



La importancia de los ODS en la formación de los ingenieros

Tendencias internacionales en el aseguramiento de la calidad del aprendizaje de los estudiantes
SOCHEDI, octubre 2023



Miembro Provisional



Marcos globales para la educación en ingeniería

Acuerdo de Washington, administrado por la International Engineering Alliance, IEA. (1989)

Formado por las agencias acreditadoras de 23 países como miembros plenos. 7 adicionales en membresía provisional.

<https://www.ieagreements.org/accords/washington/signatories/>



Etiqueta EUR-ACE®, administrada por la ENAEE, European Network for Accreditation of Engineering Education (2006)

Formado por las agencias acreditadoras de 21 países como miembros plenos y 9 miembros asociados. 15 países son los autorizados a otorgar la etiqueta.

<https://www.enaee.eu/members/>



Su propósito: asegurar la calidad de la formación que reciben los futuros ingenieros y favorecer su movilidad profesional





ENAE IEA
BEST PRACTICE IN ACCREDITATION
OF ENGINEERING PROGRAMMES:
AN EXEMPLAR

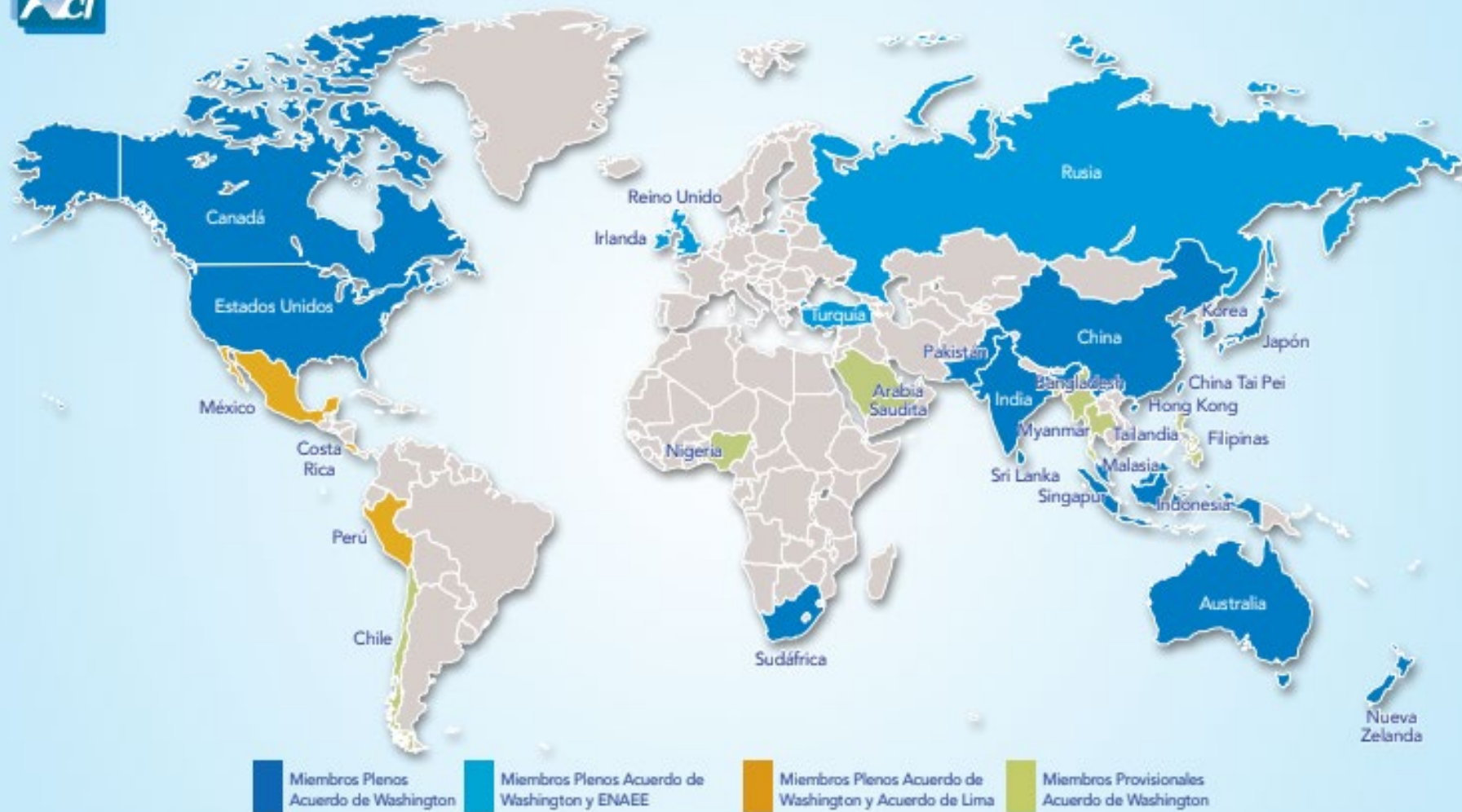
<https://www.ieagrements.org/assets/Uploads/Documents/Policy/Best-Prct-Full-Doc.pdf>



Best Practice in Accreditation of Engineering Programmes: An Exemplar 2015	Document	Best Practice in Engineering Programme Accreditation	best practice, engineering education, EURACE label
---	----------	--	--

Acredita CI Acuerdo de Washington/Lima

Fomentando la movilidad profesional para los titulados de carreras chilenas de ingeniería de base científica, acreditadas por Acredita CI.



Acredita CI en ENAEE - Europa

Fomentando la movilidad profesional para los titulados de carreras chilenas de ingeniería de base científica, acreditadas por Acredita CI.



1	Finlandia	9	Rumania
2	Francia	10	Rusia
3	Alemania	11	Eslovaquia
4	Italia	12	España
5	Irlanda	13	Suiza
6	Kazajistán	14	Turquía
7	Polonia	15	Reino Unido
8	Portugal		

Acredita CI Global

Fomentando la movilidad profesional para los titulados de carreras chilenas de ingeniería de base científica, acreditadas por Acredita CI.



Agencia Acreditadora Colegio de Ingenieros de Chile, Acredita CI, miembro provisional del Acuerdo de Washington, administrado por la International Engineering Alliance www.ieagrements.org, miembro pleno del Acuerdo de Lima, www.limaaccord.org y miembro pleno de ENAEE, www.enaee.eu - www.acreditaci.cl

Santiago de Chile, 2023

Históricamente, en el extranjero...

Excelente percepción de la calidad de la formación que reciben los ingenieros en Chile

(Fuente: Colegio de Ingenieros de Chile)

Acredita CI formaliza esa percepción y la demuestra mediante la acreditación, para facilitar la movilidad internacional de los ingenieros chilenos



Un dato adicional

Entre el 5 y 18 de noviembre de 2023, Acredita CI recibe al Panel de Observadores del **Acuerdo de Washington**. El Informe que resulta de esta verificación se ve en la IEAM2024 del mes de junio de 2024 donde la Asamblea del Acuerdo de Washington decidirá la membresía plena de Acredita CI.

Con fecha 6 de Noviembre de 2023, la Asamblea General de **ENAE** revisará nuestra Solicitud de Autorización para que nuestra Acreditación otorgue la etiqueta EUR-ACE (que ya fue aprobada por el Comité de Etiqueta) y sea reconocida en el Espacio Europeo de Educación Superior. También está definido el Panel de Observadores quienes nos visitarán a fines del año 2024.

La proyección es que, a fines del año 2024, la acreditación de Acredita CI sea reconocida en Washington Accord y otorgue la Etiqueta EUR-ACE.



Dijimos que el propósito de los **acuerdos internacionales** para la acreditación de las carreras de ingeniería:

- Asegurar la calidad de la formación que reciben los futuros ingenieros y favorecer su movilidad profesional
- Promover la formación bajo atributos de referencia mundial



“El papel de los ingenieros es vital para el abordaje de las necesidades humanas básicas:

- el alivio de la pobreza
- el suministro de agua limpia y energía
- la respuesta a desastres naturales
- la construcción de infraestructura resiliente, y
- la reducción de las brechas del desarrollo
- entre muchos otros factores



sin dejar a nadie atrás”



“Ingeniería para el Desarrollo Sostenible de UNESCO”, el Centro Internacional de Enseñanza de la Ingeniería ICEE y CCTP. Año 2021. Resumen corto. Página 1. Segundo párrafo.
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375634_spa



Mujeres ingenieras trabajando en sistemas eléctricos de alto voltaje. © Sociedad China para la Ingeniería Eléctrica

Como la ingeniería lo hace posible

Garantizar el acceso de las mujeres a la tecnología e ingeniería cerrará muchas brechas de género, garantizando así que las mujeres se beneficien de y participen en la revolución tecnológica, que es crucial para alcanzar los ODS. La diversidad de ideas es vital para la innovación y el desarrollo de soluciones que reflejen los estándares, valores y aspiraciones de la comunidad. Las nuevas tecnologías desarrolladas por los ingenieros están empoderando cada vez más a los usuarios femeninos en el trabajo y el espíritu emprendedor, incluidas las comunicaciones móviles y la internet, facilitando el acceso de las mujeres a los servicios bancarios y financieros y de información.

ODS 4



Mujeres jóvenes aprenden sobre el desarrollo sostenible. © WFE0

Como la ingeniería lo hace posible

Los ingenieros facilitan la entrega de educación en los niveles de primaria, secundaria y terciaria mediante el empleo de nuevas tecnologías, como herramientas de aprendizaje en línea y sistemas de comunicación rápida. Estos mejoran la accesibilidad y reducen los costos para los estudiantes. El Wi-Fi está implementado en más de 40 mil millones de dispositivos en todo el mundo, apuntalando los avances en educación y permitiendo otras aplicaciones. Los ingenieros de software y telecomunicación están expandiendo de manera rápida el acceso a la internet a través de satélites de bajo costo y otros dispositivos aéreos para entregar información y servicios a comunidades remotas y de bajos ingresos.



Como la ingeniería lo hace posible

La ingeniería ha sido crucial durante la pandemia de COVID-19 con tecnologías avanzadas desplegadas, por ejemplo, en búsqueda de una vacuna, a través de procesos avanzados de fabricación, logística y sistemas de transporte, y en impresión 3D para equipo de protección personal. La ingeniería ha erradicado enfermedades como la tifoidea y el cólera a través de agua limpia y saneamiento. La ingeniería biomédica ha desarrollado dispositivos médicos para extremidades, y se han hecho mejoras en el funcionamiento de la audición, salud cardíaca y cerebro. La robótica, la visión por computador y la inteligencia artificial están revolucionando el diagnóstico, detección y procedimientos quirúrgicos, y mejorando el acceso para países de bajos ingresos.



Visión de cámara de inteligencia artificial para detección de fiebre de COVID-19 en multitudes.

© Mariene Kanga



Como la ingeniería lo hace posible

Los ingenieros agrícolas, mecánicos y químicos, han diseñado la mecanización de la agricultura para la producción de alimentos, y aumentado la productividad a través del uso de fertilizantes y pesticidas. Las innovaciones continuas por parte de ingenieros electrónicos y agrícolas incluyen sensores para la humedad y monitoreo de la condición del suelo que optimizan la entrega de agua escasa y fertilizantes. Otras innovaciones incluyen la robótica para la aplicación de pesticidas y fertilizantes, deshierbe y plantación y tecnología de las comunicaciones para el monitoreo del clima, predicción y alerta de desastres naturales, todos los cuales son cruciales para lograr la seguridad alimenticia global.

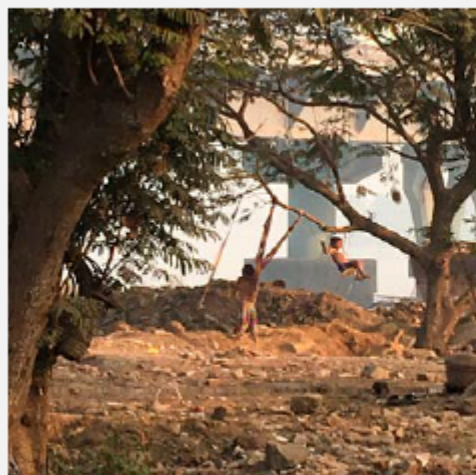


Mecanización diseñada de la agricultura para la producción de alimentos en India. © Mariene Kanga



Como la ingeniería lo hace posible

La ingeniería impulsa el crecimiento económico y alivia la pobreza a través de infraestructura básica como carreteras, vías férreas y telecomunicaciones. Sin embargo, se debe hacer mucho trabajo de ingeniería para desarrollar tecnologías que mejoren el acceso a los servicios básicos como agua limpia y saneamiento, energía confiable y combustibles no contaminantes para cocinar. Grandes poblaciones en países de bajos ingresos están demandando el acceso a las tecnologías más recientes para comunicación, educación y salud. La innovación frugal posibilita el desarrollo de tecnologías asequibles y confiables que sean accesibles para todos.



La ingeniería puede ayudar a resolver la pobreza urbana extrema. © Mariene Kanga

ODS 10



Como la ingeniería lo hace posible

A través de infraestructura sostenible y nuevas tecnologías e innovaciones, los ingenieros y la ingeniería crean trabajos e oportunidades, posibilitando el acceso a la vivienda, alimentos, salud y una vida decente, lo que es crucial para la reducción de las desigualdades. También es esencial garantizar el acceso a las comunicaciones de bajo costo y teléfonos móviles, información y educación, diagnósticos y tratamiento médicos, especialmente en países de bajos ingresos, para abordar las necesidades básicas. Los ingenieros están desarrollando tecnologías que empoderan a las mujeres para aumentar su participación en la fuerza laboral y que abordan las desigualdades económicas crónicas basadas en el género.



La ingeniería genera trabajo e ingresos. © Ingénieurs et Scientifiques de France



Como la ingeniería lo hace posible

Los ingenieros de minas, civiles, mecánicos, eléctricos y ambientales juegan papeles críticos en la gestión eficiente de los recursos de la Tierra a través del procesamiento de minerales esenciales, generación de energía a partir de recursos renovables, utilización de recursos de agua de manera sostenible, apoyo a la producción agrícola y gestión de la diversidad. Las innovaciones de ingeniería apoyan la gestión de recursos y el consumo responsable a través de la "economía circular" donde los resultados y productos pueden volverse insumos en otros procesos y productos. Los ingenieros de materiales y químicos están desarrollando innovaciones para reciclar y reutilizar materiales de desecho, incluidos los plásticos.



Biogás de aguas residuales utilizado para generar electricidad en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de North Head, Sidney, Australia.

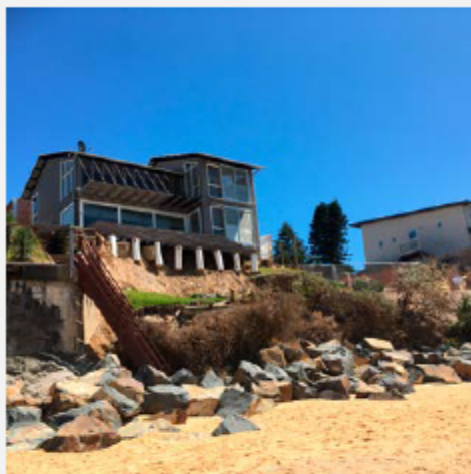
© Marlene Kanga

ODS 14



Como la ingeniería lo hace posible

Los ingenieros tienen un papel vital en la preservación y protección de los océanos y mares, y la vida dentro de ellos. Los ingenieros marítimos están trabajando con científicos y otras disciplinas de la ingeniería para enfrentar la degradación de las pescaderías, la contaminación de nuestros océanos y el uso de recursos, incluida la energía mareomotriz. Los ingenieros están abordando soluciones como la contaminación de plásticos en los océanos y gestionando los bienes del océano como la Gran Barrera de Coral amenazada por los impactos del cambio climático.



La ingeniería se necesita para proteger contra la elevación del nivel del mar y el aumento de la erosión de playas en comunidades costeras.

© Marlene Kanga



Como la ingeniería lo hace posible

La ingeniería brinda la posibilidad de tomar acción con el cambio climático. Las fuentes de energía renovable diseñadas con cero emisiones de carbono incluyen la hidroeléctrica, la solar, eólica y mareomotriz, con hidrógeno biológico que facilita el almacenamiento de energía a bajo costo. La infraestructura resiliente aborda los impactos crecientes de los desastres naturales incluidos los ciclones y las inundaciones. Las reducciones de gases de invernadero a través de la captura de carbono, la transformación de biosólidos de desechos en energía, y la construcción con madera de bosques de rápido crecimiento y otras acciones establecidas. Otras tecnologías en rápida evolución para absorber el dióxido de carbono incluyen el procesamiento químico del carbono del aire para reutilizarlo como materia prima química y el uso de materiales de construcción de bajo contenido de carbono para vivienda.



Bruma de humo de incendios de arbustos, producto del cambio climático, contamina la ciudad de Sidney, enero de 2020. © Mariene Kanga



Reuniones de la Alianza Internacional de Ingeniería, Hong Kong, 2019. © Mariene Kanga

Como la ingeniería lo hace posible

La práctica de la ingeniería que sea diversa e inclusiva, sostenible y ética es esencial para el progreso de los ODS. Los ingenieros se están asociando para desarrollar instituciones fuertes para educación en ingeniería, acreditación y regulación que son esenciales para garantizar altos estándares de educación en ingeniería y la competencia de los ingenieros en todas partes. El Código de Ética Modelo de la WFEO para ingenieros está guiando a otras instituciones profesionales de ingeniería. Los ingenieros también están mejorando los estándares para abordar la corrupción en la ingeniería para maximizar el beneficio de las inversiones en infraestructura que apoyan el desarrollo sostenible para todos.

Pero...

¿Cómo nos aseguramos de hacerlo posible y de hacerlo bien?



La práctica de la ingeniería que sea diversa e inclusiva, sostenible y ética es esencial para el progreso de los ODS.

cero emisiones de carbono

La infraestructura resiliente

absorber el dióxido de carbono incluyen el procesamiento químico del carbono del aire para reutilizarlo como materia prima química y el uso de materiales de construcción de bajo contenido de carbono para vivienda.

La diversidad de ideas es vital para la innovación y el desarrollo de soluciones que reflejen los estándares, valores y aspiraciones de la comunidad. Las nuevas tecnologías desarrolladas por los ingenieros están empoderando cada vez más a los usuarios femeninos

energía mareomotriz.

gestión de la diversidad. Las innovaciones de ingeniería apoyan la gestión de recursos y el consumo responsable a través de la "economía circular"

reciclar y reutilizar materiales de desecho, incluidos los plásticos.



El Modelo de Acreditación bajo criterios internacionales de Acredita CI Propone los siguientes Criterios de Evaluación: WA- ENAEE

CRITERIO 1: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

CRITERIO 2: OBJETIVOS EDUCACIONALES

CRITERIO 3: PERFIL DE EGRESO

CRITERIO 4: PLAN DE ESTUDIOS

CRITERIO 5: PERSONAL DOCENTE

CRITERIO 6: INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE

CRITERIO 7: VINCULACIÓN CON EL MEDIO

CRITERIO 8: RESULTADOS DEL PROCESO FORMATIVO

CRITERIO 9: AUTORREGULACIÓN Y MEJORA CONTINUA

Organizados en 55 aspectos a considerar

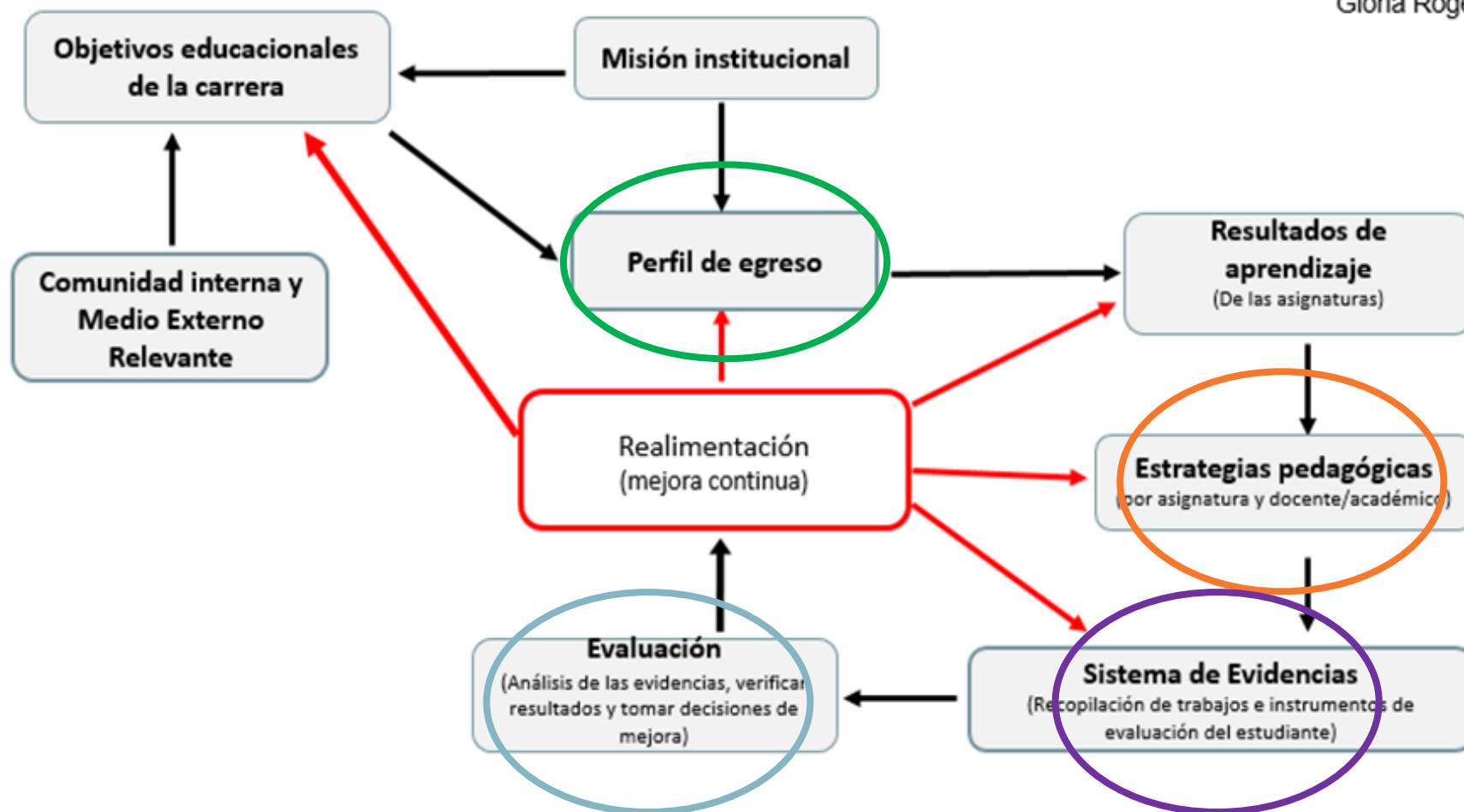
Características:

- Centrado en el estudiante
- Orientado a los resultados



Modelo conceptual para la mejora continua de la carrera

Gloria Rogers



Perfil de egreso - Atributos del graduado:

competencias, habilidades y actitudes mínimas a desarrollar en el proceso formativo.

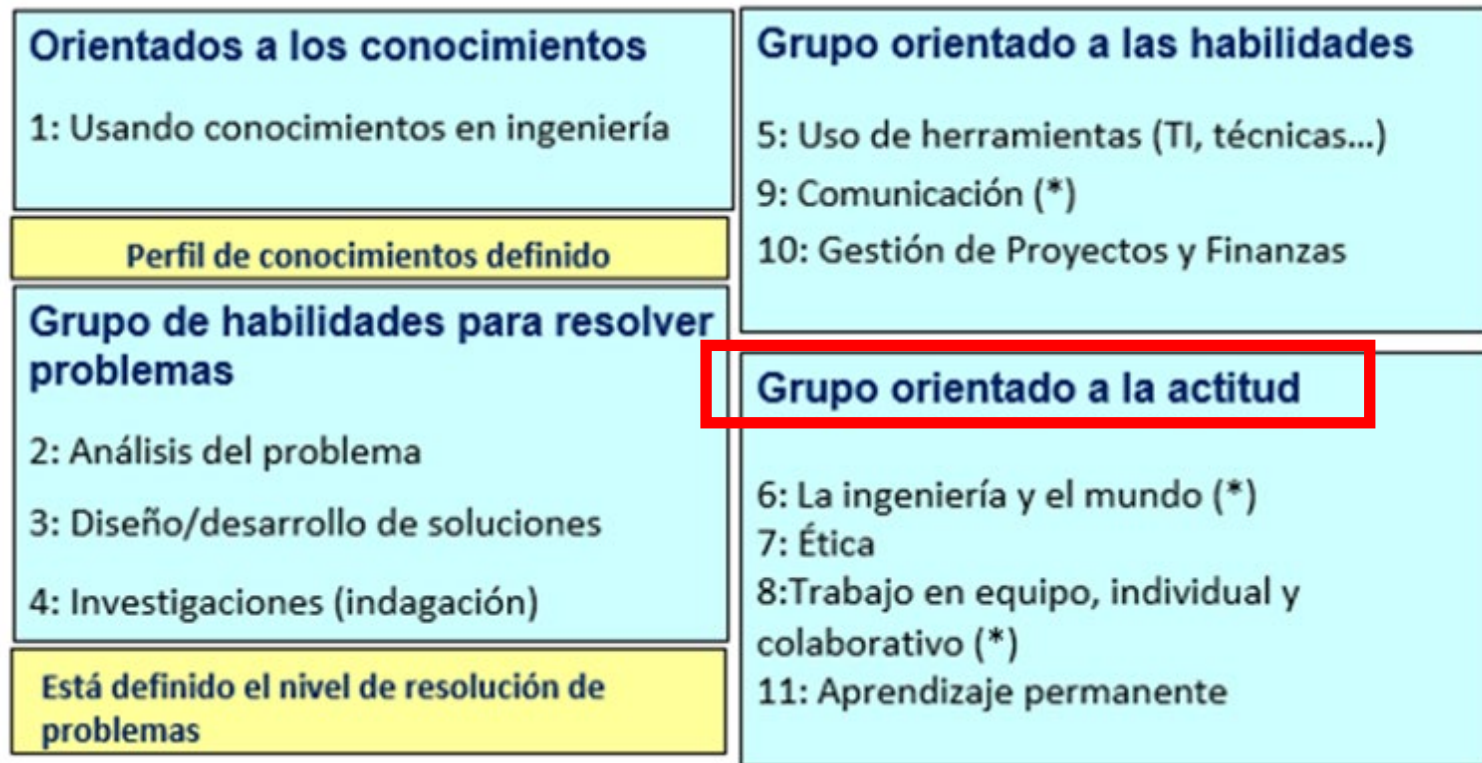
- Aprobados por la IEA en junio 2021
- Comparables a los requerimientos en Europa
- Aprobados por el Consejo Nacional del Colegio de Ingenieros de Chile para Chile, en Octubre 2022

Conocimiento de ingeniería	1: aplica conocimientos de matemáticas, ciencias naturales, computación, fundamentos de ingeniería y de una especialización de ingeniería para la solución de problemas complejos en ingeniería (ver perfil de conocimientos 1-4).
Análisis de problemas	2: identifica, formula, busca literatura y analiza problemas complejos en ingeniería, alcanzando conclusiones fundamentadas en el uso de principios de matemáticas, ciencias naturales y ciencias de la ingeniería, con consideraciones para el desarrollo sostenible* (ver perfil de conocimientos 1-4).
Diseño/ desarrollo de soluciones	3: diseña soluciones para problemas complejos de ingeniería y diseña sistemas, componentes o procesos que satisfacen las necesidades identificadas, considerando aspectos de salud y seguridad pública, costo de ciclo de vida del proyecto, carbono neto cero, así como también aspectos de recursos culturales, sociales o ambientales, según se requiera (ver perfil de conocimientos 5).
Indagación	4: conduce estudios de problemas complejos usando conocimientos basados en investigaciones y métodos de investigación, incluyendo diseño de experimentos, análisis e interpretación de datos y síntesis de la información para producir conclusiones válidas (ver perfil de conocimientos 8).
Uso de herramientas	5: crea, selecciona, aplica y reconoce las limitaciones de las técnicas, de los recursos y de las herramientas de ingeniería y TI modernas, incluida la predicción y el modelamiento para problemas complejos de ingeniería (ver perfil de conocimientos 2 y 6).
El ingeniero y el mundo (*)	6: analiza y evalúa el impacto para la sociedad, la economía, los efectos legales y ambientales, de salud y seguridad que conllevan la práctica como ingeniero profesional en la solución de problemas complejos de ingeniería que contribuyan a un desarrollo sostenible* (ver perfil de conocimientos 1, 5 y 7).
Ética	7: aplica principios éticos, de diversidad e inclusión, en los ámbitos profesional, tecnológico, de manejo de datos; y cumple con las normas de la práctica de la ingeniería (ver perfil de conocimientos 9).
Trabajo individual y en equipo (*)	8: se desenvuelve eficazmente como individuo y como miembro o líder en equipos diversos e inclusivos y en entornos multidisciplinarios presenciales y remotos (ver perfil de conocimientos 9).
Comunicación (*)	9: se comunica eficaz e inclusivamente con respecto a actividades complejas de ingeniería con la comunidad de ingenieros y con la audiencia objetivo. Es capaz de comprender, escribir y presentar ante una variedad de audiencias (ver perfil de conocimientos 9).
Gestión de proyectos y finanzas	10: Aplica conocimiento y comprensión de los principios de administración y de toma de decisiones económicas en ingeniería a su propio trabajo, como miembro o líder en un equipo y como gestor de proyectos en entornos multidisciplinarios.
Aprendizaje permanente	11: reconoce la necesidad y tiene la preparación y capacidad para el aprendizaje autónomo permanente; e incorpora creatividad, adaptabilidad y pensamiento crítico en el contexto de los cambios tecnológicos (ver perfil de conocimientos 8).

(*) referido a los Objetivos de Desarrollo Sostenible



Los atributos del graduado: conocimientos, habilidades y actitudes a desarrollar en el estudiante de ingeniería



(*) referido a los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Estrategias pedagógicas

Promoviendo el aprendizaje activo:

- Aprendizaje basado en desafíos o problemas.
- Aprendizaje colaborativo.
- Aprendizaje basado en proyectos.
- Enseñanza invertida (Flip Teaching).
- Aprendizaje adaptativo (Adaptive Learning).

Sistema de evidencias

- El conjunto de instrumentos de evaluación mediante el cual el profesor se asegura de que el estudiante aprendió lo que le quería enseñar.



El desafío (1)

Desarrollar las actitudes

Estrategias pedagógicas

Trabajo con casos que simulan situaciones en las que el estudiante se enfrenta a escenarios diversos en las que el profesor establece el contexto:

- un dilema ético
- reutilización de residuos
- impacto en un sector específico que involucre conceptos como la inclusión o la diversidad
- Consideración de género explícita
- Otros



El desafío (1a)

Desarrollar las actitudes

Además, incluir conceptos de sostenibilidad en el proceso formativo:

- economía circular
- cero emisión de carbono
- infraestructura resiliente
- impacto ambiental
- Ética
- entre otros.

El desafío (2)

Desarrollar las habilidades

Comunicación eficaz y efectiva

Inclusiva

Ante equipos diversos: colegas, otras disciplinas, la comunidad

Ante comunidades diversas: por etnia, cultura, creencias, otras

Trabajo en Equipo

Participa como miembro o como líder



El desafío (3)

La evidencia

Sistema de evidencias de la evaluación del aprendizaje

- Rúbricas
- Evaluación por pares
- Pautas de observación
- Portafolios
- Listas de Cotejo
- Prueba escrita
- Prueba Oral
- Informes
- Trabajo final tipo Capstone o similar
- Otro

El desafío (4)

La mejora continua del aprendizaje

Propuesta (ejemplo):

- Sistema de gestión académica que se aplica de manera sistemática a fines de cada semestre: comité curricular, comité de docencia o cualquier otra instancia colegiada responsable de esta gestión.
- Analiza el resultado de las evaluaciones de logro de los aprendizajes de actividades **Hito** que miden el logro de una de las competencias del perfil de egreso.
- Detecta alto porcentaje de bajo rendimiento y se pregunta las razones de ese bajo rendimiento (en relación con indicadores definidos). Revisa ejemplos de las evaluaciones, Syllabus, otros análisis hasta encontrar la razón. (Acta: evidencia de la revisión)



El desafío (4a)

La mejora continua del aprendizaje

Propuesta (ejemplo):

- Aplica mecanismos de mejora según la razón detectada, para verificar en el siguiente semestre su impacto.
- Analiza los resultados en el siguiente semestre y compara.
- Dependiendo del resultado mantiene el ajuste o cambia la propuesta nuevamente para aplicarla al siguiente semestre
- Si los resultados fueron los esperados (indicador de logro definido previamente) podría dar por resuelto el ajuste y continuar con la medición de otra competencia.

Evidencia: el antes y el después del instrumento que se ajustó.

- Estrategia
- Syllabus
- Instrumento de evaluación



El desafío (5)

Los docentes y la docencia

El docente es clave

No hay ninguna posibilidad de lograr los aprendizajes sin un docente comprometido con su asignatura y los resultados que espera lograr allí, para aportar al logro de las competencias del perfil de egreso.

Se espera la existencia de políticas institucionales que apoyen el desarrollo de la docencia en capacitación en estrategias pedagógicas, apoyo en diseño de instrumentos de evaluación, capacitación disciplinar, otros según decida la carrera, la Facultad o la Institución, según su Modelo Educativo.



Conclusiones (1)

La mejora continua del aprendizaje se trata de demostrar que la gestión sobre el resultado del aprendizaje se realiza de manera sistemática, con el propósito de mejorarlo. La evidencia permite demostrar la sistematicidad del mecanismo de revisión.

Las decisiones colegiadas favorecen la gestión. Las mejores prácticas se comparten.

El impacto se debiese verificar en las tasas de retención o de titulación oportuna y esencialmente en el desempeño de los titulados.



Conclusiones (2)

La mejora continua se verifica en el mecanismo que permite **evaluar si en el desempeño profesional**, el ingeniero ha sido capaz de aplicar las habilidades y actitudes que el proceso formativo le entregó.

Las consultas a los titulados sobre ese desempeño, es esencial, porque verifica el sueño, la aspiración y contrastamos la realidad con la aspiración que se refleja en los Objetivos Educativos.

La pregunta a responder: ¿Es el profesional que aspiramos formar?

Si hay brechas, se utilizan para retroalimentar el proceso formativo en las áreas de que corresponda.

Brechas en el desarrollo de actitudes:

Bajo desempeño en el trabajo en equipo

Debilidad para comunicarse con otros

Insuficiente conciencia sobre el impacto de sus soluciones para el desarrollo sostenible



Conclusiones (3)

El proceso de acreditación bajo criterios internacionales busca la mejora continua del proceso formativo el que está centrado en el estudiante y su aprendizaje

Busca verificar que el proceso formativo logra el perfil de egreso, el que a su vez incluye los atributos del graduado.

Busca que la carrera verifique el resultado final en el ejercicio profesional con consultas sistemáticas a titulados y empleadores sobre el desempeño profesional basado en los conocimientos, habilidades y actitudes que la carrera le entregó al estudiante durante su proceso formativo.

Y que toda esta información permita una mejora permanente del aprendizaje.



Conclusiones (4)

Finalmente, el modelo propuesto es **plenamente consistente con los requerimientos de los criterios y estándares para la acreditación institucional obligatoria.**

El trabajo desde la carrera impacta directamente en los siguientes criterios de la CNA:

1. Resultado del proceso formativo
2. Docentes
3. Aseguramiento de la calidad

Por lo que la carrera siempre estará preparada en caso de ser seleccionada en la muestra intencionada.



La propuesta es incorporar gestión académica sistemática

Es posible asegurar la calidad con mecanismos sistemáticos centrados en el estudiante y su aprendizaje



Lograr el perfil de egreso basado en el desarrollo de actitudes y habilidades para que el ingeniero tenga conciencia del impacto de su solución en la sociedad y, aporte con ello, al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible es la meta.



¿Consultas?

