deseados en cada caso. La **LÍNEA A** propone la síntesis de nuevos compuestos químicos y su caracterización espectroscópica (FTIR, Raman, UV-visible, GC/MS, NMR, emisión fluorescente, entre otras), complementada por cálculos químico-cuánticos. Los compuestos en estudio resultan de la

sustitución isostérica de grupos carbonilo por tiocarbonilo y poseen potencial interés para el diseño de fármacos, una estrategia de uso común en química medicinal para la obtención de nuevos agentes activos, ya que se conoce que la sustitución isostérica de oxígeno por azufre en el grupo carbonilo conlleva notables mejoras relativas a la farmacocinética y la biodisponibilidad de los derivados tionados [1]. Se presentarán brevemente resultados obtenidos para una serie de compuestos con demostrada actividad biológica.

Por otro lado, la obtención de productos químicos de uso masivo (solventes, plaguicidas, precursores químicos y farmacéuticos, etc.) que actualmente se obtienen a partir de recursos no renovables o son importados resulta una estrategia muy interesante para el aprovechamiento integral de recursos renovables tendientes a diversificar la cartera de productos factibles de producirse en Tucumán. A través de reacciones de hidrólisis ácida, y analizando los parámetros cinéticos y las variables de proceso más relevantes se pretende abordar la obtención de compuestos químicos de la familia de los furanoides (furfural, 5-HMF, entre otros), al tiempo que identificar los posibles puntos críticos de su producción, en primer término, a escala laboratorio y banco, pero con el propósito de escalar la producción a mayor nivel (**LÍNEA B**). Se presentarán brevemente los resultados obtenidos, y las perspectivas a futuro en esta temática.

Finalmente, y teniendo en cuenta los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3 (salud y bienestar), 7 (energía asequible y no contaminante), 12 (producción y consumo responsable) y 13 (acción por el clima), los objetivos mencionados antes se aúnan en la evaluación del impacto ambiental de la producción de los diferentes compuestos químicos a través del Análisis de Ciclo de Vida (LCA) [2]; dando así valor agregado a

la actividad agroindustrial como un todo con el objetivo de promover una economía circular sustentable. En particular, mediante la **LÍNEA C**, nuestro grupo de trabajo se interesa además en la evaluación de diferentes tipos de materiales que integran dispositivos de almacenamiento de energía (cátodo, ánodo, electrolito, etc.) desarrollados por grupos de investigación con expertise en la temática en nuestro país, y que resultan en propuestas disruptivas frente a los existentes en el mercado a la fecha.

Referencias

1. Mannhold, R., Kubinyi, H., & Folkers, G. (2012). *Bioisosteres in medicinal chemistry*. John Wiley & Sons.
2. Hauschild, M. Z., Rosenbaum, R. K., & Olsen, S. I. (2018). *Life cycle assessment* (Vol. 2018). Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3>.

OPORTUNIDADES DE DESARROLLO Y DIVERSIFICACIÓN DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES EN LA REGIÓN DEL NOA

Araujo, Paula Z.¹; Cozzitorti, María E.; Cuezco, Ana M.; Luque, Ignacio; Mistretta, Gabriela M.; Saracho, Amalia C.; Valdeón, Daniel H.

Lafuente, María F.; Almará Gussoni, Lelia N.; Arredondo, Gastón P. E.; Middagh, Paula M.; Miranda, Fernanda M.; Navarro, Lucas J.; Richardi, Gabriela G.; Romero Kreisel, Mariano; Serpa, Amira G.; Villafañe, María R.

¹ Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial.

paraujo@herrera.unt.edu.ar <https://orcid.org/0000-0001-6022-7491>



En la búsqueda de reducir costos y conseguir nuevos productos y mercados, dentro de una economía global cada vez más competitiva, los productores agropecuarios y las pequeñas y medianas empresas se han visto impulsados a desarrollar nuevas estrategias productivas que les permitan mantenerse competitivos y atractivos a los consumidores. Esto incluye la explotación máxima de sus recursos, la diversificación de su cartera de productos y la contribución al medio ambiente mediante la reducción de desperdicios en cada una de las etapas productivas. En un proceso de trabajo conjunto, los productores agropecuarios, el INTA y la Facultad de Ciencias Exactas

y Tecnología (FaCET) han desarrollado núcleos de colaboración para implementar nuevas estrategias productivas que permitan expandirse a nuevos mercados y reducir costos. Este esfuerzo se centra en la innovación productiva, la inclusión social, la economía circular y la seguridad alimentaria, con el objetivo de mantener la competitividad de la agroindustria regional comprometida con el bienestar social y ambiental.

Una de las estrategias incluye la diversificación de productos a partir de cultivos de rotación, buscando minimizar el consumo energético y definir eficiencias productivas a lo largo del año. Se considera como unidad clave las etapas de cosecha y zafra de la agroindustria, específicamente en la producción de diversos productos a partir de raíces tuberosas y tubérculos con el objeto de maximizar la ventana productiva. Entre las iniciativas desarrolladas se encuentran la instalación de plantas piloto para la producción de dulces, así como el desarrollo y puesta en marcha de una línea para la producción de harinas no convencionales. En este contexto, se han llevado a cabo la caracterización y evaluación de los productos obtenidos a escala piloto^{1,2}. Con el enfoque de economía circular, se trabaja en la minimización del consumo de agua en las etapas productivas, tanto en el campo como en la industria, y en la reducción

de desperdicios y extracción de subproductos como el almidón y fibras alimentarias, entre otros. Además, se han desarrollado alimentos panificados funcionales, como panes y galletas con sus correspondientes estudios de palatabilidad y además se está trabajando en el desarrollo del proceso productivo de una golosina.

La FaCET ha sido crucial para el desarrollo de estos procesos, proporcionando apoyo técnico y científico a los productores agropecuarios del sur de Tucumán. Las nuevas estrategias productivas implementadas no solo aumentan la competitividad del sector, sino que también promueven un desarrollo sostenible y equitativo en la región. Este enfoque integral y colaborativo busca potenciar las capacidades locales, promoviendo una agroindustria más eficiente, sostenible y competitiva, adaptada a las demandas actuales del mercado y comprometida con el bienestar social y ambiental.

Referencias

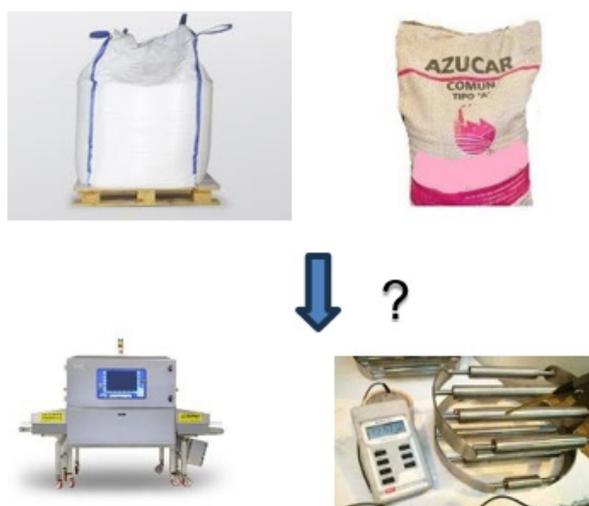
1 Escobar, L. S., Lafuente, M. F., Villafañe, M. R., Saracho Bottero, A. C., Valdeón, D. H., Perotti, N. I., Araujo, P. Z., Cozzitorti, M. E. (2023). Design and characterization of sweet potato flour in a semi-pilot scale process. Enviado al WCCE11 - 11th World Congress of Chemical Engineering. IACCHE - XXX Interamerican Congress of Chemical Engineering.

2 Lafuente, M. F., Araujo, P. Z., Cozzitorti, M. E. (2023). Diseño de una línea de producción de harinas no convencionales. Presentación oral. Eje C19: 19.Ciencia, tecnología e Innovación. XXX Jornadas de Jóvenes Investigadores - Asociación de Universidades Grupo Montevideo (AUGM). Universidad Nacional de Asunción, Asunción, Paraguay, 11, 12 y 13 de octubre de 2023.

PRODUCCIÓN DE AZÚCAR: JUSTIFICACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS DE RIESGO DE LOS EQUIPOS DE CONTROL DE MATERIAL EXTRAÑO

Chauvet, S.B. ¹, Borkosky, D., Belló, B. E., Albarracin P. M.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento. Gabinete de Calidad Total. Dpto Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial
schauvet@herrera.unt.edu.ar 0000-0003-0346-230X



En la actualización del esquema FSSC 22000 versión 6, las empresas deben justificar mediante un análisis de riesgo la selección de los equipos que controlan los peligros físicos. Mediante una adaptación del método cualitativo de Listas de comprobación [1], se conformó una metodología para el análisis de riesgo donde se formularon preguntas sobre: cantidad de tipos de elementos extraños que puede detectar; costo del equipo de detección; dificultades al momento de instalarlo en la línea de producción (solo cuando hay que instalarlo); Rapidez de

detección, Existencia de piezas que se puedan desprender luego del equipo hasta su envasado; Facilidad en el uso para los empleados; Costo de mantenimiento y calibración periódica del equipo y si el equipo funcionalmente detecta solo el tipo de partículas que pueden desprenderse de las instalaciones. Antes de comenzar con la metodología se ha propuesto una primera pregunta sobre la viabilidad de aplicar el equipo al tipo de producto, cuya respuesta positiva sólo permite iniciar la evaluación de riesgo para cada equipo. Para cada pregunta se asignó un puntaje de 1 y 2 para el menos y más riesgoso, respectivamente, salvo la pregunta sobre el tipo de partícula que controla. En este caso se evalúan, normalmente, 3 tipos de equipos: magneto (retiene sólo ferrosas), detector de metal (detecta además no ferrosa y acero inoxidable) y el filtro (retiene otras además de los 3 tipos). Por ello se asigna la puntuación de 1 a 3, siendo 1 para el equipo que más detecta y 3 para el que menos retiene. Luego de responder las distintas preguntas se ha definido el Índice de Riesgo (IR) como una adaptación del Método de Análisis de modos de fallas y efectos (FMEA) [2] como el producto de la puntuación a cada pregunta, cuyo valor puede variar de 1 a 384, cuando mayor sea el valor, significa que el equipo es más riesgoso.

La metodología propuesta fue aplicada en una Ingenio de Tucumán, donde poseen 2 líneas de envasado: bolsas de 50 kg y Big Bag de 1000 Kg. Se evaluó 2 equipos para control de partículas: magneto y detector de metal, ya que un filtro fue desestimada su aplicación al producto. Al evaluar el detector de metal y magneto en la línea de bolsas se determinó un IR de 16 y 24 respectivamente, lo que indica que es mejor

equipo el detector de metal. Para la línea de big bag, el detector de metal arrojó un IR de 32 frente a 12 del magneto, esto fundamentalmente, por tener instalaciones ferrosas y un detector sería poco aprovechable y es mucho más costoso como su mantenimiento.

La metodología planteada ha resultado útil para validar los equipos existentes en las líneas de envasado, tomando en cuenta que la instalación de un detector de metal resulta compleja por el lugar de la envasadora de big bag. Esta metodología permitiría a cualquier empresa de alimentos verificar si los equipos con los que cuentan son los más adecuados para controlar los peligros físicos.

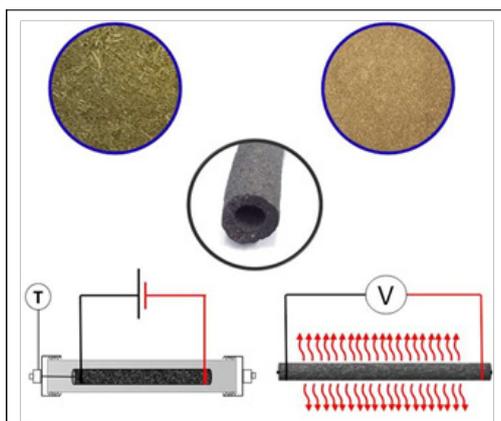
Referencias

1. Garza Ruzafa R. I. (2007) Tesis: Análisis de los métodos complejos cualitativos para evaluación del Riesgo de incendio. *Aproximación a una metodología integral*. Universidad Internacional, S. C.
2. Evans J.R. y otros. (2008). Administración y Control de la Calidad. Cengage .7ª Edición

DESARROLLO DE PROCESOS DE SEPARACIÓN INNOVADORES PARA EL RECICLADO DE AGUA Y GASES PARA UNA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA AGROINDUSTRIA

Avila, A.M., Araoz, M.E.

Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial, Instituto de Química del Noroeste Argentino (INQUINOA), CONICET-UNT. aavila@herrera.unt.edu.ar; <https://orcid.org/00000001-5304-008X>



En este trabajo se detallan avances de investigación en relación al proyecto PIUNT-2022-E705 cuyo objetivo general es el desarrollo e innovación en procesos de separación sustentables enfocados a la purificación de gases de interés en la agroindustria y en tratamientos de aguas para su recuperación y reciclado. En el marco de una economía circular, se plantea la necesidad de nuevos procesos de separación que permitan reciclar gases y líquidos. Los tubos

de biocarbón obtenidos a partir de residuos de biomasa son materiales estructurados con propiedades electrotérmicas. En base a ello, estos materiales presentan un alto potencial para una variedad de aplicaciones tecnológicas. Por ejemplo, una posible aplicación directa de estos adsorbentes estructurados es el enriquecimiento de CO₂ en atmósferas de invernaderos, hidroponía y agricultura de precisión. Se estudió esta aplicación usando tubos de biocarbón rellenos con materiales zeolíticos. En este caso se analizaron ciclos de adsorción con gas de alimentación de baja concentración de CO₂ (1,0% CO₂ en N₂). Se realizó el diseño conceptual del proceso de enriquecimiento y control del nivel de CO₂ en atmósferas de cámaras de crecimiento de cultivos. Este sistema permite reciclar efluentes gaseosos de la agroindustria mediante la recuperación de CO₂ emitido para ser inyectado a cámaras de crecimiento. El proceso desarrollado aporta ventajas comparativas frente a otras soluciones en uso. Por otro lado, las propiedades electrotérmicas del material posibilitan, a su vez, su aplicación en procesos de destilación por membrana tanto continuos como discontinuos con calentamiento del fluido “in situ” para el tratamiento de fluidos en fase líquida. Se alcanzaron producciones de agua y permeabilidades de interés tecnológico, con rechazos de sólidos disueltos superiores al 99%.

Los tubos de biocarbón electroactivos son suficientemente versátiles para su aplicación en conceptos de separación emergentes tanto para corrientes gaseosas como líquidas provenientes de la agroindustria e industrias extractivas.

Referencias

1. Araoz, M.E., Madrid, R.E., Avila, A.M. (2024) Enriching and controlling the CO₂ concentration level in indoor farming through electroactive 13X-filled biocarbon tubular elements. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 12, 112502.

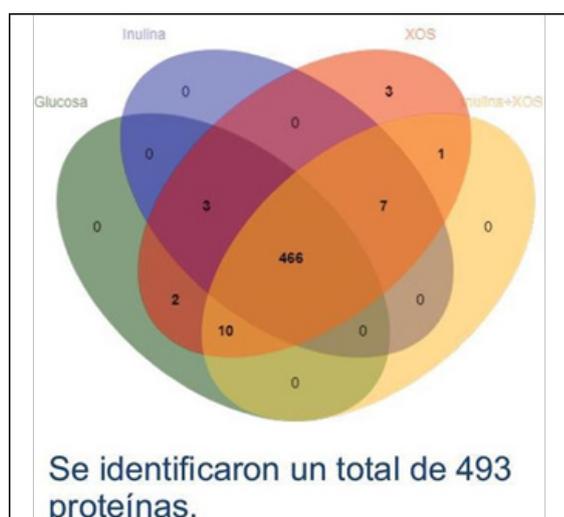
2. A. M Avila, E. Araoz. (2023) Merging renewable carbon-based materials and emerging separation concepts to attain relevant purification applications in a circular economy. *Ind. Eng. Chem. Res.* 62, 4793-4799.

ANÁLISIS PROTEÓMICO DE LA UTILIZACIÓN DE PREBIÓTICOS OBTENIDOS DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Romano, Carla L. ¹, Brizuela, Lourdes, Pisa, José H., Hero, Johan S., Manfredi, Adriana P., Martínez, María A.

¹Planta Piloto de Procesos Industriales Microbiológicos (PROIMI-CONICET). Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología.

pmnafredi@herrera.unt.edu.ar <https://orcid.org/0000-0003-1245-458X>



La cáscara de arroz (CA) constituye un subproducto de la industria molinera que contiene xilano como hemicelulosa mayoritaria. Su extracción y bioconversión enzimática permite obtener xilooligosacáridos (XOS) con potencial prebiótico. Otros autores evaluaron el efecto fisiológico de dichos compuestos sobre microorganismos probióticos [1]; sin embargo, estudios proteómicos permitirían dilucidar las vías metabólicas para la asimilación de los mismos. OBJETIVO: Estudiar las bases metabólicas de la utilización de XOS derivados de xilano de CA por *Bifidobacterium animalis* mediante un enfoque proteómico. MATERIALES Y MÉTODOS: *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12® fue seleccionado como probiótico modelo para este estudio, cultivado durante 72 h en el medio LAPTG suplementado con diferentes fuentes de carbono (glucosa, inulina y XOS) a una concentración final de 2 g/L. Los XOS fueron obtenidos por hidrólisis enzimática de xilano extraído a partir de CA. Los estudios proteómicos por medio de LC-MS/MS, analizados con Proteome Discoverer v.2.1 y utilizando como base de datos la secuencia de *B. animalis* subsp. *lactis* AD011. Se consideró como proteínas expresadas de manera diferencial en los distintos medios a aquellas que mostraron un aumento de por lo menos dos veces en su abundancia. RESULTADOS: A través del análisis proteómico (gráfica) se observó que todos los medios con XOS registraron 6 proteínas sobrerreguladas relacionadas al catabolismo de XOS, al ser comparados con medios suplementados con glucosa o inulina. Estas proteínas incluyen una β -xilosidasa capaz de hidrolizar XOS hasta el grado de xilosa, y 3 posibles α -L-arabinofuranohidrolasas, hidrolizando los grupos sustituyentes α -L-arabinofuranos. Finalmente, una xilosa isomerasa (cataliza isomerización de D-xilosa a D-xilulosa) y una arabinosa isomerasa (cataliza isomerización de L-arabinosa a L-ribulosa) están sobrerreguladas en estos medios, posiblemente por la presencia de los monómeros generados por las enzimas anteriormente mencionadas. CONCLUSIONES: En vista del análisis proteómico, se confirmó que los XOS generados enzimáticamente a partir de CA tuvieron un efecto notorio en la expresión de diferentes proteínas, las cuales

actuaron tanto en la degradación de estos oligosacáridos como en las distintas rutas de asimilación de la xilosa y arabinosa. En este sentido, *Bifidobacterium* spp. son capaces de asimilar monosacáridos de oligosacáridos no digeribles por medio de la vía de la D-fructosa 6-fosfato (derivación bífida) [2]. Los resultados de este trabajo sugieren que la cepa BB-12® posee la capacidad metabólica para utilizar XOS y asimilarlos por esta derivación.

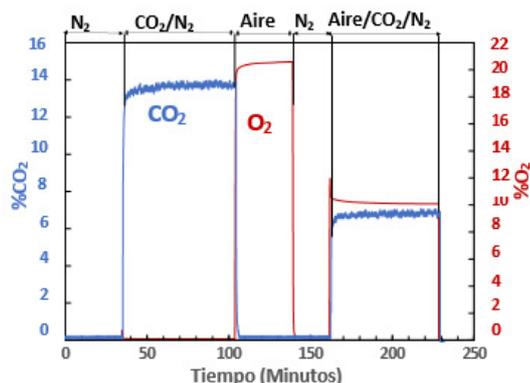
Referencias

1. Ayyappan, P. et al. (2021). Current status of xylooligosaccharides: Production, characterization, health benefits and food application. *Trends in Food Science & Technology* 111, 506-519.
2. Sanders, M. et al. (2019). Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* 16, 605–616.

PERMEABILIDAD DE GASES EN MEMBRANAS DE BIOCARBÓN ELECTROACTIVAS

Cruz Molina, L.E., Cammisa, R., Araoz, M.E., Avila, A.M.

Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial, Instituto de Química del Noroeste Argentino (INQUINOA), CONICET-UNT.



En el marco de una economía circular, se plantea la necesidad de nuevos procesos de separación que permitan reciclar gases y líquidos. Los elementos tubulares electroactivos de carbón renovable obtenidos a partir de biomasa residual resultan de interés en la separación o depuración de gases, como por ejemplo la captura de CO₂ en una corriente gaseosa. Resulta atractivo la separación de gases en un solo paso a través de un proceso de membranas. En

este sentido, es de suma importancia cuantificar la permeabilidad gaseosa a través de los tubos de biocarbón.

Este trabajo se enfocó en la evaluación de permeabilidades gaseosas en elementos tubulares de biocarbón tratados con diferentes recubrimientos superficiales, incluyendo silicona, almidón y NaCl. En particular, se estudiaron las permeabilidades de gases de mezclas binarias y ternarias de CO₂, O₂ y N₂ a través de tubos de biocarbón modificados con NaCl cristalizado. Para llevar a cabo los ensayos se utilizó un sistema de permeación de acero inoxidable que cuenta con controladores de flujo másicos, manómetros, y analizadores de CO₂ y O₂. Los ensayos se realizaron dentro de un rango de presiones de 200 a 300 kPa absolutos. Cada prueba se inició con el paso de una corriente de N₂, continuando con mezcla de N₂/CO₂ con un 13,8% de CO₂ y, posteriormente, aire con 20,5% de oxígeno. También se realizó un ensayo con una mezcla de Aire/N₂/CO₂ con 6,9% de CO₂ y 10,5% de O₂. Los resultados obtenidos en las mediciones de permeabilidad indicaron valores de un orden de magnitud de $\sim 1.0 \times 10^{-9}$ [mol/s. Pa.m]. En particular, el valor de permeabilidad observado con el CO₂ fue de 1.8×10^{-9} [mol/s.Pa.m] y la permeabilidad de O₂ fue de 1.4×10^{-9} [mol/s.Pa.m] en la mezcla ternaria de N₂/O₂/CO₂.

Referencias

1. Araoz, M. E., Marcial, A. F., Trejo Gonzalez, J. A., & Avila, A. M. (2021). Renewable and Electroactive Biomass-Derived Tubes for CO₂ Capture in Agroindustrial Processes. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 9(23), 7759-7768.

2. A. M Avila, E. Araoz. (2023). Merging renewable carbon-based materials and emerging separation concepts to attain relevant purification applications in a circular economy. *Ind. Eng. Chem. Res.* 62, 4793-4799.

RESÚMENES DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

MATEMÁTICA



CONSTRUCCIÓN DE UNA FAMILIA DE ÁLGEBRAS DE LIE RÍGIDAS

Fernández, E. F.¹; Lomas, I. del V.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Matemática. efernandez@herrera.unt.edu.ar <https://orcid.org/0000-0003-2895-7261>.

	Álgebra de Lie formal $L_n \rightarrow \mathfrak{g}^*$	$H^1(L_n, L_n) = H^1(\mathfrak{g}^*, L_n)$	Subálgebra $\mathfrak{g} \subset \mathfrak{g}^*(\mathfrak{g}) = \mathfrak{g}^* \oplus \mathfrak{g}(\mathfrak{g})$ y factor abeliano
Condiciones Resonancias nulas	$C^1(L_n, L_n)^{res} \rightarrow H^1(L_n, L_n)^{res} \rightarrow H^1(L_n, L_n/L_n)^{res}$ $C^2(L_n, L_n)^{res} \rightarrow H^2(L_n, L_n)^{res} \rightarrow H^2(L_n, L_n/L_n)^{res}$	$H^1(L_n, L_n/L_n)^{res} \rightarrow H^1(L_n, L_n/L_n)^{res} \rightarrow H^1(L_n, L_n/L_n/L_n)^{res}$ $H^2(L_n, L_n/L_n)^{res} \rightarrow H^2(L_n, L_n/L_n)^{res} \rightarrow H^2(L_n, L_n/L_n/L_n)^{res}$	$H^1(L_n, L_n)^{res} \rightarrow H^1(L_n, L_n)^{res} \rightarrow H^1(L_n, L_n/L_n)^{res}$ $H^2(L_n, L_n)^{res} \rightarrow H^2(L_n, L_n)^{res} \rightarrow H^2(L_n, L_n/L_n)^{res}$
$n_1 \in \mathbb{N}, C^1 \neq 0$	$C^1(L_n, L_n) = C^1(L_n, L_n) \oplus \mathfrak{g}^*$ $C^2(L_n, L_n) = C^2(L_n, L_n) \oplus \mathfrak{g}^* \oplus \mathfrak{g}$	$C^1(L_n, L_n/L_n) = C^1(L_n, L_n/L_n) \oplus \mathfrak{g}^*$ $C^2(L_n, L_n/L_n) = C^2(L_n, L_n/L_n) \oplus \mathfrak{g}^* \oplus \mathfrak{g}$	$C^1(L_n, L_n) = C^1(L_n, L_n) \oplus \mathfrak{g}^*$ $C^2(L_n, L_n) = C^2(L_n, L_n) \oplus \mathfrak{g}^* \oplus \mathfrak{g}$
$n_1 \in \mathbb{N}, C^1 = 0$	$C^1(L_n, L_n) = C^1(L_n, L_n) \oplus \mathfrak{g}^*$ $C^2(L_n, L_n) = C^2(L_n, L_n) \oplus \mathfrak{g}^* \oplus \mathfrak{g}$	$C^1(L_n, L_n/L_n) = C^1(L_n, L_n/L_n) \oplus \mathfrak{g}^*$ $C^2(L_n, L_n/L_n) = C^2(L_n, L_n/L_n) \oplus \mathfrak{g}^* \oplus \mathfrak{g}$	$C^1(L_n, L_n) = C^1(L_n, L_n) \oplus \mathfrak{g}^*$ $C^2(L_n, L_n) = C^2(L_n, L_n) \oplus \mathfrak{g}^* \oplus \mathfrak{g}$
$n_1 \in \mathbb{N}, C^1 = 0$	$C^1(L_n, L_n) = C^1(L_n, L_n) \oplus \mathfrak{g}^*$ $C^2(L_n, L_n) = C^2(L_n, L_n) \oplus \mathfrak{g}^* \oplus \mathfrak{g}$	$C^1(L_n, L_n/L_n) = C^1(L_n, L_n/L_n) \oplus \mathfrak{g}^*$ $C^2(L_n, L_n/L_n) = C^2(L_n, L_n/L_n) \oplus \mathfrak{g}^* \oplus \mathfrak{g}$	$C^1(L_n, L_n) = C^1(L_n, L_n) \oplus \mathfrak{g}^*$ $C^2(L_n, L_n) = C^2(L_n, L_n) \oplus \mathfrak{g}^* \oplus \mathfrak{g}$

Objetivos : Construcción de álgebras de Lie rígidas. Una de las primeras estructuras algebraicas que se conoce es la de espacio vectorial sobre $IK = \mathbb{R}$, sabemos que dado un $n \in \mathbb{N}$ existe un único espacio vectorial, salvo isomorfismo, de dimensión n , luego se extiende a cualquier cuerpo K .

Un álgebra sobre K , es un K -espacio vectorial provisto de una operación bilineal, que llamamos producto.

Dada un álgebra A de dimensión n , la pregunta natural en matemática es ¿cuántas álgebras diferentes salvo isomorfismo existen?. Si definimos como $\mathfrak{o}^2(A)$ el espacio de todos los productos sobre A , su dimensión es n^3 . Dos productos μ y σ en A definen álgebras isomorfas si existe un operador invertible g de A tal que tal que $g \cdot \mu(x, y) = \sigma(gx, gy)$ para todo $x, y \in A$. Si denotamos con $GL(A)$ el grupo de todos los operadores invertibles de A , definimos la órbita de $\mu : \mathfrak{O}(\mu) = \{g\mu(g^{-1}, g^{-1}) / g \text{ en } GL(A)\}$, luego el cociente $\mathfrak{o}^2(A)/GL(A)$ parametriza el conjunto de clases de isomorfismos n -dimensionales sobre K . Se define el álgebra de Lie (A, μ) tal que μ es antisimétrica y verifica Jacobi. Si consideramos \mathcal{L} al conjunto de todas las álgebras de Lie, clasificar f es describir $f/GL(A)$. Decimos que un álgebra de Lie es rígida si su órbita es abierta bajo la topología de Zariski, es decir cualquier perturbación suficientemente pequeña de μ es isomorfa a μ . Un invariante en \mathcal{L} es una función en \mathcal{L} cuyo valor es el mismo para álgebras isomorfas. Dada una álgebra de Lie μ la cohomología de orden 2 es una invariante. Dada \mathcal{L} , hay una cantidad finita de álgebras de Lie rígidas, ya que dada una órbita, su clausura es una componente irreducible las cuales son finitas, por lo que conocerlas nos acercará a su clasificación. Sabemos que si el segundo grupo de cohomología, $H^2(\mu)$, es cero entonces es rígida, pero calcularlo es complicado por lo que utilizaremos técnicas para la rigidez.

Metodología y Resultados: Sea g_0 , el álgebra de Lie, producto semidirecto de $sl(n, \mathbb{C})$ por su representación estándar $g_0 = sl(n, \mathbb{C}) \ltimes \mathbb{C}^n$, $n \geq 2$, se probó, utilizando Hochschild-Serre [1] y la sucesión exacta de g -módulos $0 \rightarrow \mathbb{C}^n \rightarrow g_0 \rightarrow g/\mathbb{C} \rightarrow 0$, que $H^2(g_0, g_0)$ no es otra cosa que los invariantes por $sl(n, \mathbb{C})$ de $H(\mathbb{C}, g)$ y utilizando la teoría de representaciones se demostró que es nulo, luego $H(g_0, g_0) = 0$. A continuación se consideró el álgebra de Lie $g = g \oplus \mathbb{C}$, y utilizando la misma técnica se probó que g no es rígida. Más aún, se demostró que para $n \geq 3$ tiene un único 2-cociclo, σ el cual fue determinado, y que la correspondiente deformación lineal $g_a(t) = g_a + t\sigma$ es rígida.

Referencias

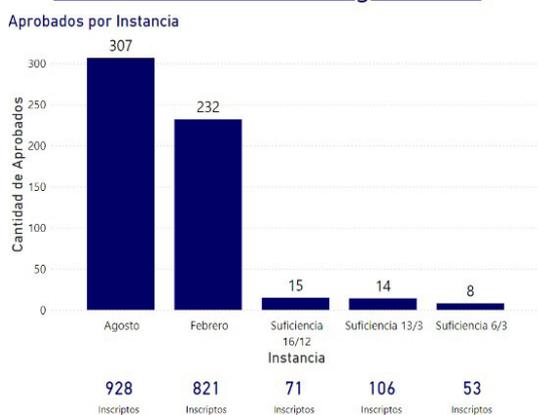
1. Hochschild G. & Serre J.P., Comology of Lie Álgebras, Annals of Mathematics, Vol. 57, Nro 3, May, 1953.
2. San Martín L., Álgebras de Lie, February 18, 2009.
3. Richardson R.W: JR., Pacific Journal of mathematics, vol. 22, No. 2, 1967.

ANÁLISIS DE LAS INSTANCIAS DE INGRESO 2024 DE LA FACET CON POWER BI

Mignone, M.F. ¹, Sfer, A.M. ¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Matemática. Cátedra de Probabilidades y Estadística.
mfmignone@herrera.unt.edu.ar

Resumen de instancias - Ingreso 2024



En agosto de 2023, comenzaron los cursos para ingresar a la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FaCET) para el ciclo lectivo 2024. Este trabajo analiza la distribución de los 576 alumnos ingresantes en las distintas instancias del curso de nivelación y las pruebas de suficiencia ofrecidas por el Área de Ingreso de la FaCET.

El número total de inscriptos en las dos instancias del curso de nivelación fue de 1749 alumnos, distribuidos en 928 inscriptos para la instancia de agosto y 821 inscriptos

para la instancia de febrero. Los datos están actualizados hasta el 21 de marzo de 2024. Considerando como alumnos regulares a aquellos que completaron todas las instancias de evaluación y/o hayan rendido las evaluaciones integrales, se obtuvo que el 80% de los alumnos regulares aprobaron la instancia de agosto (307 de 381 alumnos) y el 46% de los alumnos regulares aprobaron la instancia de febrero (232 de 508 alumnos).

Además, se analizó el rendimiento de los alumnos en la instancia de febrero por temas de estudio, como logaritmos, polinomios, geometría y trigonometría, entre otros. Este análisis detallado permitió identificar áreas específicas donde los estudiantes tuvieron más dificultades, lo que puede orientar futuras mejoras en los cursos de nivelación.

Para realizar el análisis, se utilizó la herramienta de visualización de datos Power BI. Esta herramienta no solo facilita la visualización, sino que también permite llevar a cabo el proceso de creación del modelo de datos, establecer relaciones y combinar tablas. Además, Power BI permite homogeneizar y crear nuevas variables necesarias, junto con otras funciones de ETL a través de Power Query. Estas capacidades distinguen a Power BI de otras herramientas de visualización de datos disponibles en la actualidad. La integración de diversas fuentes de datos y la capacidad de generar reportes dinámicos en tiempo real fueron esenciales para el análisis exhaustivo realizado.

Finalmente, los resultados indican que el mayor porcentaje de aprobados se registra en la instancia de agosto, la cual es más larga pero menos intensiva que la de febrero. Los porcentajes de aprobados más bajos se observan en las pruebas de suficiencia. Los temas en los que los alumnos presentan mayor dificultad son

logaritmo, expresiones algebraicas racionales y geometría. Se agradece al Coordinador del Área Ingreso: Ing. M. Leiva y a la Secretaria Académica de la FaCET: Ing. F. Guzmán por facilitar los datos para este trabajo.

Referencias

1. Arnold, J. Learning Microsoft Power BI. O'Reilly Media, Inc. USA, 2022.
2. Camm, J. D., Cochran, J. J., Fry, M. J., & Ohlmann, J. W. Data visualization: exploring and explaining with data. CengageLearning. USA, 2021.

LA MATEMÁTICA EN EL CICLO BÁSICO UNIVERSITARIO: ESTRATEGIAS PARA SU APRENDIZAJE Y SU CONTRIBUCIÓN AL PENSAMIENTO CIENTÍFICO

Roig, M.E.¹, Larrán, A.C.¹, Plaza, L.N.¹, Gallardo, E.E.¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Matemática
depmat@herrera.unt.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0001-7273-1580>



El objetivo del proyecto consiste en contribuir a que estudiantes de carreras de la FACET-UNT logren un aprendizaje significativo de las matemáticas del 1° año mediante la aplicación de estrategias didácticas que favorezcan el desarrollo de competencias básicas en razonamiento lógico, comprensión lectora, resolución de problemas y un uso positivo de las TIC en el Curso de Ingreso y durante el cursado de las asignaturas matemáticas de 1° año.

Las estadísticas internas de las cátedras de Cálculo y Álgebra pre pandemia arrojaban que aproximadamente un 50% de las y los estudiantes de 1° año alcanzaban las competencias básicas en matemática. En 2022, primer año posterior al uso de la Educación Remota de Emergencia, el número

se redujo al 20%.

Nuestro proyecto de investigación apunta a revertir esta situación desde la instancia de Ingreso y Ambientación a la institución y durante el cursado del primer año, no solo para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes sino también buscando disminuir la deserción y desgranamiento.

Teniendo en cuenta los estándares que figuran en el llamado Libro Rojo [1] del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), nuestros estudiantes no poseen, en su mayoría, las competencias básicas en matemática requeridas para transitar con éxito el 1° año del ciclo básico de carreras de ciencias exactas e ingenierías. Enumeramos algunas de las más comunes: formación incompleta de conceptos de matemática elemental, dificultades en la lectura e interpretación de consignas, imposibilidad de analizar y resolver una situación problemática más allá de la aplicación directa de un algoritmo, pocas habilidades tecnológicas específicas y falta de estrategias para el razonamiento lógico. Brousseau [2] sostiene que “saber matemática no es solamente aprender definiciones y teoremas para reconocer el momento de utilizarlos y aplicarlos; sabemos que hacer matemática implica ocuparse de problemas”. El principio de “resolver problemas es hacer matemática” se debe a que hacer matemática implica construir conceptos para resolver algún problema a partir del cual surgen nuevos problemas y se unifica todo lo experimentado para construir nuevo conocimiento.

Esto choca con la realidad: la mayoría de ingresantes tienen la idea de que la Matemática consiste en la realización de “ejercicios de aplicación de algoritmos” y no la reconocen como un proceso que les lleva a interactuar con situaciones donde se

comprometen conocimientos previos y nuevos, selección, revisión, modificación y creación de conocimiento nuevo.

Las primeras acciones están dirigidas al Curso de Ingreso y Ambientación. Estamos realizando un diagnóstico de fortalezas y debilidades, analizando el contenido disciplinar matemático y la metodología de trabajo y evaluación. Ya se aplicaron encuestas y entrevistas a fin de conocer cómo se estructura el Curso de Ambientación y se está trabajando con parte de la información solicitada del área Ingreso y de las cátedras de 1° año a fin de conformar una base de datos lo más completa posible.

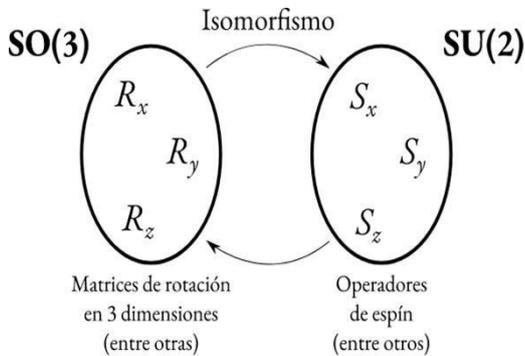
Referencias

1. CONFEDI. *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina*. Libro Rojo de CONFEDI, 2018.
2. Brousseau, G. (1986). *Fundamentos y métodos de la didáctica de las matemáticas. Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7 (2): 33-115. [Traducción de Julia Centeno, Begoña Melendo y Jesús Murillo].

GRUPOS DE LIE, ROTACIONES Y SPIN DEL ELECTRÓN

Navarro, J.A¹, Ovejero, M.A²

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Matemática.
jesicaanahiy@gmail.com



Los grupos de Lie² juegan un papel fundamental en la teoría del spin del electrón. Estos grupos matemáticos son utilizados para describir y estudiar las propiedades de simetría de sistemas físicos, incluido el spin del electrón. En particular, los grupos de Lie son esenciales para comprender la dinámica y el comportamiento del spin, ya que nos permiten representar de forma precisa las transformaciones

de rotación en el espacio de estados del electrón.

La importancia de los grupos de Lie en la teoría del spin del electrón radica en su capacidad para desentrañar las complejas interacciones que determinan las propiedades del spin. Estos grupos proporcionan herramientas matemáticas poderosas que nos permiten modelar y predecir la evolución del spin en presencia de campos magnéticos, interacciones con otras partículas y cualquier otro efecto que pueda afectar su comportamiento.

Además, los grupos de Lie nos permiten clasificar los distintos estados de spin del electrón y estudiar su degeneración, lo que es crucial para comprender la estructura fina de los niveles de energía en un átomo. Asimismo, nos permiten desarrollar técnicas de manipulación y control del spin, que son fundamentales en aplicaciones tecnológicas como la resonancia magnética nuclear y la computación cuántica.

En resumen, los grupos de Lie son una herramienta indispensable en la teoría del spin del electrón, proporcionándonos una base matemática sólida para entender y explotar las propiedades fundamentales de esta partícula. Su estudio y aplicación nos permiten avanzar en nuestro conocimiento de la física cuántica y abrir nuevas puertas para el desarrollo de tecnologías revolucionarias en el futuro.

En este trabajo vamos a explicar lo entendido de un video¹ sobre el spin de un electrón, como obtenemos los observables de $\vec{S} = (S_x, S_y, S_z)$ a partir del experimento de Stern-Gerlach, mostrándolas rotaciones y generadores, con lo cual mediante la teoría de Grupos de Lie podemos determinar los observables restantes y así obtener \vec{S} que son los que generan las rotaciones en el espacio interno del electrón.

Referencias

[1] https://www.youtube.com/watch?v=JaZwlv9isQ&t=3204s&ab_channel=JavierGarcia

[2] Lie Groups and Lie Algebras for Physicists-Harold Steinacker

RESÚMENES DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

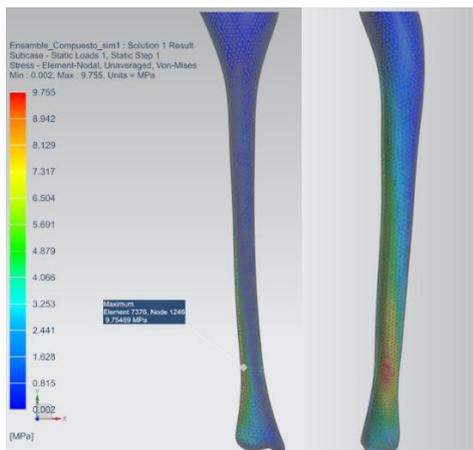
MECÁNICA



ESTUDIO MECÁNICO COMPARATIVO DE OSTEOTOMÍA SUPRAMALEOLAR DORSIFLEXORA DE TIBIA DISTAL POR MEDIO DE UN MODELO 3D

Lucas P. Acosta^{1,2,3}, Ramiro Olleac⁴, Daniel G. Goroso^{5,6}, Fernando D. Farfán^{1,2}

¹Laboratorio de Investigaciones en Neurociencias y Tecnologías Aplicadas (LINTEC), Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Tucumán, Argentina. lacosta@herrera.unt.edu.ar <https://orcid.org/0009-0002-5699-4852>



En este trabajo se implementaron herramientas de software de diseño e ingeniería asistida por computadora (CAD — CAE) para confeccionar y evaluar las características mecánicas de un modelo óseo de tibia, el cual podría ser implementado en simulaciones virtuales de procedimientos quirúrgicos en traumatología y ortopedia. En particular, nuestro estudio ha sido enfocado al tratamiento del equino inveterado. En este contexto, nuestro objetivo fue comparar las características mecánicas, particularmente tensiones, resultantes en dos procedimientos quirúrgicos

los cuales abordan esta deformidad: a) la osteotomía transversal de tibia distal y b) la osteotomía oblicua de tibia distal. En el extremo proximal del modelo de tibia (370 mm de longitud) se realizó un corte plano con el fin de facilitar la disposición de las cargas empleadas en el análisis estático (análisis FEM). En las regiones correspondientes a la mortaja (superficie articular) se obtuvieron tensiones de 10.36 MPa en el caso de la osteotomía oblicua y 14.029 MPa en la osteotomía transversal. Además, en la región del corte se obtuvieron tensiones de 19.37 MPa para la osteotomía oblicua y 7.36 MPa el caso de la transversal. Finalmente, un modelo geométrico permitió determinar cualitativamente un menor desplazamiento del eje de carga distal empleando la osteotomía oblicua para la corrección del equino inveterado.

Referencias

1. Bagaria, V., Bhansali, R., & Pawar, P. (2018). 3D printing-creating a blueprint for the future of orthopedics: Current concept review and the road ahead!. *Journal of clinical orthopaedics and trauma*, 9(3), 207-212.
2. Napiontek, M., & Nazar, J. (1994). Tibial osteotomy as a salvage procedure in the treatment of congenital talipes equinovarus. *Journal of pediatric orthopedics*, 14(6), 763-767.

POSTERS

BIOINGENIERÍA



INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DE DIRECCIONALIDAD DE LA MIRADA EN INTERFACES CEREBRO-COMPUTADORA BASADAS EN SSVEP

Padilla, G ; Farfán, F

Universidad Nacional de Tucumán, FACET. Departamento de Bioingeniería. Laboratorio de Investigación en Neurociencias y tecnologías Aplicadas (LINTEC). Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), UNT-CONICET
gpadilla@herrera.unt.edu.ar

INTRODUCCIÓN

Las interfaces cerebro-computadora (BCI) basadas en potenciales evocados visuales de estado estacionario (SSVEP) son sistemas de comunicación que permiten transmitir la intención de un individuo al mundo exterior sin depender de los canales de comunicación convencionales, como nervios y músculos (Zhu, 2010). Tradicionalmente, se emplean múltiples frecuencias de estimulación para codificar diferentes comandos de control. Sin embargo, un enfoque alternativo consiste en utilizar una única frecuencia de parpadeo y aprovechar la variación de las respuestas cerebrales cambiando la dirección de la mirada del usuario (Chen, 2017). Este trabajo tuvo por objetivo estudiar la influencia de este fenómeno en los niveles de energía de SSVEP registrados mediante EEG, evaluando su potencial discriminabilidad para su uso en BCIs.

MATERIALES Y MÉTODOS

A) Adquisición de datos:

Se utilizaron registros EEG adquiridos y presentados en un trabajo de investigación realizado con anterioridad (Padilla, 2022). Estos datos corresponden a 12 sujetos sanos (7 mujeres y 5 hombres, rango de edad: 19-32 años) con visión normal o corregida a normal y sin trastornos neurológicos u oftalmológicos. Se obtuvieron un total de 24 registros, ya que cada sujeto fue sometido a dos sesiones de estimulación.

B) Protocolo experimental:

Se presentó a los sujetos a través de un monitor un estímulo visual compuesto por un cuadrado parpadeante color blanco (12x12 cm) rodeado por 4 cuadrados pequeños no parpadeantes color rojo (0,7x0,7 cm) ubicados en la periferia del estímulo central (norte-N, este-E, oeste-W, sur-S). El cuadrado central (15 Hz) era el encargado de producir los SSVEPs, mientras que los cuatro cuadrados pequeños actuaban como objetivos hacia donde los usuarios debían enfocar su mirada, de modo que el sujeto percibiera el estímulo luminoso central de forma periférica. El cuadrado central permanece en estado de ON durante 14.11 s, tiempo durante el cual los pequeños objetivos a los lados se encienden indicando la dirección en que debe observar el sujeto, el orden se presenta de manera aleatoria hasta completar un ciclo compuesto por las 4 direcciones y posteriormente se presenta un periodo de descanso (estado O) de 1.53 s. Se presentaron en total 50 secuencias y la duración total de cada sesión fue aproximadamente de 13.4 minutos.

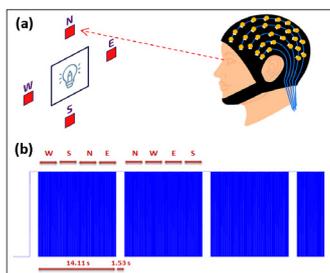


Fig. 1. (a) Esquema de protocolo experimental. (b) Porción de señal de estimulación visual (trenes de pulsos de 15 Hz)

C) Procesamiento de datos:

Los registros de EEG se obtuvieron empleando el sistema de adquisición ActiveTwo AD-box de BioSemi con 32 canales (sist. internacional 10-20). Los experimentos se llevaron a cabo en una sala de oficina típica. Se utilizó una frecuencia de muestreo de 1024 Hz y los registros fueron procesados mediante Matlab vR2020a. Los datos fueron acondicionados aplicando un filtro pasa banda Butterworth de orden 4 (9-24 Hz). Posteriormente, se implementó el método del espectrograma en la señal del canal Oz utilizando ventanas de 4 veces el tamaño de la frecuencia de muestreo (4096 muestras) con una superposición del 75% entre ventanas adyacentes (Fig. 2).

RESULTADOS

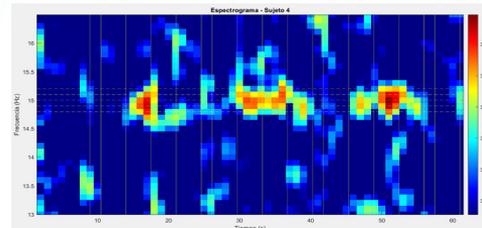


Fig. 2. Espectrograma de señal obtenida del Sujeto 4 (canal Oz).

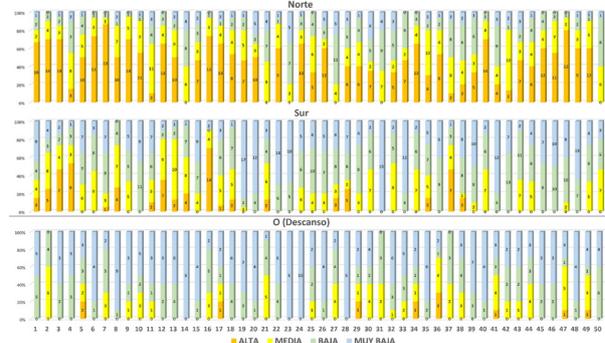


Fig. 3. Evolución de niveles de energía (estados N, S y O) del registro del Sujeto 4



Fig. 4. Proporción de promedios de niveles de energía alcanzados para cada estado en diferentes sujetos.

CONCLUSIONES

- Se exploró la influencia de la direccionalidad de la mirada en las respuestas SSVEP para el diseño de BCIs, utilizando una única frecuencia de estimulación visual intermitente de 15 Hz.
- Si bien no se identificó una tendencia general predominante en todos los sujetos, lo que podría atribuirse al tamaño limitado de la muestra, se revelaron patrones individuales distintivos.
- Los hallazgos permiten determinar, para cada participante, las direcciones de mirada que exhiben mayor probabilidad de generar altos niveles de energía en las respuestas SSVEP, lo que posibilita seleccionar los estados más fácilmente diferenciables.

REFERENCIAS

- Zhu, D., Bieger, J., Molina, G. N. G., & Aarts, R. M. (2010). A survey of stimulation methods used in SSVEP-Based BCIs. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2010, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2010/702357>.
- Chen, J., Zhang, D., Engel, A.K., Gong, Q. & Maye, A. (2017). Application of a single-flicker online SSVEP BCI for spatial navigation. *PLoS ONE* 12(5): e0178385.
- Padilla, G.L. & Farfán, F.D. (2022). Multi-state discriminability analysis of SSVEP responses based on a single frequency flicker BCI. En K.S. Cañadas, V. Morales & N.M. Lopez (Eds.), *Libro de Resúmenes del XXIII Congreso Argentino de Bioingeniería y XII Jornadas de Ingeniería Clínica* (pp. 153).

DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN BIOSENSORES Y DISPOSITIVOS MICROFLUÍDICOS PARA APLICACIONES BIOMÉDICAS

Madrid, R.E.¹; Goy, C.B.^{1,2}; Hero, J.S.¹; Gianni, K.¹; Poticchio, A.M.¹ y Morales, A.H.¹

¹ Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Departamento de Bioingeniería, Laboratorio de Medios e Interfases (LAMEIN) e Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), UNT-CONICET. rmadrid@herrera.unt.edu.ar

² Instituto de investigaciones de bioingeniería (IIBI), FI-Universidad Del Norte Santo Tomas De Aquino, Yerba Buena, Argentina.

INTRODUCCIÓN y OBJETIVOS

Los biosensores se han convertido en los últimos años en un apoyo importante para la asistencia sanitaria moderna, para el control en el ámbito de agricultura y del medioambiente. Particularmente, el desarrollo de dispositivos *Point of Care* (POC) que permiten la atención/medición en el punto de cuidado donde se necesita el registro, constituyen un gran campo de desarrollo en diversas áreas. En el desarrollo de dispositivos POC pueden converger diferentes disciplinas, como química, biología, física e ingeniería; su combinación da lugar a una interesante variedad de sub-disciplinas, como biosensores, biochips y microfluídica. La integración de la tecnología de biosensores con la microfluídica brinda la posibilidad de dispositivos miniaturizados, una característica importante y muy buscada para el desarrollo de dispositivos POC. Nuestro grupo ha trabajado en el desarrollo de biosensores POC basados en papel para diferentes aplicaciones. Entre ellos se pueden destacar principalmente dos: una plataforma microfluídica en papel para la inmunodetección de Leishmaniasis Tegumentaria Americana (LTA) y un dispositivo POC para medir el tiempo de protrombina.

DISPOSITIVO POC PARA LA DETECCIÓN DE LTA



Fig. 1 Chips de papel con electrodos de grafito y conexión para la determinación electroquímica.



El dispositivo utiliza electrodos de grafito fabricados con lápices, y antígenos específicos para la inmunodeterminación de *L. (V.) braziliensis* y sueros de pacientes humanos [1]. El desarrollo se realizó en colaboración con el Instituto de Patología Experimental, UNSa, CONICET.

DISPOSITIVO BASADO EN SMARTPHONE PARA MEDICIÓN DE TIEMPO DE PROTROMBINA



Fig. 2 Dispositivo desarrollado. Celda de papel con electrodos de carbono serigrafados. Pantalla del programa en dispositivo Android

Dispositivo electroquímico en papel para la detección del tiempo de protrombina (parámetro que permite evaluar la vía extrínseca y la vía común del sistema de coagulación en una muestra de sangre). Se desarrolló un sistema de medición de módulo de impedancia en función del tiempo, de bajo costo, fácil uso, portable y basado en el uso de smartphones para la medición de las celdas electroquímicas bipolares [2].

RESULTADOS OBTENIDOS

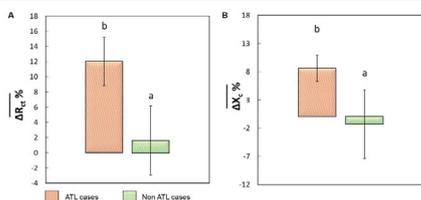


Fig. 3. Histograma de (A) la variación en la resistencia de transferencia de carga normalizada ($\Delta R_{ct}\%$) y (B) la variación en la reactancia de interfaz normalizada ($\Delta X_c\%$) para casos de LTA y casos no LTA. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

- La plataforma presentó una respuesta lineal para la resistencia de transferencia de carga (ΔR_{ct}) y la reactancia de interfaz (ΔX_c).
- Se establecieron condiciones óptimas de trabajo (dilución de suero 1/60 y concentración de extracto crudo de 180 $\mu\text{g/mL}$).
- La plataforma permite distinguir entre muestras de suero humano LTA y no LTA ($p < 0,05$).

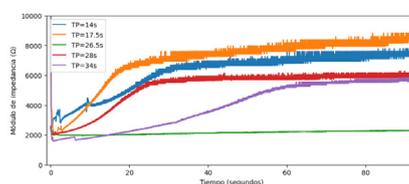


Fig. 4. $|Z|$ para muestras de plasma de 5 tiempos de protrombina diferentes

- El sistema desarrollado permite medir:
 - Módulo de impedancia en un rango entre 1-10 K Ω (rango esperado en el sensor) con alta linealidad y un error $< 2\%$, y
 - Crono-impedancia durante 3 minutos, considerando que los tiempos de protrombina esperados se encuentran en el orden de las pocas decenas de segundos.

CONCLUSIONES

Nuestro grupo desarrolla diferentes dispositivos POC para aplicaciones biomédicas, ambientales en aplicadas a agricultura. El dispositivo POC para la determinación de LTA permitió distinguir efectivamente entre muestras positivas y negativas de LTA. Para el caso del dispositivo para la determinación del tiempo de protrombina se realizó una primera evaluación de su desempeño con plasma de referencia empleando el sensor POC de papel. Se espera poder correlacionar a futuro, las mediciones de crono-impedancia con el tiempo de protrombina. Por otro lado, se está trabajando actualmente en el desarrollo de sensores para medir la señal eléctrica de las plantas, como medio para detectar el estado fisiológico de las mismas.

RECONOCIMIENTOS

Los autores reconocen y agradecen la financiación otorgada por: UNT, PIUNT-E626; ANPCyT- PICT-2017-2410; CONICET PIP-2022

Referencias:
Barrasa, D., Nanni, P., Bracamonte, M., Challe, R., Goy, C., Acuña, L., Marco, J. & Madrid, R. Simple and promising paper-based electrochemical platform for serological detection of American tegumentary leishmaniasis. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. Rio de Janeiro, Vol. 119: e230149, 2024.
Marcial Jais, F., Aleman, M., Madrid, R. (2023). Portable electronic system for electrochemical chrono-impedance measurement. *XXIV Congreso Argentino de Bioingeniería Y XIII Jornadas de Ing. Clínica - SABI 2023*. 3-6 de octubre. Bs. As., Argentina.



INTERACCIÓN SOCIAL ENTRE HUMANOS Y ROBOTS CON UTILIZACIÓN DE GESTOS

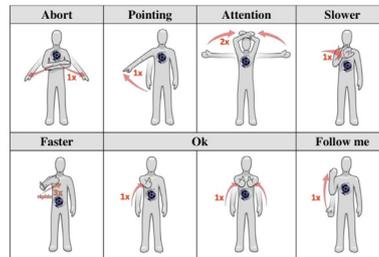
Freire, E.; Farfan, F.; Santillan, J.

UNT/FACET - Departamento de Bioingeniería - Laboratorio de Investigaciones en Neurociencias y Tecnologías Aplicadas (LINTEC/INSIBIO/CONICET) efreire@conicet.gov.ar

Metodología Enfocada en Frustración



Vocabulario de Gestos Intuitivos



Evaluación de las Métricas Propuestas

Tabla de Contingencia						Comparación de Métricas					
Gestures	Abort	Attention	Faster	Follow Me	Ok	Slower	Function	Gesture	Popularity	Confidence Value (%)	K
2	42	0	0	0	0	0	Abort	2	0.9882	0.0000	0.0000
5	17	2	4	0	15	36	Abort	5	0.2879	0.0000	0.4297
27	0	8	13	32	0	0	Abort	8	0.0885	0.0000	0.0000
28	0	23	0	0	0	0	Abort	8	0.0885	0.0000	0.0000
39	0	0	14	0	0	0	Abort	8	0.0885	0.0000	0.0000
43	0	0	1	1	22	1	Attention	26	0.2317	0.0000	0.0000
56	0	0	0	0	23	0	Attention	4	0.1807	0.0000	0.0000
							Attention	21	0.1776	0.0000	0.0000
							Attention	22	0.2000	0.0000	0.0000
							Faster	26	0.2317	0.0000	0.0000
							Faster	27	0.1886	0.0000	0.0000
							Faster	48	0.1885	0.0000	0.0000
							Faster	41	0.1796	0.0000	0.0000
							Faster	30	0.1332	0.0000	0.0000
							Faster	36	0.1886	0.0000	0.0000
							Faster	36	0.1768	0.0000	0.0000
							Faster	22	0.2768	0.0000	0.0000
							Faster	10	0.2204	0.0000	0.0000
							Faster	30	0.1332	0.0000	0.0000
							Ok	64	0.4443	0.7500	0.9051
							Ok	3	0.0000	0.0000	0.0000
							Ok	3	0.0000	0.0000	0.0000
							Ok	3	0.0000	0.0000	0.0000
							Ok	3	0.0000	0.0000	0.0000
							Ok	3	0.0000	0.0000	0.0000
							Slower	86	0.1882	0.0000	0.0000
							Slower	88	0.1338	0.0000	0.0000
							Slower	91	0.0901	0.0000	0.0000

- Se determina informando cuántos voluntarios asociaron cada gesto con un referente dado.
- El vocabulario obtenido es el mismo, independientemente de la métrica, y coincide con la tabla de contingencia.
- High Popularity > 0,10
- 0,10 ≤ Confidence Value ≤ 0,90
 - Bajo: Cr < 0,25
 - Mediano: 0,25 ≤ Cr < 0,50
 - Alto: Cr ≥ 0,50

Evaluación del Vocabulario

Function	Gesture	IL	Max-Consensus	Consensus Distinct Ratio	Consensus (emo)					
Abort	2	1,0000	0,9167	0,5263	0,8636	0,3106	0,0152	0,2536	0,3716	0,4970
Attention	28	1,0000	0,6667	0,4167	0,7121	0,2008	0,0000	0,1534	0,2401	0,3167
Faster	39	1,0000	0,4167	0,4400	0,4848	0,1235	0,0000	0,0912	0,1491	0,1987
Follow Me	27	1,0000	0,8333	0,5556	0,8030	0,2815	0,0000	0,2108	0,3224	0,3922
Ok	43 / 64	0,9854(0,0021)	0,9167	0,2414	0,9545	0,3282	0,0000	0,1663	0,4034	0,5803
Slower	5	1,0000	0,6667	0,3500	0,5909	0,1823	0,0000	0,1381	0,2178	0,2876
Mean		1,0000	0,7500	0,4284	0,7578	0,2412	0,0000	0,1821	0,2813	0,3545

- 0,04 ≤ Max-Consensus ≤ 0,52 (Morris, 2012)
- 0,05 ≤ Consensus (Jaccard) ≤ 0,45
- Max-Consensus medio = 0,267 (Morris, 2012)
- 0,00 ≤ Consensus Distinct Ratio ≤ 1,00 (Morris, 2012)
- Consensus Distinct Ratio medio = 0,399 (Morris, 2012)
- Moran-Ledesma (2021):
- 0,10 ≤ Consensus (Sorensen) ≤ 0,50
- 0,15 ≤ Consensus (Overlap) ≤ 0,60

Estudio de Identificación

Gestures		Referentes						
		Abort	Attention	Faster	Follow me	Ok 1	Slower	Ok 2
Abort	ABS	703	56	0	2	1	169	1
	%	86,89%	6,91%	0,00%	0,25%	0,12%	20,84%	0,12%
	ABS	35	184	23	28	5	14	20
Attention	ABS	4,32%	73,54%	2,84%	3,40%	0,82%	1,73%	2,47%
	%	0,37%	89,77%	23,77%	21,09%	0,00%	2,47%	1,11%
	ABS	1	31	548	492	1	4	4
Faster	ABS	0,37%	0,49%	25,77%	21,09%	0,00%	2,47%	1,11%
	%	0,10%	3,82%	67,87%	56,27%	0,12%	0,49%	0,49%
	ABS	48	77	7	10	801	2	705
Follow me	ABS	5,92%	9,49%	0,86%	1,23%	35,77%	0,37%	35,00%
	%	1,60%	4,00%	0,89%	12,40%	0,00%	33,99%	0,00%
	ABS	8	12	17	47	3	161	22
Other Option	ABS	0,98%	1,48%	2,10%	5,80%	0,37%	20,22%	2,71%
	%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%
	ABS	811	811	811	811	811	811	811
TOTAL	%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Evaluación de Intuidividad y Conforto

Referentes		Referentes						
		Abort	Attention	Faster	Follow me	Ok 1	Ok 2	Slower
Intuitiveness	1	32	63	60	19	23	24	81
	2	34	128	139	45	16	18	210
	3	52	145	146	90	26	25	152
	4	240	279	266	306	166	154	227
	5	453	193	200	351	580	590	131
	Weighted Mean	4,3	3,5	3,5	4,1	4,6	4,6	3,1
Confort	1	41	81	36	23	24	22	36
	2	34	206	53	16	8	32	67
	3	66	175	80	61	20	47	103
	4	285	211	328	271	139	218	332
	5	385	129	314	440	618	492	273
	Weighted Mean	4,2	5,1	4,0	4,3	4,6	4,4	3,8

Referencias:

- Wobbrock, J. O., Morris, M. R., & Wilson, A. D. (2009, April). User-defined gestures for surface computing. In Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems (pp. 1083-1092).
- Canuto, C., Freire, E. O., Molina, L., Carvalho, E. A., & Givigi, S. N. (2022). Intuitiveness Level: Frustration-Based Methodology for Human-Robot Interaction Gesture Elicitation. *IEEE Access*, 10, 17145-17154.
- MORRIS, Meredith Ringel. Web on the wall: insights from a multimodal interaction elicitation study. In: Proceedings of the 2012 ACM international conference on Interactive tabletops and surfaces. 2012, p. 95-104.
- Moran-Ledesma, Marco, Oliver Schneider, and Mark Hancock. "User-defined gestures with physical props in virtual reality." *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction* 5.ISS (2021): 1-23.

ABLACIÓN LÁSER PARA LA FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS MICROFLUÍDICOS DE BAJO COSTO

Bressán, F.¹; Vázquez, A.¹; Madrid, R.E.¹; Goy, C.B.^{1,2}

¹Laboratorio de Medios e Interfaces (LAMEIN), DBI FACET-UNT, INSIBIO-CONICET, Av. Independencia 1800, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina

²Instituto de Investigaciones de Bioingeniería (IIBI). FI-Universidad del Norte Santo Tomas de Aquino, Yerba Buena, Tucumán, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Los dispositivos microfluídicos han contribuido al desarrollo tecnológico en diversas áreas de la ingeniería, biomedicina y biotecnología. No obstante, los materiales y los procesos de fabricación asociados resultan costosos en cuanto a tiempo y equipamiento, lo cual limita su accesibilidad. En este estudio, se propone el uso de la técnica de ablación láser [1] y materiales de bajo costo para la fabricación de dispositivos microfluídicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

EQUIPAMIENTO: Grabadora láser Neje® DK-8-KZ (405 nm/1500 mW) y su respectivo software.

MATERIALES: Símil acetato cristal, film de PVC polimérico, PVC autoadhesivo, cinta para embalaje y cinta bifaz.

PROCEDIMIENTO: a) Diseño de un patrón de ocho canales de diferente espesor (Fig. 1), b) ablación láser, c) limpieza de canales, d) montaje sobre portaobjetos de vidrio y e) recubrimiento con PVC autoadhesivo (Fig. 2).

EVALUACIÓN: Se evaluó la funcionalidad de los canales para conducir fluidos por capilaridad (transporte pasivo de líquidos) [2]. Se introdujo agua teñida y se midió el tiempo necesario para que recorriera 2,2 cm (largo del canal).

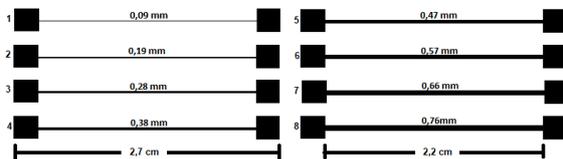


Fig. 1. Diseño de canales microfluídicos.



Fig. 2: Disposición de PVC autoadhesivo (representado en rojo) sobre los canales microfluídicos, parte del inlet y del outlet se deja al descubierto para el correcto funcionamiento de los mismos.

RESULTADOS

En el proceso de diseño y fabricación de dispositivos microfluídicos, se logró la ablación láser en símil acetato cristal, film de PVC y PVC autoadhesivo, pero no en cinta para embalaje ni cinta bifaz. Se emplearon 18 minutos y 14 segundos para la ablación del patrón de ocho canales. Los resultados se ejemplifican en las figuras 3 y 4.



Fig. 3: Canales formados en dos capas de PVC autoadhesivo a partir de ablación láser antes del post-procesado.

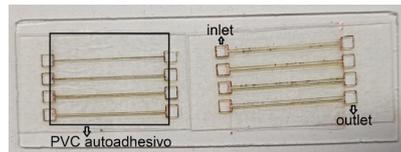


Fig. 4: Chip microfluídico conformado a partir de una capa de símil acetato cristal, adherida a un portaobjetos y sellado con una tapa de PVC autoadhesivo.

Las pruebas de capilaridad se realizaron en símil acetato cristal, PVC polimérico y PVC autoadhesivo. Se observó que el fenómeno de capilaridad ocurrió en todos los canales, incluyendo variantes de capas. El símil acetato cristal mostró un flujo de fluido más rápido, mientras que el PVC autoadhesivo presentó el mayor tiempo de capilaridad. Las mediciones indicaron tiempos de capilaridad en los canales 1 y 2 superan los 45 minutos, mientras que en el resto de los canales, el tiempo varió entre 6 segundos hasta y 2210 segundos.

El uso de programas de diseño y software, junto con la grabadora láser, posibilita la creación de canales microfluídicos complejos y con variadas geometrías (Fig. 5).

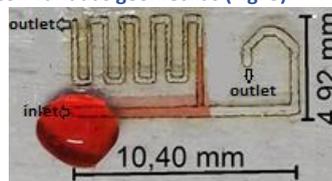


Fig. 5: Chip microfluídico con un inlet y dos outlets.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran la funcionalidad de los dispositivos fabricados y su capacidad para aprovechar el fenómeno de capilaridad para el bombeo pasivo de fluidos. Se concluye que es posible reducir los costos de la producción de dispositivos microfluídicos que aprovechen el fenómeno de capilaridad, logrando que los mismos sean más accesibles en entornos de investigación y para aplicaciones prácticas.

REFERENCIAS

- [1] Rodríguez CF, Andrade-Pérez V, Vargas MC, Mantilla-Orozco A, Osma JF, Reyes LH and Cruz JC (2023) Breaking the clean room barrier: exploring low-cost alternatives for microfluidic devices.
- [2] Contreras-Saenz, M. (2015). Diseño y fabricación mediante ablación láser de un dispositivo microfluídico sobre PCB con biosensor integrado.

AGRADECIMIENTOS. Este trabajo fue financiado por PIP 2022 (CONICET) y PIUNT 26/E626 de la Secretaría de Ciencia, Arte e Innovación Tecnológica (SCAIT, UNT).

MICROFLUÍDICA, HIDROGELES Y MICROAGUJAS: UNA COMBINACIÓN PODEROSA

Goy, C.B.^{1,2}; Bressán, F.¹; Gramajo, P.¹; Duport Bru, A.¹; Vázquez, A.¹ y Madrid, R.E.¹

¹Laboratorio de Medios e Interfaces (LAMEIN), DBI FACET-UNT, INSIBIO-CONICET, Av. Independencia 1800, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina

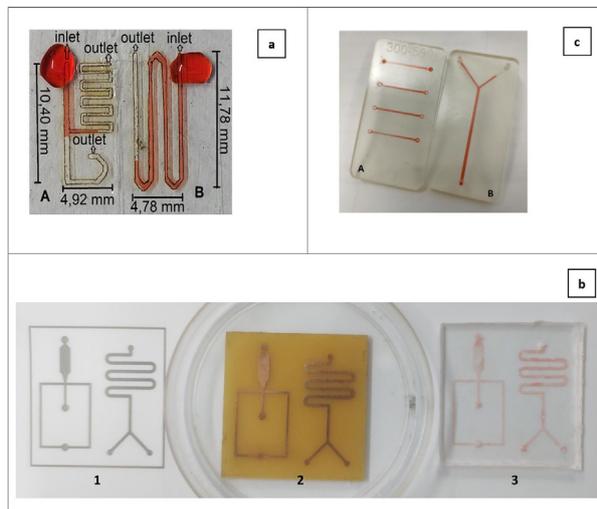
²Instituto de Investigaciones de Bioingeniería (IIBI). FI-Universidad del Norte Santo Tomas de Aquino, Yerba Buena, Tucumán, Argentina.

MICROFLUIDICA

Permite la integración, automatización y paralelismo de procesos (bio)químicos dentro de pequeños dispositivos, reduciendo sustancialmente el volumen de la muestra, el uso y costo de reactivos

HIDROGELES

Polímeros con amplia aplicación biomédica debido a que poseen propiedades de gran interés: biocompatibilidad, respuesta activa a estímulos, capacidad de almacenamiento de entidades biológicas, gran similitud estructural con los tejidos y la matriz extracelular, entre otras.



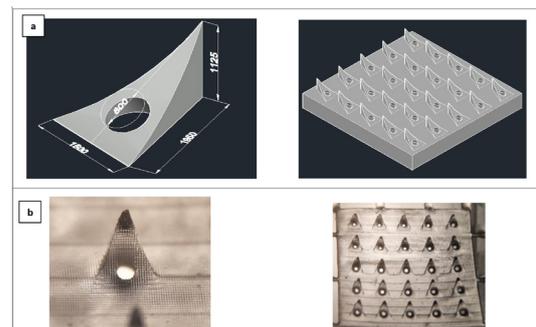
a. Ejemplos de chips microfluídicos obtenidos en láminas adhesivas caladas con geometría de precisión mediante corte micrométrico láser b. Etapas del proceso de fabricación de un chip microfluídico mediante la realización de un molde en PCB: (1) impresión del patrón de canales en papel satinado, (2) transferencia de la tinta a la placa mediante calor y remoción química del cobre para obtener el master, (3) chip obtenido en PDMS a partir del molde. c. Chips obtenidos por el método de estereolitografía. En todos los casos, a los chips se les hizo circular agua con colorante rojo para una mejor visualización de las microestructuras.

El grupo trabaja en la combinación de estas tecnologías para: a) la fabricación de un dispositivo microfluídico/microelectrónico que sea capaz de extraer fluidos corporales (sangre y/o líquido intersticial), a través de microagujas y elementos activos desarrollados con hidrogeles estímulo sensibles. Se utilizará para sensar un analito de interés y suministrar una terapia en respuesta al resultado del sensado, funcionando así como un dispositivo médico miniaturizado terapéutico in-situ; b) el desarrollo de dispositivos microfluídicos para la medición de pH en envases inteligentes, y c) para la generación de microcápsulas con uso en la industria farmacéutica.

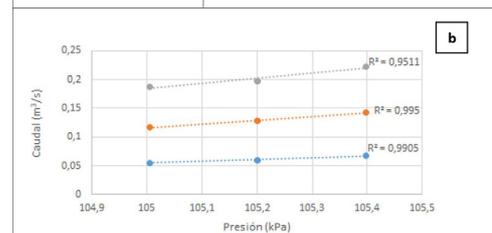
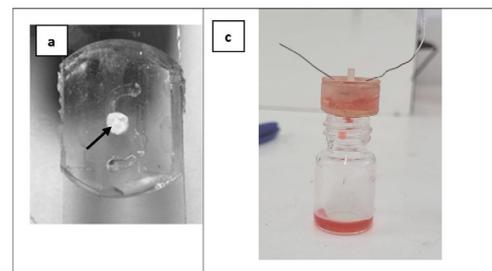
AGRADECIMIENTOS. Este trabajo fue financiado por PIP 2022 (CONICET) y PIUNT 26/E626 de la Secretaría de Ciencia, Arte e Innovación Tecnológica (SCAIT, UNT).

MICROAGUJAS HUECAS

Agujas de diámetro y longitud del orden del micrón que poseen un lumen interno para permitir el pasaje de fluidos en su interior. Son sumamente interesantes para aplicaciones de diagnóstico del tipo point-of-care, ya que son mínimamente invasivas y prácticamente no causan dolor.



a. Diseño en software de las microagujas a imprimir con sus dimensiones. b. Resultados de la impresión en resina biocompatible.



a. Dispositivo microfluídico con válvula de hidrogel incorporada b. Representación gráfica de los valores de caudal vs. presión obtenidos para el dispositivo (azul: válvula en estado "OFF", naranja: estado "ON" y gris: comportamiento de la bomba eléctrica conectada a un chip sin válvula) c. Bomba impresa en resina con alambre de nicrom e hidrogel en su interior, en el recipiente inferior se puede observar el líquido liberado por el hidrogel al calentarse.

REFERENCIAS

- [1] Rodríguez, C.F., Andrade-Pérez, V., Vargas, M.C., Mantilla-Orozco, A., Osma, J.F., Reyes, L.H. and Cruz, J.C. (2023). Breaking the clean room barrier: exploring low-cost alternatives for microfluidic devices.
- [2] Goy, C. B., Challe, R. E., & Madrid, R. E. (2019). Microfluidics and hydrogel: A powerful combination. *Reactive and Functional Polymers*, 145, 104314.

PERFIL ELECTROFISIOLÓGICO-MECÁNICO DEL EJERCICIO FÍSICO.

Gerez, G.; Cano, L.; Parajón Vísido, M.; Farfán, F.

Laboratorio de Investigación en Neurociencia y Tecnologías aplicadas. Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO-CONICET).

Facultad de Educación Física. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología.

Universidad Nacional de Tucumán.

gonzalodanielgerez@gmail.com

Introducción: El comando motor de los movimientos voluntarios baja desde centros nerviosos superiores hasta la fibra muscular. La orden motora llega a un conjunto de músculos con una dinámica intrínseca específica, generando, y ajustando el movimiento deseado, así los músculos toman diferentes roles en función de un objetivo motor. A su vez, el comando motor puede verse afectado según las condiciones en las que se ejecuta un ejercicio, o ante la presencia de una disfunción mecánica, como en el caso de diferentes desórdenes musculoesqueléticos y diskinesias (Škarabot, 2020). Son escasos los estudios que han tenido en cuenta parámetros electrofisiológicos que establezcan con claridad índices de referencia para caracterizar con exactitud el ejercicio físico y la coordinación muscular en diferentes condiciones.

El análisis electromiográfico aunque ha sido diverso (Humprey, 2005; Chiou, 2018) comúnmente se ha centrado en la amplitud y la frecuencia, esto probablemente sea una simplificación que omite algún mecanismo subyacente importante del comando motor (Folland, 2007), debido a los desafíos que implica captar la "activación neural" (Siddique, 2020). Los últimos hallazgos sobre la coherencia intermuscular (IMC) medida a través de la señal EMG promete ser una herramienta interesante en el campo de la rehabilitación y el rendimiento deportivo (Boonstra, 2013), ya que nos permitiría analizar como los músculos reciben esa orden motora, proveniente de centros nerviosos superiores y que papel asumen en la actividad motriz desde una perspectiva global, comprendiendo su función desde el movimiento y no como unidades aisladas.

Objetivo: Analizar y establecer biomarcadores electrofisiológicos de la actividad musculoesquelética que permitan establecer criterios de eficiencia y eficacia del ejercicio físico realizado en condiciones normales y de disfunción mecánica.

Métodos y Materiales: Las señales de EMG serán obtenidas de los músculos activamente involucrados en la ejecución de movimientos articulares. Se emplearán diversas condiciones de movimiento, como la adición de cargas externas y aumento en la velocidad de ejecución. Para captura de movimiento de alta precisión se utilizará un transductor de posición lineal. Se analizará la señal EMG de forma multivariada permitiendo así establecer comparaciones con los parámetros cinéticos y las distintas condiciones experimentales.



Imagen 1. Perfil electrofisiológico-mecánico del ejercicio físico. Set up experimental de los ejercicios físicos.

Resultados esperados: La actividad motora podría cuantificarse mediante biomarcadores electrofisiológicos, facilitando el monitoreo de los procesos de planificación, ejecución y control.

El análisis neurofisiológico permitiría caracterizar las distintas variables del ejercicio físico e identificar patrones disfuncionales asociados a desórdenes musculoesqueléticos, proporcionando referencias útiles de eficiencia y eficacia.

Esto posibilitaría el desarrollo de tecnologías que modernizarían la planificación, seguimiento y evaluación de programas de entrenamiento y rehabilitación.

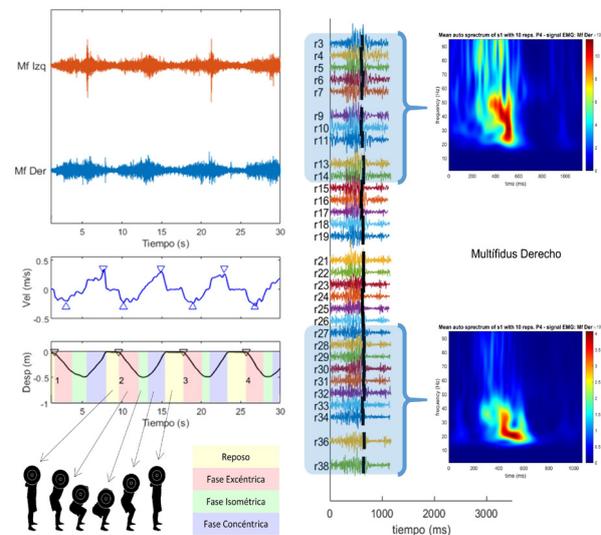


Imagen 1. Perfil electrofisiológico-mecánico del ejercicio físico. Análisis de variables cinemáticas y electrofisiológicas en un ejercicio.

Referencias

- Humphrey, A. R., Nargol, A. V. F., Jones, A. P. C., Ratcliffe, A. A., & Greenough, C. G. The value of electromyography of the lumbar paraspinal muscles in discriminating between chronic-low-back-pain sufferers and normal subjects. *European Spine Journal*, 14(2), 175–184. 2004.
- Chiou, S. Y., Koutsos, E., Georgiou, P., & Strutton, P. H. Association between spectral characteristics of paraspinal muscles and functional disability in patients with low back pain: a cohort study. *BMI Open*, 8(2). 2018.
- Siddique, U., Rahman, S., Frazer, A. K., Pearce, A. J., Howatson, G., & Kidgell, D. Determining the Sites of Neural Adaptations to Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 50(6), 1107-1128. 2020.
- Škarabot, J., Brownstein, C. G., Casolo, A., Del Vecchio, A., & Ansdell, P. (2020). The knowns and unknowns of neural adaptations to resistance training. *European Journal Of Applied Physiology*, 121(3), 675-685. 2020.
- Folland, J. P., & Williams, A. G. The Adaptations to Strength Training. *Sports Medicine*, 37(2), 145-168. 2007.
- Boonstra, T. W. The potential of corticomuscular and intermuscular coherence for research on human motor control. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7. 2013.



DOSIFICACIÓN DE OXÍGENO A PARTIR DE AIRE ENRIQUECIDO MEDIANTE SEPARACIÓN POR ADSORCIÓN

Roldan Francisci, J.G. ²; Saracho, R.N. ¹; Guillen, M.J. ²; Madrid, R.E. ²; Ávila, A.M. ¹

¹ Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial. Instituto de Química del Noroeste Argentino (INQUINOA), UNT-CONICET. aavila@herrera.unt.edu.ar

² Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Departamento de Bioingeniería, Laboratorio de Medios e Interfases (LAMEIN) e Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), UNT-CONICET. rmadrid@herrera.unt.edu.ar

INTRODUCCIÓN y OBJETIVOS

La importancia de una alternativa a los procesos de destilación criogénica para la obtención de oxígeno es primordial, no solo debido a la complejidad del proceso en sí, sino también los elevados costos y la logística relacionados con el mismo. Se busca crear una alternativa mediante un microdispositivo capaz de suministrar una cantidad constante de aire enriquecido apuntando a aplicaciones donde la dosificación de cantidades controladas de oxígeno es de suma importancia. Por ejemplo, el suministro de oxígeno es importante en tratamiento de heridas crónicas en tejidos, para acelerar su recuperación. Así también, en el área de ingeniería de tejidos, los biorreactores de crecimiento celular, requieren suministro de oxígeno controlado.

ADSORCIÓN POR MATERIALES ZEOLÍTICOS



Fig. 1 Materiales zeolíticos como tamiz molecular.

Propiedades de los materiales zeolíticos

- Estructura porosa del material facilita la difusión.
- Selectividad para el nitrógeno frente al oxígeno.
- Procesos basados en adsorción para producción de oxígeno.
- Apto para procesos de temperatura y presión como TSA y PSA.

MODULO DE EVALUACIÓN

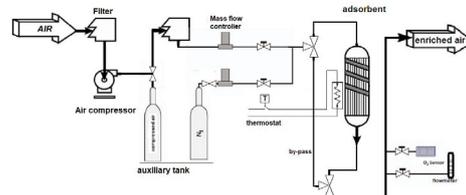


Fig. 2 Diagrama representativo del módulo utilizado en la evaluación del proceso

Materiales utilizados durante la etapa de pruebas:

- Controladores de flujo
- Sistema con cinta calefactora para la etapa de regeneración
- Sensor de Oxígeno conectado a la salida para registro de datos
- Cilindros para almacenamiento de gases
- Caudalímetro volumétrico de gases para el monitoreo de la corriente de salida.

RESULTADOS OBTENIDOS

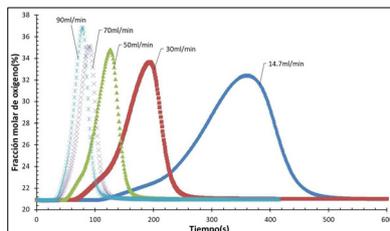


Fig. 3. Variación del porcentaje de O₂ obtenido a la salida usando distintos caudales de alimentación de aire.

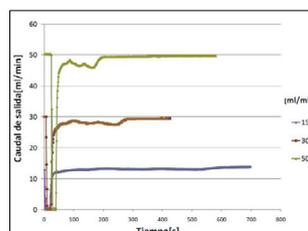


Fig. 4. Variación del caudal volumétrico total a la salida de la columna a distintos caudales de ingreso de aire.

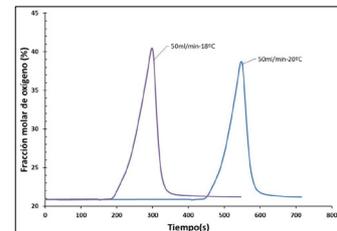


Fig. 5 Variación del porcentaje de oxígeno con la temperatura

- El pico de concentración de O₂ se ensancha a medida que el caudal de alimentación de aire es menor.
- El monitoreo del caudal volumétrico total a la salida, junto con la concentración de oxígeno, nos permite saber la cantidad real de oxígeno que puede suministrar el sistema.
- Factor a tener en consideración para el escalado.
- A menor temperatura de enfriamiento del material adsorbente, mayor porcentaje de oxígeno.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las pruebas de concepto mostraron valores cercanos al 40% en la concentración de oxígeno a la salida del sistema. Esto refleja que es posible diseñar microdispositivos que permitan dosificar aire enriquecido en oxígeno para aplicaciones específicas mediante un método de adsorción/desorción rápida por cambio de temperatura (TSA).

RECONOCIMIENTOS

Los autores reconocen y agradecen la financiación otorgada por: UNT, PIUNT-2022- E705; ANPCyT, PRESTAMO BID – PICT-2017-2410; CONICET, PIP-2022-Dra Madrid

Referencias:

- Shi, M., Ávila, A. M., Wu, L., Sawada, J. A., Kuznicki, T., & Kuznicki, S. M. (2013). Air separation by silver titanosilicate with enhanced density. *Separation and Purification Technology*, 118, 794-800.
- Eriksson, T., & Kiros, Y. (2014). Temperature swing adsorption device for oxygen-enriched air. *Journal of Cleaner Production*, 76, 174-179.
- Araoz, M. E., Madrid, R. E., & Ávila, A. M. (2024). Enriching and controlling the CO₂ concentration level in indoor farming through electroactive 13X-filled biocarbon tubular elements. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 12(3), 112502

EFFECTO DEL EJERCICIO FÍSICO EN LA RESPUESTA COGNITIVO MOTRIZ DE PERSONAS CON DIABETES MELLITUS TIPO 1

García, M.S.; Farfán, F.D.; Cano, L.A.

Laboratorio de Investigación en Neurociencia y Tecnologías aplicadas. Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO-CONICET). Facultad de Educación Física. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Tucumán.

maria.garcia@facdef.unt.edu.ar

Introducción. La estructura y función del cerebro en personas con diabetes mellitus 1 (DM1), puede verse afectada de manera negativa y creciente en el tiempo. El control metabólico inadecuado, hipoglucemias e hiperglucemias, alteran la conectividad funcional entre regiones cerebrales separadas espacialmente. El funcionamiento cognitivo en personas con DM1 se ve alterado por la existencia de factores de riesgo vinculados a la patología, entre ellos se encuentran: los factores específicos (hiperglucemia e hipoglucemia, complicaciones microvasculares), factores de coexistencia de la diabetes (hipertensión, accidente cerebrovascular), factores genéticos, demográficos y de estilo de vida. En particular las funciones cognitivas (procesamiento de la información, razonamiento, atención, lenguaje) y ejecutivas (planificación, secuenciación, inicio, monitoreo e inhibición de conductas complejas) se ven comprometidas y con ello la autogestión de la DM1.

La actividad física (AF) previene y retrasa los efectos degenerativos en el sistema nervioso causados por DM1, mejorando las funciones cognitivas y ejecutivas. El ejercicio intermitente de alta intensidad (HIIT) puede ser una herramienta para evitar la hipoglucemia causada por AF e inducir la secreción del factor neurotrófico derivado del cerebro y el factor de crecimiento similar a la insulina-1, ambos indispensables para el correcto funcionamiento del sistema neuromuscular. Ellos se reducen en pacientes con DM1, suelen asociarse a atrofia muscular y neuropatías progresivas.

Los efectos neurodegenerativos que se expresan en el dominio cognitivo y en la función ejecutiva, en personas con DM1 son altamente probables. Sin embargo, surge el cuestionamiento de si existe la posibilidad de modificarlos o reducirlos a través de intervenciones de actividades físicas planificadas. Mediante este trabajo se busca explorar los efectos de una intervención de ejercicio físico a través de la respuesta cognitiva y motriz en personas con DM1. La hipótesis plantea que la actividad neuromotora es posible de ser cuantificada a través del monitoreo de la actividad electrofisiológica cortical y muscular. Mediante la observación de dichos biomarcadores, es posible monitorear los efectos del ejercicio físico en la respuesta cognitivo-motriz en personas con DM1 utilizando biomarcadores electrofisiológicos. El objetivo reside en establecer biomarcadores electrofisiológicos que posibiliten acceder a información de la actividad eléctrica cortical y muscular, a fin de examinar la asociación entre el HIIT y las funciones cognitivas y ejecutivas en personas con DM1.

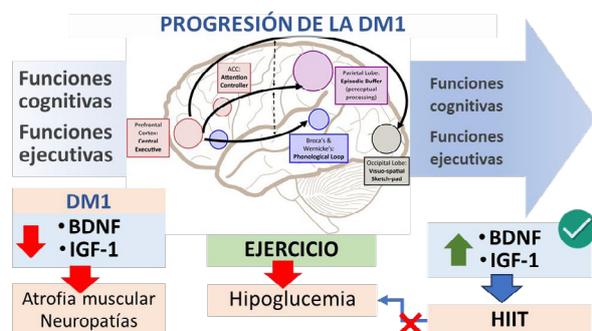


Figura 1. Progresión de la diabetes tipo 1 en relación a las funciones cognitivas y ejecutivas posibles efectos del HIIT.

Materiales y métodos. Se incluirán en el estudio a personas con diagnóstico de DM1 y sin comorbilidades que reciban terapia de insulina (basal y bolo) administrada mediante inyecciones y contar con sistemas de monitoreo continuo de glucemia. La muestra será estratificada según la edad, lateralidad, antigüedad en el debut diabético, valores de HbA1c, el tiempo en rango. Se contará además con un grupo control sin diagnóstico de DM1, emparejado por edad, sexo y lateralidad.

Se evaluarán funciones cognitivas y ejecutivas en personas con DM1 y grupo control sano mediante protocolos específicos, tomando registros de electroencefalografía: en primer lugar se realiza el testeo funcional, posteriormente se aplica una secuencia de HIIT, para finalizar con un nuevo testeo de funciones cognitivas y ejecutivas. Se registrarán la glucemia capilar (pre, intra y post test) e intersticial (24hs previas y 48hs post test). Para establecer patrones de conectividad funcional (corticomuscular e intermuscular), se adquirirán señales musculares (EMG) y corticales (EEG), en grupo de personas con diabetes y grupo control durante las tres etapas del experimento. El efecto de propuestas de ejercicios bajo la modalidad HIIT, se valorará mediante la respuesta cognitivo-motriz, utilizando la conectividad funcional como biomarcador.

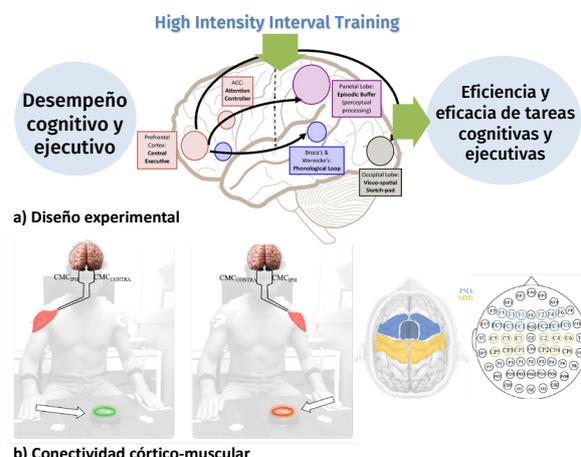


Figura 2. a) Diseño experimental para evaluar las funciones ejecutivas y cognitivas en personas con Dbt1. b) Adquisición de señales de conectividad funcional intermuscular (EMG) y cortical (EEG) y su combinación.

Resultados esperados. Como resultados se espera observar patrones específicos en la conectividad córticomuscular en personas con DM1 en relación al estado de control glucémico y progresión de la patología. Asimismo, que las propuestas de ejercicios bajo la modalidad HIIT, presenten efectos positivos en la respuesta cognitivo-motriz y en los patrones de conectividad funcional que se traduzcan en mejoras en funciones ejecutivas y cognitivas en estos pacientes.

Referencias

- Lu, X., & Zhao, C. (2020). Exercise and Type 1 Diabetes. *Advances in experimental medicine and biology* 1228, 107-121. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1792-1_7
- Cameron, F. J., Northam, E. A. (2019). The effect of type 1 diabetes on the developing brain. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 3(6), 427-436.
- Żebrowska, A., Hall, B., Maszczyk, A., Banaś, R., & Urban, J. (2018). Brain-derived neurotrophic factor, insulin like growth factor-1 and inflammatory cytokine responses to continuous and intermittent exercise in patients with type 1 diabetes. *Diabetes research and clinical practice*, 144, 126-136. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2018.08.018>

POSTERS

CONSTRUCCIONES Y OBRAS CIVILES



ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL COMPORTAMIENTO DE UN EDIFICIO PATRIMONIAL DE MAMPOSTERÍA

Moreno, G. ¹, Almenar, M., Gutiérrez, S.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Construcciones y obras civiles. Instituto de Estructuras Ing. Arturo M. Guzmán. malmemar@herrera.unt.edu.ar. <https://orcid.org/0000-0003-0721-7395>

Resumen y Objetivos

El análisis estructural de edificios históricos de mampostería es esencial para conservar el patrimonio cultural y garantizar la seguridad pública. Estos edificios a menudo enfrentan problemas de integridad. Este trabajo se enfoca en analizar elementos de mampostería de edificios patrimoniales mediante modelos numéricos para comprender su comportamiento. También se lleva a cabo un análisis de tensiones y deformaciones de la bóveda de la Sacristía del Templo de San Francisco. El objetivo principal es comprender su funcionamiento estructural y reproducir su patrón actual de fisuración. La herramienta numérica utilizada es el programa ANSYS Workbench.

Análisis de Arcos y Bóvedas de Mampostería

Se iniciaron las pruebas con la herramienta numérica rezando ejemplos simples de los cuales se tiene solución analítica, como es el caso del arco de medio punto. Luego se analizaron tipologías más complejas de arcos, para finalmente analizar tipologías de bóvedas.

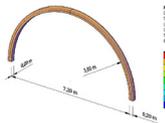


Fig. 1: Geometría de arco de medio punto y deformada.

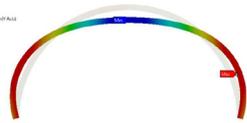


Fig. 2: Geometría de arco ojival y deformada.

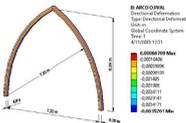


Fig. 3: Geometría de arco ojival rebajado y deformada.

Valores	Analítico	Computacional
Reacción Vertical: V [N]	4103,75	4103,70
Reacción Horizontal: H [N]	1306,26	1305,80
Desplazamiento [m]	-3,84E-3	-4,32E-03
Tensión: σ [Pa]	-5,32E+05	-5,38E+05

Tab. 1: Comparación analítica y numérica para arco de medio punto.

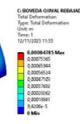
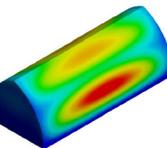


Fig. 4: Bóveda ojival rebajada y deformada.

Caso de estudio: Sacristía del Templo San Francisco

El trabajo inició con un relevamiento y verificación de planos de este sector del templo. Luego, esta información fue volcada en el modelo numérico realizado para la bóveda. Es estudio se centró en la compresión del funcionamiento estructural en el estado inicial del edificio. También, se buscó reproducir el patrón de fisuras que presenta la bóveda mediante la aplicación de descenso de apoyos en una esquina, utilizando un modelo no lineal.



Fig. 5: Interior de la sacristía.



Fig. 6: Medición de fisuras.

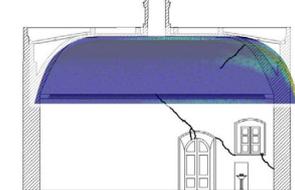
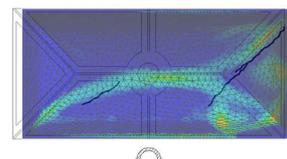


Fig. 9: Fisuras modeladas vs relevadas.

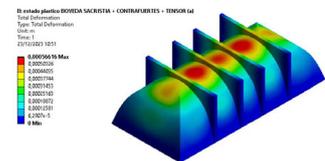


Fig. 7: Mapa de desplazamientos de la bóveda.

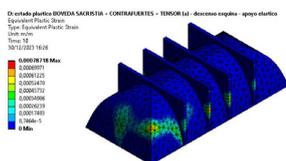


Fig. 8: Fisuración por descenso de esquina.

Conclusiones

Del análisis de arcos y bóvedas se concluye: (1) Se obtuvieron buenos resultados en base a los estudios analíticos y numéricos sobre el arco de medio punto y las bóvedas. (2) En base a los modelos numéricos, se encontró menores solicitaciones y deformaciones a medida que la forma de los arcos se asemeja a la línea de empuje.

Del análisis del caso de estudio se concluye: (1) El modelo reproduce de forma aproximada el estado actual de la bóveda. (2) Los parámetros materiales empleados en el análisis numérico posibilitaron una configuración próxima al cuadro de fisuración presente en la bóveda. (3) El estudio del asentamiento diferencial existente en la esquina se pone en evidencia como una de las principales causas del cuadro de fisuración en la bóveda.

FALLA DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS

Etse, G.; Vrech, S.; Caggiano, A.; Ripani, M.; Folino, P.

Centro de Métodos Numéricos y Computacionales en Ingeniería (CEMNCI)
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.
svrech@herrera.unt.edu.ar

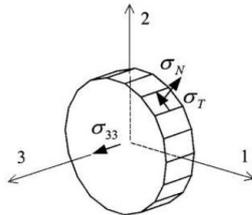
OBJETIVOS

- Análisis de la falla del **hormigón** mediante **modelos constitutivos** no locales.
- Evaluación de los **efectos de la temperatura** sobre el comportamiento y modos de falla.

TEORÍAS CONSTITUTIVAS DESARROLLADAS

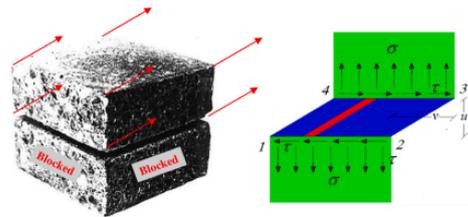
MODELOS CONTINUOS

- Basados en Teorías de Microplanos
- Sometidos a altas temperaturas



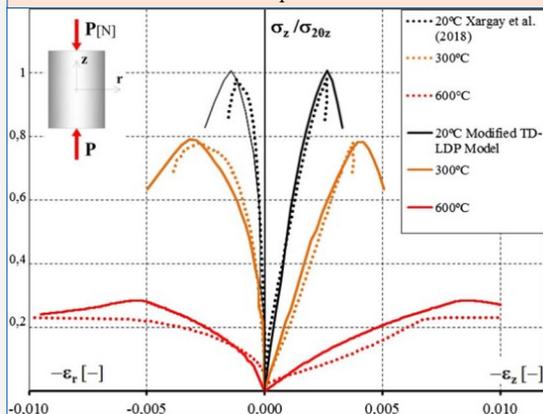
MODELOS DISCONTINUOS

- Basados en Elementos de Interface
- Materiales compuestos, a temperatura ambiente

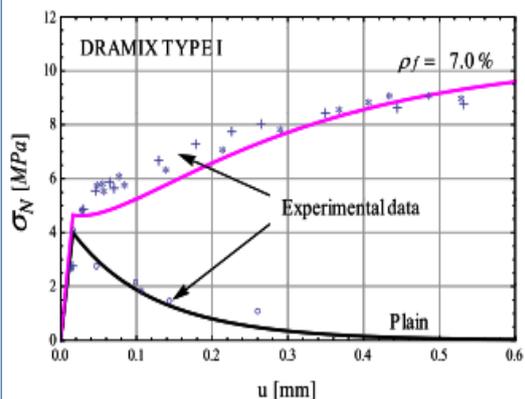


PRINCIPALES RESULTADOS: SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DE EF

- Ensayo de compresión uniaxial
- Probetas de hormigón simple
- Altas temperaturas



- Ensayo de tracción uniaxial
- Probetas de hormigón reforzado con fibras de acero
- Temperatura ambiente



PUBLICACIONES: Vrech S., Ripani M., Folino P., Etse G. (2023) Failure localization analysis of concrete subject to high temperatures, MECOM 2023: XXXIX Congreso Argentino de Mecánica Computacional, Primer Congreso Argentino-Uruguayo de Mecánica Computacional. Mecánica Computacional Vol XV, 855-864. Concordia, Argentina.

Caggiano, A., Vrech, S., Etse, G. (2023) Discontinuous bifurcation of FRCC with zero-thickness interface modelling, *Mechanics Research Communications*, 129, doi: <https://doi.org/10.1016/j.mechrescom.2023.104088>

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Falla de materiales cuasi-frágiles y de estructuras considerando BIM. (PIUNT E754). SCAIT-UNT.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



diciV Departamento de Ingeniería Civil



PhD Risk and Sustainability in Civil, Architectural and Environmental Engineering Systems

EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE ESTRUCTURAS INDUSTRIALES MEDIANTE TECNOLOGÍAS AVANZADAS

Barboza, P.^{1,2}, Martinelli, E.², Barba, S.², Vrech, S.¹, Di Filippo, A.², Labanda, N.¹, Etse, G.¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Construcciones y Obras Civiles. CEMNCI.

²Università degli Studi di Salerno, Departamento de Ingeniería Civil. DICIV.

PBARBOZA@UNISA.IT

Degradación de estructuras industriales



Fig. 1. Torre de precalentamiento con elementos estructurales degradados

Severas condiciones de carga durante su vida útil

Necesidad de mantenerlas en condiciones, operativas y de seguridad

Monitoreo, modelación y predicción de la evolución de la degradación y condiciones de seguridad



Fig. 2. Metodología BIM para proyectos de gran envergadura.

Materiales y métodos

- ✓ Inspección visual con drones (UAV) y escaneo láser.
- ✓ Ensayos no destructivos.
- ✓ Ensayos destructivos.
- ✓ Métodos computacionales: Método de Elementos Finitos (FEM).



Fig. 3. Flujo de trabajo para adquisición de datos



Fig. 4. Acelerómetros para ensayos dinámicos no destructivos

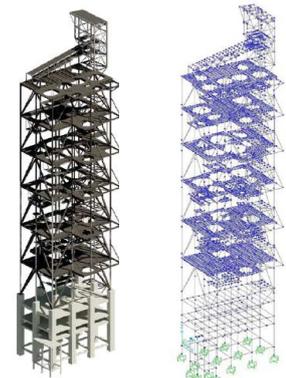


Fig. 5. Modelación y análisis estructural con FEM

Tecnologías avanzadas para garantizar la seguridad estructural

- Determinación del daño en las torres de precalentamiento.
- Análisis numérico para evaluar la integridad estructural y el estado de seguridad de las torres de precalentamiento.
- Optimizar la obtención de datos estructurales mediante sensores integrados para la creación de DT (Digital Twin), implementando la metodología BIM (Building Information Modeling).
- Proponer refuerzos estructurales y reparaciones específicas basadas en los análisis realizados.

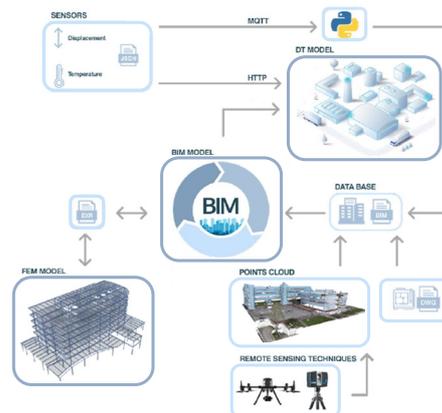


Fig. 6. Flujo de trabajo entre BIM, FEM y DT.

Información de contacto
Paula Barboza



MODELO DE ADHERENCIA PARA LA INTERFAZ ENTRE HORMIGONES CONVENCIONALES Y REFUERZOS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS

Bianchi, S. ; Isla, F.

Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Instituto de Estructuras. CONICET. sebastian.bianchi.latina@gmail.com

INTRODUCCIÓN

HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS

Un hormigón reforzado consiste en una base o sustrato de hormigón "viejo", y un refuerzo de hormigón reforzado con fibras (HRF). Presenta ciertas ventajas:

- Evita la fractura frágil en la interfaz de refuerzo.
- Mayor resistencia en tracción y mayor ductilidad.
- Mayor capacidad de absorción de energía sin fragmentación.
- Mayor resistencia a cargas explosivas. Experimentalmente se observa (Fig. 1) que el plano de unión no coincide siempre con el de falla, y ello se debe en gran medida al aporte de las fibras.

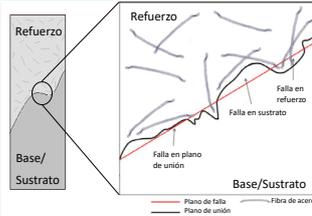


Fig. 1: Esquema de interfaz de refuerzo de hormigón.

MARCO TEÓRICO, MODELACIÓN DE INTERFAZ

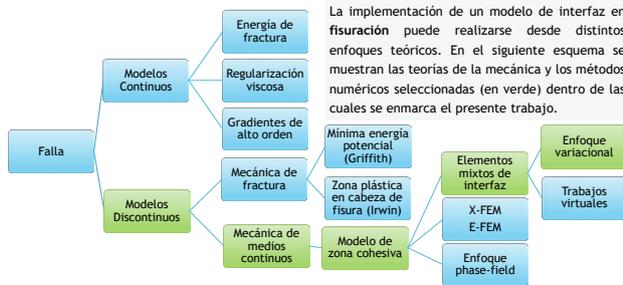


Fig. 2: Esquema de enfoques teóricos seleccionados para la modelación de la falla.

OBJETIVOS

Desarrollar una herramienta numérica que modele el comportamiento de la unión entre el hormigón viejo y la capa de refuerzo, contemplando el problema de adherencia.

METODOLOGÍA

ENFOQUE LAGRANGEANO AUMENTADO

La deducción matemática de los elementos finitos de interfaz parte de la aplicación del método de minimización de la energía potencial del sistema y que luego deriva en un funcional lagrangiano, al incorporar el salto en la interfaz como restricción al problema en un dominio continuo.

Energía potencial total:

$$E_{pot}(u_i) = E_{el}(u_i) + E_{fr}(\llbracket u_i \rrbracket) - W_{ext}(u_i)$$

Energía elástica de deformación:

$$E_{el}(u_i) = \int_{\Omega \cup \Gamma} \Phi(\epsilon_{kl}(u_i)) d\Omega$$

Energía cohesiva:

$$E_{fr}(\llbracket u_i \rrbracket) = \int_{\Gamma} \Pi(\llbracket u_i \rrbracket) d\Gamma$$

Funcional lagrangiano aumentado:

$$L_r(u_i, \delta_i, \lambda_i) = E_{pot}(u_i, \delta_i) + \int_{\Gamma} \lambda(\llbracket u_i \rrbracket - \delta_i) d\Gamma + \int_{\Gamma} \left(\frac{\lambda}{2}\right) (\llbracket u_i \rrbracket - \delta_i)^2 d\Gamma$$

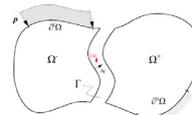


Fig. 3: Dominio continuo-interfaz de la energía potencial.

ELEMENTOS FINITOS MIXTOS DE INTERFAZ

La minimización del funcional lagrangiano deriva en un sistema de ecuaciones, que para ser resuelto se discretiza el dominio de los campos incógnitas en una serie de elementos finitos, con una cierta cantidad de nodos (puntos de Gauss). Para ello se disponen de las siguientes funciones de interpolación:

$$u(x, t) \approx u^h = \mathbb{N}(x, t) \{U\} \quad \text{Campo de desplazamientos } \{U\}$$

$$\lambda(x, t) \approx \lambda^h = \mathbb{L}(s, t) \{\Lambda\} \quad \text{Campo de fuerzas cohesivas } \{\Lambda\}$$

$$\llbracket u(x, t) \rrbracket \approx \llbracket u^h \rrbracket = \llbracket \mathbb{N}_s(s, t) - \mathbb{N}_r(s, t) \rrbracket \{U\} = \mathbb{J}(s, t) \{U\}$$

$$\text{Campo de salto en interfaz } \{\llbracket U \rrbracket\}$$



Fig. 4: Elementos finitos sólidos-interfaz.

MODELO DE INTERFAZ

ENFOQUE DE ZONA COHESIVA

En el proceso de fisuración de un material, previo a la apertura de la fisura y liberación de tensiones, existe una zona de transición en la punta de la misma, en la cual se producen microfisuras acompañadas de un efecto de bloqueo (interlocking). El enfoque de zona cohesiva propone representar esos dos fenómenos a través de una ley de tracción-separación válida en dicha zona, que vincule las tensiones en el material con la apertura de fisura.

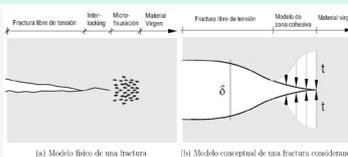


Fig. 5: Esquema del enfoque de zona cohesiva.

LEYES DE TRACCIÓN-SEPARACIÓN

Las leyes de tracción-separación propuestas por Talon-Curnier (Lorentz, 2008) y Park (2013), contemplan todas las etapas del proceso de fisuración: material inicialmente sano, iniciación, propagación y cierre de la fisura, e imposibilidad de interpenetración de ambas caras de la fisura con el cierre. En ellas se debe definir un umbral de daño y la energía de fractura del elemento.

LEY LINEAL DE TALON-CURNIER

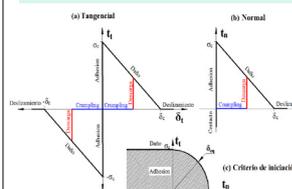


Fig. 6: Ley tracción-separación lineal de Talon-Curnier.

LEY EXPONENCIAL DE PARK

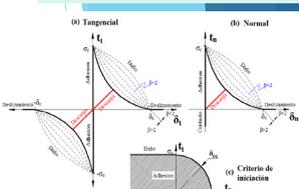


Fig. 7: Ley de tracción-separación exponencial de Park.

RESULTADOS

La validación del modelo desarrollado e implementado se realizó por medio de la simulación de distintos casos de prueba, en diversas configuraciones y funciones de carga. En los siguientes gráficos se muestra el comportamiento integral de dos sólidos unidos por medio de una interfaz.

TRACCIÓN UNIFORME

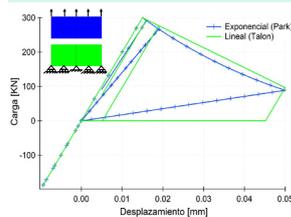


Fig. 8: Gráfico Carga-Desplazamiento en tracción uniforme.

TRACCIÓN NO UNIFORME

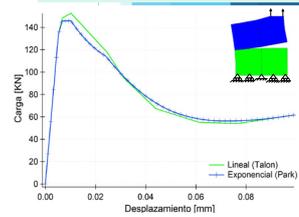


Fig. 9: Gráfico Carga-Desplazamiento en tracción no uniforme.

CORTE HORIZONTAL

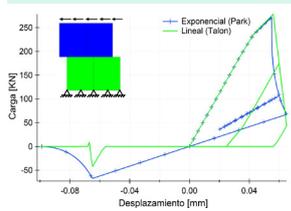


Fig. 10: Gráfico Carga-Desplazamiento en corte horizontal.

COMPRESIÓN Y CORTE

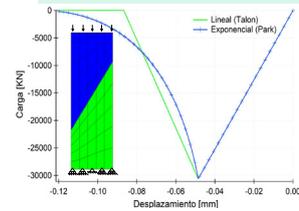


Fig. 11: Gráfico Carga-Desplazamiento en compresión y corte.

VIGA MIXTA A FLEXIÓN CON INTERFAZ

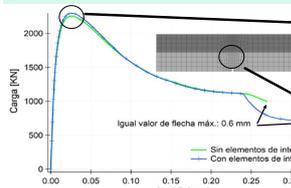


Fig. 12: Gráfico Carga-Desplazamiento en viga mixta a flexión con interfaz (ley de Talon).

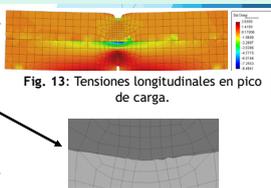


Fig. 13: Tensiones longitudinales en pico de carga.

CONCLUSIONES

- Las pruebas realizadas hasta el momento muestran un adecuado comportamiento de los modelos para casos simples.
- En el caso de la viga mixta con elementos de interfaz, en la zona postpico cuando se produce la falla de la interfaz, la carga soportada por la viga cae respecto de aquella sin elementos de interfaz, evidenciando una correcta inserción y comportamiento de los mismos.
- Para una modelación más precisa de los modos de fractura, sería conveniente distinguir en los modelos de interfaz las componentes de la energía de fractura de cada modo.
- Para ciertos valores de energía de fractura se observa el efecto snap-back de la respuesta mecánica, por lo que sería recomendable incorporar algún algoritmo de control de arco.

REFERENCIAS

Lorentz, E.. A mixed interface finite element for cohesive zone models. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 198(2), 302-317, 2008.

Park, K., Paulino, G. H.. Cohesive Zone Models: A Critical Review of Traction-Separation Relationships Across Fracture Surfaces. *Applied Mechanics Reviews*, 64(060802), 2013.

POSTERS

ELECTRICIDAD, ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN





Encuentro Científico de Investigadores de la FACET

MINIATURIZACIÓN CON METAMATERIAL DE UNA ANTENA PIFA DE TRIPLE BANDA PARA COMUNICACIÓN WIFI

Hemsey, A.^{1,2,3}; Ise, J. E.¹; Fagre, M.^{1,3}; Miranda Bonomi, F. A.¹; Cabrera M. A.¹

¹Laboratorio de Telecomunicaciones, Dpto. de Electrica, Electronica y Computación. FACET – UNT.

²Laboratorio de Dieléctricos, Dpto. de Física. FACET – UNT.

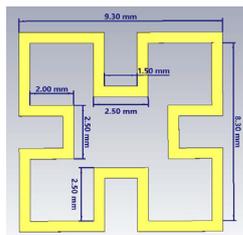
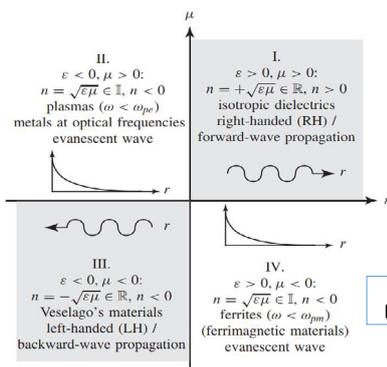
³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

ahemsey@herrera.unt.edu.ar

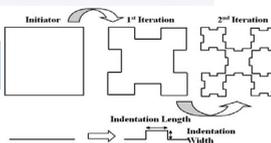
En este trabajo se diseñó y modeló una antena F invertida plana (PIFA) de triple banda en las frecuencias de WiFi no licenciadas (2.4, 5 y 6 GHz). En la propuesta realizada se utilizó una celda unitaria de metamaterial que se replicó en el plano a tierra obteniendo una reducción en el tamaño de la antena con respecto a otras ya publicadas. La geometría de la celda se basa en la de un fractal de Minkowski. En el parche se realizó una ranura en forma de J que permitió ajustar las frecuencias de resonancias a las de WiFi. Se obtuvo una eficiencia de radiación del orden del 23% para la banda de 2.4 GHz, superior al 74% en la banda de 5 GHz y del 96% en la banda de 6 GHz.

Se muestra una comparación con desarrollos previos de antenas PIFA convencionales y de antenas PIFA con metamateriales diseñadas por otros autores con lo cual se aprecia la disminución del volumen de la estructura propuesta. Por sus dimensiones esta antena podría ser utilizada en dispositivos electrónicos pequeños como en telefonía celular. El siguiente paso de este trabajo es fabricar un prototipo de la antena y realizar mediciones para contrastar experimentalmente los resultados de la simulación.

Metamaterial – Celda Unitaria



Fractal de Minkowski



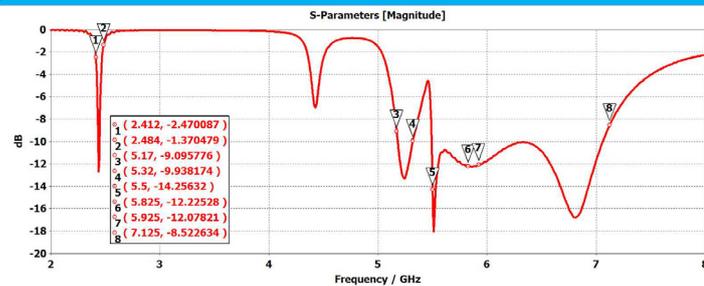
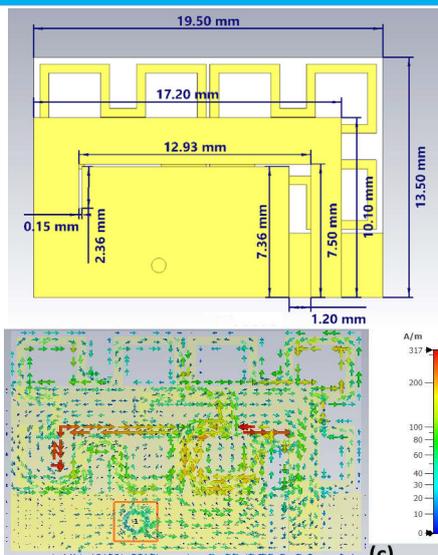
Bandas de WIFI no licenciadas

Banda WIFI	Espectro de frecuencia
2.4	(2.412 – 2.472) GHz
5	(5.170 – 5.320) GHz (5.500 – 5.825) GHz
6E	(5.925 – 7.125) GHz

Sustrato dieléctrico RO4350B

ϵ_r	Tangente de pérdidas 2.4 GHz	Espesor sustrato (mm)	Espesor cobre (mm)
3.48	0.0031	0.76	0.035

Diseño y modelado de la antena PIFA



	Banda 2.4	Banda 5	Banda 6E
Frecuencia (GHz)	2.438	5.240	5.51
S_{11}	-12.66 dB	-13.31 dB	-18.04 dB
Ancho de banda (GHz)	(2.425 – 2.454)	(5.130 – 5.414)	(5.476 – 7.282)
Ganancia	-4.886 dBi	2.341 dBi	2.072 dBi
Directividad	1.420 dBi	2.850 dBi	2.964 dBi

Referencias

- Caloz, C. y Itoh, T. Electromagnetic metamaterials: transmission line theory and microwave applications. Wiley- Interscience, USA, 2006.
- Sankaralingam, S.; Dhar, S. et al. Use of Minkowski Fractal Geometry for the Design of Wearable Fully Fabric Compact Antenna. Journal of Physical Sciences 18, 7-13, 2014.
- Singh, A. K.; Abegaonkar, M. P. and S. K. Koul. Metamaterials for Antenna Applications. CRC Press Taylor & Francis Group, 2022.

Reimplementación y Extensión de Herramienta de Software para Escalado Automático de Ionogramas

Scandaliaris, J.¹; Fagre, M.²

¹Laboratorio de Desarrollos Especiales (LADE). DEEC. FACET. UNT.

jscandaliaris@herrera.unt.edu.ar

²Laboratorio de Desarrollos Especiales (LADE). DEEC. FACET. UNT. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - CONICET

mfagre@herrera.unt.edu.ar

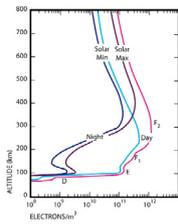


Fig. 1: Perfil de densidad electrónica en la ionósfera

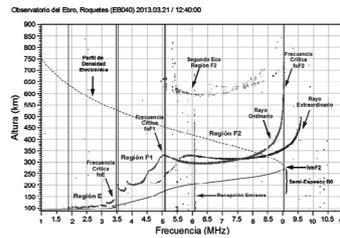


Fig. 2: Ejemplo de ionograma

Descripción del algoritmo existente (Fagre 2021):

- Basado en un método local para trazar curvas (Steger 1998).
- Modelo explícito del perfil de las curvas abordado desde la geometría diferencial.
- Incorpora heurísticas basadas en el conocimiento de las características de los ionogramas.
- Limitado a obtener las curvas ordinaria y extraordinaria y la frecuencia crítica F2
- Sensible a perturbaciones en los ionogramas

1- Fijar de factor de escala (σ)

- Las derivadas de primero y segundo orden deben aproximarse a partir de la imagen.
- Se realiza la convolución con las derivadas parciales de un kernel Gaussiano.
- El parametro σ del kernel Gaussiano define la escala a la que se trabaja.

2- Detectar puntos

- En la dirección normal a la curva, la primera derivada será cero y la segunda derivada tendrá una magnitud grande en valor absoluto.
- La dirección normal a la curva es aquella con mayor curvatura.
- Se obtiene a partir de los valores y vectores propios de la matriz Hessiana.
- Se obtiene la posición sub-pixel de la curva usando una aproximación de Taylor de segundo orden de la curva y buscando donde la derivada se hace cero en la dirección normal.
- Un punto se declara punto de curva si la posición donde la derivada es cero está dentro de los límites del pixel.

3- Vincular puntos de curvas para formar curvas

- Partiendo de puntos salientes (puntos cuyo valor absoluto de la magnitud de la segunda derivada es grande). El punto saliente se denomina semilla de la curva.
- Se agrega a la curva el punto de curva vecino cuya dirección y distancia sean compatible con la actual semilla.
- El punto agregado pasa a ser la nueva semilla para buscar otro punto.
- Este proceso se repite hasta que no se encuentra un vecino compatible con la última semilla (se termina una curva) o hasta que el vecino que se encuentra ya pertenece a otra curva (el punto se marca como punto de unión y la curva que lo contenía se divide en dos).
- Si existen puntos de curva que no forman parte de ninguna curva, se usan como semilla para crear nuevas curvas

4- Determinar la curva principal

- Se determina la curva con mayor número de puntos cuya altura virtual esté entre 200 y 600 km. Esta curva se denomina curva principal.

5- Resolver porciones de curvas ausentes

- Se buscan a partir de los extremos de curva principal, curvas que estén próximas y se las anexa.
- En la nueva curva formada se repite el proceso anterior hasta que no se encuentran más curvas próximas a los extremos.
- Se agregan puntos de unión a la curva principal si se encuentran curvas cuyos extremos están próximos a la misma.

Referencias

1. Fagre, M. et al. (2021). Algorithm for Automatic Scaling of the F-layer using Image Processing of Ionograms. Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 59(1), 220-227.
2. Steger, C. (1998). An unbiased detector of curvilinear structures. Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 20(2), 113-125.
3. Raghupathy, K. (2004). Curve Tracing And Curve Detection In Images. Master Thesis dissertation, Cornell University.

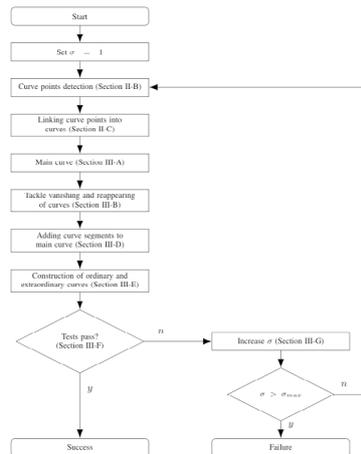


Fig. 3: Diagrama de flujo del método

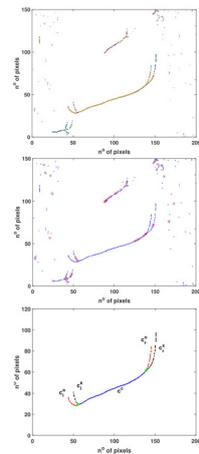


Fig. 4: Resultado del proceso del vinculación de puntos (arriba y centro), y final (abajo).ss

5- Resolver porciones de curvas ausentes

- Se buscan a partir de los extremos de curva principal, curvas que estén próximas y se las anexa.
- En la nueva curva formada se repite el proceso anterior hasta que no se encuentran más curvas próximas a los extremos.
- Se agregan puntos de unión a la curva principal si se encuentran curvas cuyos extremos están próximos a la misma.

6- Agregar segmentos de curvas a la curva principal

- A partir del punto medio de la curva principal se buscan los puntos de unión asociados a las curvas más largas
- Estas curvas se extienden si es posible
- La curva principal se divide en los puntos de unión asociados a curvas encontradas
- El resultado es la parte central de la curva principal y entre cero y dos curvas tanto hacia la derecha como la izquierda (un total de entre 1 y cinco curvas)

7- Construir la curva ordinaria y extraordinaria

- Se aplican varias heurísticas para decidir cuáles de las curvas de los extremos es parte de la curva ordinaria y cuál parte de la extraordinaria

8- Verificar

- Se realizan verificaciones adicionales para descartar detecciones incorrectas.

9- Repetir pasos 1 a 8 con nuevo σ

- Las derivadas se estiman mediante convolución con la derivada de un kernel Gaussiano.
- El parámetro σ determina la escala de las características (líneas) detectadas.
- Cuando el parámetro inicial no da una detección exitosa, se aumenta el factor de escala y se ejecuta el algoritmo nuevamente, hasta tener éxito o alcanzar un σ máximo predeterminado

Mejoras a explorar/incorporar:

- Implementación modular y extensible, que facilite la evolución de la herramienta
- Ideas propuestas en Raghupathy (2004): características globales.
- Reemplazar heurísticas con modelos basados en el comportamiento de la ionósfera
- Explorar métodos de aprendizaje automático

SIMULACIÓN DE DETECCIÓN Y SEGUIMIENTO DE BLANCOS DE RADAR

Giannini, M.I.; Miranda Bonomi, F.A.; Saavedra, Z.; Fagre, M.

Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Laboratorio de Telecomunicaciones.
igiannini@herrera.unt.edu.ar

Introducción

La detección y seguimiento de blancos constituyen las principales funciones de un sistema de radar. Estas tareas no son sencillas, están sujetas a múltiples restricciones tanto ambientales como de hardware y de software. Encontramos en la literatura diferentes metodologías que permiten realizar detecciones y seguimiento de blancos cuantificando el error en cada una de ellas. Realizamos un simulador de sistema de radar que está siendo calibrado replicando resultados conocidos para luego ser utilizado en el desarrollo de nuevos algoritmos y métodos.

Objetivo

Realizar un sistema de simulación para el estudio, análisis e implementación de métodos de detección de retornos y seguimiento de blancos de radar, aplicable en particular al desarrollo de radares de onda de superficie.

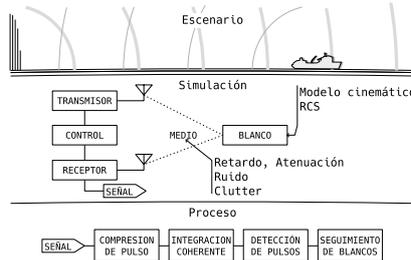


Figura 1. Etapas de simulación y proceso de resultados.

Metodología

La Figura 1 muestra el esquema utilizado para construir el simulador de radar. El escenario es una descripción de alto nivel de la situación física. La simulación modela el escenario con descripciones cinemática, electromagnética y de procesos de ruido. El proceso de señal incluye las etapas de compresión de pulso e integración coherente, resultando en una serie de tiempo de amplitud cuadrada que alimenta el detector de pulsos y el sistema de seguimiento. Estas últimas etapas contendrán la "carga útil" que se desea ensayar. El simulador es calibrado por comparación con resultados conocidos de la literatura.

En particular, la simulación presentada se realizó empleando un pulso codificado de 22 bit pseudoaleatorio generado por una distribución binomial con $p=0,5$ y seleccionado por sus características de autocorrelación.

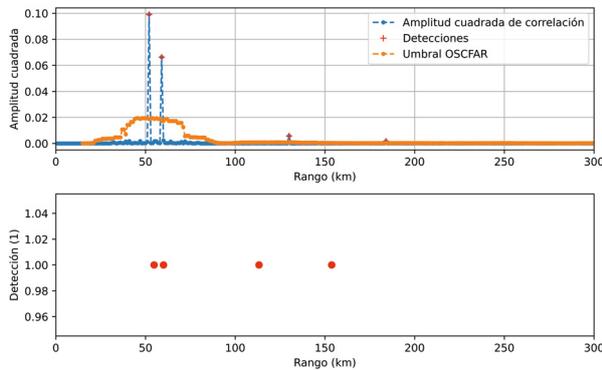


Figura 2: Amplitud cuadrada de correlación con umbral OSCFAR y detecciones superpuestas (arriba); detecciones OSCFAR (abajo).

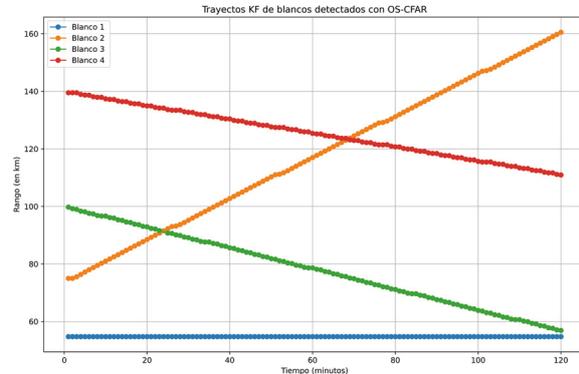


Figura 3: Salida del seguimiento; Blanco 1 estático; Blanco 2 se aleja a 43,2 km/h; Blanco 3 se acerca a 19,2 km/h; Blanco 4 se acerca a 14,4 km/h.

Resultados

La Figura 2 muestra la salida del receptor simulado, el umbral adaptivo de un algoritmo de tasa de falsa alarma constante basado en estadístico de orden (OSCFAR) y los posibles blancos según el mismo algoritmo. La salida del receptor consiste en una señal de tensión cuadrada en función del tiempo, donde el tiempo fue convertido a distancia de blanco. El detector OSCFAR realizado sigue el desarrollo de Rohling. La Figura 3 muestra la salida de un sistema de seguimiento de blancos basado en Filtro de Kalman, construido en base al desarrollo de Skolnik.

Conclusiones

El simulador desarrollado ha permitido ensayar algoritmos de detección de picos y seguimiento de blanco de la literatura con resultados consistentes con lo esperado. Resta extender el modelo para incorporar modelos de clutter y procesamiento doppler-rango.

Referencias

- Rohling, H., Radar CFAR Thresholding in Clutter and Multiple Target Situations, *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, AES-19(4), 608-621, 1983.
- Skolnik, M., Radar Handbook, *McGraw-Hill*, 2008.

Reconocimiento

Esta investigación se realiza en el marco del proyecto PIUNT E714 "Modelado y Diseño de Radar por Ondas de Superficie".



Banco de Prueba de Radar HFSWR

Lema, A.; Cárcamo, M.; Miranda Bonomi, F.; Fagre, M.

Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Dpto. de Electricidad, Electrónica y Computación (DEEC), Laboratorio de Desarrollos Especiales. adanlema@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Un radar de onda de superficie en banda de HF (HFSWR) puede transmitir señales más allá del horizonte porque las ondas de radio de baja frecuencia siguen la curvatura de la tierra y se propagan con menor atenuación. En estas frecuencias, como las de HF, tienen una mejor capacidad de difracción y una menor absorción atmosférica, lo que permite que las señales viajen largas distancias de manera efectiva.

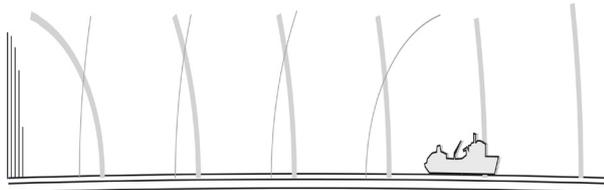


Figura 1: Propagación de Onda de Superficie.

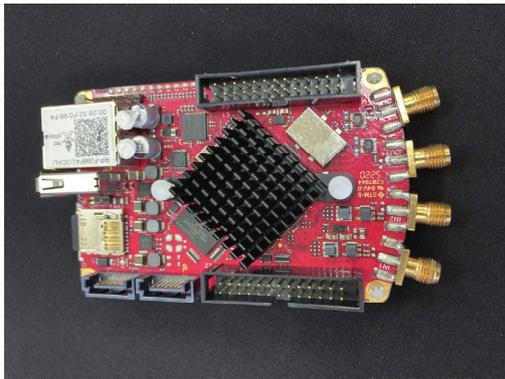


Figura 2: Placa de desarrollo Red Pitaya.

MÉTODOS Y MATERIALES EMPLEADOS

Se desarrolló un banco de prueba para un radar de HFSWR que consta de un módulo transmisor y un módulo receptor. El módulo transmisor y receptor se realizó en torno a placas Red Pitaya SDR lab 122.16 (Red Pitaya, 2017) la cual incorpora un SoC de Xilinx ZYNQ 7020 (Xilinx, 2018). El sincronismo entre módulos se consigue mediante el envío de señales de reloj y de sincronismo a través de fibra óptica. La computadora de control se encarga de configurar el módulo transmisor y receptor y realizar la recopilación de datos del receptor. La señal de radiofrecuencia consiste en pulsos codificados generados en el transmisor, mientras que el receptor se encarga de recibir estos pulsos durante ventanas de escucha para la detección del eco.

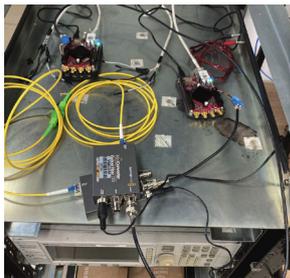


Figura 3: Prueba de sincronismo con fibra óptica.

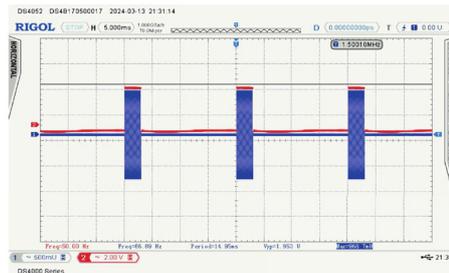


Figura 4: Señal de pulso y sincronismo.

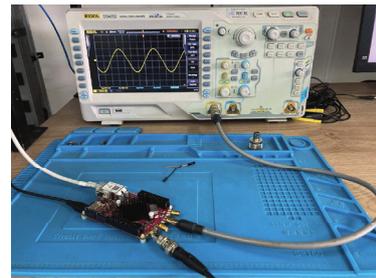


Figura 4: Prueba de radiofrecuencia.

RESULTADOS

Como resultado del desarrollo se llega a la arquitectura de la Figura 5 con una computadora de control conectada con los módulos transmisor y receptor a través de un switch ethernet. El sincronismo entre módulos se realiza con fibra óptica acondicionando las señales con convertidores de medio.

Se realizaron las primeras pruebas, logrando una correcta transmisión, recepción y adquisición de datos. Corroborando de esta manera el correcto funcionamiento del canal de radiofrecuencia y la sincronización entre módulos.

Referencia

RedPitaya, *Electrical Schematic for STEM122-16 SDR*, Red Pitaya, 2017.
Xilinx, *DS190 Zynq-7000 SoC Data Sheet: Overview*, Xilinx, 2018.

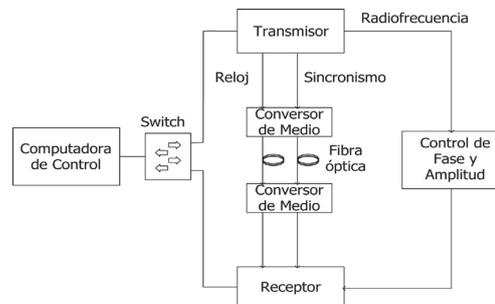


Figura 5: Arquitectura del banco de pruebas del radar HFSWR.

POSTERS

FÍSICA



Proyectos y líneas de investigación del Laboratorio de Ionosfera, Atmósfera Neutra y Magnetosfera, LIANM, de la FACET-UNT

Eliás, A.G.^{1,2}, Zossi, M.^{1,2}, Mansilla, G.A.^{1,2}, de Haro Barbas, B.F.¹, Zossi, B.S.², Medina, F.D.^{1,2}, Fagre, M.^{1,3,4}, Heredia, T.¹, Bossolasco, A.², Zamora, D.J.², Silvero, C.I.², Flores Ivaldi, G.L.¹, Bazzano, F.M.^{1,5}, Soria, F.R.^{1,2}, Venchiarutti, J.V.¹, Abaca, F.¹, Vischi, G.D.¹

¹Universidad Nacional de Tucumán, FACET. Departamento de Física. LIANM - ²INFNOA (CONICET-UNT) - ³CONICET
⁴Universidad Nacional de Tucumán, FACET. Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación. Laboratorio de Comunicaciones
⁵Universidad Nacional de Tucumán, FACET. Departamento de Construcciones y Obras Cíviles. Laboratorio de Construcciones Hidráulicas
Contacto: aelias@herrera.unt.edu.ar

El Laboratorio de Ionosfera, Atmósfera Neutra y Magnetosfera (LIANM, <https://www.facet.unt.edu.ar/labatmosfera/>) de la FACET, UNT, se crea a principios del año 2020 de la unión del Laboratorio de Física de la Atmósfera (LAFIAT, creado en 1999), y el Laboratorio de Ionosfera (LI, creado en 1966). Está constituido por docentes-investigadores y estudiantes doctorales cuyas tareas de investigación se enmarcan en el estudio del sistema Sol-Tierra en general, y en Física de la Atmósfera, Geomagnetismo, Física Espacial, Clima Espacial y Meteorología en particular.

Proyectos de investigación en curso del LIANM:

- "Sistema Sol-Tierra: Estudio de variabilidad y tendencias en parámetros atmosféricos, solares y geomagnéticos" (PIUNT E756)
- "Influencia de la actividad solar y de las variaciones seculares del campo geomagnético sobre la atmósfera y la magnetosfera terrestres" (PIP 2957).

Algunos integrantes del LIANM participan también del proyecto:

- "Estudio del recurso solar en el NOA y su aprovechamiento mediante dispositivos semiconductores" (PUE 0008)

Principales líneas de investigación del LIANM:

(1) Variabilidad y tendencias a largo plazo de parámetros atmosféricos desde la troposfera hasta la atmósfera superior incluyendo cambio climático, con el objeto de entender y detectar sus orígenes, analizar el acoplamiento entre las regiones, modelar y hacer pronósticos. Los parámetros de las distintas regiones que estudiamos son:

- ✓ parámetros de la troposfera: temperatura, precipitación, precipitación extrema diaria, nubosidad, radiación solar en superficie
- ✓ parámetros de la atmósfera media: ozono, temperatura estratosférica
- ✓ parámetros de la atmósfera superior: parámetros ionosféricos, corrientes y conductividad.

(2) Efectos de tormentas geomagnéticas sobre la atmósfera baja, media y superior, a través del análisis de los procesos físicos y químicos desencadenados a causa de las partículas del viento solar inyectadas en la magnetosfera durante estos eventos.

(3) Meteorología espacial (space weather) mediante el análisis de parámetros físicos del Sol, el medio interplanetario, la magnetosfera y atmósfera terrestres influenciados por la actividad solar, lo que afecta y representa riesgos tanto para la tecnología e infraestructura espacial y terrestre, como para la salud.

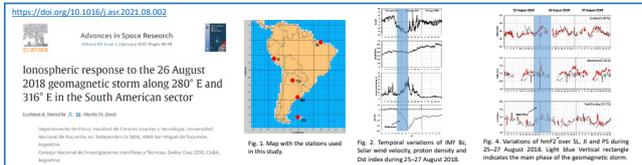
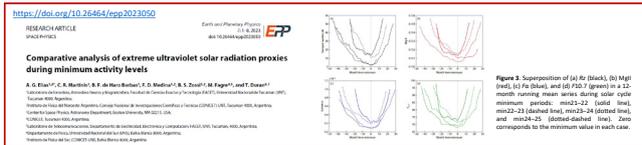
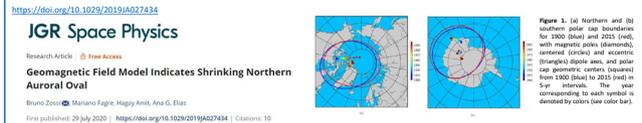
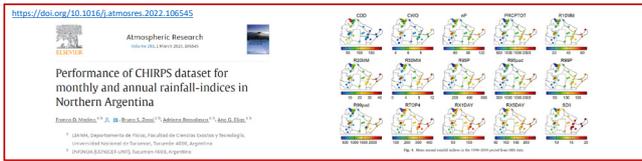
(4) Radiación solar en superficie, con el objeto de evaluar, caracterizar y determinar variabilidad y tendencias del recurso solar en nuestra región.

(5) Efecto de las variaciones seculares del campo magnético de la Tierra sobre la atmósfera superior y la magnetosfera, y estudio de posibles escenarios de inversión de este campo. Estudiamos también posibles escenarios de inversión de este campo.

(6) Uso de tomografía computacional mediante datos GPS y GLONASS para modelar la ionosfera.

Los resultados que se obtienen en cada una de estas líneas de investigación, enmarcadas dentro de proyectos de investigación con diferentes fuentes de financiación, y en colaboración también con investigadores de otras instituciones, son presentados en reuniones científicas nacionales e internacionales y publicados en revistas específicas del tema.

Algunas de las publicaciones más recientes son:



También dirigimos Tesis de Grado y Doctorado, y Becas.

Títulos de Tesis Doctorales finalizadas:

(disponibles en <https://www.facet.unt.edu.ar/posgrado/doctorado-en-ciencias-exactas-e-ingenieria/>)

- "Aplicaciones en telecomunicaciones del modelado de perturbaciones ionosféricas" (2020)
- "Variaciones seculares del campo magnético de la Tierra y su efecto sobre la atmósfera superior y la magnetosfera" (2020)
- "Influencia en la atmósfera terrestre del ingreso de partículas con altas energías" (2020)

Títulos de Tesis Doctorales en curso:

- "Forzantes naturales y antropogénicos de la variación a largo plazo de la precipitación extrema en el Noroeste Argentino"
- "Variabilidad y modelado de la radiación solar en la región del NOA aplicados al aprovechamiento energético"

Tesis de Grado de la Licenciatura en Física más recientes:

(disponibles en <https://www.facet.unt.edu.ar/licenciatura/tesis-de-licenciatura-rendidas-plan-2001/>)

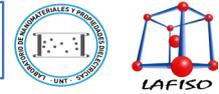
- "Efectos de las variaciones del campo magnético de la Tierra y del viento solar sobre los óvalos aurorales" (2023)
- "Estudio de la aceleración cosmológica como un mecanismo entrópico" (2023)
- "Efectos de la Oscilación Cuasi-Bienal estratosférica sobre la asociación entre la Oscilación del Atlántico Norte y la actividad geomagnética" (2023)
- "Variaciones a largo plazo en la ionosfera debido a factores antropogénicos y naturales. Relevancia para la meteorología espacial" (2022)



Celdas Solares Híbridas: Uso de Electrodo con Nanoestructuras de ZnO.

Nadia Celeste Vega ^{1*}, Nelson Paz ¹, Mónica Tirado ², David Comedi ¹

1- NANOPROJECT, UNT, FACET, Laboratorio de Física del Sólido y Laboratorio de Nanomateriales e INFINO A - CONICET/UNT, 2- Secretaría SCAIT, y NANOPROJECT, UNT, FACET, Laboratorio de Nanomateriales e INFINO A - CONICET/UNT, *nvega@herrera.unt.edu.ar



Resumen
En este trabajo se muestra la línea de investigación dedicada al estudio y la fabricación de nanoestructuras de ZnO y su aplicación en electrodos de celdas solares híbridas, como DSSC (Dye Sensitized Solar Cell) y OSC (Organic Solar Cell), dentro del grupo de investigación NanoProject, del Instituto de Física del NOA, CONICET-UNT, en Tucumán, Argentina. En la misma se prestó especial atención al uso de materiales estables, económicos y respetuosos con el medio ambiente que sean susceptibles de producción en grandes volúmenes. Las nanoestructuras se fabrican en electrodos conductores y transparentes de FTO/vidrio utilizando un método de síntesis hidrotérmal a baja temperatura y el método de doctor blade. Luego, estas nanoestructuras de ZnO, con modificación en su superficie a partir de la sensibilización de la misma con complejos de Ru, se emplean en electrodos para dispositivos DSSC [1] y OSC [2], mostrando resultados muy prometedores.

ZnO

- Gap directo: 3,37 eV (UV)
- Dopaje nativo tipo n
- Alta energía excitónica: 60meV
- Estructura cristalina Wurzita

Guía de luz en electrodo y fotoluminiscencia

Camino directo para transporte eléctrico

200 nm

Experimental Sustratos conductores transparentes → ITO/glass

Síntesis de NHs de ZnO usando Reacción Hidrotérmal

Síntesis de film de NPs de ZnO por Dr. Blade

Sensibilización de Nanoestructuras con Complejos de Ru

Diagrama de energía de Sistema ZnO/complejo de Ru

Espectro de absorción de sustrato, electrodo referencia de ZnO y electrodos de ZnO sensibilizados

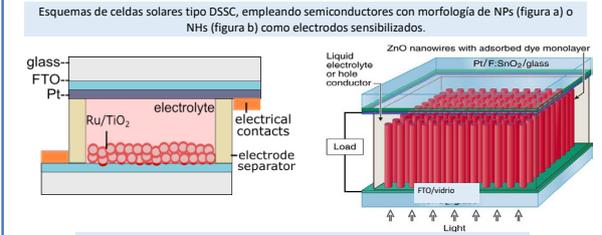
Simple immersion in dye solution for 24 hours

Financiación: Proyectos PUE, PIP, PICT

Colaboraciones: Dr. Oscar Marín, INFINO A, CONICET-UNT, Dr. Benjamin Straube, FACET-UNT, Dr. Mauricio Cattaneo, INQUINO A, CONICET-UNT

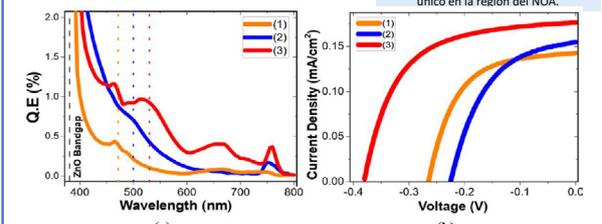


DSSC: Dye-Sensitized Solar Cell



Armado y medición optoelectrónica de celda DSSC.

Dispositivo DSSC armado. Sistema de medición de curvas I-V bajo iluminación: Simulador solar ScienceTech único en la región del NOA.



OSC: Organic Solar Cell

Current Density (mA/cm²) vs Voltage (V)

Sample	J_s (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF (%)	η (%)	R_s (Ω /cm ²)	R_{sh} (Ω /cm ²)	η (%) (after 5 months)	η (%) (after 11 months)
Reference	-13.52	0.857	58.86	6.80	8.50	8.29	6.64	-
ZnO/1	-14.87	0.882	63.05	8.27	6.08	1039	8.35	7.81
ZnO/2	-15.58	0.866	60.16	8.13	6.78	765	7.75	7.32
ZnO/3	-14.35	0.856	56.91	6.99	10.65	588.5	7.35	6.78

Conclusiones:

1. En esta línea de investigación se realiza investigación experimental acompañada del desarrollo y aplicación de modelos teóricos para la explicación de los fenómenos eléctricos y optoelectrónicas de los electrodos y dispositivos desarrollados.
2. Estudio de nanoestructuras de semiconductores óxido (ZnO, TiO₂, entre otros): síntesis y caracterización morfológica (SEM, EDAX), estructural (RX, Raman), óptica (PL, transmitancia, reflectividad, absorbanza), eléctrica y optoelectrónica (curvas IV, curvas de resistencia en función del tiempo, tipo de iluminación, presión de gases) e impedancimétrica.
3. Desarrollo de modelos de transporte eléctrico para los electrodos semiconductores.
4. Estudio de polímeros semiconductores para su uso en las celdas solares híbridas.
5. Trabajo interdisciplinario de físicos, químicos, ingenieros, aplicando conocimiento de física de semiconductores, fisicoquímica y química inorgánica-orgánica.
6. Colaboración constante con universidades e institutos de investigación del resto de Argentina y del mundo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



FABRICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN TRANSISTOR DE EFECTO DE CAMPO EMPLEANDO RESINA FOTOSENSIBLE COMO DIELECTRICO DE COMPUERTA

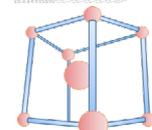
Martín, B.^{1,2}; Zapata, M.^{1,3}; Jiménez, G.^{1,3}; Villafuerte, M.^{1,3}; Figueroa, C.^{1,2,3}; Bridoux, G.^{1,3}

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Física. Laboratorio de Física del Sólido.

²Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación.

³INFINOA (CONICET-UNT)

balthazarm8@gmail.com



LAFISO

Resumen

En este trabajo se presenta la fabricación y caracterización preliminar de un transistor de efecto de campo (FET) con una configuración "top-gate". El transistor se construyó empleando películas delgadas de BaLaSnO₃ o ZnO como canales semiconductores, depositados por ablación láser (PLD) sobre sustratos de SrTiO₃ y óxido de silicio, respectivamente. Además se utilizó una resina polimérica fotosensible (RPF) negativa como material aislante para la compuerta, empleando la técnica de "spin coating". Se realizaron canales mediante fotolitografía con la misma RPF, utilizando ácido ortofosfórico 1 molar para el "etching" químico del ZnO y ácido hidrófosfórico 35% para el BaLaSnO₃. Se caracterizó eléctricamente la RPF para evaluar su idoneidad como material aislante al calcular su constante dieléctrica a través de un circuito RC con un osciloscopio, mientras que el espesor y el área se determinaron con un microscopio metalográfico. Se exploraron diferentes tipos de contactos eléctricos para la RPF, descartando la pintura de plata y los depósitos de oro mediante sputtering debido a la degradación y la formación de microorificios en la RPF, respectivamente. Finalmente, se optó por el uso de Indio (In) con hilos de oro para los contactos. Las mediciones de corriente de drenaje (I_{ds}) en función de la tensión de drenaje (V_{ds}) se realizaron para diferentes voltajes de compuerta (V_{gs}), validando el comportamiento de un FET para el ZnO. Este trabajo destaca la innovación en la combinación de nuevos materiales semiconductores para la fabricación de FETs, aprovechando la litografía óptica con una RPF de bajo costo. La técnica utilizada permite alcanzar resoluciones del orden de los cientos de nanómetros.

1. Fotolitografía y Caracterización del RPF

$$C = 10 [pF] \leftarrow C = \frac{R}{\tau}$$

$$K = 10,26 \left[\frac{F}{m} \right] \leftarrow K = \frac{Cd}{A\epsilon_0}$$

A: Área del contacto ϵ_0 : Permitividad vacía
d: Espesor del dieléctrico
K: Constante dieléctrica
C: Capacitancia R: Resistencia
 τ : Constante de tiempo

Electric field: Positively charged / Negatively charged

Capacitor: Conductive plates

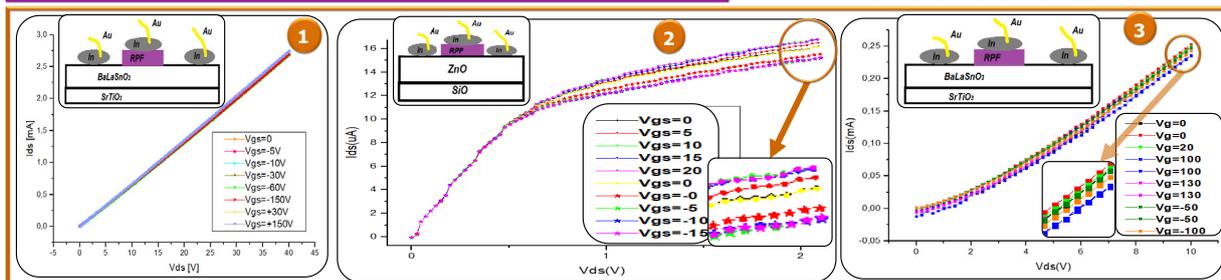
Voltage: Electrons e / Holes h

① La RPF fue aplicada con un pincel cubriendo totalmente una cara de las muestras de ITO.
② Son envueltas con una máscara de aluminio para luego ser iluminada con UV. ③ En una muestra solo se hicieron contactos de indio. ④ ⑤ ⑥ A la otra muestra se le hizo sputtering de oro. ⑦ El espesor del dieléctrico fue aprox. de 22 μm . ⑧ Las longitudes de los contactos entre [1:3] mm.

2. Fabricación de los FETs

① Luego de la fotolitografía se dejan expuestas las zonas que se desean remover con etching. ② ③ Con spincoating se realiza el canal. ④ Se colocan los hilos de oro sobre los contactos de indio. ⑤ Se pegan los hilos con pintura de plata en contactos de estaño donde previamente se soldaron hilos de cobre que se conectaran al criogenerador.

3. Estudio eléctrico



① El 1^{er} ensayo del BaLaSnO₃ nos obligo a emplear etching y spincoating para obtener una mejor control del canal. ② Se confirma que el RPF puede ser utilizado como un dieléctrico de compuerta al observar el comportamiento de un mosfet en el ZnO y por la verificación de su constante dieléctrica. ③ Se consideran 2 hipótesis: **A** Por el efecto del doblamiento de las bandas de energía, entre el dieléctrico y el BaLaSnO₃, esto provoca que los electrones se acumulen en la compuerta y no aporten a la corriente I_{ds}. **B** No hay una buena adhesión entre el RPF y la muestra y por lo tanto no es efectivo el efecto del campo eléctrico en la compuerta. **Conclusiones**

Referencias: -Anup V. Sanchela, Takaki Onozato, Bin Feng, Yuichi Ikuhara, and Hiromichi Ohta, Thermopower modulation clarification of the intrinsic effective mass in BaSnO₃, *Physical Review Materials*, 2017.
-C. A. Figueroa, M. C. Zapata, G. Bridoux, J. Ferreyra, L. Patrone, L. Malatto, J. Guimpel, G. Nieva, V. Runco Leal, C. Navarro, and M. Villafuerte, The role of polarization in the threshold voltage of field effect transistors based on ZnO/MgO, *Applied Physics Letters*, 2021.



ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LAS FASES DE LAVES C14, C15 Y C36 EN EL SISTEMA TERNARIO Fe-Nb-Zr a 900°C Y 1200 °C

García Carolina L.; Almeda, Pablo; Nieva, Nicolás; Tolosa, Martín R.

Departamento de Física. Instituto de Física del Noroeste Argentino - INFINOA (CONICET-UNT).

Laboratorio de Física del Sólido (LAFISO).

cluzgar@gmail.com

Introducción

El Zr aleado con Fe y Nb es la base principal de aleaciones tipo Zirlo, de extendida aplicación en el campo de la tecnología nuclear. Estas aleaciones, se emplean en la fabricación de vainas para los elementos combustibles y como materiales estructurales en reactores nucleares por sus excelentes propiedades mecánicas, resistencia a la corrosión y baja sección eficaz de absorción de neutrones. Por seguridad, es vital un conocimiento lo más completo posible de la metalurgia física de estos materiales. Es por ello que se hace énfasis en el estudio de los diagramas de fases y de las transformaciones de fases de los sistemas metalúrgicos involucrados.

Si bien se avanzó en el trazado del diagrama de fases a diferentes temperaturas del sistema Fe-Nb-Zr, la esquina rica en Fe aún no fue estudiada a 900°C [1] y presenta incertezas respecto a la presencia de las fases hexagonales de Laves C14, C15 y C36 a 1200°C [2].

Objetivos

Evaluar experimentalmente las fases de Laves en la esquina rica en Fe del diagrama de fases Fe-Nb-Zr a las temperaturas de 900°C y 1200°C.

Materiales y Métodos

Zr 99,99% - Fe 99,98% - Nb 99,98% (% en peso)

Tratamientos Térmicos: (900°C - 4 meses), (1200°C - 10 hs)

Técnicas de caracterización de muestras: metalografía (Microscopio óptico y electrónico), difracción de RX con luz de sincrotrón, difracción de neutrones y microanálisis (Microscopía electrónica de barrido con espectrómetro de dispersión en energía (EDS) y microsonda analítica electrónica (EPMA)).

Conclusiones

- La técnica de difracción de rayos X con luz de sincrotrón mostró ser adecuada para diferenciar entre las fases hexagonales de Laves de estructura cristalina C36 y C14 dando mejores resultados cuando las mediciones son realizadas en muestras obtenidas a partir de finos polvos para evitar los efectos de la textura.
- La técnica de difracción de neutrones mostró ser adecuada para diferenciar entre las fases C36 y C14 tanto para muestras en polvo como para muestras masivas.
- La región rica en Fe a 900°C todavía se encuentra bajo estudio.
- Se trazaron los límites de equilibrio de fases en las regiones bajo estudio a 1200°C.

Referencias

1. C. Ramos, C. Saragovi, M.S. Granovsky. "Some New Experimental Results on the Zr-Nb-Fe System", J. of Nuclear Materials 366 (2007) 198-205.
2. Y. Tang, C. Liao, J. Meng, J. Zhu, Q. Zhu, L. Nong, J. Liang. "Phase equilibria in the Fe-Nb-Zr ternary system at 1200°C", Rare M. 32(2) (2013) 201–207.



Fig. 1. Elemento Combustible

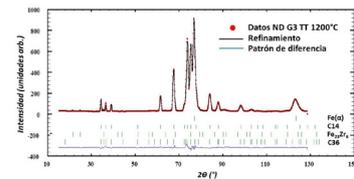


Fig. 2. Refinamiento Rietveld de datos de ND de la muestra G3 TT a 1200°C. Los puntos rojos corresponden a los datos experimentales y la línea negra es el patrón calculado basado en el modelo de 4 fases. La línea azul que se encuentra en el fondo de la imagen corresponde a la diferencia entre ambos patrones. Las barras verdes indican las reflexiones de Bragg para el Fe(α) (fila superior), la fase de Laves C14 (fila secundaria), la fase Fe₂Zr₆ (tercera fila) y la fase de Laves C36 (fila inferior).

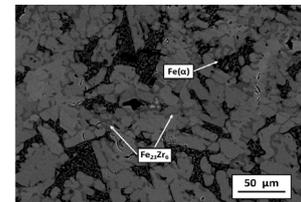


Fig. 3. Imagen BSE SEM de la muestra G3 TT a 1200°C. Fases identificadas: Fe(α) (negro) y Fe₂Zr₆ (gris oscuro).

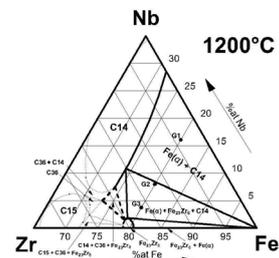
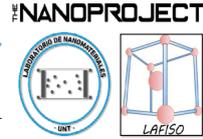


Fig. 4. Diagrama de fases Fe-Nb-Zr propuesto para el corte isotérmico de 1200° C. Límites de fases : (—) medidos, (---) probables. (●) Composiciones nominales de las aleaciones analizadas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



CORRELACIÓN ENTRE EL PROCESO DE SÍNTESIS, LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y LA ACTIVIDAD FOTOCATALÍTICA DE POLVOS DE ZnO PUROS Y DOPADOS CON MANGANESO

Pais Ospina, D; Comedi, D; Marin-Ramirez, O*

Instituto de Física del Noroeste Argentino (INFINDA), CONICET – Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Departamento de Física, NANOPROJECT – Laboratorio de Física del Sólido y Laboratorio de Nanomateriales.
paisospina@gmail.com

Introducción

La contaminación de las fuentes de agua es un grave problema en la actualidad, con impacto local y global afectando la calidad y producción de alimentos, la salud y calidad de vida (Geissen, 2015). Como sociedad, debemos tomar medidas urgentes para desarrollar metodologías que busquen remediar los problemas existentes previendo problemas futuros. Los procesos fotocatalíticos para la remediación de aguas usando óxidos semiconductores han sido ampliamente estudiados en los últimos años. Estudios en ZnO han mostrado su potencial como fotocatalizador de reacciones de degradación de contaminantes, evidenciando que tanto el dopaje con metales de transición (Yang, 2017) como la nanoestructuración pueden mejorar sensiblemente su actividad fotocatalítica (Franco, 2022, Marin-Ramirez, 2024). Teniendo presente lo anterior, se sintetizaron ZnO dopados con un 3 % nominal de manganeso por tres métodos distintos: coprecipitación, solvo e hidrotérmal, se caracterizaron con Espectroscopia Raman, Microscopia Electrónica de Barrido (SEM), Espectroscopia de fotoluminiscencia (PL) y se evaluaron las respectivas actividades fotocatalítica usando azul de metileno como molécula a degradar.

Metodología

Síntesis por coprecipitación



Síntesis solvo e hidrotérmal



Experimentos de degradación fotocatalítica



Resultados

Raman

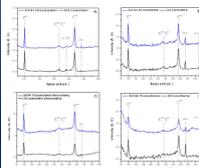


Figura 1. Espectros Raman de A) ZnO sintetizados por el método de coprecipitación, B) ZnO sintetizados por el método hidrotérmal, C) ZnO sintetizados por el método de coprecipitación sin calcinar, D) ZnO sintetizados por el método solvotérmal.

SEM

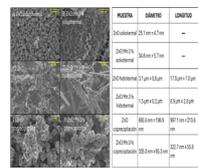


Figura 2. Micrografías SEM de A) ZnO solvotérmal, B) ZnO 3% Mn, C) ZnO 3% Mn hidrotérmal, D) ZnO 3% Mn coprecipitación, E) ZnO 3% Mn coprecipitación.

Fotoluminiscencia

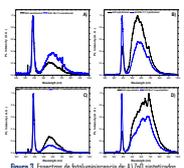


Figura 3. Espectros de fotoluminiscencia de A) ZnO sintetizados por el método solvotérmal, B) ZnO sintetizados por el método hidrotérmal, C) ZnO sintetizados por el método de coprecipitación sin calcinar, D) ZnO sintetizados por el método de coprecipitación calcinado a 600 °C.

Fotocatálisis

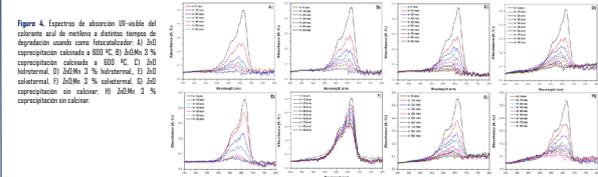


Figura 4. Espectros de absorción UV-visible del colorante azul de metileno a distintos tiempos de degradación usando como fotocatalizador: A) ZnO coprecipitación calcinado a 600 °C, B) ZnO 3% Mn coprecipitación calcinado a 600 °C, C) ZnO hidrotérmal, D) ZnO 3% Mn hidrotérmal, E) ZnO solvotérmal, F) ZnO 3% Mn solvotérmal, G) ZnO coprecipitación sin calcinar, H) ZnO 3% Mn coprecipitación sin calcinar.

Conclusiones

Entre los materiales sintetizados, se observó que el de mejor actividad fotocatalítica fue el ZnO sintetizado por coprecipitación y calcinado a 600 °C con 93 % de degradación del azul de metileno después de 60 minutos de reacción (Figura 5). Además, se presenta un comportamiento opuesto con el dopaje con manganeso: mientras que para el caso de los polvos obtenidos por solvotérmal disminuyó la actividad fotocatalítica, para el caso de coprecipitación no se observó un cambio significativo tanto para los materiales sin calcinar, como para los calcinados a 600 °C.

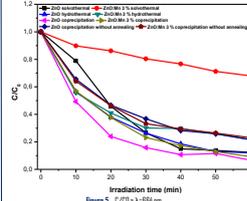


Figura 5. C/C₀ a λ=664 nm.

Bibliografía:
 • Franco, M., Marin, O., Vega, N.C., Tirado, M., Tereschuk, M.L., Comedi, D., Surface nanostructuring of ZnO and ZnO: Cd sub-microstructures and their use as suspended and immobilized photocatalysts for rapid degradation of methylene blue. Mater. Lett. 311 (2022) https://doi.org/10.1016/j.matlet.2021.131634.
 • Geissen, V., Mol, H., Klump, E., Umlauf, G., Nadal, M., Van der Ploeg, M., S.E.A.T.M. van de Zee, C.J., Ritsema, (2015). Emerging pollutants in the environment: A challenge for water resource management, Int. Soil Water Conserv. Res. 3 57-65.
 • Marin-Ramirez, O., Cornet, M., Pais Ospina, D., Manotas-Albor, M., Millan, M., Mosquera-Vargas, E., Tirado, M., Comedi, D. (2024). Environmental-related applications of ZnO nanoparticles: Photocatalytic activity and photoluminescence response to ethanol, Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, Vol.21, 100947.
 • Yang, C., Yu, J., Li, Q., Yu, Y. Facile synthesis of monodisperse porous ZnO nanospheres for organic pollutant degradation under simulated sunlight irradiation: The effect of operational parameters, Mater. Res. Bull. 87 (2017) 72–83. https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2016.11.024.

ANÁLISIS DE OBSTRUCCIONES PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA RADIACIÓN SOLAR



Jerez, M.; Molina, L., Soria, F.
Dpto. de Física - FACET - UNT
majerez@herrera.unt.edu.ar



Introducción

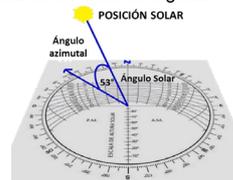
La duración de las horas de luz solar de un lugar depende de la época del año y de las obstrucciones que rodean al sitio, y conocer dicha información es de vital importancia para el uso de todas las aplicaciones que aprovechan la energía solar¹. Las obstrucciones a la radiación solar dependen de los obstáculos topográficos o construidos por el hombre, entonces, además de las barreras orográficas (montañas) que tiene la provincia, se debe considerar la presencia de árboles, edificios, y otras construcciones que obstaculizan el camino de la radiación solar.

Objetivos

Recomendar los sitios más adecuados para la instalación de paneles solares, relojes solares e instrumentos meteorológicos dentro del predio de la Facultad de Cs. Exactas y Tecnología, teniendo en cuenta obstrucciones a la radiación solar.

Materiales y Metodología

Para representar bidimensionalmente la trayectoria del Sol sobre la esfera celeste en dos sitios distintos dentro de la FACET, se usaron cartas solares estereográficas (realizadas con el software GEOSOL²) superpuestas a fotografías tomadas con un celular con 0,5x y lente gran angular de 0,36x, colocado de forma horizontal en dirección N-S. Dichas cartas solares representan las trayectorias correspondientes a los días de las efemérides astronómicas de solsticios y equinoccios sobre los sitios escogidos.



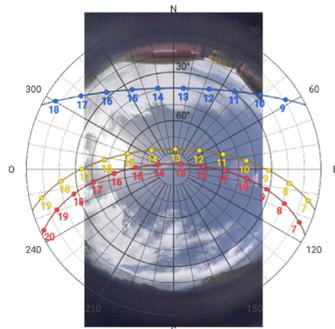
1. Cartas solares estereográficas.

2. Sitios escogidos para analizar.

Resultados

SITIO 1

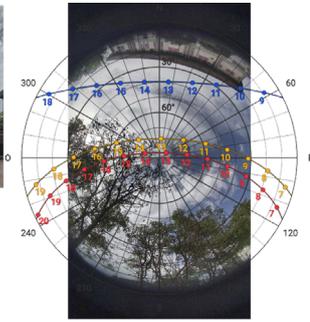
La cantidad de obstrucciones es prácticamente nula durante todo el día y para todo el año.



3. Primer sitio escogido y la respectiva carta solar proyectada en esa ubicación.

SITIO 2

Se encuentra muy cerca de la vista de la comunidad y presenta radiación solar al menos durante 4 horas o más durante el año.



4. Segundo sitio escogido y la respectiva carta solar proyectada en esa ubicación.

Conclusiones

Paneles solares	Reloj solar	Instrumentos meteorológicos
SITIO 1	SITIO 2	SITIO 1 y búsqueda de nuevo sitio en proceso
Mínimas obstrucciones: alejado de edificaciones y árboles de gran porte; facilidad para mantenimiento; observación por parte de la comunidad.	Obstrucciones moderadas: edificios y árboles presentes, pero con la posibilidad de poder ser observado y utilizado por la comunidad diariamente durante 6hs en promedio a lo largo del año.	Mínimas obstrucciones: alejado de edificaciones y árboles de gran porte; facilidad para mantenimiento (menor seguridad); nuevo sitio buscado: techo de un Block (mayor seguridad).

Referencias

¹Hernandez, A., (2003). "GEOSOL: una herramienta computacional para el cálculo de coordenadas solares y la estimación de irradiación solar horaria". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 7 – N° 2, pp. 11.19, ISSN: 0329-5184.



Estudio de transporte eléctrico de films columnares de ZnO



Paz, N. L.^{1,2,*}; Straube, B.²; Vega, N. C.^{1,2}; Comedi, D.^{1,2}



¹Nanoproject, Laboratorio de Física del Sólido y Laboratorio de Nanomateriales, Departamento de Física e INFNOA, FACET, UNT
²Laboratorio de Física del Sólido, Departamento de Física, FACET, UNT
 *paznelsonleandro@gmail.com

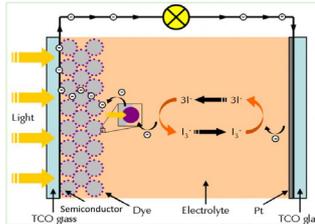


Resumen

En este trabajo se fabricaron muestras por el método a baja temperatura de deposición química por vapor (CVD), realizando la variación de varios parámetros de crecimiento, obteniéndose films de granos columnares de ZnO con uniformidad de recubrimiento y espesores diferentes (ya esperado por [1]). En una muestra selecta, se realizaron estudios de transporte de carga eléctrica. Para esto, se establecieron contactos eléctricos de In en esta y se realizaron medidas de curvas de la corriente eléctrica en función del voltaje aplicado sobre los electrodos (curvas I-V), curvas de resistencia eléctrica en función del tiempo (R-t), tanto con la muestra en oscuridad como bajo iluminación UV (empleando un LED). Estas medidas se realizaron tanto en condiciones de aire atmosférico como en vacío para el estudio de la influencia de los adsorbatos en el transporte de carga a través del SNE. Además, se estudió la dependencia de la resistencia eléctrica en función de la temperatura (T) en el rango 30-297K con la muestra bajo iluminación UV en vacío. En base a los resultados obtenidos, se plantea un modelo cualitativo posible del mecanismo de transporte de carga dominante para esta muestra y su morfología, el cual permitirá el desarrollo de un modelo computacional para la validación de los supuestos teóricos a través del ajuste de las curvas experimentales.

Esquema de celda solar sensibilizada por colorante (DSSC)

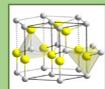
Estudiar y modelar el impacto de la morfología de los semiconductores nanoestructurados (SNEs) de los electrodos en el transporte de carga a través de estos



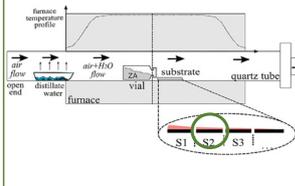
ZnO

- Gap directo: 3,37 eV (UV)
- Dopaje nativo: tipo n
- Alta energía excitónica: 60 meV
- Excelente movilidad electrónica
- Económico
- No tóxico
- Biocompatible
- Estructura cristalina wurzita
- Fácil crecimiento y control de morfología/tamaño de nanoestructuras

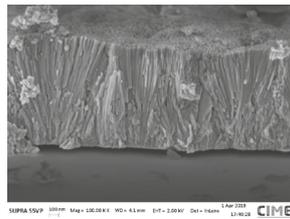
III	IV	V	VI
B	C	N	O
Al	Si	P	S
Zn	Ge	As	Se
Ga	In	Sb	Te
Hg	Tl	Pb	Po



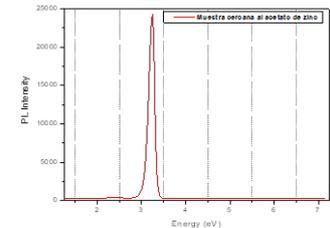
Técnica de fabricación



Microscopía electrónica de barrido (SEM)



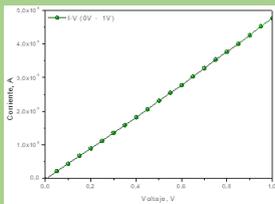
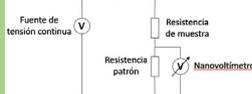
Espectroscopia de fotoluminiscencia (PL)



Contactos eléctricos

Configuración de medición coplanar

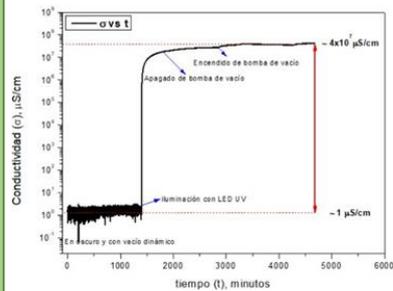
Método de medición de dos puntas



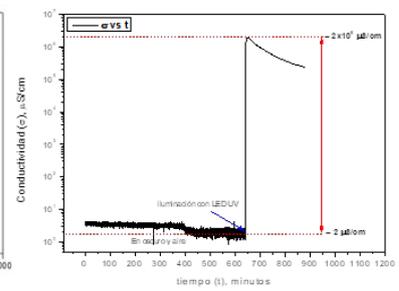
La curva I-V muestra que los contactos son óhmicos

Mediciones eléctricas

Fotoconductividad en vacío



Fotoconductividad en aire



Modelo cualitativo

Se realizó el cálculo de la fotoconductividad (FC) mediante la siguiente ecuación:

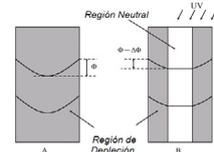
$$\Delta\sigma = e(\Delta n\mu_n + \Delta p\mu_p) \quad [2]$$

Donde se supuso movilidad constante y recombinación cero. Se obtuvo una FC del mismo orden que la medida. Al introducir recombinación finita, la PC calculada es mucho menor que la medida. Por lo tanto, se postula que, junto con la excitación de portadores y su recombinación, debe haber un aumento importante en la movilidad. Se atribuye este aumento al efecto de apantallamiento que los fotoportadores ejercen sobre el campo eléctrico en las interfaces entre columnas, achatando las barreras de potencial y llevando a un aumento de la movilidad efectiva en el material iluminado.

Ecuación de la fotoconductividad propuesta

$$\Delta\sigma = e(\Delta\mu_{in}\Delta n + \Delta\mu_{ip}\Delta p) = fe(\Delta\mu_{in}\tau_n + \Delta\mu_{ip}\tau_p)$$

Barreras en interfaces de columnas de ZnO en oscuridad e iluminadas



Conclusión

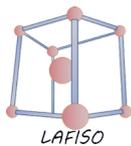
La conductividad de la muestra crece mas de 7 ordenes de magnitud cuando se ilumina con un LED UV, que según los cálculos se esperaba que tenga un menor aumento. Por lo que se propone que este aumento enorme de la conductividad ocurre debido a un aumento de la movilidad que ocurriría de acuerdo a lo esperado por el apantallamiento de las barreras en las interfaces.

Financiación: Beca CONICET y proyectos PUE, PIP, PICT

Muchas gracias!

Conocé nuestro trabajo en <https://www.facet.unt.edu.ar/nanoproject>

[1] Nadia C. Vega, Benjamin Straube, Oscar Marin-Ramirez y David Comedi. "Low temperatura chemical vapor deposition as a sustainable method to obtain c- oriented and highly UV luminiscent ZnO thin films". Materials Letters, vol. 333, 133684 (2023), <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2022.133684>.
 [2] Bube, Richard H. Photoconductivity of Solids (1960). John Wiley Sons.



ESQUINA RICA EN Fe DEL DIAGRAMA DE FASES TERNARIO Fe-Nb-Zr A 1000°C.

Almeda, P.; Garcia, C.; Tolosa, M.; Nieva, N.

Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Física. Laboratorio de Física del Sólido (LAFISO), Instituto de Física del Noroeste Argentino - INFINOA (CONICET-UNT)
almedapablo544@gmail.com

Las aleaciones de base circonio (Zr) son de extendida aplicación en el campo de la tecnología nuclear. El circonio aleado con hierro (Fe) y niobio (Nb) es la base principal de las aleaciones tipo Zirlo, muy utilizadas como elementos estructurales y como contenedores de elementos combustibles. El diagrama de fases ternario Fe-Nb-Zr a diferentes temperaturas, presenta sin resolver la esquina rica en Fe del triángulo de Gibbs [1-2]. Por lo que evaluaremos experimentalmente estas zonas.

Para ello se fabricaron un conjunto de aleaciones ternarias de Fe-Nb-Zr que abarcan una porción desconocida del diagrama. Luego de un tratamiento térmico a 1000°C durante 1440 horas se caracterizaron por medio de técnicas metalográficas, de difracción de rayos X (XRD).

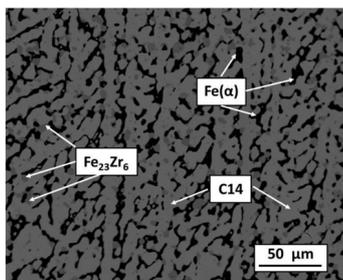
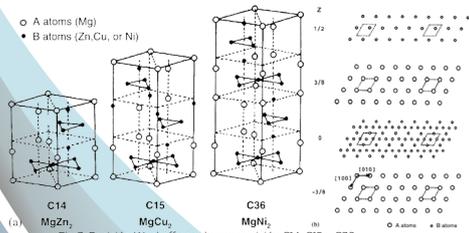


Fig 1: Imagen SEM de electrones retrodispersados de la muestra R4 HT a 1000°C. Las fases identificadas son: Fe(a) (oscura), Fe₂₃Zr₆ (gris oscuro) y C14 (gris).

fase C14					
P6 ₃ /mmc, Z = 4					
Átomo	Posición de Wyckoff	x	y	z	Coordenada idealizada
Zr/Nb	4f	1/3	2/3	z	z = 9/16 x
Fe1	6h	x	2x	1/4	= 1/6
Fe2	2a	0	0	0	
fase C36					
P6 ₃ /mmc, Z = 8					
Átomo	Posición de Wyckoff	x	y	z	Coordenada idealizada
(Zr/Nb)1	4f	1/3	2/3 z	z	z = 21/32 z
(Zr/Nb)2	4e	0	0	z	= 3/32 x =
Fe1	6h	x	2x	1/4	1/6
Fe2	6g	1/2	0	0	
Fe3	4f	1/3	2/3 z	z	z = 1/6

Tabla 1. Coordenadas atómicas para la forma ideal de las estructuras C14 y C36



Referencias:

- M. R. Tolosa, M. J. Jimenez, C. Arreguez, L. Acosta, A. Gómez, M.S. Granovsky, D. Arias, N. Nieva. "Stability of the Fe₂₃Zr₆ Phase in Zr Alloys", Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales (SAM/CONAMET 2018; 01/10/2018 - 05/10/2018).
- C. Ramos, C. Saragovi, M. Granovsky, D. Arias. "Mössbauer Spectroscopy Studies of Some Intermetallics in the Zr-Nb-Fe System", Hyp.Interact.139/140 (2002) 363-368.
- M.R. Tolosa, G. Aurello, D. Arias, R. González, N. Nieva. "Experimental study of Fe-rich region in the Fe-Nb-Zr system at 1000°C", CALPHAD, 79 (2022) 102499.

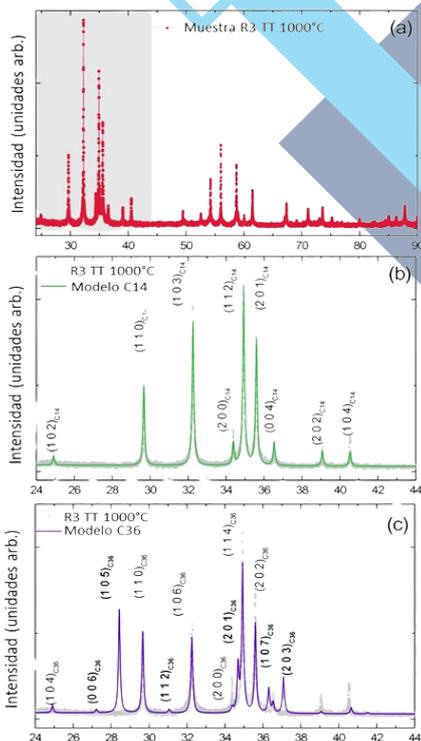


Fig 2: (a) Datos SXRD para la muestra R3 HT a 1000°C recopilados en el LNLS usando λ = 1,23705 Å. El área sombreada corresponde a la región de ángulo bajo ampliada en (b) y (c). (b) - (c) Patrones de difracción simulados para el modelo cristalográfico idealizado de las fases C14 (b) y C36 (c), en comparación con los datos (símbolos grises).

La técnica de SXRD del LNLS-CNPEM, mostró ser muy eficiente para diferenciar entre las fases hexagonales de Laves Fe₂Nb(C14) y Fe₂(Zr_{1-x}Nb_x)(C36) medidas en condición de polvo [3]. De esta manera se trazaron los límites de equilibrio de fases en las regiones bajo estudio, resolviendo y completando en gran proporción la región analizada.

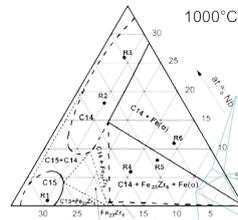


Fig 4: Esquina rica en Fe del diagrama de fases FeNbZr propuesto a 1000°C. (*) Composiciones nominales de aleaciones. Límites de fases; líneas gruesas medidas en el presente trabajo, (---) probable, (---) predicha.

POSTERS

GEODESIA Y TOPOGRAFÍA



PESOS DE LOS PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN Y MATRIZ DE SELECCIÓN DE COORDENADAS EN LA REPRESENTACIÓN IMPLÍCITA DEL MARCO DE REFERENCIA DEL DATUM PARA LA COMPENSACIÓN DE UNA RED LIBRE DE TRILATERACIÓN 2D

Vacaflor José L.

Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Departamento de Geodesia y Topografía / Área Geodesia.
joseluisvacaflor@gmail.com

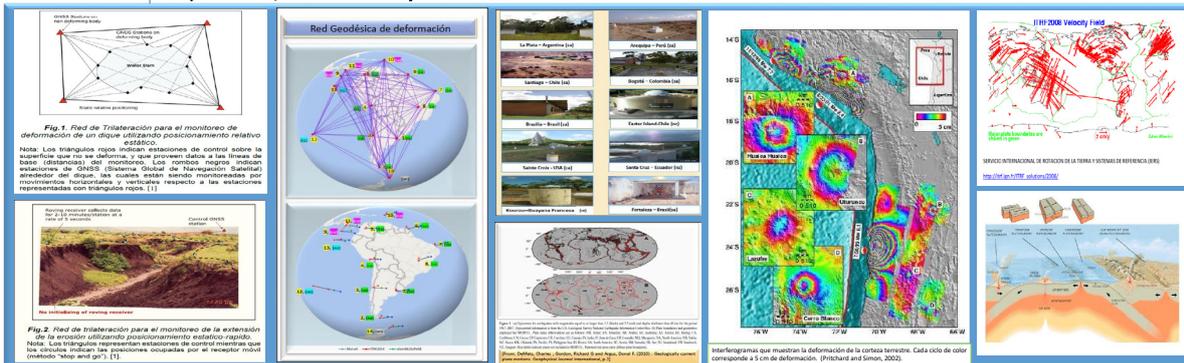
Considérese una red libre de trilateración bidimensional con “k” puntos físicos, $i=1 \dots k$ vinculados mediante “n” distancias observadas, formando un Marco de Referencia Geodésico de Coordenadas Cartesianas (xi,yi), GRF (xi,yi). Las posiciones de los puntos de la red están definidas en un Sistema de Referencia Geodésico de Coordenadas Cartesianas (x, y), GRS(x,y), caracterizado por: a) convención adoptada de la regla “de la mano derecha” para los ejes, b) el origen es un punto no especificado de la Tierra; c) los ejes positivos ox y oy respectivamente no tienen orientaciones especificadas, d) la escala o longitud definida por los vectores unitarios a lo largo de ox y oy es el metro (SI) y es realizada por las distancias observadas en la red de trilateración

OBJETIVOS: Compensar una red libre de trilateración 2D considerando que el datum de la red es definido mediante un marco datum GRF*d*(x*d*,y*d*) representado en forma implícita por los valores de los parámetros de transformación de coordenadas, dos traslaciones tx y ty, una rotación dg y sus pesos ptx, pty y ptdg respectivamente entre los sistemas GRS(x,y) y GRS(xo,yo) de un modelo de transformación de coordenadas de semejanza o de Helmert entre los marcos GRF(xi,yi) y GRF(xoi,yoi), $i=1 \dots k$ el cual incluye una matriz S de selección de coordenadas de puntos datum de la red.

MATERIAL Y METODOS

El sistema GRS(xo,yo) es realizado por un marco accesible GRF(xoi,yoi), $i=1 \dots k$, formado por todos los puntos de la red con coordenadas conocidas “a priori” (xoi,yoi) consideradas aproximadas. La metodología utilizada para obtener una solución por mínimos cuadrados con restricciones consiste en: a) Formación de las ecuaciones de observación según el modelo de compensación de Gauss-Markov con defecto de datum de la red; b) Definición del datum mediante ecuaciones de restricción adicionales para la introducción del marco datum GRF*d*(x*d*,y*d*) en la forma anteriormente descrita, es decir, empleando un modelo de transformación de coordenadas de semejanza entre GRF(xi,yi) y GRF(xoi,yoi), $i=1 \dots k$, el cual incluye valores de tx,ty,dg y sus pesos ptx,pty,ptdg respectivamente, y además se incluye la matriz S de selección.

RESULTADOS Se desarrolló un método de compensación por mínimos cuadrados con restricciones que incorporan pesos de los parámetros de transformación y coordenadas de puntos Datum.



CONCLUSIONES

Entre las principales conclusiones se destaca que se desarrolló un método de compensación por mínimos cuadrados con restricciones, de una red libre de trilateración 2D considerando que el datum de la red es definido mediante un marco datum GRF*d*(x*d*,y*d*) representado en forma implícita por los valores de los parámetros de transformación de coordenadas, tx y ty,dg y sus pesos ptx, pty y ptdg respectivamente entre los sistemas GRS(x,y) y GRS(xo,yo) de un modelo de transformación de coordenadas de semejanza o de Helmert entre los marcos GRF(xi,yi) y GRF(xoi,yoi), $i=1 \dots k$ el cual incluye una matriz S de selección de coordenadas de puntos datum de la red. Como ejemplo numérico, se aplica el método desarrollado en la compensación de una red de trilateración libre con seis puntos (k=6).

Referencias : 1. Vacaflor, José Luis (2012). Terrestrial Reference Frame in the datum definition of a free trilateration network. *Mecánica Computacional*, Vol. XXXI. Alberto Cardona, Paul H. Kohan, Ricardo D. Quinteros, Mario A. Storti (Eds.). Asociación Argentina de Mecánica Computacional. Imprenta UNSA. Salta, Argentina. ISSN 1656-6070, pp.3285-3290. 2. Vacaflor, José Luis (2011). Weights and transformation parameters in the datum definition of a geodetic network. *Mecánica Computacional*, Vol. XXX. Oscar Möller, Javier W. Signorelli, Mario Storti (Eds.). Asociación Argentina de Mecánica Computacional. Editorial: Imprenta Itacastro S.R.L. Santa Fe, Rosario, Argentina. ISSN 1656-6070, pp.2421-2426.

PROYECTO PIUNT 26E751: MARCOS DE REFERENCIA GEODESICOS Y PARAMETROS POST-SÍSMICOS EN LA DETERMINACION DE LA DEFORMACION DE LA CORTEZA TERRESTRE EN AMERICA DEL SUR

La superficie irregular de la Tierra sólida (continentes y fondo oceánico) y sus variaciones con el tiempo, pueden ser descriptas mediante coordenadas y velocidades de puntos físicos accesibles de una red geodésica de control, en un Sistema de Referencia Geodésico (GRS) de coordenadas. El GRS define el origen, la orientación de los planos o ejes fundamentales, la escala del sistema de coordenadas y su evolución en el tiempo. El Marco de Referencia Geodésico (GRF) es la realización del origen, orientación de los ejes y escala del GRS y su evolución en el tiempo. Esta realización es alcanzada por el conjunto de puntos de la red con coordenadas y velocidades precisamente determinadas en el GRS. El objetivo de este proyecto es determinar y caracterizar los marcos de referencia geodésicos en soluciones óptimas de modelos lineales estocásticos de compensación de redes geodésicas - de extensión local, regional y global - para el análisis de la deformación de la corteza terrestre en América del Sur debido al movimiento de las placas tectónicas. Los modelos lineales estocásticos de compensación que serán considerados son del tipo Gauss-Markov (GMM), los cuales son organizados a partir del GMM con y sin restricciones respecto al GMM con defecto de datum y matriz de dispersión singular, hasta el GMM que contiene parámetros aleatorios y fijos. Los datos empíricos que se utilizarán son: a) Los datos y productos de los marcos Internacionales de Referencia Terrestre (ITRF) producidos por el Servicio Internacional de Rotación de la Tierra y Sistemas de Referencia (IERS) públicamente disponibles; b) Los datos derivados de los modelos geocinmáticos del movimiento de las placas tectónicas APKIM, REVEL, MORVEL entre otros, c) Datos de determinaciones de campos de velocidades de estaciones GNSS en América del Sur producidos por grupos de investigación, d) Desplazamientos de las estaciones de redes geodésicas derivados de modelos paramétricos de deformación post-sísmica (PSD) disponibles en las soluciones ITRF2014 y ITRF2020, e) Datos del U.S. Geological Survey (USGS) y de estaciones de la red Nacional de estaciones Sismológicas del Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES); e) Datos del Bureau Gravimétrique International (BGI), del Servicio Internacional para el Geoido (ISG) y de modelos de Geoido local calculados utilizando observaciones de campañas locales con gravímetros Lacoste&Romberg y receptores GPS de doble frecuencia disponibles en la FACET.U.N.T.

MIEMBROS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Director: Vacaflor J.L. **Integrantes Docentes-Investigadores:** Golbach, José Rodolfo; Navarro, Federico; Gutiérrez, Raúl Sebastián; Duran, Jorge Marcelo; Vacaflor, Paulina; Brandon, Ana Constanza; Graneros, María Fernanda. **Integrantes Alumnos:** Contardo, Matías Ezequiel; Vilera Anuares, María Fabiola; Salazar, Bruno Javier



Dulci, Ariana*; Golbach, J. Rodolfo; Durand, J. Marcelo
Departamento de Geodesia y Topografía, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán
*aris.dulci@gmail.com



1 Introducción

Este trabajo presenta la obtención de dos modelos de geode local para el Gran San Miguel, sector que comprende la Capital de la Provincia de Tucumán, ciudades circundantes y las Sierras de San Javier. Dichos modelos fueron generados a partir de observaciones GPS, observaciones gravimétricas, y las ondulaciones de geode del modelo argentino GEOIDE-Ar 16⁽⁴⁾ o del modelo global EGM08⁽²⁾. La zona de estudio abarca aproximadamente 893 km² y se caracteriza por un incremento de alturas en dirección E-O. El 60% de su extensión tiene una pendiente baja mientras que las pendientes abruptas comienzan en la base de la sierra hasta su cumbre, llamada El Taficillo.

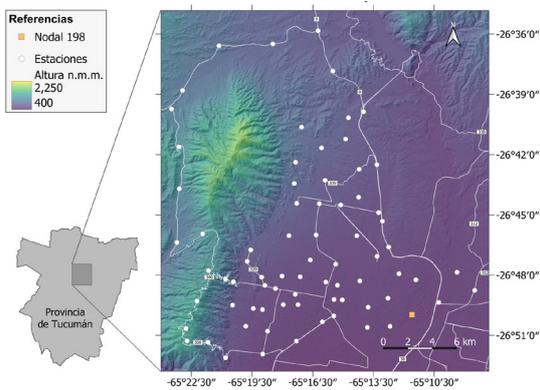


Fig. 1. Mapa de elevaciones elaborado en base al modelo digital de terreno ALOS PALSAR (resolución de 12.5m/px) obtenido del portal ASF Data Search. Líneas en blanco representan rutas Nacionales y Provinciales. Mapa Realizado en software libre QGIS.

2 Metodología

Se midieron 76 puntos distribuidos en la zona de estudio, espaciados entre 2 y 3 km. En cada punto se realizaron observaciones de gravedad y posicionamiento satelital con GPS. También se dispone de datos de gravedad y altura ortométrica de aquellos puntos coincidentes con puntos fijos de las redes de nivelación y de gravimetría de la Rep. Arg. Las lecturas de gravedad fueron corregidas por deriva del instrumento y por efecto de mareas, esto último se realizó mediante las ecuaciones de Longman (1959) que suponen un modelo de Tierra sólida y rígida.

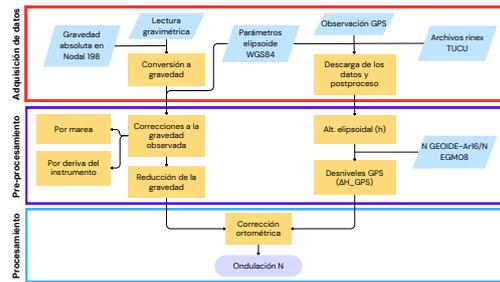


Fig. 2. Procedimiento de trabajo.

A partir de las alturas elipsoidales determinadas y las ondulaciones geoidales de los modelos GEOIDE-Ar16 y EGM08, se realizó el traslado de la cota ortométrica (SRV16) del Nodal 198 a los puntos observados de la siguiente forma:

$$H_{GPS_i} = H_{SRV_{N_{PF}}} + \Delta H_{GPS_i} = H_{SRV_{N_{PF}}} + (\Delta h_i - \Delta N_i)$$

Luego, se calcularon las correcciones ortométricas CO para cada punto utilizando la gravedad observada y su promedio con la gravedad reducida al geode, tanto en el punto fijo como en cada estación

$$OC_{AB} = \sum_A^B \frac{g - \gamma_0}{\gamma_0} \delta n + \frac{\bar{g}_A - \gamma_0}{\gamma_0} H_A - \frac{\bar{g}_B - \gamma_0}{\gamma_0} H_B$$

donde las gravedades medias \bar{g} se calcularon con una reducción de Prey simplificada, $\bar{g}_A = g_A + 0.0424HA$ y $\bar{g}_B = g_B + 0.0424HB$. Se asumió la densidad de la placa de Bouguer como $\rho=2.67 \text{ g/cm}^3$ y $g=g_B$. La gravedad normal γ_0 corresponde al elipsoide WGS84 a la latitud -45° . Finalmente, sumando la CO a la altura nivelada, se convirtieron los desniveles obtenidos en desniveles ortométricos. Las ondulaciones del geode local en los puntos observados fueron determinados como:

$$N_{i_{calc}} = h_i - (H_{GPS_i} + CO_i)$$

Para calcular N en toda el área de estudio, se utilizó el método de Kriging y se ajustó con una superficie de tendencia cuadrática.

3 Conclusiones

Los modelos obtenidos presentan variaciones en las ondulaciones en un rango de 4 metros. Para evaluar la calidad del método elegido para realizar estimaciones precisas de ondulaciones, se llevó a cabo una validación cruzada cuya desviación estándar es de 2.4 centímetros para el modelo obtenido empleando el geode regional y 3.8 centímetros con el geode global. Las diferencias obtenidas entre el modelo local generado y el modelo que se utilizó para su construcción son de hasta 4.1 centímetros en el caso del modelo A y de hasta 23 centímetros en el caso del modelo B.

Geode Local	Maximo	Minimo	Media	σ
Modelo A	0.041	0.017	0.029	0.005
Modelo B	-0.196	-0.230	-0.209	0.007

Tabla 1. Análisis estadístico de las diferencias de ondulación geoidal. Modelo A determinado con las ondulaciones de GEOIDE-Ar16, y Modelo B con las de EGM08. Unidades en metros.

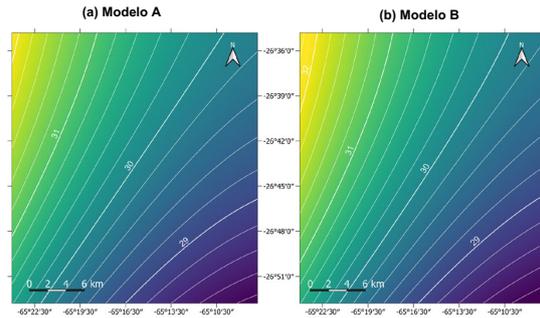


Fig. 3. Mapa de contorno de las ondulaciones del geode determinadas. Equidistancia de 0.2m. Unidades en metros. Elaborado en QGIS.

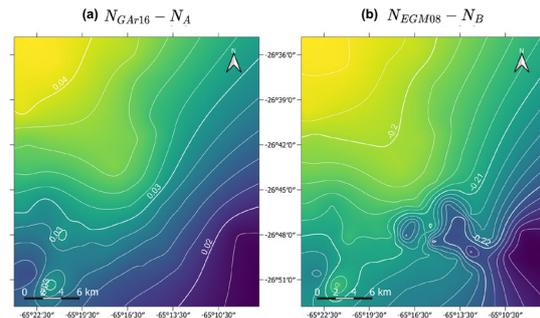


Fig. 4. Mapa de contorno de las diferencias de ondulación de geode: (a) Entre GEOIDE-Ar16 y modelo A; (b) Entre EGM08 y modelo B. Unidades en metros. Elaborado en QGIS.

Referencias

- (1) Heiskanen, W. A., Moritz, H. (1967). Physical Geodesy. W.H. Freeman, San Francisco.
- (2) Longman, I. M. (1959). Formulas for computing the tidal accelerations due to the moon and the sun. Journal of Geophysical Research.
- (3) Pavlis, N. K., Holmes, S. A., Kenyon, S. C., & Factor, J. K. (2012). The development and evaluation of the Earth Gravitational Model 2008 (EGM2008) (Vol. 117). Journal of Geophysical Research. doi:https://doi.org/10.1029/2011JB008916
- (4) Piñón, D., Zhang, K., Wu, S., & Cimbaro, S. (2017). A New Argentinean Gravimetric Geoid Model: GEOIDEAR. Springer International Publishing AG 2017. doi:10.1007/1345_2017_267

POSTERS

INGENIERÍAS DE PROCESOS Y GESTIÓN INDUSTRIAL



ANÁLISIS PROTEÓMICO DE LA UTILIZACIÓN DE PREBIÓTICOS OBTENIDOS DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA



Romano, Carla L.¹, Brizuela, Lourdes¹, Pisa, José H.¹,

Hero, Johan S.¹, Manfredi, Adriana P.², Martínez, María A.^{1,3}

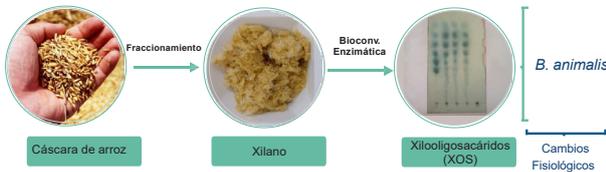


(1) Planta Piloto de Procesos Industriales Microbiológicos (PROIMI-CONICET). (2) Dpto. de Industria Azucarera (FACET – UNT). (3) Dpto. Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial (FACET – UNT)

email: pmanfredi@herrera.unt.edu.ar

1 INTRODUCCIÓN

La cáscara de arroz constituye un subproducto de la industria molinera que contiene xilano como hemicelulosa mayoritaria. Su extracción y bioconversión enzimática permite obtener XOS con potencial prebiótico. Otros autores evaluaron el efecto fisiológico de dichos compuestos sobre microorganismos probióticos; sin embargo, estudios proteómicos permitirían dilucidar las vías metabólicas para la asimilación de los mismos.



2 OBJETIVO

Estudiar las bases metabólicas de la utilización de XOS derivados de xilano de cáscara de arroz por *Bifidobacterium animalis* mediante un enfoque proteómico.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Bifidobacterium animalis subsp. *lactis* BB-12®



Thermo scientific exactive plus

Base de datos:

Secuencia de *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* AD0011(UP000002456)

Análisis Proteómico:

- Software Proteome Discoverer
- Software Perseus v.1.5.8.5

5 CONCLUSIÓN

Los XOS producidos enzimáticamente a partir de biomasa utilizada como subproducto de la agroindustria, producen cambios en el perfil de proteínas sobrerreguladas. Esta evidencia sugiere la utilización de los oligosacáridos del tipo XOS, y su potencial efecto prebiótico sobre los microorganismos ensayados.

Bibliografía:

- Ayyappan, P. et al. (2021). Current status of xylooligosaccharides: Production, characterization, health benefits and food application. Trends in Food Science & Technology 111, 506-519.
- Sanders, M. et al. (2019). Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. Nat Rev Gastroenterol Hepatol 16, 605-616.

4 RESULTADOS

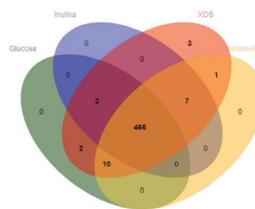
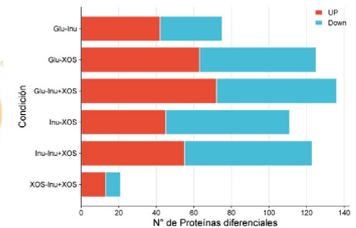


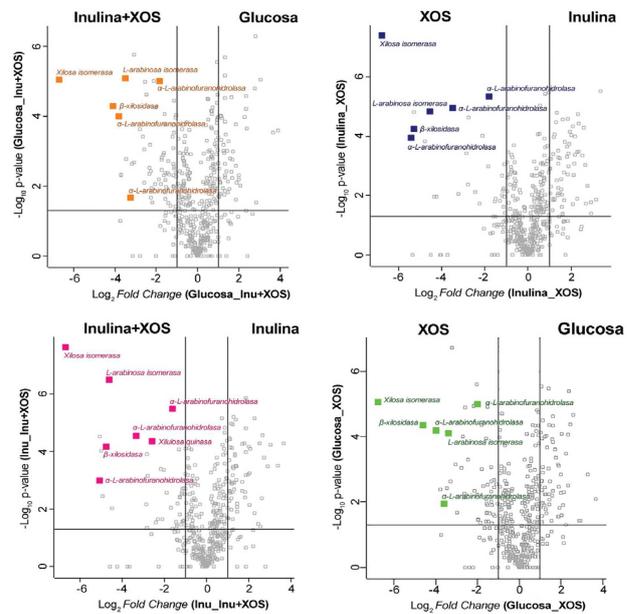
Diagrama de Venn de las proteínas expresadas



Condición del medio de cultivo vs. cantidad de proteínas diferenciales expresadas por *B. animalis*.

Se identificaron un total de 493 proteínas. 466 fueron compartidas en todas las condiciones ensayadas

La incorporación de XOS produjo mayor cambio en la expresión de proteínas en comparación con glucosa e inulina.



Volcano plot de las diferentes condiciones ensayadas.

La proteína que mostró mayor cambio con XOS fue la xilosa isomerasa, mayor a 6 veces con respecto a la expresión de la misma en glucosa e inulina. Solo se detectó endo-1,4-β-xilanasas en los medios con XOS.

Agradecimientos:

- Este trabajo fue realizado con el aporte de: V742-UNT11881. "Producción de prebióticos". Convocatoria "Universidades Agregando Valor 2018". Resolución 2018 - 109 - APN - SECPU - MECYT.
- PICT-2017-2185. "Enzimas activas sobre carbohidratos complejos: estudios genómicos y bioquímicos para aplicaciones en biotecnología". Resolución ANPCYT N° 310-18.
- IC-904. Producción y formulación de cócteles enzimáticos para la valoración de recursos agroindustriales ricos en carbohidratos. Resolución 1556/2021. USPT.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



CONICET



NOA Sur TUCUMÁN SANTIAGO DEL ESTERO CATAMARCA

INQUINOA



CONICET UNT

SÍNTESIS DE COMPUESTOS QUÍMICOS CON POTENCIAL APLICACIÓN AL DISEÑO DE FÁRMACOS Y BIOPRODUCTOS DE INTERÉS INDUSTRIAL

Robles, N.L.^{1,2}, Machin Ferrero, L.M.^{1,3}, Mele, F.D.^{1,3}, Cardona López, J.²

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Dpto. de Ing. de Proc. y Gestión Ind.

nrobles@herrera.unt.edu.ar, lmachinferrero@herrera.unt.edu.ar, fmele@herrera.unt.edu.ar

²Instituto de Química del Noroeste (INQUINOA CONICET UNT), jesica.cardonalopez@gmail.com

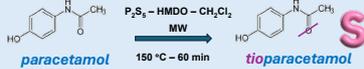
³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

<https://orcid.org/0000-0001-8989-0369>

Los principios activos de numerosos fármacos poseen el grupo $-C(O)-NH-$, responsable en gran medida de su funcionalidad.



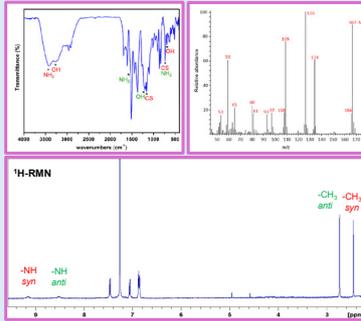
Se demostró que la sustitución isostérica de S por O en algunos fármacos conduce a mejoras en la relación estructura-actividad, por lo que resulta interesante realizar su síntesis y caracterización.



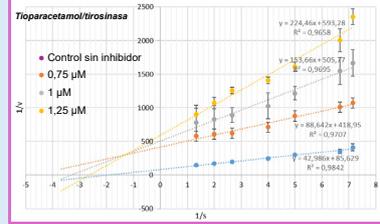
En general:

Se utilizan diferentes agentes tónicos, solventes y condiciones de reacción. Se trabaja en reactores microondas o a través de síntesis química tradicional. Se evalúan variables críticas de reacción a fin de alcanzar los mejores rendimientos y tiempos de reacción.

Los compuestos se caracterizan a través del análisis de las propiedades estructurales, conformacionales y espectroscópicas (FTIR, Raman, NMR, GC/MS) corroboradas por cálculos computacionales.

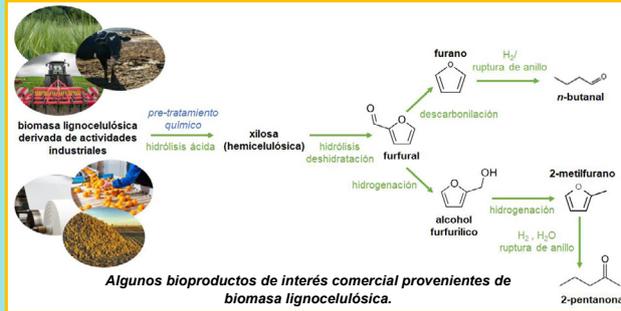


Se evalúa la actividad biológica de los compuestos frente a enzimas.



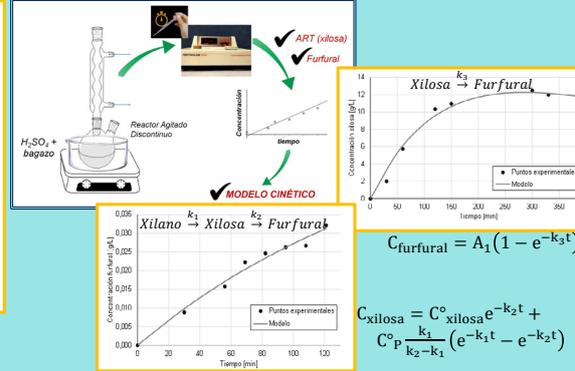
Se realizan estudios cinéticos variando las concentraciones de sustrato y de inhibidor a una concentración fija de enzima (se muestra el diagrama de la doble recíproca de Lineweaver-Burk 1/V vs 1/S). Se determinan las constantes de inhibición del inhibidor con enzima libre (K_i) y la constante de inhibición del inhibidor con el complejo enzima-sustrato (K_{iS}), respectivamente y se predicen los modos de unión a través de simulaciones de docking.

Reviste gran interés en la actualidad diversificar la cartera de productos provenientes de las actividades sucroalcoholera, cítrica y otras, utilizando el excedente de material lignocelulósico (bagazo, RAC, residuos de poda, entre otros) como materia prima para la producción de bioproductos de valor agregado.



Las experiencias a escala laboratorio y banco permiten obtener datos que luego permiten simular producciones a mayor escala e identificar los puntos críticos responsables del impacto ambiental en la cadena productiva, usando para esto último el análisis de ciclo de vida (LCA) y las huellas ambientales (ej.: huella de carbono y de agua).

A través de estudios cinéticos a escala laboratorio, se pueden establecer las variables más significativas para un dado proceso: temperatura, concentración de catalizador/es, tiempo de reacción y relación sólido-líquido y delinear los modelos cinéticos de las reacciones involucradas.



Teniendo en cuenta los excelentes valores de capacidad y reciclo evidenciados por diferentes tipos de dispositivos para el almacenamiento de energía en desarrollo en la actualidad, es interesante establecer el impacto ambiental de su producción a partir de materiales y recursos naturales utilizando huellas ambientales y análisis de ciclo de vida.

Producción de azúcar: Justificación mediante análisis de riesgo de los equipos de control de material extraño

Chauvet, S.B.¹, Borkosky, D., Belló, B. E., Albarracín P. M.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento. Gabinete de Calidad Total. Dpto Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial
schauvet@herrera.unt.edu.ar

OBJETIVO:

Conformar una metodología para el análisis de riesgo en la selección de los equipos que controlan los peligros físicos en las empresas de manera de actualizar su Sistema de Inocuidad según FSSC 22000 versión 6.



METODOLOGIA Y RESULTADOS :

Mediante una adaptación del método cualitativo de Listas de comprobación [1], se conformó una metodología para el análisis de riesgo donde se formularon preguntas sobre:

- | | |
|--|---|
| 1) cantidad de tipos de elementos extraños que puede detectar; | 5) Existencia de piezas que se puedan desprender luego del equipo hasta su envasado; |
| 2) costo del equipo de detección; | 6) Facilidad en el uso para los empleados; |
| 3) dificultades al momento de instalarlo en la línea de producción (solo cuando hay que instalarlo); | 7) Costo de mantenimiento y calibración periódica del equipo y |
| 4) Rapidez de detección, | 8) si el equipo funcionalmente detecta solo el tipo de partículas que pueden desprenderse de las instalaciones. . |

Se ha propuesto una primera pregunta sobre la viabilidad de aplicar el equipo al tipo de producto, cuya respuesta positiva sólo permitiría iniciar la evaluación

Para la pregunta 1 se consideraron 3 equipos: magneto, detector de metal y el filtro y se asignó puntuación de 1 a 3, siendo 1 para el equipo que más detecta y 3 para el que menos retiene. Para el resto de las preguntas son factible 2 puntuaciones: 1 (menos riesgo) y 2 (más riesgo) Se conformo el **Índice de Riesgo (IR)** (adaptación del Método de Análisis de modos de fallas y efectos (FMEA) [2] como el producto de la puntuación a cada pregunta: Cuyo valor puede estar entre 1 a 384.



La metodología propuesta fue aplicaba en una Ingenio de Tucumán, donde poseen 2 líneas de envasado: bolsas de 50 kg y Big Bag de 1000 Kg.

Se evaluó 2 equipos para control de partículas: magneto y detector de metal, ya que un filtro fue desestimada su aplicación al producto.



Al evaluar el detector de metal y magneto en la línea de bolsas se determinó un IR de 16 y 24 respectivamente, lo que indica que es mejor equipo el detector de metal.



Para la línea de big bag, el detector de metal arrojó un IR de 32 frente a 12 del magneto, esto fundamentalmente, por tener instalaciones ferrosas y un detector sería poco aprovechable y es mucho más costoso como su mantenimiento..

CONCLUSIONES:

- La metodología planteada ha resultado útil para validar los equipos existentes en las líneas de envasado, tomando en cuenta que la instalación de un detector de metal resulta compleja por el lugar de la envasadora de big bag.
- Esta metodología permitiría a cualquier empresa de alimentos verificar si los equipos con los que cuentan son los más adecuados para controlar los peligros físicos.

Referencias

1. Garza Ruzafa R. I. (2007) Tesis: Análisis de los métodos complejos cualitativos para evaluación del Riesgo de incendio. Aproximación a una metodología integral. Universidad Internacional, S. C.
2. Evans J.R. y otros. (2008). Administración y Control de la Calidad. Cengage .7ª Edición



APLICACIÓN DE LA TÉCNICA HAZOP EN EL ESTUDIO DE MÉTODOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA FRUTILLA

Alves, N. ¹, Pacheco, M. R., Migliavacca, J., Molina Apud, B.M.

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento Mecánica. nalves@herrera.unt.edu.ar
<https://orcid.org/0000-0003-4692-3284>

OBJETIVOS

En la Provincia de Tucumán las pequeñas y medianas empresas dedicadas a la comercialización y exportación de frutillas en el marco del proceso de mejora continua, deben analizar sus procesos y modificarlos en los casos que sea pertinente para poder continuar en un mercado altamente competitivo. Ante este desafío surge la necesidad de revisar las actuales metodologías de trabajo y proponer cambios en el proceso productivo de la frutilla teniendo como idea rectora el logro de la seguridad y la inocuidad del producto destinado al consumo humano.



Figura 1: Diagrama de flujo del proceso de frutilla congelada

METODOLOGIA

En este trabajo se hizo relevamiento in situ de un packing de frutillas de la provincia de Tucumán y mediante un Estudio de Método de Trabajo [1] en el proceso productivo de la frutilla complementado con un análisis de riesgo utilizando la técnica HAZOP (Hazards and Operability Analysis) [2] se evaluó los peligros (Físico, Químico y microbiológico) a fin de asegurar la inocuidad de los productos.

Para la aplicación de las técnicas se confeccionaron diagramas de flujo (Fig.1), planillas (Fig. 2), diagramas de recorrido (Fig.3), registros fotográficos y en video en la etapa de diagnóstico de la situación.

En segundo lugar, se determinó el impacto de riesgos basándose en la gravedad y la probabilidad (Fig. 4). Se determinó un nivel de impacto de riesgo en una escala de 1 a 25 para cada riesgo que se identificó.

Identificación de riesgos

- ✓ Presencia de insectos
- ✓ Confusiones de fruta orgánica con inorgánica
- ✓ Mal lavado de utensilios
- ✓ Mal lavado de rasos del campo
- ✓ Mal lavado de manos
- ✓ Quejas sobre la empresa
- ✓ Demanda a la empresa
- ✓ Fraude por parte del campo
- ✓ Presencia de pesticidas prohibidos

Criterios de la matriz de riesgos		
Gravedad	Probabilidad	Impacto del riesgo
Insignificante	Muy probable	Bajo
Menor	Probable	Mediano
Modesta	Posible	Alto
Importante	No es probable	!
Catastrófica	Muy improbable	

Figura 4: Matriz de riesgo

Se determinó un nivel de impacto de riesgo en una escala de 1 a 25 para cada riesgo que se identificó.

Bajo (1-6): Es probable que no sucedan y, si suceden, no tendrán consecuencias significativas.

Medio (7-12): si tomas las medidas correspondientes para prevenir y mitigar estos riesgos, estarás allanando el camino hacia el éxito.

Alto (13-25): se deben tomar medidas de inmediato.

CONCLUSIÓN

Con el estudio de método de trabajo [1], en primer lugar, se logró reducir el 38.4% del recorrido, debido a la redistribución del proceso para obtener un recorrido más directo y con menos tiempos de espera, sin movimientos innecesarios y entrecruzamientos, logrando un flujo ininterrumpido del proceso. De la aplicación de la técnica HAZOP, se obtuvo que los riesgos de máxima prioridad son la presencia de pesticidas prohibidos y la mezcla de fruta orgánica con inorgánica.

Como resultado del trabajo se logró mejorar el flujo del proceso y se conformó una propuesta de medidas para mitigar o eliminar las situaciones con riesgos altos.

La metodología usada puede ser replicable en otras industrias similares para mejorar sus procesos.

Referencias

1. Kanawaty, G. (1996). Introducción al Estudio del Trabajo. Oficina Internacional del Trabajo.
2. Freedman, Pablo. (2003). HAZOP como metodología de análisis de riesgos. Instituto Argentino del Petróleo y del Gas.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE RIESGO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA FRUTILLA									
PROCESO	UNIDAD	RIESGO	CAUSAS	EFFECTOS	SEVERIDAD	PROBABILIDAD	ECONOMÍA	RECOMENDACIONES	ESTADO
PROCESO	PROCESO	Presencia de insectos	Mal lavado de utensilios	Presencia de insectos	Alto	Alta	Alto	Mal lavado de utensilios	1
PROCESO	PROCESO	Confusiones de fruta orgánica con inorgánica	Mal lavado de rasos del campo	Confusiones de fruta orgánica con inorgánica	Alto	Alta	Alto	Mal lavado de rasos del campo	1
PROCESO	PROCESO	Mal lavado de utensilios	Mal lavado de rasos del campo	Mal lavado de utensilios	Alto	Alta	Alto	Mal lavado de rasos del campo	1
PROCESO	PROCESO	Mal lavado de rasos del campo	Mal lavado de manos	Mal lavado de rasos del campo	Alto	Alta	Alto	Mal lavado de manos	1
PROCESO	PROCESO	Mal lavado de manos	Quejas sobre la empresa	Mal lavado de manos	Alto	Alta	Alto	Quejas sobre la empresa	1
PROCESO	PROCESO	Quejas sobre la empresa	Demanda a la empresa	Quejas sobre la empresa	Alto	Alta	Alto	Demanda a la empresa	1
PROCESO	PROCESO	Demanda a la empresa	Fraude por parte del campo	Demanda a la empresa	Alto	Alta	Alto	Fraude por parte del campo	1
PROCESO	PROCESO	Fraude por parte del campo	Presencia de pesticidas prohibidos	Fraude por parte del campo	Alto	Alta	Alto	Presencia de pesticidas prohibidos	1
PROCESO	PROCESO	Presencia de pesticidas prohibidos		Presencia de pesticidas prohibidos	Alto	Alta	Alto		1

Figura 2: Diagrama de análisis del proceso en formulario (método perfeccionado)

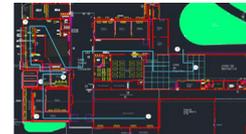


Figura 3: Diagrama de recorrido con mejoras

P R O B A B I L I D A D	SEVERIDAD				
	1. Insignificante	2. Menor	3. Moderada	4. Importante	5. Catastrófica
5. Muy Probable	10	15	20	25	30
4. Probable	7	10	15	20	25
3. Posible	4	7	10	15	20
2. No es probable	2	4	7	10	15
1. Muy improbable	1	2	4	7	10

Figura 5: Matriz de riesgo obtenida

Permeabilidad de gases en membranas de biocarbón electroactivas

Cruz Molina, L.E.; Cammisa, R.; Aroz, M.E ; Avila, A.M.

Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial, Instituto de Química del Noroeste Argentino (INQUINOA), CONICET-UNT
 aavila@herrera.unt.edu.ar

INTRODUCCIÓN

En el marco de la economía circular, la captura y reutilización de gases con impacto ambiental es una necesidad imperante. El CO₂, presente en gases de postcombustión y biogás, representa un desafío ambiental y energético. Las emisiones de CO₂ varían en composición, desde 15% en gases de combustión hasta 4.5% en ciclos combinados. En este contexto, es de interés el desarrollo de materiales selectivos renovables como una alternativa sostenible y eficiente para la separación y reciclado de CO₂.

Este estudio evalúa la permeabilidad a gases de estas membranas bajo diferentes condiciones de operación, con el objetivo de contribuir al desarrollo de tecnologías de depuración y reúso de CO₂ más eficientes y adaptables a diversas fuentes de emisión. Los resultados de esta investigación podrían tener aplicaciones en la purificación de biogás, la captura de CO₂ de gases de combustión y otras áreas de interés industrial. En este trabajo, se evaluaron las permeabilidades de tubos de biocarbón tratados con distintos recubrimientos, incluyendo silicona, almidón y NaCl, obteniendo los mejores resultados con un recubrimiento de NaCl.

TUBOS DE BIOCARBÓN ELECTROACTIVOS



Fig 1. Preparación del material electroactivo renovable.

- Estructura porosa del material
- 40 to 50% de contracción volumétrica
- Nueva estructura porosa cohesiva
- Mejora la conectividad y la conductividad eléctrica

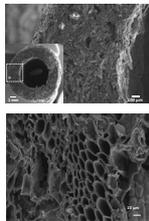


Fig 2. Imágenes SEM del material tubular.

Resultados de Permeabilidad de N₂ en Función de la Presión

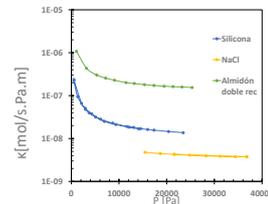


Fig 3. Permeabilidad de N₂ en función de la presión para distintos recubrimientos.

Los resultados muestran que el recubrimiento de NaCl (curva amarilla) tiene la menor permeabilidad de N₂, demostrando su efectividad superior en comparación con otros recubrimientos.

Esquema del Sistema de Medición de Permeabilidad

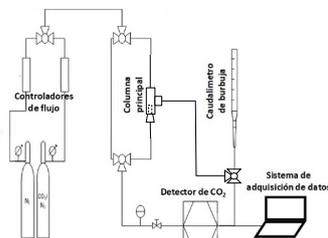


Fig 4. Módulo de medición para la evaluación del material desarrollado.

El módulo de medición incluye dos cilindros de gas (N₂ puro y una mezcla con 13,8% de CO₂ en N₂), controladores de flujo, una columna principal, un sensor de CO₂ para monitorear la salida del gas y un caudalímetro de burbuja para medir el flujo de gas con precisión.

Evolución de CO₂ y O₂ durante el Ensayo de Permeabilidad

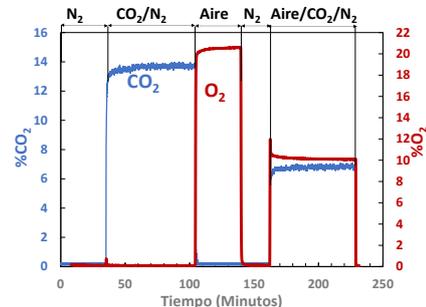


Fig 5. Variación de la concentración de CO₂ y O₂ en el permeado en función del tiempo.

Se llevaron a cabo pruebas de permeabilidad de gases en un tubo tratado con NaCl, abarcando un rango de presión entre 253 y 258 kPa absolutos. Inicialmente, cada experimento comenzó haciendo circular una corriente de N₂ puro, para luego cambiar a una mezcla de N₂/CO₂ con una concentración del 13,8% de CO₂. Luego, circuló aire (20,5% de O₂). Posteriormente, se realizó un ensayo adicional con una mezcla compuesta de N₂/CO₂/aire con 50% de aire. La duración de cada prueba osciló entre 2 y 3 horas, con un periodo de estabilización mínimo de 30 minutos para cada corriente gaseosa.

Resultados de Permeabilidad

Gas	P absoluta [kPa]	Permeancia [mol/(s.Pa.m ²)]	Permeabilidad [mol/(s.Pa.m)]
N ₂	253	1,3x10 ⁻⁷	1,9x10 ⁻³
CO ₂ en N ₂	253	1,2x10 ⁻⁷	1,8x10 ⁻³
Aire (O ₂)	258	1,0x10 ⁻⁷	1,5x10 ⁻³
N ₂		1,3x10 ⁻⁷	1,9x10 ⁻³
CO ₂ en N ₂ /O ₂ (CO ₂)	253	1,2x10 ⁻⁷	1,8x10 ⁻³
CO ₂ en N ₂ /O ₂ (O ₂)	253	9,4x10 ⁻⁷	1,4x10 ⁻³

Tabla 1. Permeabilidades y permeancias para distintas mezclas de gases

Los valores de permeabilidad y permeancia para N₂ puro, CO₂ en la mezcla CO₂/N₂, O₂ en N₂/O₂, CO₂ en N₂/O₂ y O₂ en N₂/CO₂ se presentan, destacando que la permeabilidad del O₂ (1,5x10⁻⁹ y 1,4x10⁻⁹ en aire puro y mezcla con N₂ y CO₂, respectivamente) fue consistentemente menor que la del CO₂ (1,8x10⁻⁹ en las mismas condiciones)

Reconocimientos:

Los autores reconocen y agradecen la financiación otorgada por: UNT, PIUNT-2022-E705, ANPCyT, PICT-2017-2410

CONCLUSIONES

Los elementos tubulares carbonosos derivados de biomasa ofrecen un gran potencial para la creación de membranas electroactivas innovadoras y sostenibles, con capacidad de escalado y operación continua. Nuestro estudio destaca el potencial de las membranas desarrolladas a partir de materiales renovables para la captura y reutilización de CO₂ en diversos procesos industriales.

Referencias:

- Aroz, M. E., Marcial, A. F., Trejo González, J. A., & Avila, A. M. (2021). Renewable and Electroactive Biomass-Derived Tubes for CO₂ Capture in Agroindustrial Processes. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 9(23), 7759-7768.
- A. M. Avila, E. Aroz. (2023). Merging renewable carbon-based materials and emerging separation concepts to attain relevant purification applications in a circular economy. Ind. Eng. Chem. Res. 62, 4793-4799.

POSTERS

MATEMÁTICA





CONSTRUCCIÓN DE FAMILIAS DE ÁLGEBRAS DE LIE RÍGIDAS

Fernández, E.¹; Lomas, I.²

(1) Departamento de Matemática. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Tucumán. Directora de proyecto Piuut E715
 (2) Departamento de matemática. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Tucumán. Codirectora del proyecto Piuut E715

Contactos: efernandez@herra.unt.edu.ar
 ilomas@herra.unt.edu.ar

Introducción:

Una de las primeras estructuras algebraicas que se conoce es la de espacio vectorial sobre $K=\mathbb{R}$, sabemos que dado un $n \in \mathbb{N}$ existe un único espacio vectorial, salvo isomorfismo, de dimensión n , luego se extiende a cualquier cuerpo K .

Dado un cuerpo K , un álgebra sobre K , es un K -espacio vectorial provisto de una operación bilineal, que llamamos producto.

Dada un álgebra A de dimensión n , la pregunta natural en matemática es ¿cuántas álgebras diferentes salvo isomorfismo existen?

Algunos conceptos previos

Si definimos como $\Delta^2(A)$ el espacio de todos los productos sobre A , su dimensión es n^3 . Dos productos μ y σ en A definen álgebras isomorfas si existe un operador invertible g de A tal que $g \cdot \mu(x,y) = \sigma(g \cdot x, g \cdot y)$ para todo $x,y \in A$. Si denotamos con $GL(A)$ el grupo de todos los operadores invertibles de A , definimos la órbita de μ

$$\omega(\mu) = \{g \cdot \mu (g^{-1} \cdot g^{-1}) / g \text{ en } GL(A)\},$$

luego el cociente $\Delta^2(A)/GL(A)$ parametriza el conjunto de clases de isomorfismos n -dimensionales sobre K . Se define el álgebra de Lie (A,μ) tal que μ es antisimétrica y verifica Jacobi. Si \mathcal{L} es el conjunto de todas las álgebras de Lie (A,μ) , clasificar \mathcal{L} es describir $\mathcal{L}/GL(A)$.

Decimos que un álgebra de Lie μ es rígida si su órbita es abierta bajo la topología de Zariski, es decir cualquier perturbación suficientemente pequeña de μ es isomorfa a μ .

Un invariante en \mathcal{L} es una función en \mathcal{L} cuyo valor es el mismo para álgebras isomorfas. Dada una álgebra de Lie la cohomología de orden 2 es una invariante. Dada \mathcal{L} , hay una cantidad finita de álgebras de Lie rígidas, ya que dada una órbita, su clausura es una componente irreducible las cuales son finitas, por lo que conocerlas nos acercará a su clasificación. Sabemos que si el segundo grupo de cohomología $H^2(\mu)$, es cero entonces es rígida, pero calcularlo es complicado por lo que utilizaremos técnicas para la rigidez.

Metodología y resultados: Sea \mathfrak{g}_0 , el álgebra de Lie, producto semidirecto de $\mathfrak{sl}(n,\mathbb{C})$ por su representación estándar $\mathfrak{g}_0 = \mathfrak{sl}(n,\mathbb{C}) \ltimes \mathbb{C}^n$ con $n > 1$, se probó, utilizando Hochschild-Serre (1952) y la sucesión exacta de \mathfrak{g}_0 -módulos

$$0 \rightarrow \mathbb{C}^n \rightarrow \mathfrak{g}_0 \rightarrow \mathfrak{g}_0 / \mathbb{C}^n \rightarrow 0$$

que $H^2(\mathfrak{g}_0, \mathfrak{g}_0)$ no es otra cosa que los invariantes por $\mathfrak{sl}(n,\mathbb{C})$ de $H^2(\mathbb{C}^n, \mathfrak{g}_0)$ y utilizando la teoría de representaciones se demostró que es nulo, luego \mathfrak{g}_0 es rígida. A continuación se consideró el álgebra de Lie $\mathfrak{g}_a = \mathfrak{g}_0 \oplus \mathbb{C}$, y utilizando la misma técnica se probó que \mathfrak{g}_a no es rígida. Más aún, se demostró que para $n > 2$ tiene un único 2-cociclo σ , el cual fue determinado, y que la correspondiente deformación lineal $g(t) = \mathfrak{g}_a + t\sigma$ es rígida.

	$\mathbb{N}^2 A_2^2 \otimes I_2 / A_2$		
Acción	$E^{1,3} \wedge E^{2,3} \otimes E_{1,2}$	$E^{1,3} \wedge E^{2,3} \otimes (E_{1,1} - E_{2,2})$	$E^{1,3} \wedge E^{2,3} \otimes E_{2,1}$
$E_{1,1}$	0	-1	-2
$E_{2,2}$	-2	-1	0
Peso	2	0	-2

Tabla 1. Pesos del complejo de cadena $C^2(A_2, I_2/A_2)$

	$B_{1,2}$	$B_{1,3}$	$B_{2,3}$	$B_{1,1} - B_{2,2}$	$B_{1,1} - B_{2,1}$	$B_{2,1}$	$B_{3,1}$	$B_{3,2}$
	(1, -1, 0)	(1, 0, -1)	(0, 1, -1)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	(-1, 1, 0)	(0, -1, 1)
$B_{1,1}$	0	1	0	0	0	-1	-1	0
$B_{2,2}$	-1	-2	0	-1	1	0	-1	-2
$B_{3,3}$	-1	-1	-1	-1	1	0	0	-1
Peso	(3, 2)	(2, 3)	(0, 2)	(1, 1)	(1, 1)	(-1, 1, 0)	(0, -1)	(2, 0)
$B_{1,1}$	-1	0	0	-1	-1	-2	-2	-1
$B_{2,2}$	0	1	0	1	0	1	0	0
$B_{3,3}$	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1
Peso	(1, 1)	(0, 2)	(-2, 1)	(-1, 0)	(-1, 0)	(-3, -1)	(-2, -2)	(0, -1)
$B_{1,1}$	-1	0	0	-1	-1	-2	-2	-1
$B_{2,2}$	-1	-2	0	-1	-1	0	-1	-2
$B_{3,3}$	0	0	-1	0	0	0	1	1
Peso	(2, 0)	(1, 1)	(-1, 0)	(0, -1)	(0, -1)	(-2, -2)	(-1, -3)	(1, -2)

Tabla 2. Pesos del complejo de cadena $C^2(A_3, I_3/A_3)$

Álgebra de Lie simple $S \subset \mathbb{C}^n \times \mathbb{C}^n$ involucrada	Álgebra de Lie inicial $I_n = S \times \mathbb{C}^n$	$H^2(I_n, I_n) = H^2(\mathbb{C}^n, I_n)^{I_n}$	Álgebra de Lie $S \times \mathbb{C}^n \oplus \mathbb{C} = S \times \mathbb{C}^n \oplus \mathbb{C}$ a factor abeliano	Hidromorfismo $S \times \mathbb{C}^n \oplus \mathbb{C}$ con un 2-cociclo
Condiciones	$C^2(I_n, I_n)^{I_n} = H^2(I_n, I_n)^{I_n} = H^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n}$	$H^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = H^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = H^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n}$	$H^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = H^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = H^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n}$	$H^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = H^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = H^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n}$
Suavemente cuantitas	$C^2(I_n, I_n)^{I_n} = 1$, $C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 1$	$C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 1$, $C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 1$	$C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 1$, $C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 1$	$C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 1$, $C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 1$
$H^2 \cong \text{alg. } \mathbb{C}^2 \times \mathbb{C}^2$	$C^2(I_n, I_n)^{I_n} = C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 0$ $C^2(I_n, I_n)^{I_n}$ no tiene vectores de peso máximo de peso 0	$C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 0$ $C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n}$ no tiene subesp. inv. útil.	$C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 0$ $C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n}$ no tiene subesp. inv. útil.	$C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 0$ $C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n}$ no tiene subesp. inv. útil.
$H^2 \subset \mathbb{C}^2 \times \mathbb{C}^2$	$C^2(I_n, I_n)^{I_n}$ tiene vectores de peso (0,0) pero no es máximo $C^2(I_n, I_n)^{I_n} = C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 0$ $C^2(I_n, I_n)^{I_n}$ no tiene vectores de peso máximo de peso (0,0)	$C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 0$ $C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n}$ no tiene subesp. inv. útil.	$C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 0$ $C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n}$ no tiene subesp. inv. útil.	$C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 0$ $C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n}$ no tiene subesp. inv. útil.
$H^2 \subset \mathbb{C}^n \times \mathbb{C}^n$	$C^2(I_n, I_n)^{I_n}$ no tiene vectores de peso (0,0) $C^2(I_n, I_n)^{I_n} = C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 0$ $C^2(I_n, I_n)^{I_n}$ no tiene subesp. inv. útil.	$C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 0$ $C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n}$ no tiene subesp. inv. útil.	$C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 0$ $C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n}$ no tiene subesp. inv. útil.	$C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n} = 0$ $C^2(I_n, I_n/I_n)^{I_n}$ no tiene subesp. inv. útil.

Tabla 3. Cuadro de resultados

Referencias

- Hochschild G. & Serre J.P., Comology of Lie Algebras, Annals of Mathematics, Vol. 57, Nro 3, May, 1953.
- San Martin L., Álgebras de Lie, February 18, 2009.
- Richardson R.W. JR., Pacific Journal of mathematics, vol. 22, No. 2, 1967.

ANÁLISIS DE LAS INSTANCIAS DE INGRESO 2024 DE LA FACET CON POWER BI.

Mignone, M.F.¹; Sfer, A.M.¹

¹ Área Probabilidades y Estadística. Departamento de Matemática. FaCET. UNT
mfmignone@herrera.unt.edu.ar



Introducción

En agosto de 2023, comenzaron los cursos para ingresar a la FaCET en el ciclo lectivo 2024. En el presente trabajo se analizan los resultados de las diferentes modalidades del curso de nivelación y las pruebas de suficiencia ofrecidas por el Área de Ingreso de la FaCET. Se muestran los resultados de las diferentes instancias de ingreso y, en detalle, para el curso de febrero, los resultados por cada tema dictado y evaluado utilizando visualización de datos. El objetivo a mayor alcance, que se deja para otro trabajo, es incorporar nuevos datos para seguir la evolución de las instancias de ingreso a la FaCET, o bien incorporar datos de años anteriores. Esto es una ventaja de analizar los datos con Power BI, ya que cuenta con el módulo Power Query, que permite incorporar datos con cierta facilidad.

Métodos

Se utilizaron los datos de ingreso 2024 de las diferentes instancias. Se construyó una única tabla de datos donde están las notas por parcial y, dentro de cada parcial, por tema. Los temas considerados son: logaritmo, funciones, ecuaciones, trigonometría, geometría, polinomios, etc. Se construyeron tablas de resumen y se transformaron variables para crear indicadores para cada tema dentro de cada parcial, promediando los puntajes obtenidos en cada tema y dividiéndolo por el puntaje total de dicho tema. Luego, se construyó un indicador global por cada tema mediante promedios ponderados.

Figura 1: Ejemplos de tablas y transformaciones utilizadas.

Instancia	Inscriptos	Regulares	Aprobados	%
Agosto	928	381	307	81%
Febrero	821	508	232	46%
Suficiencia 16/12	71	-	15	21%
Suficiencia 13/3	106	-	14	13%
Suficiencia 6/3	53	-	8	15%

Tabla 1: Distribución de inscriptos, regulares y aprobados por instancia. Los % de Agosto y Febrero son calculados con base en el número de alumnos de regulares.

Resultados

Aprobados por Instancia

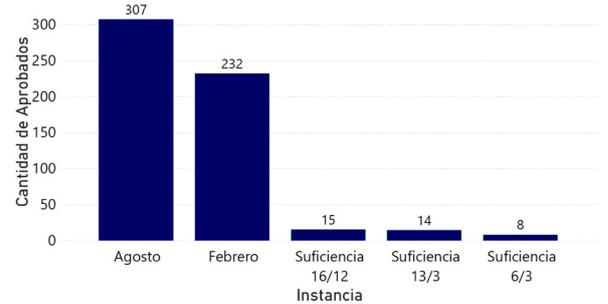


Figura 2: Resultados de las instancias de ingreso

Rendimiento promedio por Tema

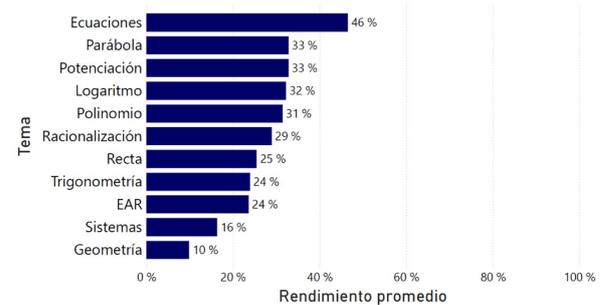


Figura 3: Rendimiento promedio global por temas.

Rendimiento promedio por Tema en recuperaciones de un solo parcial

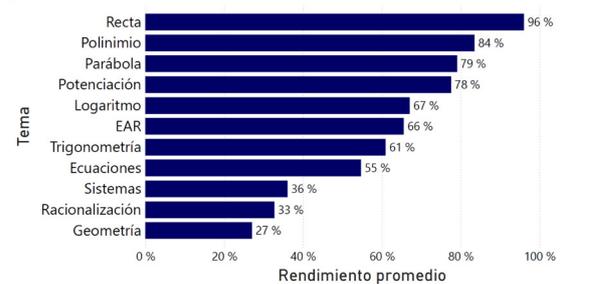


Figura 4: Rendimiento promedio por temas de alumnos que recuperan un parcial.

Conclusiones

El número total de inscriptos en los dos cursos de nivelación fue de 1749 alumnos, distribuidos en 928 inscriptos para el curso de agosto y 821 inscriptos para el curso de febrero. Considerando como alumnos regulares a aquellos que completaron todas las instancias de evaluación y/o hayan rendido las evaluaciones integrales, se obtuvo que el 80% de los alumnos regulares ingresaron en agosto (307 de 381 alumnos) y el 46% de los alumnos regulares ingresaron en febrero (232 de 508 alumnos). Es decir, hay un mayor porcentaje de aprobados en agosto del año anterior. Con examen de suficiencia ingresaron 37 alumnos (16% del total de aspirantes). El total de ingresantes asciende a 576 alumnos.

Los resultados de febrero muestran que el rendimiento promedio de los temas evaluados alcanza solo el 46% para el tema ecuaciones. Le siguen, con un rendimiento promedio de aproximadamente el 30%, los temas parábola, potenciación, logaritmo, polinomio y racionalización. El tema en el que menor conocimiento demuestran es geometría, en el que alcanzan solo un 10%. Se observa, además, que en el curso de febrero, cuando el alumno aprueba en primera instancia un parcial, ya sea el 1º o el 2º, su rendimiento por tema mejora sustancialmente.

Referencias:

Arnold, J. Learning Microsoft Power BI. O'Reilly Media, Inc. USA, 2022.
Camm, J. D., Cochran, J. J., Fry, M. J., & Ohlmann, J. W. Data visualization: exploring and explaining with data. Cengage Learning. USA, 2021.
Fuente datos: Área ingreso, FaCET. UNT.



Grupos de Lie, Rotaciones y Spin del Electrón

Jesica A. Navarro¹; Mauricio A. Ovejero²

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.
(1) Departamento de Matemática. (2) Departamento de Física.

Contactos: jescicanahy@gmail.com
ovejero721@gmail.com

Introducción

En 1922 Stern-Gerlach realizaron un experimento con átomos de Ag ($47e^-$) donde las cuatro primeras capas y la última capa tienen momento angular $L=0$.

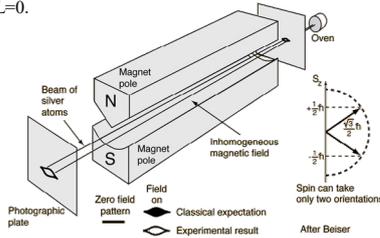


Figura 1. Experimento de Stern-Gerlach

Metodología

Con el fin de describir este sistema, de dimensión dos, es conveniente trabajar en el Espacio de Hilbert \mathbb{C}^2 .

Un vector asociado en este espacio es:

$$|\psi\rangle = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}, a, y b \in \mathbb{C}$$

Deberían existir tres "observables" S_x, S_y, S_z que son las componentes de las tres dimensiones del vector $\vec{S} = (S_x, S_y, S_z)$.

El trabajo consistió en averiguar las componentes de los operadores $\widehat{S}_x, \widehat{S}_y$ y \widehat{S}_z . A \widehat{S}_z se determina fácilmente del experimento

$$\widehat{S}_z = \begin{pmatrix} \frac{\hbar}{2} & 0 \\ 0 & -\frac{\hbar}{2} \end{pmatrix}$$

Pero ¿cómo se encuentran $\widehat{S}_x, \widehat{S}_y$? usando Teoría de grupo de Lie.

Teoría de grupos de Lie

Un grupo es una estructura algebraica $(G, *)$ con cuatro propiedades:

- i. Cierre: $g_1, g_2 \in G \Rightarrow g_1 * g_2 \in G$
- ii. Asociatividad: $(g_1 * g_2) * g_3 = g_1 * (g_2 * g_3)$
- iii. Identidad: $\exists! e \in G$ tal que $g_1 * e = e * g_1 = g_1$
- iv. Inverso: $\forall g \in G, \exists! g^{-1} \in G : g * g^{-1} = g^{-1} * g = e$

Además si cumple que los mapeos de

- $\mu: G \times G \rightarrow G : G((g_1, g_2)) = g_1 \cdot g_2$
- $\nu: G \rightarrow G : G(g) = g^{-1}$

son suaves, se dice que es un **grupo de Lie**.

El conjunto $SO(3)$ de matrices de rotación del espacio \mathbb{R}^3 con tres parámetros (ángulo y dirección de rotación).

El conjunto $SU(2)$ de matrices complejas 2×2 unitarias y con determinante igual a 1, es un grupo de Lie con tres parámetros.

Usamos el grupo de rotaciones que es un grupo de Lie

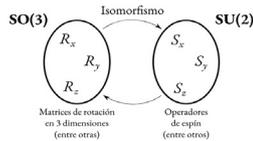


Figura 2. Relación entre grupos $SO(3)$ y $SU(2)$

Referencias

- [1] https://www.youtube.com/watch?v=JaZwlv9isQ&t=3204s&ab_channel=JavierGarcia
- [2] *Algebras de Lie*. By: Luiz A.B. San Martin
- [3] *Lie Groups and Lie Algebras for Physicists*-Harold Steinacker

Rotaciones en 3D y generadores

$$\begin{aligned} x' &= x & G_x &= \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \\ y' &\cong y - \varepsilon z & \\ z' &\cong \varepsilon y + z & \\ x' &\cong x + \varepsilon z & G_y &= \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \\ y' &= y & \\ z' &\cong -\varepsilon x + z & \\ x' &\cong x - \varepsilon y & G_z &= \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \\ y' &\cong \varepsilon x + y & \\ z' &= z & \end{aligned}$$

Reglas de conmutación

$$\begin{aligned} G_x G_y - G_y G_x &= G_z \\ G_y G_z - G_z G_y &= G_x \\ G_z G_x - G_x G_z &= G_y \end{aligned}$$

En consecuencia, se debe determinar S_x, S_y , de manera que se cumpla

$$\begin{aligned} S_x S_y - S_y S_x &\sim S_z \\ S_y S_z - S_z S_y &\sim S_x \\ S_z S_x - S_x S_z &\sim S_y \end{aligned}$$

S_x, S_y , por simetría deberían tener la misma traza y determinante ya que son invariantes bajo transformaciones unitarias.

$$S_z = \begin{pmatrix} \frac{\hbar}{2} & 0 \\ 0 & -\frac{\hbar}{2} \end{pmatrix}, \quad \text{tr} S_z = 0, \quad \det S_z = -\frac{\hbar^2}{4}$$

La forma mas general de S_y , por ejemplo es

$$S_y = \begin{pmatrix} a & b + ic \\ b - ic & -a \end{pmatrix}; \text{tr} S_y = 0; \det S_y = -a^2 - b^2 - c^2 = -\frac{\hbar^2}{4}$$

Para determinar S_x se debe tener en cuenta que $S_y S_z - S_z S_y \sim S_x$

$$S_y S_z - S_z S_y = \begin{pmatrix} 0 & ib - c \\ -ib - c & 0 \end{pmatrix}$$

De igual manera se determina S_z sabiendo que $S_x S_y - S_y S_x \sim S_z$

$$S_x S_y - S_y S_x = i\hbar \begin{pmatrix} \frac{2}{\hbar}(b^2 + c^2) & -\frac{2}{\hbar}a(b + ic) \\ -\frac{2}{\hbar}a(b - ic) & -\frac{2}{\hbar}(b^2 + c^2) \end{pmatrix}$$

Se impone que el resultado sea S_z

$$\begin{pmatrix} \frac{2}{\hbar}(b^2 + c^2) & -\frac{2}{\hbar}a(b + ic) \\ -\frac{2}{\hbar}a(b - ic) & -\frac{2}{\hbar}(b^2 + c^2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\hbar}{2} & 0 \\ 0 & -\frac{\hbar}{2} \end{pmatrix}$$

Por lo que se ha de cumplir: $a = 0; b^2 + c^2 = \frac{\hbar^2}{4}$

$$S_x = \begin{pmatrix} 0 & ib - c \\ -ib - c & 0 \end{pmatrix}; S_y = \begin{pmatrix} 0 & b + ic \\ b - ic & 0 \end{pmatrix}$$

Hay 1 grado de libertad. Pauli escogió: $b = 0, c = -\frac{\hbar}{2}$

Resultado final

$$S_x = \begin{pmatrix} 0 & \frac{\hbar}{2} \\ \frac{\hbar}{2} & 0 \end{pmatrix}; S_y = \begin{pmatrix} 0 & -\frac{\hbar}{2}i \\ \frac{\hbar}{2}i & 0 \end{pmatrix}; S_z = \begin{pmatrix} \frac{\hbar}{2} & 0 \\ 0 & -\frac{\hbar}{2} \end{pmatrix}$$

Estos operadores generan las rotaciones en el espacio interno del electrón.

POSTERS

MECÁNICA





Estudio Mecánico Comparativo de Osteotomía Supramaleolar Dorsiflexora de Tibia Distal por Medio de un Modelo 3D

Acosta, L.P.^{1,2,3}; Olleac, R.⁴; Goroso, D.G.^{5,6}; Farfán, F.D.^{1,2}

¹Laboratorio de Investigaciones en Neurociencias y Tecnologías Aplicadas (LINTEC), Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Tucumán, Argentina.

²Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Tucumán, Argentina.

³Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Tucumán, Argentina.

⁴Ortopedia Infantil, Hospital Nicolás Avellaneda, San Miguel de Tucumán.

⁵Núcleo de Pesquisas Tecnológicas, Universidade Mogi das Cruzes, São Paulo, Brasil.

⁶Facultad de Educación Física, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.

lacosta@herrera.unt.edu.ar

INTRODUCCIÓN

El modelado 3D obtenido por el procesamiento de imágenes digitales permite la posibilidad de acercarnos a la realidad particular de cada paciente. La aplicación de técnicas, métodos computacionales y simulaciones in silico permiten determinar con mayor precisión el protocolo quirúrgico sin poner en riesgo al paciente. [1]

La aplicación de estas técnicas en la optimización de procedimientos de baja incidencia como las cirugías de salvataje cobra redoblada importancia, donde el modelado 3D y las cirugías en maquetas permiten obtener experiencia y conocimiento in silico para luego poder aplicarlo en los pacientes complejos.

Un procedimiento de salvataje es la osteotomía supramaleolar dorsiflexora de tibia distal, utilizada para el tratamiento de una deformidad severa del pie y tobillo llamada equino inveterado, donde el pie no toma contacto con toda la planta, sino que lo hace solo con los metatarsianos o los dedos por falta de rango de movilidad de las estructuras del tobillo. [2, 3]

La configuración del corte horizontal, paralela a la articulación del tobillo o con punto de fulcro (PF) en la cortical posterior de la tibia es una opción clásica utilizada por algunos autores. [2, 3, 4]

Sabemos que esta configuración de osteotomía genera una traslación anterior del centro de rotación del tobillo y una alteración importante del eje mecánico/anatómico. Para mitigar este efecto indeseable existe un tipo de osteotomía oblicua con PF en la articulación que es utilizada en diferentes regiones de la anatomía, como humero, fémur, o tibia, para corrección de desajustes cercanos a las articulaciones, dando buenos resultados con mínima traslación de ejes a distal. [5] Al ser una cirugía poco frecuente en una deformidad con baja incidencia los determinantes geométricos y el comportamiento mecánico de esta última no están claramente descritos en la literatura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del estudio se construyó un modelo 3D idealizado de tibia al cual se le practicaron las técnicas de osteotomía transversal y oblicua respectivamente, además de disponer del modelo sin alteraciones para control, como puede verse en la Fig. 1.

Para el desarrollo del modelo se tuvo en cuenta la geometría idealizada de una tibia de una longitud de 370 mm. En cuyo extremo proximal se practicó un corte plano para facilitar la disposición de la carga en el momento del análisis estático en FEM.



Fig. 1. Vista de plano coronal de modelos virtuales (a) Sin intervención. (b) Osteotomía transversal. (c) Osteotomía oblicua.

El espesor de hueso cortical sobre toda la superficie del modelo, excepto el extremo proximal plano, es de 2.5 mm.

El hueso esponjoso se consideró uniforme en toda la región interna del cascarón definido por la capa de hueso cortical.

Hueso cortical, como trabecular fueron considerados como materiales isotropos con sus respectivos módulos de elasticidad longitudinal promedio en dirección longitudinal $E_{Cort}=20.7$ GPa y $E_{Esp}=769$ MPa [6].

Para el planteo del mallado tetraédrico de 4 nodos, se tomó un tamaño de elemento de 5 mm. Fig. 2.

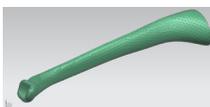


Fig. 2. Mallado tetraédrico para el modelo de osteotomía oblicua.

En lo referente a las condiciones del análisis, se planteó una restricción fija en la articulación cilíndrica, simulando un empotramiento, para la fase de apoyo. Entre las superficies de los huesos se planteó una restricción de no deslizamiento, mientras que en las superficies libres luego de las respectivas intervenciones se planteó también una condición de no deslizamiento entre ambas superficies (hueso cortical y esponjoso).

La carga aplicada sobre la superficie plana proximal fue de 400 N en dirección longitudinal, un valor considerado para una persona de aproximadamente 95 Kg de masa. La amplitud del corte de la osteotomía (ángulo de corrección α) fue de 30° y en el caso del corte oblicuo, el ángulo de ataque beta fue de 20° . Fig. 3

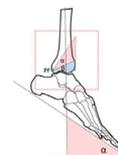


Fig. 3. Disposición de los ángulos de corrección, de ataque y el punto de fulcro (PF) en la región supramaleolar.

RESULTADOS

En las regiones correspondientes a la mortaja se obtuvieron tensiones de 10.36 [Mpa] en el caso de la osteotomía oblicua y 14.029 [Mpa], en la osteotomía transversal. Además, en la región del corte se obtuvieron tensiones de 19.37 [Mpa] para la osteotomía oblicua y 7.36 [Mpa] el caso de la transversal. De los análisis realizados se obtuvo que, para el caso de la tibia sin intervención quirúrgica, el valor máximo de tensión fue de 9.754 [Mpa] concentrando mayores valores en el tercio distal externo Fig. 4.

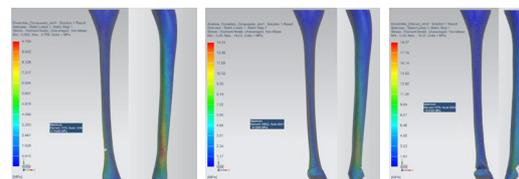


Fig. 4. (a) Distribución de tensiones en el modelo de tibia sin intervención para las condiciones de carga y restricciones mencionadas. (b) Distribución de tensiones en el modelo de tibia con osteotomía transversal. (c) Distribución de tensiones en el modelo de tibia con osteotomía oblicua.

CONCLUSIONES

De acuerdo con las simulaciones de las Fig. 4, fue posible comparar el comportamiento mecánico de las dos técnicas evaluadas, encontrando que la osteotomía oblicua generó menor tensión en la superficie articular distal y mayor tensión en la región de la osteotomía.

Encontramos que, comparativamente en el modelo virtual, la osteotomía oblicua tiene beneficios por sobre la osteotomía transversal. Generó menor tensión, (26% menor), en la región de la articulación del tobillo respecto de la osteotomía transversal. Mayor tensión a nivel de la osteotomía (62% mayor) Esto denota diferencias en la compresión a nivel de la osteotomía tendiendo esto a una más rápida consolidación ósea y por ultimo cualitativamente pudo observarse que hubo un menor desplazamiento del eje de carga a distal de la corrección.

REFERENCIAS

- [1]Bagaria, V., Bhansali, R., & Pawar, P. (2018). 3D printing-creating a blueprint for the future of orthopedics: Current concept review and the road ahead!. Journal of clinical orthopaedics and trauma, 9(3), 207-212.
- [2]Napiontek, M., & Nazar, J. (1994). Tibial osteotomy as a salvage procedure in the treatment of congenital talipes equinovarus. Journal of pediatric orthopaedics, 14(6), 763-767.
- [3]Handelsman, J. E., & Weinberg, J. (2005). Supramalleolar wedge osteotomy: a method of correcting fixed equinus and associated deformities in children. The Foot, 15(1), 33-39.
- [4]Mosca, V. S. (1998). The child's foot: principles of management.
- [5]Su, Y., & Nan, G. (2016). Lateral closing isosceles triangular osteotomy for the treatment of a post-traumatic cubitus varus deformity in children. The bone & joint journal, 98(11), 1521-1525.

