



**CONSORCIO DE FACULTADES DE INGENIERÍA
DE LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA
Código 16ENI2-71940**

LLAMADO A CONCURSO INVESTIGADOR POSTDOCTORAL DE PROYECTO INGENIERÍA 2030

El Consorcio de Facultades de Ingeniería de la Región de Antofagasta, Consorcio HEUMA UA-UCN, creado mediante el Programa "Nueva Ingeniería para el 2030" de ANID, busca apoyar a las universidades chilenas que imparten carreras de ingeniería civil en el proceso de implementación de planes estratégicos destinados a transformar, bajo estándares internacionales, sus Facultades de Ingeniería.

DESCRIPCIÓN DEL CARGO

En el contexto del Proyecto de las Facultades de Ingeniería en la Región de Antofagasta, el Consorcio HEUMA del Programa "Nueva Ingeniería para el 2030" de ANID, la Facultad de Ciencias de Ingeniería y Construcción de la Universidad Católica del Norte se encuentra en búsqueda de un profesional para el cargo de **Investigador Postdoctoral**.

Este proyecto pretende, entre otros objetivos, fortalecer el capital humano avanzado con la contratación de un profesional postdoctoral que se incorporará al equipo de trabajo existente en una de las áreas de investigación descritas a continuación:

IDENTIFICACIÓN DEL CARGO

Nombre del Cargo	Investigador Postdoctoral
Facultad	Facultad de Ciencias de Ingeniería y Construcción (FaCIC)
Áreas estratégicas	<ul style="list-style-type: none"> ● Geotecnia. ● Modelación numérica. ● Geomecánica computacional. ● Fluidodinámica computacional. ● Gestión de la construcción. ● Obras civiles, edificación e infraestructura. ● Sostenibilidad.
*Proyectos asociados	<p>Proyecto 1 - Estudio del movimiento y transporte de bloques de rocas en entornos costeros sometidos a la acción del oleaje mediante técnicas computacionales avanzadas.</p> <p>Proyecto 2 - Ecosistema inteligente para la transformación sostenible de organizaciones y gestión de bonos de carbono de apoyo a la mitigación de impacto ambiental de las organizaciones.</p> <p>Proyecto 3 - Ecosistema para el apoyo a la economía circular y la gestión de iniciativas y proyecto medioambientales, ecosistema para la ayuda a la toma de decisiones en la adopción de principios de economía circular y la gestión de iniciativas medioambientales.</p>
Número de vacantes	1

*Se dará prioridad a las postulaciones asociadas a los proyectos descritos, esto no excluye investigadores que deseen postular en las áreas estratégicas de la facultad.



Estamos buscando candidatos a tiempo completo en uno de los proyectos asociados a la Facultad de Ciencias de Ingeniería y Construcción. Con un sólido historial de investigación, preferiblemente con experiencia relevante en alguno de los proyectos asociados. Para mayor información de cada proyecto ver **Anexo A**.

PRINCIPALES FUNCIONES

- Se espera que formule, guíe y participe en actividades de investigación, desarrollo e innovación en las líneas de investigación de la facultad.
- El investigador postdoctoral diseñará y llevará a cabo investigaciones altamente especializadas en su campo de experiencia, publicando resultados en revistas de alto impacto como Web of Science.
- Se ofrecerá la oportunidad de realizar enseñanza a cursos de pregrado, la co-supervisión de estudiantes de postgrado, y la participación de conferencias, talleres, seminarios u otros eventos científicos, según el requerimiento y disponibilidad de la facultad y sus departamentos.
- Colaborará en proyectos de investigación con centros asociados a la Facultad de Ciencias de Ingeniería y Construcción y participará en actividades de I+D+i asociadas al proyecto Ingeniería 2030 según sea requerido.

REQUISITOS DEL CARGO

- Profesional universitario en carreras de Ingeniería en Construcción, Ingeniería Civil en Construcción, Ingeniería Civil, Ingeniería Civil en Obras Civiles o carreras afín.
- Grado de Doctor, excluyente.
- Documentación que demuestre la obtención de un título de doctorado en Ingeniería en Construcción, Ingeniería Civil en Construcción, Ingeniería Civil, Ingeniería Civil en Obras Civiles o en campos relacionados a alguno de los proyectos.
- Especialización en áreas como: geotecnia, modelación numérica, geomecánica computacional, gestión de la construcción, obras civiles, edificación, infraestructura, sostenibilidad u otro similar que le permitan trabajar con investigadores asociados a la Facultad de Ciencias de Ingeniería y Construcción.
- Conocimientos técnicos por proyecto:
 - Proyecto 1:**
 - Conocimientos avanzados en dinámica de fluidos, interacción entre sólidos y fluidos, y mecánica costera.
 - Experiencia en modelación de transporte de sedimentos o estructuras costeras.
 - Proyecto 2:**
 - Conocimientos en sostenibilidad, transformación organizacional y métricas ambientales como huella de carbono y bonos de carbono.
 - Experiencia con ecosistemas inteligentes y desarrollo de sistemas basados en datos.
 - Proyecto 3:**
 - Experiencia en economía circular, gestión ambiental y análisis del ciclo de vida.
 - Experiencia con herramientas para modelar o diseñar procesos de economía circular.
- Es esencial contar con evidencia de autoría de productividad científica a través de publicaciones en WoS.
- Se requiere acreditación de competencia en inglés.



PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS ANTECEDENTES

Para evaluar los antecedentes se constituirá una comisión compuesta por a lo menos tres miembros de la Facultad de Ciencias de Ingeniería y Construcción.

Los postulantes serán evaluados según sus logros en los últimos cinco años de acuerdo con los siguientes ponderadores:

Postulante con título profesional y grado de Doctor [máximo 30 puntos].

- Postulante con grado de Doctor y título profesional (30 puntos)
- Postulante con grado de Doctor sin título (20 puntos)

Experiencia en investigación: [máximo 30 puntos].

- Postulante con más de 3 publicaciones en WoS. (30 puntos)
- Postulante con 2 - 3 publicaciones en WoS. (20 puntos)
- Postulante con 1 publicación en WoS. (15 puntos)
- Postulante con publicaciones en Scopus. (10 puntos)
- Postulante con otro tipo de publicaciones. (5 puntos)

Participación en proyectos [máximo 30 puntos].

- Postulante ha dirigido 2 o más proyectos. (30 puntos)
- Postulante ha dirigido 1 proyecto. (25 puntos)
- Postulante no ha participado en proyectos. (0 puntos)

Experiencia profesional (excluye prácticas) [máximo 20 puntos].

- Postulante cuenta con más de 3 años de experiencia laboral o docente en áreas evaluadas. (20 puntos)
- Postulante cuenta con menos de 3 años de experiencia laboral o docente en áreas evaluadas. (10 puntos)
- Postulante no cuenta con experiencia laboral o docente en áreas evaluadas.

Experiencia en puestos de responsabilidad académica [máximo 10 puntos].

- Postulante ha ocupado cargos de responsabilidad académica en calidad de doctor (coordinador de área, jefe de departamento, dirección de cursos de postgrado o similar) durante más de 3 años. (10 puntos)
- Postulante ha ocupado cargos de responsabilidad académica en calidad de doctor durante menos de 3 años. (5 puntos)
- Postulante no ha ocupado cargos de responsabilidad académica (0 puntos).

Competencias específicas [máximo 10 puntos].

- Postulante cuenta con formación y experiencia en el uso y aplicación de software, herramientas, equipos, métodos o técnicas específicas al campo de investigación. (10 puntos)
- Postulante cuenta con formación en el uso de software, herramientas, equipos, métodos o técnicas específicas al campo de investigación. (5 puntos).
- Postulante no cuenta con formación y experiencia en el uso específico de software, herramientas, equipos, métodos o técnicas específicas al campo de investigación. (0 puntos).

La Facultad de Ciencias de Ingeniería y Construcción se reserva el derecho de dejar el concurso desierto, sin expresión de causa, si los candidatos/as no cumplen con las exigencias establecidas en el presente llamado. La selección se realizará en base a los antecedentes solicitados en requisitos de postulación.



ANTECEDENTES NECESARIOS PARA POSTULAR

- Currículum vitae actualizado, incluyendo una lista de publicaciones.
- Carta de presentación que indique la motivación y cómo su investigación se ajusta a esta convocatoria (máx 5 páginas).
- Documentación que demuestre el grado de doctorado o que se encuentra cursando un programa de doctorado.
- Lista de publicaciones científicas preferiblemente indicando el impacto de las revistas (índice H, Q1/Q2, etc.).
- Al menos una carta de referencia, se recomienda que sea de un supervisor reciente. *No obligatorio.

V. CONDICIONES LABORALES

- Contrato laboral financiado por el proyecto Ingeniería 2030 por un año, con posibilidades de renovación.
- Salario Bruto mensual en el rango de \$ 2.000.000 a \$ 2.500.000 (al valor bruto se le debe descontar las leyes sociales, salud, fondo de pensiones, impuestos), las que están en el orden de 22%. El salario dependerá de la experiencia y la productividad del postulante, la que se evaluará durante el proceso de selección de los candidatos.
- Jornada laboral de 44 horas a la semana.

PLAZO MÁXIMO DE POSTULACIÓN: 17 de Enero de 2025

Comunicación de los resultados: **31 de Enero de 2025**. Los gastos de transporte internacional y tramitaciones para ingresar a Chile y otros serán por cuenta del postulante, si corresponde.

La contratación se hará efectiva en la medida que no se presenten incompatibilidades definidas para la administración pública.

De acuerdo con la Ley N°20.422, que establece normas sobre igualdad de oportunidades e inclusión social de personas con discapacidad, la Universidad Católica del Norte busca asegurar que los procesos de selección sean desarrollados en igualdad de condiciones para todas las personas. Por este motivo, los postulantes pueden informar si requieren dispositivos de apoyo, ajustes a los instrumentos utilizados durante el proceso de selección u otras adaptaciones.

Para postular, enviar carta de intenciones, currículum, copia del certificado de título, grado académico, publicaciones, Cartas de recomendación **y disponibilidad para incorporarse a la jornada laboral**. Todos los antecedentes deben enviarse por correo electrónico a contacto@heuma.cl



ANEXOS

Anexo A - Información adicional de los proyectos asociados.

PROYECTO 1 - ESTUDIO DEL MOVIMIENTO Y TRANSPORTE DE BLOQUES DE ROCAS EN ENTORNOS COSTEROS SOMETIDOS A LA ACCIÓN DEL OLEAJE MEDIANTE TÉCNICAS COMPUTACIONALES AVANZADAS.

1. ACADÉMICO/S PATROCINANTE/S

- Fabricio Fernández
- Joaquín Moris

2. RESUMEN

La formación de bloques de roca en entornos costeros es una característica geológica frecuente en entornos costeros de naturaleza rocosa. La masa de estos bloques puede llegar a ser de miles de kilogramos. Eventos de inundación costera como los tsunamis pueden mover los bloques de gran tamaño tierra adentro. Es interesante estudiar el transporte de estas rocas porque pueden revelar las fuerzas hidrodinámicas necesarias para su transporte, lo cual permitiría estimar la magnitud de tsunamis pasados no registrados. Conocer estos eventos extremos del pasado puede mejorar el conocimiento sobre tsunamis, lo que permitiría estimar magnitudes sísmicas de sismos ocurridos antes de que existieran registros. En la zona norte de Chile existen depósitos de bloques costeros que, por la acción de tsunamis, han sido removidos y transportados de su macizo rocoso mediante un proceso de fracturación seguido de un proceso de transporte (Abad et al., 2020).

Actualmente no hay una herramienta numérica que permita modelar la acción de un tsunami en el proceso de fracturación y posterior transporte de bloques costeros. Este proyecto está enfocado en resolver dicho problema, cuyo objetivo es desarrollar un modelo numérico avanzado que permita simular los fenómenos geomecánicos e hidrodinámicos involucrados en los procesos anteriormente mencionados. Estos modelos incluyen la simulación del movimiento del fluido y su interacción con los bloques de rocas. Adicionalmente, los modelos deben considerar la potencial falla geomecánica de los bloques, que pueden deformarse e inclusive fracturarse durante el movimiento.

Los resultados esperados son el desarrollo de modelos numéricos avanzados que permitan mejorar la comprensión de los mecanismos de desprendimiento y transporte de bloques por acción de tsunamis, enfocado en el entorno costero de la zona norte de Chile.

3. OBJETIVOS

Objetivo general

Mejorar el entendimiento de los procesos hidrodinámicos y geomecánicos involucrados en los eventos de desprendimientos y transporte de bloques en zonas costeras.

Objetivos específicos

1. Desarrollar modelos numéricos avanzados que permitan simular la formación de olas, la interacción de estas olas con los taludes costeros y los procesos geomecánicos producto de esta interacción.
2. Aplicar los modelos desarrollados para analizar un área de interés regional, haciendo foco en el entendimiento del efecto de las principales variables del problema, tales como la altura de la ola, la pendiente de los taludes, la resistencia del macizo rocoso, entre otras.
3. Utilizar los modelos calibrados para estimar y predecir el comportamiento del sitio en condiciones extremas para análisis de riesgo.

4. METODOLOGÍA

En entornos costeros de naturaleza rocosa, el movimiento del agua y de los bloques de rocas durante su desprendimiento pueden ser modelados con la ley de movimiento de la dinámica de los medios continuos. Además, durante la interacción de los cuerpos, tensiones y deformaciones internas requieren la definición de modelos constitutivos adecuados para la determinación de las fuerzas internas asociadas (integración de tensiones). Existen diversos modelos y su elección depende del material a ser modelado. En el problema en estudio se podrán considerar modelos elásticos (roca intacta), viscosos (agua), elastoplásticos (suelo), de daño (fracturas), entre otros. La disipación energética debido a interacciones mecánicas durante el desprendimiento y movimiento de los bloques puede ser capturada utilizando la ley de fricción de Coulomb. Además de las ecuaciones gobernantes, se requieren condiciones iniciales y de contorno. Las condiciones iniciales del sistema son del tipo velocidades impuestas al fluido y fuerzas internas impuestas a la roca para representar el estado geoestático inicial del macizo rocoso. Las condiciones de contorno para la consideración del terremoto en la simulación requieren la imposición de aceleraciones y velocidades en la parte interior y lateral del modelo, junto con condiciones de contorno no reflectivas (absorbentes).

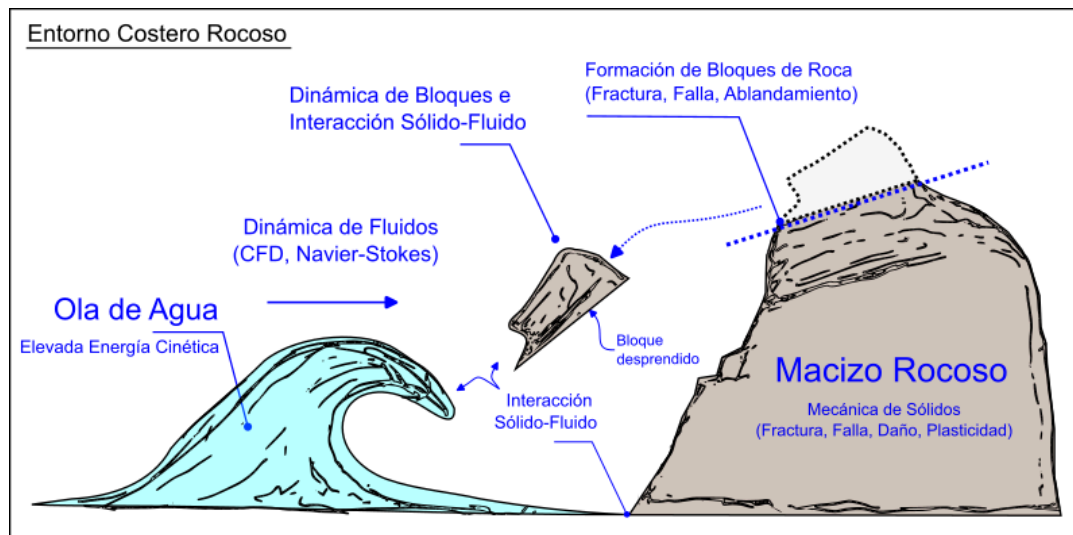


Figura 1: Entorno costero de naturaleza rocosa.

Las ecuaciones gobernantes del sistema, junto con las condiciones iniciales y de contorno, forman un conjunto de ecuaciones que permite abordar el problema en estudio. En el presente estudio se consideran geometrías complejas en tres dimensiones y las ecuaciones de gobierno son no-lineales, por lo tanto, la solución de las ecuaciones solamente es posible mediante métodos numéricos. Para obtener la solución numérica, la ecuación de movimiento se expresa en forma discreta en el espacio y en el tiempo. La metodología numérica empleada para la resolución del sistema de ecuaciones discretas es de gran relevancia en el problema analizado, ya que requiere la correcta representación de fluidos en conjunto con sólidos deformables, es decir, la combinación de abordajes normalmente eulerianos y lagrangianos, respectivamente.

Existen diferentes métodos numéricos que permiten resolver el transporte de fluidos y sólidos deformables, algunos son:

- *Computational Fluid Dynamics (CFD)*: Se determina el flujo de fluidos incompresibles típicamente resolviendo la ecuación de continuidad acoplada a la ecuación de Navier-Stokes. Este método es euleriano, donde típicamente se discretiza el dominio en una malla que se mantiene fija durante toda la simulación. Si bien es posible incluir la interacción del fluido con sólidos deformables utilizando este método, presenta dificultades cuando las deformaciones son grandes.
- *Smoothed-particle hydrodynamics (SPH)*: Es una técnica de simulación para modelar fluidos. Determina el flujo de fluidos incompresibles resolviendo la ecuación de continuidad junto a la ecuación de Navier-Stokes. A diferencia del CFD, no utiliza una malla, sino que utiliza un enfoque lagrangiano con partículas que interactúan entre sí simulando el fluido. Esto permite una mayor flexibilidad para simular la interacción entre fluidos y sólidos, puesto que las partículas pueden representar tanto un sólido como un fluido.
- *Método del Punto Material (MPM)*: Uno de los métodos numéricos híbrido (lagrangiano-euleriano) de gran relevancia en la actualidad es el Método del Punto Material (MPM). En este método se usa el enfoque euleriano para resolver las ecuaciones de movimiento, sin los inconvenientes asociados a la distorsión de la malla computacional, y puntos materiales lagrangianos para almacenar y transportar las variables de interés (presión, tensión, etc.), sin los inconvenientes asociados a la resolución de términos convectivos.

El Método del Punto Material

En el MPM, el dominio material a simular se discretiza en un conjunto de puntos materiales (también llamados partículas) que pueden moverse libremente dentro de una malla computacional Euleriana (fija), donde se resuelven las ecuaciones de movimiento. Los puntos materiales concentran todas las variables de interés durante la simulación, como tensión,

presión de poros, temperatura, etc., y le dan al método la característica Lagrangiana (Ver Figura 2).

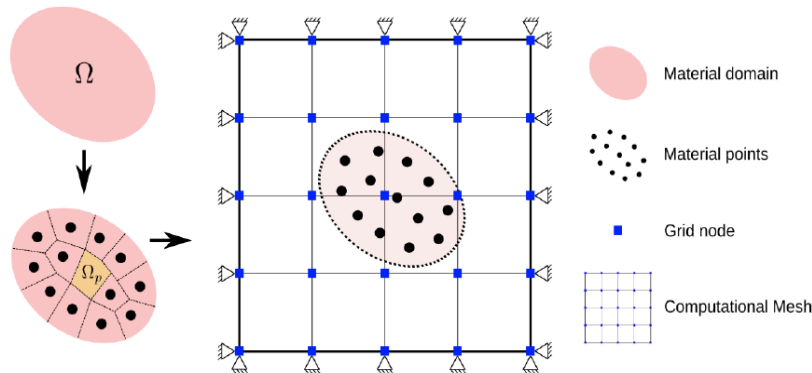


Figura 2: Elementos de un modelo numérico del Método del Punto Material (Fernández et al., 2021a)

En un ciclo computacional, todas las variables almacenadas en los puntos de materiales se calculan en los nodos de la malla computacional mediante el uso de funciones de interpolación, y luego la ecuación de movimiento se resuelve en los nodos. La solución nodal obtenida se interpola nuevamente para a las partículas, cuya posición se actualiza y todas las variables nodales se descartan (Ver Figura 3).

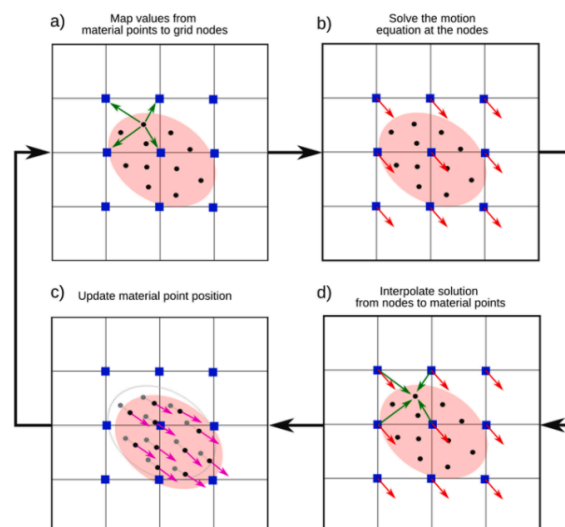


Figura 3: Ciclo computacional en el Método del Punto Material (Fernández et al., 2021a)

El MPM permite resolver numéricamente la ecuación de movimiento de la mecánica de los medios continuos usando nodos de una malla Euleriana para efectuar la integración y puntos materiales Lagrangeanos para trasladar y almacenar las propiedades del medio. La ecuación

de movimiento de la mecánica de medios continuos es $\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_j} + \rho b_i = \rho a_i$, donde σ_{ij} es el tensor de tensiones de Cauchy, ρ es la densidad del medio, b_i es la fuerza resultante de la masa y a_i es la aceleración.

La formulación matemática del MPM se obtiene de la forma débil de la de movimiento, usando un esquema de discretización Petrov-Galerkin, donde el dominio material Ω es discretizado en un conjunto de puntos definidos por funciones características no nulas en el volumen representativo de cada punto material. El sistema discreto se expresado en los nodos de la malla euleriana es $\dot{p}_{il} = f_{il}^{int} + f_{il}^{ext}$, donde, $p_{il} = \sum_p S_{lp} p_{lp}$ es la cantidad de movimiento, $f_{il}^{int} = - \sum_p \sigma_{ijp} S_{lpj} V_p$ es la fuerza interna y $f_{il}^{ext} = \sum_p m_p S_{lp} b_{ip} + \int_{\Gamma} t_i N_l(x_i) dA$ es la fuerza externa en el nodo I .

La función S_{lp} y su gradiente S_{lpj} son las funciones de ponderación del nodo I evaluada en la posición de la partícula p , definidas por $S_{lp} = \frac{1}{V_p} \int_{\Omega_p \cap \Omega} \chi_p(x_i) N_l(x_i) dV$ y $S_{lpj} = \frac{1}{V_p} \int_{\Omega_p \cap \Omega} \chi_p(x_i) N_{lj}(x_i) dV$, y cuya integración es realizada de forma analítica en el dominio de la partícula usando funciones lineares para $N_l(x_i)$ y funciones de escalón unitario para $\chi_p(x_i)$. Para mayores detalles sobre la formulación MPM, dirigirse a (Fernández, 2020).

Propuesta metodológica

La propuesta metodológica del presente estudio se divide en las siguientes etapas:

1. Desarrollo de modelos numéricos para simulación de los procesos geomecánicos - hidrodinámicos acoplados. En esta etapa se considerarán los principales códigos computacionales para simulación de los procesos de interés.
2. Aplicación de los modelos desarrollados para el estudio de un caso de movimientos de bloques causados por un flujo de tsunami.
3. Análisis de sensibilidad de variables de interés y su efecto en el caso estudiado.
4. Análisis y predicción del comportamiento del sitio estudiado en condiciones extremas.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados esperados en la presente propuesta de investigación son:

1- Desarrollo de modelos numéricos avanzados



- a. Disponibilidad de modelos numéricos robustos y validados que permiten simular de forma realista la formación y propagación de olas en zonas costeras, así como su interacción con los macizos rocosos.
- b. Generación de resultados de simulaciones que reflejen la compleja dinámica entre las olas y los taludes costeros, permitiendo mejorar la comprensión de los mecanismos de desprendimiento y transporte de bloques.

2- Análisis de entorno costero regional

- a. Identificación y cuantificación de las principales variables involucradas en los procesos de desprendimientos en zonas costeras, tales como la altura de las olas, la inclinación de los taludes y la resistencia del macizo rocoso.
- b. Generación de un conjunto de escenarios simulados que representan diferentes condiciones geomecánicas e hidrodinámicas relevantes para la gestión y mitigación de riesgos.



PROYECTO 2 - ECOSISTEMA INTELIGENTE PARA LA TRANSFORMACIÓN SOSTENIBLE DE ORGANIZACIONES Y GESTIÓN DE BONOS DE CARBONO DE APOYO A LA MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS ORGANIZACIONES.

1. ACADÉMICO PATROCINANTE

- Luis Alvarado

2. RESUMEN

Este proyecto está orientado a mitigar el impacto ambiental de las organizaciones chilenas y de la población en general a partir de lograr una transformación sostenible de las organizaciones y la alfabetización de los entes de la sociedad en los temas de Gestión de Bonos o Créditos de Carbono. Parte de los resultados previstos en el proyecto se concentran en la construcción y generalización de un ecosistema de software soportado por Inteligencia Artificial y la Teoría Neutrosófica alineado con las normas internacionales ISO 14064, 14069 y la Agenda 2030.

Los resultados principales del proyecto serán publicados en espacios indexados WoS en cuartiles Q1 y Q2. El análisis de resultados se logrará a partir del desarrollo de un ecosistema inteligente orientado a la adaptación y mitigación del impacto ambiental de organizaciones. El primer subsistema orientado al diagnóstico de las organizaciones en la transformación digital sostenible. El segundo subsistema que permite el cálculo, la verificación y la certificación de Bonos o Créditos de carbono de las organizaciones e individuos. Y por último, un sistema de redes de conocimientos y alianzas que potencien la vinculación de docentes e investigadores, para la difusión de los resultados parciales y totales del proyecto en encuentros científicos y revistas de impacto nacional e internacional, para la alfabetización de la sociedad en la economía de los Bonos o Créditos de carbono y la transformación paulatina de la sociedad disminución del impacto medioambiental.

3. OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar capacidades para la transformación sostenible de organizaciones disminuyendo el impacto ambiental a partir de construir un ecosistema de software soportado por inteligencia artificial, para la ayuda a la gestión de bonos de carbono.

Objetivos específicos

1. Construir un marco teórico referencial a partir de realizar una revisión sistemática asociada a las normas internacionales y las tendencias en la aplicación de la inteligencia artificial en la disminución del impacto medioambiental y la adopción de principios de gestión de Bonos o Créditos de carbono.
2. Desarrollar nuevos métodos y herramientas que permitan diagnosticar y evaluar el impacto medioambiental y la transformación sostenible de organizaciones, mejorando el tratamiento de la incertidumbre de la información combinando la teoría neutrosófica y los sistemas conversacionales



3. Desarrollar nuevos algoritmos y métodos para el cálculo, la verificación y certificación de Bonos o Créditos de carbono, aplicando técnicas de la teoría neutrosófica e inteligencia artificial, que permita incorporar a las organizaciones en procesos de la economía de Bonos o Créditos de carbono y mitigar el impacto medioambiental en alineación con lo establecido en las normas ISO 14064 y 14069.
4. Difundir resultados parciales y totales del proyecto en reuniones científicas, revistas de ámbito nacional e internacional y el fortalecimiento de grupos de investigación y redes de colaboración.

4. METODOLOGÍA

Preguntas de investigación

¿Cuáles son las principales tendencias en la aplicación de la inteligencia artificial para la disminución del impacto medioambiental, la gestión de bonos de carbono?

¿Cómo evaluar el impacto medioambiental y la transformación sostenible de organizaciones potenciando métodos interactivos?

¿Cómo elevar el nivel de verificación y certificación de Bonos de carbono soportado por mejores modelos de tratamiento de la información en alineación con lo establecido en las normas ISO?

Hipótesis

El desarrollo de capacidades para la transformación sostenible de organizaciones a partir de construir un ecosistema de software soportado por inteligencia artificial para la ayuda en la alfabetización y gestión de Bonos de carbono permitirá disminuir el impacto ambiental de organizaciones e individuos en Chile.

Materiales y métodos

En la investigación se aplican los siguientes métodos teóricos:

- **Histórico-lógico:** en la primera parte de la investigación se construye un marco teórico referencial a partir de realizar una revisión sistemática sobre las tendencias en la aplicación de la inteligencia artificial para la disminución del impacto medioambiental, la gestión de bonos de carbono.
- **Hipotético deductivo:** en el transcurso de la investigación, la hipótesis es resuelta siguiendo métodos fundamentados científicamente y luego se realizan pruebas estadísticas para demostrar la validez de los resultados.

Además, se aplican los siguientes métodos empíricos:

- **Experimental:** se diseñan experimentos para la comparación con las tecnologías y técnicas propuestas con otros reportados en la bibliografía, en las comparaciones se aplican técnicas de triangulación de métodos y triangulación de datos. Se comparan los métodos respecto a su desempeño en múltiples escenarios y organizaciones con diferentes dominios



de aplicación. Se establecen indicadores que permitirán diagnosticar y evaluar el avance de las organizaciones beneficiadas con los resultados del proyecto.

Población: Conjuntos de empresas chilenas con impacto en los sectores de la minería, las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones entre otros sectores. Se promoverá la participación de docentes y estudiantes activos de nivel de pregrado de la Universidad Católica del Norte.

Muestra: Del conjunto de empresas preseleccionadas se realizará un diseño de experimentos donde solo un subconjunto de empresas participará en la experimentación cubriendo hasta el 30% de la población seleccionada. La selección de las empresas se considerarán diferentes aspectos para garantizar mayor generalidad respecto a los dominios de aplicación de la propuesta.

A continuación, se presenta el conjunto de indicadores que serán considerados en la evaluación de la muestra organizados por la variable dependiente y de las variables independientes.

Variable dependiente: disminuir el impacto ambiental de organizaciones e individuos en Chile.

Dimensión 1. Disminuir el impacto ambiental de las organizaciones.

- Indicador I: Se ha logrado la selección de un conjunto de organizaciones y se aplican los resultados del proyecto.
- Indicador II: Sistema de indicadores medioambientales definidos.
- Indicador III: Publicar artículos en espacios indexados con los resultados principales de la investigación

Dimensión 2. Disminuir el impacto ambiental de individuos.

- Indicador I: Se ha logrado la alfabetización mediática de individuos y se eleva la cultura de la población en el alcance del proyecto.
- Indicador II: Satisfacción percibida de las personas naturales respecto al proyecto es alta.

Variable independiente: desarrollo de capacidades para la transformación sostenible de organizaciones.

Dimensiones de la variable independiente y sus indicadores:

Dimensión 1. Subsistema para la realización del diagnóstico de organizaciones respecto al impacto medioambiental.

- Indicador III: Se ha realizado una revisión sistemática sobre las tendencias en la evaluación del impacto medioambiental.
- Indicador IV: Se han construido herramientas de diagnóstico que permiten evaluar el impacto al cambio climático.
- Indicador V: Se dispone de una plataforma interactiva para la recopilación de la información.



- Indicador VI: Se encuentra alineadas las herramientas con las normas ISO correspondientes.
- Indicador VII: Se ha publicado en revista o serie científica internacional indexada WOS, resultados de la revisión sistemática y el diagnóstico.

Dimensión 2. Subsistema para el cálculo, la verificación y certificación de Bonos o Créditos de carbono

- Indicador I: Se adopta lo establecido en la familia de la norma ISO 14064.
- Indicador II: Se establecen métodos de cálculo que cubren en alto grado los procesos empresariales emisores de gases de efecto invernadero.
- Indicador III: Se dispone de una plataforma interactiva para el cálculo de los bonos de carbono.
- Indicador IV: En el cálculo de los bonos se ha establecido el uso de técnicas como blockchain para facilitar los procesos de certificación y evitar doble conteo de los bonos.
- Indicador V: Se establecen mecanismos basados en la lógica neutrosófica que complementa el análisis de certidumbre en el cálculo de los bonos.
- Indicador VI: Se ha publicado en revista o serie científica internacional indexada WOS, resultados de modelo de certificación y evaluación del cálculo de bonos de carbono.

Dimensión 3. Creación de redes de conocimiento y sistemas de alianzas.

- Indicador I: Se ha establecido sistema de trabajo y colaboración con grupos de Tecnología Educativa de la Universidad.
- Indicador II: Existe sistema de trabajo establecido con la UCN para la creación del Centro de Investigación en Inteligencia Artificial de la Universidad Católica del Norte.
- Indicador III: Las entidades del proyecto pertenecen a la Red Iberoamericana de Ingeniería de Proyectos (RIIPRO)

El proyecto se desarrollará 12 meses dividido, las actividades por cada etapa están descritas en el cronograma del proyecto. Cada etapa tiene centro en uno de los resultados principales del proyecto y es importante entender que el proceso de aplicación y generalización de los resultados inicia inmediatamente cuando se obtienen el producto o servicio en particular.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Resultado 1: Marco teórico asociada a las normas internacionales y las tendencias en la aplicación de la inteligencia artificial u otras técnicas disruptivas en la disminución del impacto medioambiental y la adopción de principios de gestión de Bonos o Créditos de carbono.

Resultado 2: Nuevos métodos y herramientas que permitan diagnosticar y evaluar el impacto medioambiental y la transformación sostenible de organizaciones, mejorando el tratamiento



de la incertidumbre de la información combinando la teoría neutrosófica y los sistemas conversacionales

Resultado 3: Nuevos algoritmos y métodos para el cálculo, la verificación y certificación de Bonos o Créditos de carbono, aplicando técnicas de la teoría neutrosófica e inteligencia artificial.

Resultado 4: Subsistema para el cálculo, la verificación y certificación de Bonos o Créditos de carbono Combinando lo establecido en las normas ISO 14064 y 14069 con la teoría neutrosófica y otras técnicas de inteligencia artificial para el cálculo de la certidumbre de los cálculos.

Resultado 5: Formación de estudiantes de maestría y doctorado en los temas centrales de la investigación.

Resultado 6: Difusión de los resultados parciales y totales del proyecto en reuniones científicas y revistas de ámbito nacional e internacional, el fortalecimiento de grupos de investigación.

Resultado 7: Creación de redes de conocimiento y sistemas de alianzas que potencien la vinculación de docentes e investigadores y la aplicación de los resultados del proyecto en conjunto con universidades y centros de investigación reconocidos a nivel internacional.



PROYECTO 3 - ECOSISTEMA PARA EL APOYO A LA ECONOMÍA CIRCULAR Y LA GESTIÓN DE INICIATIVAS Y PROYECTOS MEDIOAMBIENTALES. ECOSISTEMA PARA LA AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES EN LA ADOPCIÓN DE PRINCIPIOS DE ECONOMÍA CIRCULAR Y LA GESTIÓN DE INICIATIVAS MEDIOAMBIENTALES.

1. ACADÉMICO PATROCINANTE

- Luis Alvarado

2. RESUMEN

Este proyecto está orientado a servir a la sociedad, de una plataforma donde medien y convienen entidades interesadas por mejorar el impacto ambiental de las organizaciones chilenas y de la población en general, a través del logro de proyectos, cuyo fin sea la transformación de las matrices productivas chilenas con centro en la economía circular y el impacto medioambiental.

Los resultados principales del proyecto serán publicados en espacios indexados WoS en cuartiles Q1 y Q2. El análisis de resultados se logrará a partir del desarrollo de ecosistema inteligente orientado a la adaptación y mitigación del impacto ambiental de organizaciones.

Los resultados previstos en el proyecto se concentran en la construcción nuevos métodos y algoritmos para la ayuda a la toma de decisiones y la generalización de un ecosistema de software soportado por Inteligencia Artificial y la Teoría Neutrosófica. El ecosistema propuesto está conformado por dos subsistemas y una red de campaña comunicacional para promover alianzas y hacer más accesible la alfabetización de los proyectos de sostenibilidad en la sociedad chilena. El primer subsistema permite la creación de convenios y contratos entre organizaciones con centro en la Economía Circular. Mientras que el segundo es un sistema de recomendaciones basado en sistemas conversacionales que permita la alfabetización medioambiental de organizaciones e individuos. Los impactos esperados de este proyecto están orientados a la transformación sostenible de las organizaciones con centro en la creación de nuevas cadenas de valor, el uso eficiente de recursos y minimización del desperdicio de residuos productivos. Se prevé la difusión de los resultados en revistas y congresos.

3. OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar capacidades para el apoyo a la economía circular y la gestión de iniciativas y proyectos orientados a disminuir el impacto ambiental soportado por técnicas novedosas de inteligencia artificial.

Objetivos específicos

1. Construir un marco teórico referencial a partir de realizar una revisión sistemática asociada a las normas internacionales y las tendencias sobre sistemas de software para la contratación y gestión de proyectos de impacto medioambiental y de economía circular, así como asistentes conversacionales orientados a esta temática.



2. Desarrollar métodos y algoritmos para la toma de decisiones para la creación de encadenamientos y oportunidades de economía circular combinando lo establecido en la norma ISO 59000 y técnicas de inteligencia artificial.
3. Desarrollar sistemas de recomendaciones soportados por inteligencia artificial de apoyo a la gestión de iniciativas medioambientales en alineación con normas internacionales.
4. Difundir resultados parciales y totales del proyecto en reuniones científicas, revistas de ámbito nacional e internacional y el fortalecimiento de grupos de investigación y redes de colaboración.

4. METODOLOGÍA

Preguntas de investigación

¿Cómo elevar las capacidades para la introducción de principios de economía circular mitigando el impacto ambiental de las organizaciones?

¿Cómo promover la gestión de iniciativas de apoyo a la adaptación y mitigación al cambio climático soportada por nuevas herramientas de inteligencia artificial?

Hipótesis

El desarrollo de un ecosistema soportado por inteligencia artificial para la gestión de iniciativas medioambientales y elementos de economía circular, permitirá disminuir el impacto ambiental de organizaciones e individuos en Chile a partir de la transformación de la matriz productiva.

Materiales y métodos

En la investigación se aplican los siguientes métodos teóricos:

- **Histórico-lógico:** en la primera parte de la investigación se construye un marco teórico referencial a partir de realizar una revisión sistemática sobre las tendencias ecosistemas para la gestión de proyectos de economía circular y sistemas conversacionales especializados en esta temática.
- **Hipotético deductivo:** en el transcurso de la investigación, la hipótesis es resuelta siguiendo métodos fundamentados científicamente y luego se realizan pruebas estadísticas para demostrar la validez de los resultados.

Además, se aplican los siguientes métodos empíricos:

- **Experimental:** se diseñan experimentos para la comparación con las tecnologías y técnicas propuestas con otros reportados en la bibliografía, en las comparaciones se aplican técnicas de triangulación de métodos y triangulación de datos. Se comparan los métodos respecto a su desempeño en múltiples escenarios y organizaciones con diferentes dominios de aplicación. Se establecen indicadores que permitirán diagnosticar evaluar el avance de las organizaciones beneficiadas con los resultados del proyecto.



Población: Conjuntos de empresas chilenas con impacto en los sectores de la minería, las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones entre otros sectores. Se promoverá la participación de docentes y estudiantes activos de nivel de pregrado de la Universidad Católica del Norte.

Muestra: Del conjunto de empresas preseleccionadas se realizará un diseño de experimentos donde solo un subconjunto de empresas participará en la experimentación cubriendo hasta el 30% de la población seleccionada. La selección de las empresas se considerarán diferentes aspectos para garantizar mayor generalidad respecto a los dominios de aplicación de la propuesta.

A continuación, se presenta el conjunto de indicadores que serán considerados en la evaluación de la muestra organizados por la variable dependiente y de las variables independientes.

Variable dependiente: disminuir el impacto ambiental de organizaciones e individuos en Chile.

Dimensión 1. Disminuir el impacto ambiental de organizaciones.

- Indicador I: Se ha logrado la selección de un conjunto de organizaciones y se aplican los resultados del proyecto.
- Indicador II: Sistema de indicadores de economía circular definidos.
- Indicador III: Publicar artículos en espacios indexados con los resultados principales de la investigación

Dimensión 2. Disminuir el impacto ambiental de individuos.

- Indicador I: Se ha logrado la alfabetización mediática de individuos y se eleva la cultura de la población en el alcance del proyecto.
- Indicador II: Satisfacción percibida de las personas naturales respecto al proyecto es alta.

Variable independiente: desarrollo de capacidades para la transformación productiva centrada en prácticas de economía circular.

Dimensiones de la variable independiente y sus indicadores:

- Dimensión 1. Subsistema que permita crear espacios para la creación de convenios y contratos entre organizaciones con centro en la Economía Circular
- Indicador I: Se adopta lo establecido en la familia de normas ISO 59000
- Indicador II: Se dispone de una plataforma interactiva para la gestión de contratos y el fomento de convenios.
- Indicador III: Se han introducido técnicas novedosas que permiten el análisis de cadenas productivas identificando posibles oportunidades de encadenamientos y fomento de economía circular.
- Indicador IV: Se ha publicado en revista o serie científica internacional indexada SCOPUS, resultados de modelo de fomento de economía circular.



- Indicador V: Publicar artículos en espacios indexados con los resultados principales de la investigación.

Dimensión 2. Subsistema para la gestión de portafolios, programas y proyectos que permita el registro de iniciativas medioambientales.

- Indicador I: Se adopta lo establecido en la familia de normas ISO 21500, 21502
- Indicador II: Se establecen métodos de evaluación de iniciativas en función de los Objetivos de Desarrollo Sostenible que permita avalar estas.
- Indicador III: Se han introducido técnicas de inteligencia artificial que permite evaluar el estado de avance de cada iniciativa.
- Indicador IV: Se han introducido técnicas de inteligencia artificial que permite evaluar la certidumbre de la información.
- Indicador V: Publicar artículos en espacios indexados con los resultados principales de la investigación

Dimensión 3. Creación de redes de conocimiento y sistemas de alianzas.

- Indicador I: Se ha establecido sistema de trabajo y colaboración con grupos de Tecnología Educativa de la Universidad.
- Indicador II: Existe sistema de trabajo establecido con la UCN para la creación de un Centro de Investigación en Inteligencia Artificial de la Universidad Católica del Norte.
- Indicador III: Las entidades del proyecto pertenecen a la Red Iberoamericana de Ingeniería de Proyectos (RIIPRO)

El proyecto se desarrollará 12 meses dividido, las actividades por cada etapa están descritas en el cronograma del proyecto. Cada etapa tiene centro en uno de los resultados principales del proyecto y es importante entender que el proceso de aplicación y generalización de los resultados inicia inmediatamente cuando se obtienen el producto o servicio en particular.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Resultado 1: Marco teórico asociada a las normas internacionales y las tendencias en la economía circular y la aplicación de la inteligencia artificial u otras técnicas disruptivas en la disminución del impacto medioambiental.

Resultado 2: Nuevos métodos y algoritmos para la toma de decisiones para la creación de encadenamientos y oportunidades de economía circular combinando lo establecido en la norma ISO 59000 y técnicas de inteligencia artificial.

Resultado 3: Sistema de recomendaciones basado en sistemas conversacionales y otras técnicas de inteligencia artificial de apoyo a la gestión de iniciativas medioambientales en alineación con normas internacionales.

Resultado 4: Subsistema que permita mitigar el impacto medioambiental a partir de crear espacios encadenamientos productivos entre organizaciones con centro en la Economía Circular según lo establecido en la norma ISO 59000. Potenciando el uso eficiente de recursos y minimizar el desperdicio de residuos productivos.



Resultado 5: Subsistema para la gestión de portafolios, programas y proyectos que permita el registro de iniciativas medioambientales, gestión de recomendaciones y monitoreo los procesos de Transformación Digital Sostenible.

Resultado 6: Difundir resultados parciales y totales del proyecto en revistas de ámbito nacional e internacional, en reuniones científicas, creación de redes de conocimiento, y el fortalecimiento de grupos de investigación y redes de colaboración

Resultado 7: Formación de estudiantes de maestría y doctorado en los temas centrales de la investigación