

CACEI

Consejo de Acreditación de la
Enseñanza de la Ingeniería, A.C.

Marco de Referencia 2025: Una Guía para la Autoevaluación.

Facilitadores:

Dr. Miguel Ángel Romero Ogawa

Dra. María Guadalupe López Molina

Dr. José Humberto Loría Arcila

Ciudad de México, Noviembre 11 y 12, 2024



Objetivos del taller:

Al finalizar el curso-taller los responsables de la autoevaluación de los programas educativos de ingeniería:

- Comprenderán y analizarán las bases conceptuales del Marco de Referencia 2025 (MR 2025) del CACEI, así como su metodología e instrumentos.
- Comprenderán la relevancia de dos categorías fundamentales del MR 2025: los atributos de egreso y los objetivos educacionales.
- Así mismo, podrán aplicarlos a procesos y contextos específicos de autoevaluación para la acreditación de programas educativos de ingeniería en México.

Contenido del Módulo 0

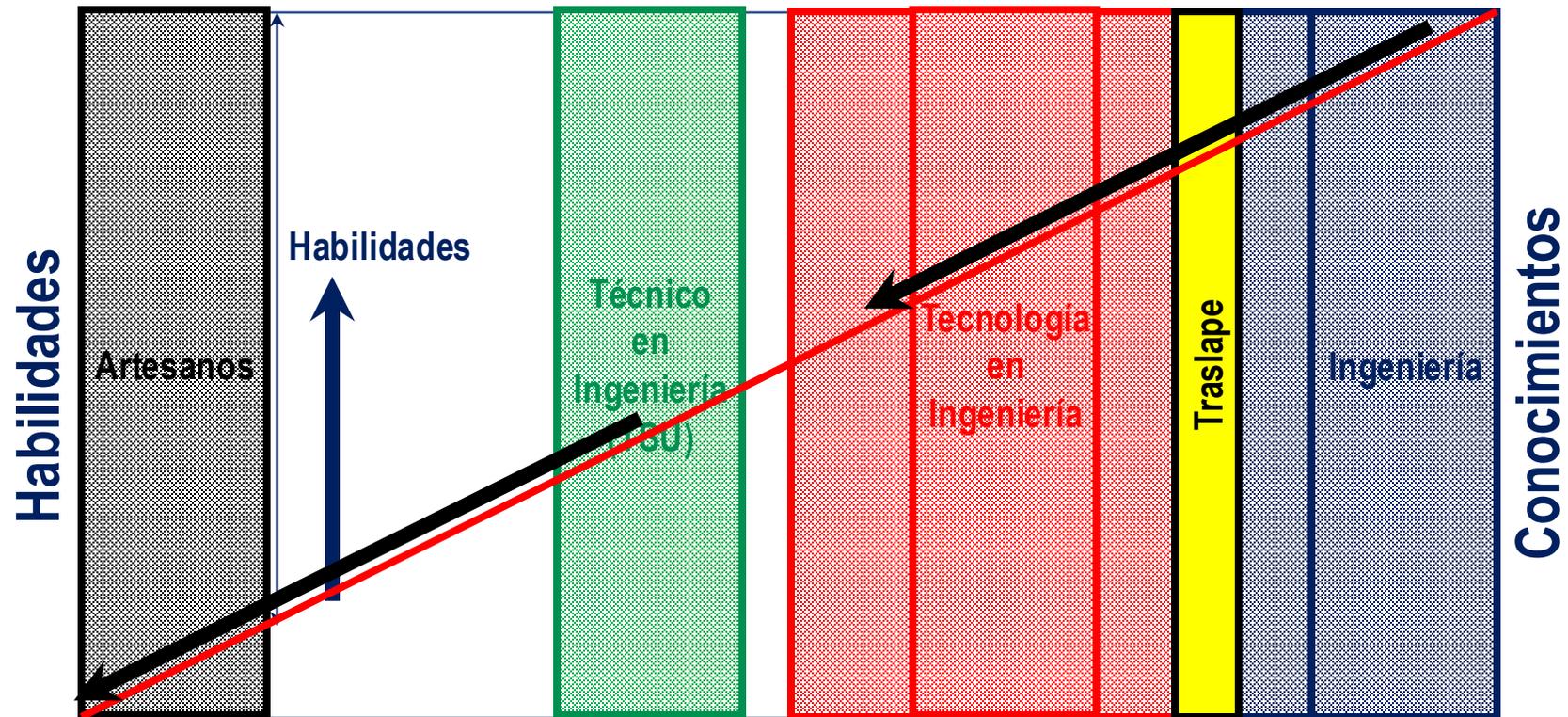
- Antecedentes: La Alianza Internacional de Ingeniería (IEA).
- Actualización de los Atributos de Egreso y las Competencias Profesionales (GAPC), versión de 2021.
- Implementación del MR 2025.
- Importancia de la Argumentación.

Antecedentes: La Alianza Internacional de Ingeniería (IEA)

A través de los **Acuerdos Educativos** y los **Convenios de Competencias Profesionales**, los miembros de la IEA **establecen y hacen cumplir las normas internacionales** de referencia para la **formación en ingeniería** y la **competencia esperada para la práctica de la ingeniería**.

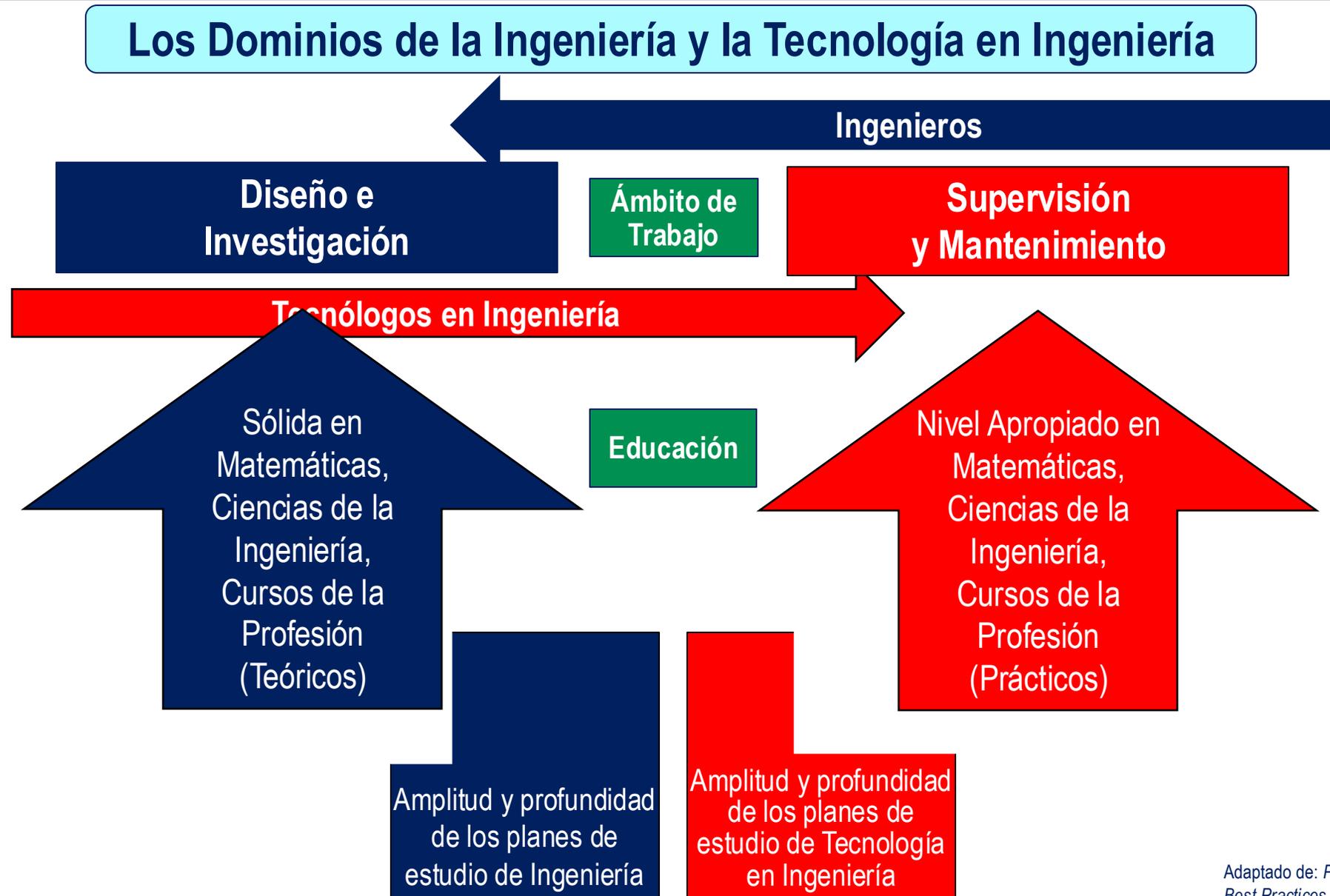
Acuerdos (académicos)	Tipo de formación	Convenios (profesionales)
▪ Acuerdo de Washington	▪ Licenciatura (Ing.)	▪ <i>International Professional Engineers Agreement</i>
▪ Acuerdo de Sidney	▪ Tecnólogo en Ing.	▪ <i>Intertnl. Engineering Technologists Agreement</i>
▪ Acuerdo de Dublín	▪ Técnico en Ing.	▪ <i>Agreement for Intertnl. Engineering Technicians</i>
		▪ <i>APEC Engineer Agreement</i>

Conocimientos y Habilidades (La Visión Global)



Ámbito de Dominios de la Educación en Ingeniería

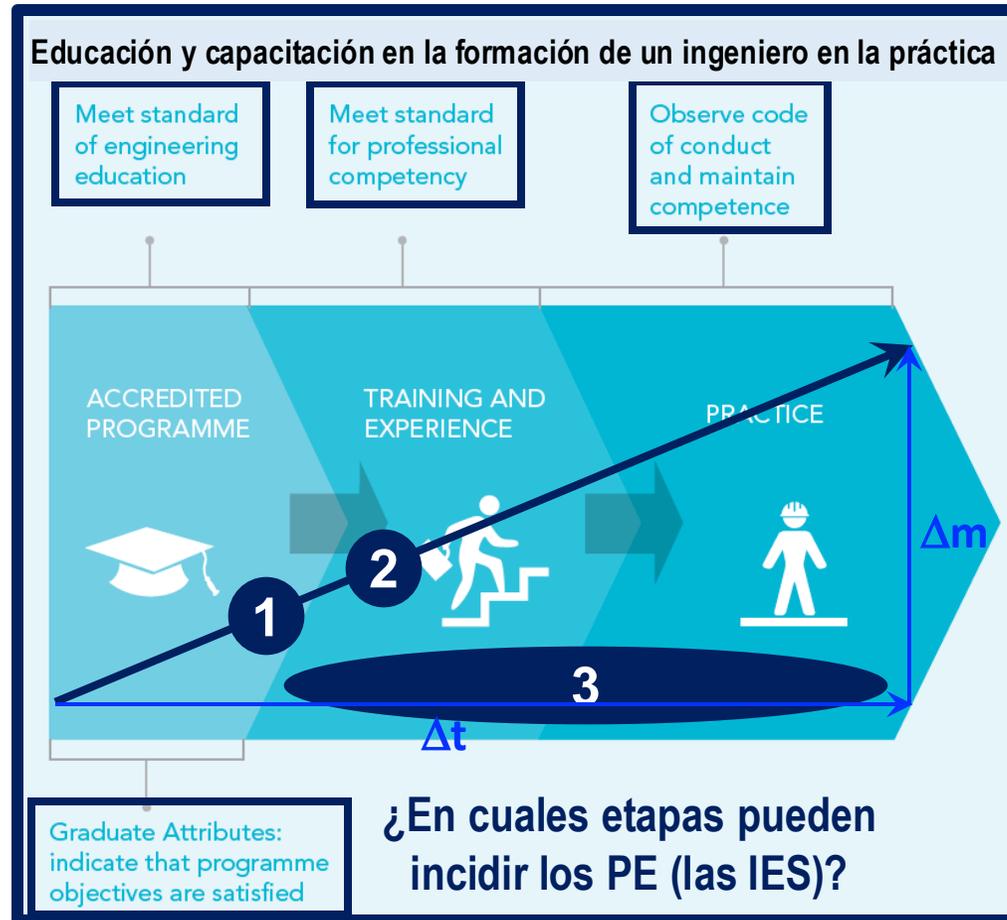
Adaptado de: *Periodic Review – Challenges, Best Practices and CQI*. Megat Mohd Noor.



Adaptado de: *Periodic Review – Challenges, Best Practices and CQI*. Megat Mohd Noor.

1 Atributos de egreso

Los atributos de egreso son un conjunto de resultados evaluables individualmente, que conforman los componentes indicativos del potencial de un egresado para adquirir las **competencias o capacidades para ejercer la práctica de la ingeniería a un nivel apropiado**. Son declaraciones claras y sucintas de la capacidad esperada del egresado y deben ser evidenciadas mediante resultados de aprendizaje de los estudiantes del programa educativo.

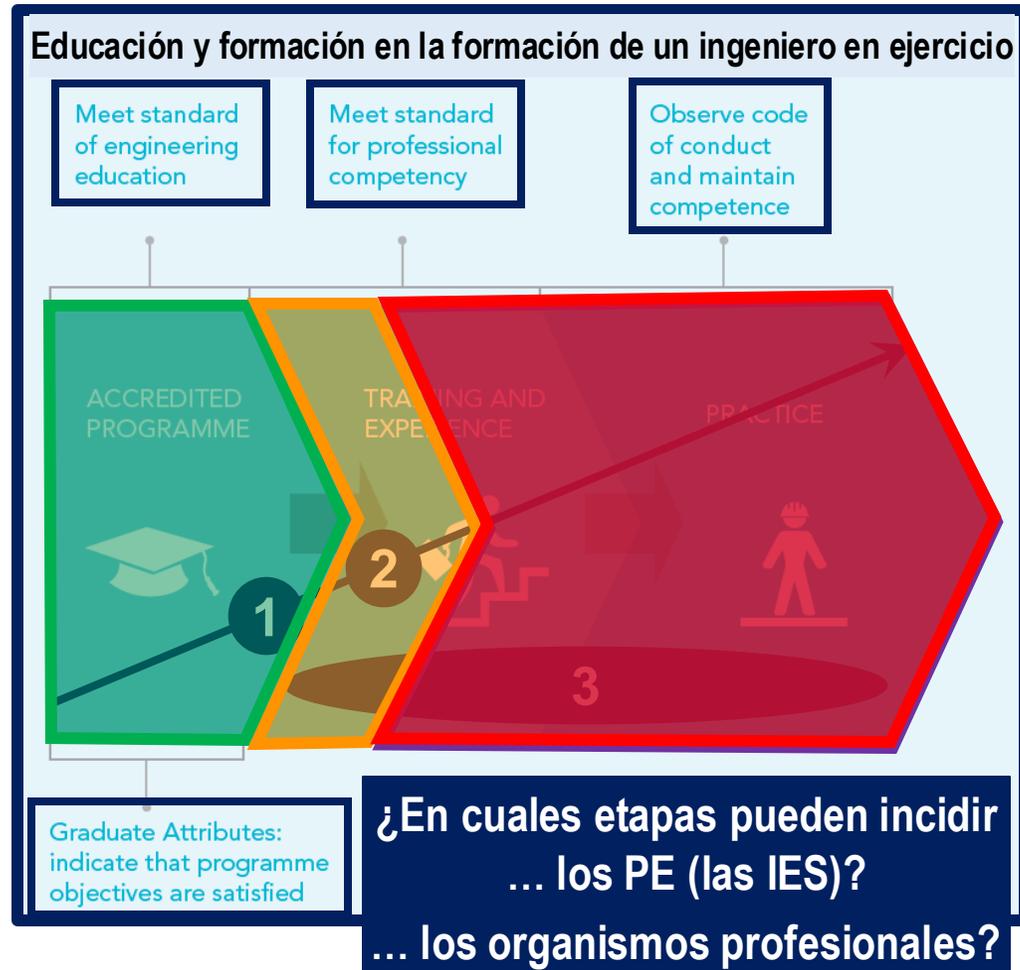


Objetivos educativos 2

Los objetivos educativos del programa describen los **logros que se espera alcancen los egresados a los 5 años después de su egreso**. Estos objetivos están basados en las necesidades de los grupos de interés del programa. Se declaran de una forma amplia y generalmente se valoran a través de mecanismos de seguimiento de la trayectoria de los egresados del programa. Los objetivos educativos del programa constituyen una **visión del éxito de sus egresados**, y ...

3 Perfil de competencia profesional

Una **persona competente** en lo profesional, o en lo ocupacional, tiene los atributos necesarios para realizar las actividades dentro de la profesión u ocupación de acuerdo con los estándares esperados en un empleo o práctica independiente. Los **perfiles de competencia profesional** para cada categoría profesional describen los elementos de competencia necesarios para el desempeño que se espera que el profesional sea capaz de demostrar de manera integral en la etapa de obtención del registro (o licencia profesional).



1 Atributos de egreso

Objetivos educacionales 2

3 Perfil de competencia profesional

**Actualización de los
Atributos de Egreso y las
Competencias Profesionales**
(21 de junio de 2021)



INTERNATIONAL ENGINEERING ALLIANCE

GRADUATE ATTRIBUTES & PROFESSIONAL COMPETENCIES

PROUDLY SUPPORTED BY:



PREAMBLE

The International Engineering Alliance is pleased to announce that all Accords and Agreements have approved revisions to its Graduate Attributes and Professional Competencies (GAPC) international benchmark. The review, supported by UNESCO, was undertaken by a joint IEA-WFEO Working Group who engaged extensively with IEA signatories, WFEO members and WFEO partners representing academics, industry and women globally. They reflect requirements for new technologies and engineering disciplines, new pedagogies and values such as sustainable development, diversity and inclusion and ethics. They are well positioned to support the engineering role in building a more sustainable and equitable world.

Our thanks to UNESCO and WFEO for their constant support and endorsement and to the GAPC Working Group members, who commenced this work three years ago and who have worked tirelessly to bring this to fruition.

VERSION: 2021.1

The documents presented in this compendium are current as of 21 June 2021.



ALIANZA INTERNACIONAL DE INGENIERÍA

ATRIBUTOS DEL GRADUADO Y COMPETENCIAS PROFESIONALES

ORGULLOSAMENTE APOYADO POR :



PREÁMBULO

La Alianza Internacional de Ingeniería se complace en anunciar que todos los Acuerdos y Convenios han aprobado las revisiones de su punto de referencia internacional de los Atributos del Graduado y Competencias Profesionales (GAPC). La revisión, con el apoyo de la UNESCO, fue realizada por un grupo de trabajo conjunto de la IEA¹ y la WFEO², que interactuó ampliamente con los signatarios de la IEA, los miembros de la WFEO y los socios de la WFEO que representan a los académicos, la industria y las mujeres a nivel mundial. Reflejan los requisitos de las nuevas tecnologías y disciplinas de la ingeniería, las nuevas pedagogías y valores como el desarrollo sostenible, la diversidad y la inclusión y la ética. Están bien posicionados para apoyar el rol de la ingeniería en la construcción de un mundo más sostenible y equitativo.

Nuestro agradecimiento a la UNESCO y a la WFEO por su constante apoyo y respaldo y a los miembros del Grupo de Trabajo de los GAPC, que comenzaron esta tarea hace tres años y que han trabajado incansablemente para llevarla a cabo.

VERSIÓN 4: 2021.1 [Spanish]

Los documentos presentados en este compendio están actualizados al 21 de junio de 2021.

La IEA reconoce que todos los idiomas evolucionan y que un mismo idioma puede variar en función del entorno geográfico y social. Esta traducción al español de los GAPC ha sido amablemente desarrollada por el Centro Internacional para la Enseñanza de la Ingeniería (ICEE) de la Universidad de Tsinghua. Ha sido mejorada por los siguientes miembros de la IEA: la Agencia Acreditadora del Colegio de Ingenieros de Chile, S.A. (Acredita CI); el Instituto de Calidad y Acreditación de Programas de Computación, Ingeniería y Tecnología (ICACIT), de Perú; el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA), de Costa Rica, coordinados por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C. (CACEI), de México, que colaboraron para que la traducción refleje sus diferentes matices. Les agradecemos sus esfuerzos.

La traducción está disponible para su uso como guía para permitir a los miembros de la IEA trabajar eficazmente dentro de sus comunidades y dentro de la IEA. No sustituye a la versión en inglés de los GAPC aprobada (2021.1) como documento básico de la AIE. En todos los casos en los que, durante el desarrollo de las actividades propias de la IEA, sea necesario hacer referencia a los requisitos pertinentes de los GAPC, la versión en inglés aprobada (2021.1) será el documento que rija.

¹ IEA: *International Engineering Alliance*; Alianza Internacional de Ingeniería.

² WFEO: *World Federation of Engineering Organizations*; Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería (FMOD).



ALIANZA INTERNACIONAL DE INGENIERÍA ATRIBUTOS DEL GRADUADO Y COMPETENCIAS PROFESIONALES

ORGULLOSAMENTE APOYADO POR :



PREÁMBULO

La Alianza Internacional de Ingeniería se complace en anunciar que todos los Acuerdos y Convenios han aprobado las revisiones de su punto de referencia internacional de los Atributos del Graduado y Competencias Profesionales (GAPC). La revisión, con el apoyo de la UNESCO, fue realizada por un grupo de trabajo conjunto de la IEA¹ y la WFEO², que interactuó ampliamente con los signatarios de la IEA, los miembros de la WFEO y los socios de la WFEO que representan a los académicos, la industria y las mujeres a nivel mundial. Reflejan los requisitos de las nuevas tecnologías y disciplinas de la ingeniería, las nuevas pedagogías y valores como el desarrollo sostenible, la diversidad y la inclusión y la ética. Están bien posicionados para apoyar el rol de la ingeniería en la construcción de un mundo más sostenible y equitativo.

Nuestro agradecimiento a la UNESCO y a la WFEO por su constante apoyo y respaldo y a los miembros del Grupo de Trabajo de los GAPC, que comenzaron esta tarea hace tres años y que han trabajado incansablemente para llevarla a cabo.

VERSIÓN 4: 2021.1 [Spanish]

Los documentos presentados en este compendio están actualizados al 21 de junio de 2021.

La IEA reconoce que todos los idiomas evolucionan y que un mismo idioma puede variar en función del entorno geográfico y social. Esta traducción al español de los GAPC ha sido amablemente desarrollada por el Centro Internacional para la Enseñanza de la Ingeniería (ICEE) de la Universidad de Tsinghua. Ha sido mejorada por los siguientes miembros de la IEA: la Agencia Acreditadora del Colegio de Ingenieros de Chile, S.A. (Acredita CI); el Instituto de Calidad y Acreditación de Programas de Computación, Ingeniería y Tecnología (ICACIT), de Perú; el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA), de Costa Rica, coordinados por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C. (CACEI), de México, que colaboraron para que la traducción refleje sus diferentes matices. Les agradecemos sus esfuerzos.

La traducción está disponible para su uso como guía para permitir a los miembros de la IEA trabajar eficazmente dentro de sus comunidades y dentro de la IEA. No sustituye a la versión en inglés de los GAPC aprobada (2021.1) como documento básico de la AIE. En todos los casos en los que, durante el desarrollo de las actividades propias de la IEA, sea necesario hacer referencia a los requisitos pertinentes de los GAPC, la versión en inglés aprobada (2021.1) será el documento que rija.

¹ IEA: *International Engineering Alliance*; Alianza Internacional de Ingeniería.

² WFEO: *World Federation of Engineering Organizations*; Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería (FMOI).

PREÁMBULO

La Alianza Internacional de Ingeniería se complace en anunciar que todos los Acuerdos y Convenios han aprobado las revisiones de su referencia internacional de Atributos del Graduado y Competencias Profesionales (GAPC). La revisión, con el apoyo de la UNESCO, fue realizada por un grupo de trabajo conjunto de la AIE y la WFEO, que intractuó ampliamente con los signatarios de la AIE, los miembros de la WFEO y los socios de la WFEO que representan a los académicos, la industria y las mujeres a nivel mundial. Reflejan los requisitos de las nuevas tecnologías y disciplinas de la ingeniería, las nuevas pedagogías y valores como el desarrollo sostenible, la diversidad y la inclusión y la ética. Están bien posicionados para apoyar el rol de la ingeniería en la construcción de un mundo más sostenible y equitativo.

Nuestro agradecimiento a la UNESCO y a la WFEO por su constante apoyo y respaldo y a los miembros del Grupo de Trabajo de los GAPC, que comenzaron esta tarea hace tres años y que han trabajado incansablemente para llevarla a cabo.

Cambios en los GAPC (de la versión del 2013 a la del 2021)

Los cambios cubren las áreas identificadas en la encuesta a los signatarios del AIE y los miembros y grupos de interés de la FMOI, durante diciembre de 2019 y enero de 2020. Las seis principales áreas identificadas fueron:

1. **Adecuar las necesidades futuras de los profesionales de la ingeniería y la profesión** – reforzar los atributos requeridos sobre el trabajo en equipo, la comunicación, la ética, la sostenibilidad.
2. **Tecnologías emergentes** – incorporar el aprendizaje digital, la experiencia laboral activa, el aprendizaje permanente.
3. **Disciplinas y áreas de la práctica de la ingeniería, emergentes y futuras** – al tiempo que se mantiene el enfoque independiente de las disciplinas, se mejoran las competencias en materia de ciencias de la información, otras ciencias y el aprendizaje permanente.
4. **Incorporar los Objetivos Sostenibles de la ONU** – en el desarrollo de soluciones que consideren diversos impactos – técnicos, ambientales, sociales, culturales, económicos, financieros y de responsabilidad global.
5. **Diversidad e Inclusión** – incluir estas consideraciones dentro de las formulas de trabajo en equipo, comunicación, cumplimiento, medio ambiente, sistemas legales, etc.
6. **Agilidad intelectual, creatividad e innovación** – enfatizar el pensamiento crítico y los procesos innovadores en el diseño y desarrollo de soluciones.

4.1 Ámbito de acción de la identificación y resolución de problemas
 Las referencias incluidas son las del Perfil de Conocimientos y Actitudes de la sección 5.1

En el contexto de los Atributos del Graduado y de las Competencias Profesionales:

Atenuado
 Los problemas de ingeniería bien acotados tienen la característica de ser sencillos y de estar definidos en las normas de CIRT a D4.

Nivel de profundidad de los conocimientos
 WP1: No se pueden resolver sin un conocimiento profundo de ingeniería al nivel de uno o más de los D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D20, D21, D22, D23, D24, D25, D26, D27, D28, D29, D30, D31, D32, D33, D34, D35, D36, D37, D38, D39, D40, D41, D42, D43, D44, D45, D46, D47, D48, D49, D50, D51, D52, D53, D54, D55, D56, D57, D58, D59, D60, D61, D62, D63, D64, D65, D66, D67, D68, D69, D70, D71, D72, D73, D74, D75, D76, D77, D78, D79, D80, D81, D82, D83, D84, D85, D86, D87, D88, D89, D90, D91, D92, D93, D94, D95, D96, D97, D98, D99, D100.

Rango de requisitos contemplados
 WP2: Involucran cuestiones poco novedosas.

Nivel de profundidad de análisis requerido
 WP3: No tienen una solución obvia y requieren un razonamiento abstracto, creatividad y originalidad en el análisis para formular modelos.

Familiaridad de los problemas
 WP4: Involucran cuestiones poco novedosas.

Alcance de los códigos aplicables
 WP5: Algunos problemas no contemplados en las normas y código de la práctica de la ingeniería.

Tabla 4.1 Ámbito de acción de la identificación y resolución de problemas: capacidades de resolución de problemas que distinguen a los programas de:

- 4-5 años con graduados en ingeniería, de los que tienen una duración de enseñanza
- 3-4 años para los tecnólogos en ingeniería, o
- 2 años para los técnicos en ingeniería.

4.2 Rango de actividades de ingeniería

Atributos	Actividades complejas	Actividades definidas a grandes rasgos	Actividades bien acotadas
<p>EA1: Involucran el uso de diversos estados de información.</p> <p>EA2: Involucran el uso de información de fuentes diversas y de diferentes niveles de abstracción.</p> <p>EA3: Involucran el uso creativo de técnicas de resolución de problemas, conocimientos y conocimiento basado en la experiencia.</p> <p>EA4: Involucran el uso de técnicas de resolución de problemas que son más importantes a nivel local, pero pueden extenderse más allá de ellas.</p> <p>EA5: Involucran el uso de técnicas de resolución de problemas que son más importantes a nivel local, pero pueden extenderse más allá de ellas.</p>	<p>SA1: Participan en familias de problemas cotidianos que se resuelven de forma bien aprendida.</p> <p>SA2: Participan en familias de problemas que se resuelven de forma bien aprendida.</p> <p>SA3: Pueden resolver mediante la aplicación de técnicas de análisis y modelos previamente probados.</p> <p>SA4: Participan en familias de problemas cotidianos que se resuelven de forma bien aprendida.</p> <p>SA5: Participan en familias de problemas que se resuelven de forma bien aprendida.</p> <p>SA6: Pueden estar parcialmente fuera de los que contemplan las normas.</p>	<p>DA1: Involucran un número limitado de estados de información.</p> <p>DA2: Involucran el uso de información de fuentes diversas y de diferentes niveles de abstracción.</p> <p>DA3: Involucran el uso de técnicas de resolución de problemas que son más importantes a nivel local, pero pueden extenderse más allá de ellas.</p> <p>DA4: Involucran el uso de técnicas de resolución de problemas que son más importantes a nivel local, pero pueden extenderse más allá de ellas.</p>	

Tabla 4.2 Ámbito de actividades de ingeniería: actividades complejas para un ingeniero, actividades definidas a grandes rasgos para un tecnólogo en ingeniería y actividades bien acotadas para un técnico en ingeniería.

5.1 Perfil de conocimientos y actitudes

Un programa del Acuerdo de Washington	Un programa del Acuerdo de Sidney	Un programa del Acuerdo de Dublín
<p>WK1: Una comprensión sistemática, basada en la teoría, de las ciencias naturales aplicables a la subdisciplina, y el tener conciencia de las ciencias sociales relevantes.</p> <p>WK2: Matemáticas basada en conceptos, análisis numérico, análisis de datos, estadística y análisis de series de tiempo, ciencias computacionales e informática para apoyar el análisis detallado y la modelización aplicables a la disciplina.</p> <p>WK3: Una formulación sistemática, basada en la teoría, de los fundamentos de la ingeniería requeridos en la disciplina de la ingeniería.</p> <p>WK4: Conocimiento especializado en ingeniería que proporciona marcos teóricos y conjuntos de conocimientos para las áreas de práctica reconocidas en la disciplina de la ingeniería; muchos de los cuales están a la vanguardia de la disciplina.</p> <p>WK5: Conocimientos, incluyendo el uso</p>	<p>SK1: Una comprensión sistemática, basada en la teoría, de las ciencias naturales aplicables a la subdisciplina, y el tener conciencia de las ciencias sociales relevantes.</p> <p>SK2: Matemáticas basada en conceptos, análisis numérico, análisis de datos, estadística y análisis de series de tiempo, ciencias computacionales e informática para apoyar el análisis detallado y la modelización aplicables a la disciplina.</p> <p>SK3: Una formulación sistemática, basada en la teoría, de los fundamentos de la ingeniería requeridos en una subdisciplina reconocida.</p> <p>SK4: Conocimiento especializado en ingeniería que proporciona marcos teóricos y conjuntos de conocimientos para una subdisciplina reconocida.</p> <p>SK5: Conocimientos, incluyendo el uso</p>	<p>DK1: Una comprensión descriptiva, basada en fórmulas, de las ciencias naturales aplicables en una subdisciplina, y el tener conciencia de las ciencias sociales directamente relevantes.</p> <p>DK2: Matemáticas procedimentales, análisis numérico, estadística aplicable en una subdisciplina.</p> <p>DK3: Una formulación procedimental coherente de los fundamentos de la ingeniería requeridos en una subdisciplina reconocida.</p> <p>DK4: Conocimiento especializado en ingeniería que proporcionan el conjunto de conocimientos para una subdisciplina reconocida.</p> <p>DK5: Conocimiento que apoya el diseño y</p>

Tabla 5.1 Perfil de conocimientos y actitudes: puede considerarse que describe lo que debe contener como mínimo el plan de estudios de un programa de ingeniería.

5.2 Perfiles de atributos del graduado
 Las referencias incluidas son las del Perfil de conocimientos y actitudes de la sección 5.1.

Graduado como Ingeniero	Graduado como Tecnólogo en Ingeniería	Graduado como Técnico en Ingeniería
<p>WA1: Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias naturales, la informática y los fundamentos de la ingeniería, como se especifica en WK1 a WK4 respectivamente, para desarrollar soluciones a problemas de ingeniería complejos.</p> <p>WA2: Identifica, formula, y analiza problemas de ingeniería complejos llegando a conclusiones fundamentadas utilizando los principios básicos de las matemáticas, las ciencias naturales y las ciencias de la ingeniería, con consideraciones holísticas para el desarrollo sostenible (WK1 a WK4).</p> <p>WA3: Diseña soluciones creativas a problemas de ingeniería complejos y diseña sistemas, componentes o</p>	<p>SA1: Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias naturales, la informática y los fundamentos de la ingeniería, como se especifica en SK1 a SK4 respectivamente, para desarrollar soluciones a problemas de ingeniería complejos.</p> <p>SA2: Identifica, formula, y analiza problemas de ingeniería complejos llegando a conclusiones fundamentadas utilizando los principios básicos de la disciplina o área de especialización (DK1 a SK4).</p> <p>SA3: Diseña soluciones a problemas tecnológicos de ingeniería definidos a grandes rasgos y contribuye al</p>	<p>DA1: Aplica el conocimiento de las matemáticas, las ciencias naturales, los fundamentos de la ingeniería y como se especifica en DK1 a DK4 respectivamente, a procedimientos y prácticas diversos.</p> <p>DA2: Identifica y analiza problemas de ingeniería complejos, llegando a conclusiones fundamentadas, utilizando métodos codificados de análisis específicos de su campo de especialización (DK1 a DK4).</p> <p>DA3: Diseña soluciones a problemas tecnológicos bien acotados y colabora en el diseño de sistemas, componentes</p>

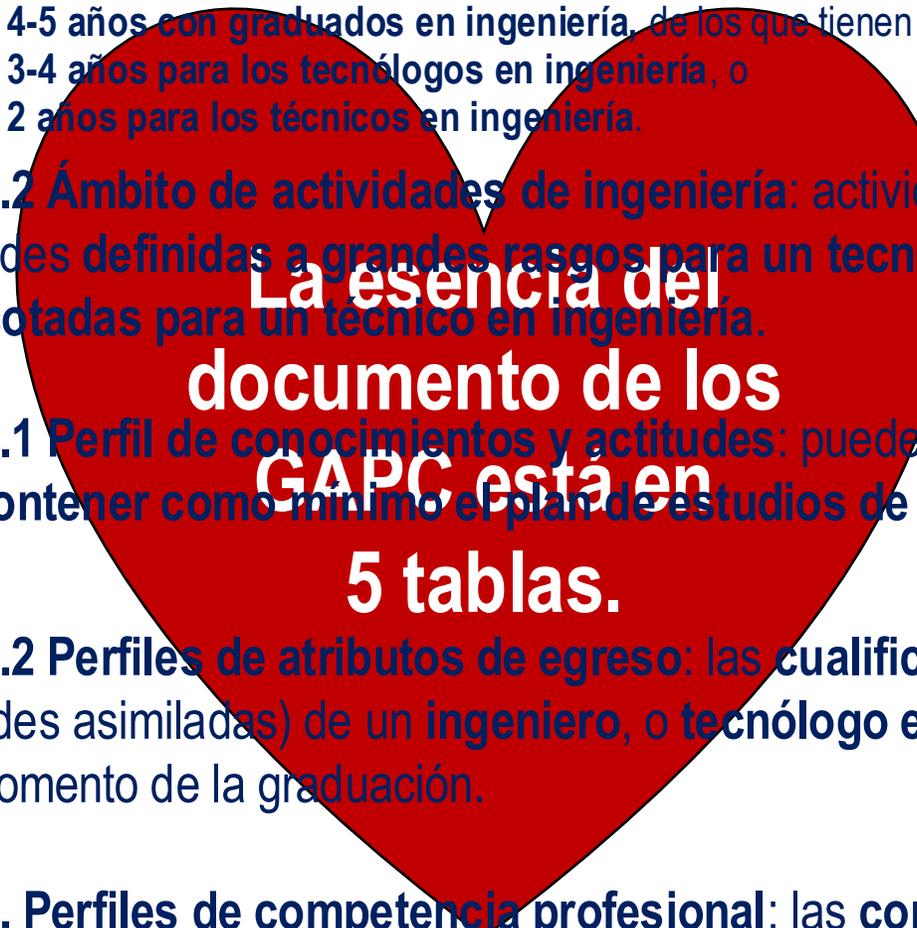
Tabla 5.2 Perfiles de atributos de egreso: las cualificaciones (conocimientos, habilidades y actitudes asimiladas) de un ingeniero, o tecnólogo en ingeniería, o técnico en ingeniería en el momento de la graduación.

6 Perfiles de competencia profesional
 Para cumplir con el estándar mínimo de competencia, una persona debe demostrar que es capaz de ejercer de forma competente, dentro de un área de la práctica, según el estándar que se espera de manera razonable de un ingeniero profesional / tecnólogo en ingeniería / técnico en ingeniería.

Al evaluar si la persona cumple o no el estándar general, debe tenerse en cuenta si es capaz de realizar cada uno de los siguientes elementos en el área de la práctica.

Ingeniero profesional	Tecnólogo en Ingeniería	Técnico en Ingeniería
<p>EC1: Comprende y aplica conocimientos avanzados de los principios generalmente aplicados que sustentan las buenas prácticas.</p> <p>EC2: Comprende y aplica conocimientos avanzados de los principios generalmente aplicados.</p>	<p>TC1: Comprende y aplica los conocimientos incorporados a los procedimientos, procesos, sistemas o metodologías ampliamente aceptados y aplicados.</p> <p>TC2: Comprende y aplica los conocimientos incorporados a los procedimientos, procesos, sistemas</p>	<p>NC1: Comprende y aplica los conocimientos aceptados en las prácticas estandarizadas.</p> <p>NC2: Comprende y aplica los conocimientos incorporados en las prácticas estandarizadas específicas de la jurisdicción en la que se ejerce.</p>

Tabla 6. Perfiles de competencia profesional: las competencias de un ingeniero/tecnólogo/técnico cualificado que se alcanzan, no sólo durante la formación escolar, sino también, a través del aprendizaje permanente y el desarrollo profesional.



4.1 Ámbito de acción de la identificación y resolución de problemas

Las referencias incluidas son las del Perfil de Conocimientos y Actitudes de la sección 5.1

En el contexto de los Atributos del Graduado y de las Competencias Profesionales:			
Atributo	Los problemas de ingeniería complejos tienen la característica WP1 y algunas o todas las de WP2 a WP7:	Los problemas de ingeniería definidos a grandes rasgos tienen la característica SP1 y algunas o todas las de SP2 a SP7:	Los problemas de ingeniería bien acotados tienen la característica DP1 y algunas o todas las de DP2 a DP7:
Nivel de profundidad de los conocimientos requeridos	WP1: No se pueden resolver sin un conocimiento profundo de ingeniería al nivel de uno o más de los WK3, WK4, WK5, WK6 o WK8, que permita un enfoque analítico de principios básicos sustentado en fundamentos.	SP1: No se pueden resolver sin conocimientos de ingeniería al nivel de uno o más de los SK4, SK5 y SK6, respaldados por SK3, con un fuerte énfasis en la aplicación de la tecnología desarrollada.	DP1: No se pueden resolver sin un amplio conocimiento práctico de ingeniería, como se refleja en DK5 y DK6, respaldado por el conocimiento teórico definido en DK3 y DK4.
Rango de requisitos contrapuestos	WP2: Involucran cuestiones de amplio alcance y/o técnicas o no técnicas (como las éticas, de sostenibilidad, legales, políticas, económicas y sociales), contrapuestas y la consideración de requisitos futuros.	SP2: Involucran una variedad de cuestiones técnicas y no técnicas (como las éticas, de sostenibilidad, legales, políticas, económicas y sociales), contrapuestas y la consideración de requisitos futuros.	DP2: Involucran varias cuestiones técnicas y no técnicas (como las éticas, de sostenibilidad, legales, políticas, económicas y sociales), y la consideración de requisitos futuros.
Nivel de profundidad de análisis requerido	WP3: No tienen una solución obvia y requieren pensamiento abstracto, creatividad y originalidad en el análisis para formular modelos adecuados.	SP3: Se pueden resolver mediante la aplicación de técnicas de análisis y modelos previamente probados.	DP3: Se pueden resolver de forma estandarizada.
Familiaridad de los problemas	WP4: Involucran cuestiones poco frecuentes o problemas novedosos.	SP4: Pertenecen a familias de problemas cotidianos que se resuelven de formas bien aceptadas.	DP4: Se encuentran con frecuencia y, por lo tanto, son familiares para la mayoría de los profesionales en el área de la práctica.
Alcance de los códigos aplicables	WP5: Abordan problemas no contemplados en las normas y códigos de la práctica de la ingeniería profesional.	SP5: Abordan problemas que pueden estar parcialmente fuera de los que contemplan las normas o los códigos de la práctica profesional.	DP5: Abordan problemas que están contemplados en las normas y/o en los códigos de la práctica profesional.
Grado de participación de los grupos de interés y requisitos contrapuestos	WP6: Involucran la colaboración entre disciplinas de la ingeniería, otros campos, y/o diversos grupos de interés con amplia variedad de necesidades.	SP6: Involucran a diferentes disciplinas de la ingeniería y otros campos, con varios grupos de interés que tienen diferentes necesidades ocasionalmente contrapuestas.	DP6: Involucran a un número limitado de grupos de interés con diferentes necesidades.
Interdependencia	WP7: Abordan problemas de alto nivel con muchos componentes o subproblemas que pueden requerir de un enfoque sistémico.	SP7: Abordan componentes de sistemas dentro de problemas de ingeniería complejos.	DP7: Abordan componentes aislados de sistemas de ingeniería.

4.1 Ámbito de acción de la identificación y resolución de problemas

Las referencias incluidas son las del Perfil de Conocimientos y Actitudes de la sección 5.1

En el contexto de los Atributos del Graduado y de las Competencias Profesionales:			
Atributo	Los problemas de ingeniería complejos tienen la característica de WP2 a WP7.	Los problemas de ingeniería definidos a grandes rasgos tienen la característica SP1 y algunas o todas las de DP2 a DP7.	Los problemas de ingeniería bien acotados tienen la característica DP1 y algunas o todas las de DP2 a DP7.

4.2 Rango de actividades de ingeniería

Atributo	Actividades complejas	Actividades definidas a grandes rasgos	Actividades bien acotadas
Preámbulo	Actividades complejas significan actividades o proyectos (de ingeniería) que tienen algunas o todas las características de WP2 a WP7.	Actividades definidas a grandes rasgos significan actividades o proyectos (de ingeniería) que tienen algunas o todas las características de SP1 y algunas o todas las de DP2 a DP7.	Actividades bien acotadas significan actividades o proyectos (de ingeniería) que presentan algunas o todas las características de DP1 y algunas o todas las de DP2 a DP7.

5.1 Perfil de conocimientos y actitudes

Programa	Un programa del Acuerdo de Washington proporciona:	Un programa del Acuerdo de Sidney proporciona:	Un programa del Acuerdo de Dublín proporciona:
Característica	WK1: Una comprensión sistemática, basada en la teoría, de las ciencias naturales	SK1: Una comprensión sistemática, basada en la teoría, de las ciencias naturales	DK1: Una comprensión descriptiva, basada en fórmulas, de las ciencias naturales

5.2 Perfiles de atributos del graduado

Característica	Graduado como Ingeniero	Graduado como Tecnólogo en Ingeniería	Graduado como Técnico en Ingeniería
Comprender y aplicar el conocimiento universal: Amplitud y profundidad de la educación y el tipo de conocimiento.	EC1: Comprende y aplica conocimientos avanzados de los principios ampliamente aplicados que sustentan las buenas prácticas.	TC1: Comprende y aplica los conocimientos incorporados en procedimientos, procesos, sistemas o metodologías ampliamente aceptados y aplicados.	NC1: Comprende y aplica los conocimientos aceptados en las prácticas estandarizadas.

6 Perfiles de competencia profesional

Para cumplir con el estándar mínimo de competencia, una persona debe demostrar que es capaz de ejercer de forma competente, dentro de un área de la práctica, según el estándar que se espera de manera razonable de un ingeniero profesional / tecnólogo en ingeniería / técnico en ingeniería.

Al evaluar si la persona cumple o no el estándar general, debe tenerse en cuenta si es capaz de realizar cada uno de los siguientes elementos en el área de la práctica.

Característica diferenciadora	Ingeniero profesional	Tecnólogo en Ingeniería	Técnico en Ingeniería
Comprender y aplicar el conocimiento universal: Amplitud y profundidad de la educación y el tipo de conocimiento.	EC1: Comprende y aplica conocimientos avanzados de los principios ampliamente aplicados que sustentan las buenas prácticas.	TC1: Comprende y aplica los conocimientos incorporados en procedimientos, procesos, sistemas o metodologías ampliamente aceptados y aplicados.	NC1: Comprende y aplica los conocimientos aceptados en las prácticas estandarizadas.
Comprender y aplicar el conocimiento local: Nivel de profundidad de la educación y el tipo de conocimiento.	EC2: Comprende y aplica conocimientos avanzados de los principios generalmente aplicados, respaldados por los datos de la información cuando sean aplicables.	TC2: Comprende y aplica los conocimientos incorporados en procedimientos, procesos, sistemas o metodologías ampliamente aceptados y aplicados.	NC2: Comprende y aplica los conocimientos incorporados en las prácticas estandarizadas específicas de la jurisdicción en la que se ejerce.

Tabla 4.1 - Perfil de conocimientos y actitudes

Tabla 4.1

Un programa del Acuerdo de Washington proporciona:	Un programa del Acuerdo de Sidney proporciona:	Un programa del Acuerdo de Dublín proporciona:
WK1: Una comprensión sistemática, basada en la teoría, de las ciencias naturales aplicables a la disciplina, y el tener conciencia de las ciencias sociales relevantes.	SK1: Una comprensión sistemática, basada en la teoría, de las ciencias naturales aplicables a la subdisciplina, y el tener conciencia de las ciencias sociales relevantes.	DK1: Una comprensión descriptiva, basada en fórmulas, de las ciencias naturales aplicables a una subdisciplina, y el tener conciencia de las ciencias sociales directamente relevantes.

Tabla 4.2 - Ámbito de acción de la identificación y resolución de problemas

Tabla 4.2

En el contexto de los Atributos del Graduado y de las Competencias Profesionales:			
Atributo	Los problemas de ingeniería complejos tienen la característica WP1 y algunas o todas las de WP2 a WP7.	Los problemas de ingeniería definidos a grandes rasgos tienen la característica SP1 y algunas o todas las de SP2 a SP7.	Los problemas de ingeniería bien acotados tienen la característica DP1 y algunas o todas las de DP2 a DP7.
Nivel de profundidad de los conocimientos requeridos	WP1: No se pueden resolver sin un conocimiento profundo de ingeniería al nivel de uno o más de los WK3, WK4, WK5, WK6 o WK7, que implica un esfuerzo sustancial de investigación básica.	SP1: No se pueden resolver sin conocimientos de ingeniería al nivel de uno o más de los SK4, SK5 y SK6, respaldados por SK2, con un nivel limitado de análisis de los resultados.	DP1: No se pueden resolver sin un amplio conocimiento práctico de ingeniería, como se refleja en DK5 y DK6, respaldado por el conocimiento teórico de DK3 y DK4.

Tabla 4.3 - Ámbito de actividades de ingeniería

Tabla 4.3

Atributo	Actividades complejas	Actividades definidas a grandes rasgos	Actividades bien acotadas
Preámbulo	Actividades complejas significan actividades o proyectos (de ingeniería) que tienen algunas o todas las características siguientes:	Actividades definidas a grandes rasgos significan actividades o proyectos (de ingeniería) que tienen algunas o todas las características siguientes:	Actividades bien acotadas significan actividades o proyectos (de ingeniería) que presentan algunas o todas las características siguientes:
Rango de recursos	EA1: Involucran el uso de diversos recursos, incluyendo personas.	TA1: Involucran una variedad de recursos, incluyendo personas.	NA1: Involucran un número limitado de recursos, por ejemplo:

Tabla 4.4 - Perfiles de atributos del graduado

Tabla 4.4

Característica diferenciadora	Graduado como Ingeniero - Acuerdo de Washington	Graduado como Tecnólogo en Ingeniería - Acuerdo de Sidney	Graduado como Técnico en Ingeniería - Acuerdo de Dublín
Conocimientos de ingeniería: Amplitud, profundidad y tipo de conocimientos, tanto teóricos como prácticos.	WA1: Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias naturales, la informática y los fundamentos de la ingeniería, y una especialización en ingeniería, como se especifica en WK1 a WK4 respectivamente, para desarrollar soluciones a problemas de ingeniería complejos.	SA1: Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias naturales, la informática y los fundamentos de la ingeniería, y una especialización en ingeniería, como se especifica en SK1 a SK4 respectivamente, a procedimientos, procesos, sistemas o metodologías de ingeniería definidos y aplicados.	DA1: Aplica los conocimientos de los fundamentos de la ingeniería, como se especifica en DK1 a DK4, a procedimientos, procesos, sistemas o metodologías de ingeniería bien acotados.
Análisis del problema: Complejidad del análisis.	WA2: Identifica, formula, investiga bibliografía y analiza problemas de ingeniería complejos llegando a conclusiones fundamentadas utilizando los principios básicos de las matemáticas, las ciencias naturales y las ciencias de la ingeniería, con consideraciones de los recursos disponibles.	SA2: Identifica, formula, investiga bibliografía y analiza problemas de ingeniería definidos a grandes rasgos, llegando a conclusiones fundamentadas, utilizando herramientas analíticas adecuadas a la disciplina o área de especialización (SK1 a SK4).	DA2: Identifica y analiza problemas de ingeniería bien acotados, llegando a conclusiones fundamentadas, utilizando métodos codificados de análisis específicos de su campo de actividad (DK1 a DK4).

Tabla 4.5 - Perfiles de competencia profesional

Característica diferenciadora	Ingeniero profesional	Tecnólogo en Ingeniería	Técnico en Ingeniería
Comprender y aplicar el conocimiento universal: Amplitud y profundidad de la educación y el tipo de conocimiento.	EC1: Comprende y aplica conocimientos avanzados de los principios ampliamente aplicados que sustentan las buenas prácticas.	TC1: Comprende y aplica los conocimientos incorporados en procedimientos, procesos, sistemas o metodologías ampliamente aceptados y aplicados.	NC1: Comprende y aplica los conocimientos aceptados en las prácticas estandarizadas.
Comprender y aplicar el conocimiento local: Tipo de conocimiento local.	EC2: Comprende y aplica conocimientos avanzados de los principios generalmente aplicados, respaldados por los datos de la información cuando sean aplicables.	TC2: Comprende y aplica los conocimientos incorporados a los procedimientos, procesos, sistemas o metodologías que son específicos de la jurisdicción en la que se ejerce.	NC2: Comprende y aplica los conocimientos incorporados en las prácticas estandarizadas específicas de la jurisdicción en la que se ejerce.
Análisis de problemas: Complejidad del análisis.	EC3: Define, investiga y analiza problemas complejos utilizando datos y tecnologías de la información cuando sean aplicables.	TC3: Identifica, aclara y analiza problemas definidos a grandes rasgos utilizando el apoyo de la computación y las tecnologías de la información cuando sean aplicables.	NC3: Identifica, plantea y analiza problemas bien acotados utilizando el apoyo de la computación y de las tecnologías de la información cuando sean aplicables.
Diseño y desarrollo de soluciones: Naturaleza del problema y singularidad de la solución.	EC4: Diseña o desarrolla soluciones a problemas complejos considerando una variedad de perspectivas y teniendo en cuenta las opiniones de los grupos de interés.	TC4: Diseña o desarrolla soluciones a problemas definidos a grandes rasgos considerando una variedad de perspectivas.	NC4: Diseña o desarrolla soluciones a problemas bien acotados.
Evaluación: Tipo de actividad.	EC5: Evalúa los resultados e impactos de actividades complejas.	TC5: Evalúa los resultados e impactos de actividades definidas a grandes rasgos.	NC5: Evalúa los resultados e impactos de actividades bien acotadas.
Protección de la sociedad: Tipos de actividad y responsabilidad de considerar los resultados sostenibles.	EC6: Reconoce los efectos económicos, sociales y medioambientales previsibles de las actividades complejas y trata de lograr resultados sostenibles.	TC6: Reconoce los efectos económicos, sociales y medioambientales previsibles de las actividades definidas a grandes rasgos y trata de lograr resultados sostenibles.	NC6: Reconoce los efectos económicos, sociales y medioambientales previsibles de las actividades bien acotadas y trata de lograr resultados sostenibles.
Legal, regulatorio y cultural: No hay diferenciación en esta característica.	EC7: Cumple con todos los requisitos legales, regulatorios y culturales y protege la salud y la seguridad públicas en el desarrollo de todas las actividades.	TC7: Cumple con todos los requisitos legales, regulatorios y culturales y protege la salud y la seguridad públicas en el desarrollo de todas las actividades.	NC7: Cumple con todos los requisitos legales, regulatorios y culturales y protege la salud y la seguridad públicas en el desarrollo de todas las actividades.
Ética: No hay diferenciación en esta característica.	EC8: Realiza las actividades de forma ética.	TC8: Realiza las actividades de forma ética.	NC8: Realiza las actividades de forma ética.
Gestión de las actividades de ingeniería: Tipos de actividad.	EC9: Gestiona parte o la totalidad de una o más actividades complejas.	TC9: Gestiona una parte o la totalidad de una o más actividades definidas a grandes rasgos.	NC9: Gestiona parte o la totalidad de una o más actividades bien acotadas.
Comunicación y colaboración: Requisito para comunicaciones inclusivas. No hay diferenciación en esta característica.	EC10: Se comunica y colabora utilizando múltiples medios de forma clara e inclusiva, con una amplia gama de los grupos de interés, en el desarrollo de todas las actividades.	TC10: Se comunica y colabora utilizando múltiples medios de forma clara e inclusiva, con una amplia gama de los grupos de interés, en el desarrollo de todas las actividades.	NC10: Se comunica y colabora utilizando múltiples medios de forma clara e inclusiva, con una amplia gama de los grupos de interés, en el desarrollo de todas las actividades.
Desarrollo profesional continuo (DPC) y aprendizaje permanente: Preparación y profundidad del aprendizaje continuo. No hay diferenciación en esta característica.	EC11: Realiza actividades de DPC para mantener y ampliar sus competencias y mejorar su capacidad de adaptación a las tecnologías emergentes y a la naturaleza siempre cambiante del trabajo.	TC11: Realiza actividades de DPC para mantener y ampliar sus competencias y mejorar su capacidad de adaptación a las tecnologías emergentes y a la naturaleza siempre cambiante del trabajo.	NC11: Realiza actividades de DPC para mantener y ampliar sus competencias y mejorar su capacidad de adaptación a las tecnologías emergentes y a la naturaleza siempre cambiante del trabajo.
Juicio: Nivel de conocimientos desarrollados y capacidad y juicio respecto al tipo de actividad.	EC12: Reconoce la complejidad y evalúa las alternativas a la luz de los requisitos en conflicto y el conocimiento parcial. Ejerce un buen juicio en el desarrollo de todas las actividades complejas.	TC12: Elige las tecnologías apropiadas para enfrentar problemas definidos a grandes rasgos. Ejerce un buen juicio en el desarrollo de todas las actividades definidas a grandes rasgos.	NC12: Elige y aplica los conocimientos técnicos apropiados. Ejerce un buen juicio en el desarrollo de todas las actividades bien acotadas.
Responsabilidad de las decisiones: Tipo de actividad sobre la que se asume la responsabilidad.	EC13: Es responsable de la toma de decisiones sobre una parte o la totalidad de las actividades complejas.	TC13: Es responsable de la toma de decisiones sobre una parte o la totalidad de las actividades definidas a grandes rasgos.	NC13: Es responsable de la toma de decisiones sobre una parte o la totalidad de una o más actividades bien acotadas.

Tabla 4.1

Tabla 4.1

<p>Un programa de educación superior en ingeniería debe incluir los siguientes conocimientos:</p> <p>WK1: Una comprensión sistemática, basada en la teoría, de las ciencias naturales aplicables a la disciplina, y el tener conciencia de las ciencias sociales relevantes.</p>	<p>Un programa de educación superior en ingeniería debe incluir los siguientes conocimientos:</p> <p>SK1: Una comprensión sistemática, basada en la teoría, de las ciencias naturales aplicables a la disciplina, y el tener conciencia de las ciencias sociales relevantes.</p>
---	---

Tabla 4.2 - Ámbito de:

Tabla 4.2

<p>Los problemas de ingeniería complejos tienen la característica de ser aquellos que no pueden resolverse sin un conocimiento profundo de los conocimientos requeridos.</p> <p>Rango de requisitos contrapuestos</p>	<p>Los problemas de ingeniería complejos tienen la característica de ser aquellos que no pueden resolverse sin un conocimiento profundo de los conocimientos requeridos.</p> <p>WP2: Involucran cuestiones de amplio alcance y/o técnicas o no técnicas (como las éticas, de sostenibilidad, legales, políticas, económicas y sociales), contrapuestas y la consideración de requisitos futuros.</p>
--	--

Tabla 4.3

Tabla 4.3

<p>Preámbulo</p> <p>Rango de recursos</p>	<p>Actividades complejas significan actividades o proyectos (de ingeniería) que tienen algunas o todas las características siguientes:</p> <p>EA1: Involucran el uso de diversos recursos, incluyendo personas, datos e información, recursos naturales, financieros y físicos, y...</p>
---	--

Tabla 4.4

Tabla 4.4

<p>Amplitud, profundidad y tipo de conocimientos, tanto teóricos como prácticos.</p> <p>Análisis del problema</p> <p>Diseño/ desarrollo de soluciones</p> <p>Investigación</p> <p>Uso de herramientas</p> <p>El ingeniero y el mundo</p> <p>Ética</p> <p>Trabajo en equipo individual y colaborativo</p> <p>Comunicación</p> <p>Gestión de proyectos y finanzas</p> <p>Aprendizaje durante toda la vida</p>	<p>Acuerdo de Washington</p> <p>WA1: Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias naturales, la informática y los fundamentos de la ingeniería, y una especialización en ingeniería, como se especifica en WK1 a WK4 respectivamente, para desarrollar soluciones a problemas de ingeniería complejos.</p> <p>WA2: Identifica, formula, investiga bibliografía y analiza problemas de ingeniería complejos llegando a conclusiones fundamentadas utilizando los principios básicos de las matemáticas, las ciencias naturales y las ciencias de la ingeniería, con consideraciones holísticas para el desarrollo sostenible* (WK1 a WK4).</p> <p>WA3: Diseña soluciones creativas a problemas de ingeniería complejos y diseña sistemas, componentes o procesos para satisfacer las necesidades identificadas, teniendo en cuenta la salud y la seguridad públicas, el costo del ciclo de vida, el carbono neto cero, así como los recursos, la cultura, la sociedad y las consideraciones ambientales, según sea necesario (WK5).</p> <p>WA4: Realiza investigaciones de problemas de ingeniería complejos utilizando métodos de investigación, incluyendo el conocimiento basado en la investigación, el diseño de experimentos, el análisis y la interpretación de los datos; y la síntesis de la información para proporcionar conclusiones válidas (WK8).</p> <p>WA5: Crea, selecciona y aplica, y reconoce las limitaciones de las técnicas, los recursos y las herramientas modernas de ingeniería y TI adecuadas, incluyendo la predicción y la modelización de problemas de ingeniería complejos (WK2 y WK6).</p> <p>WA6: Al resolver problemas de ingeniería complejos, analiza y evalúa los impactos del desarrollo sostenible* en: la sociedad, la economía, la sostenibilidad, la salud y la seguridad, los marcos legales y el medio ambiente (WK1, WK5 y WK7).</p> <p>WA7: Aplica los principios éticos y se compromete con la ética profesional y las normas de la práctica de la ingeniería y cumple con las leyes nacionales e internacionales pertinentes. Demuestra que comprende la necesidad de la diversidad y la inclusión (WK9).</p> <p>WA8: Se desempeña eficazmente como individuo y como miembro o líder en equipos diversos e inclusivos y en entornos multidisciplinarios, presenciales, remotos y distribuidos (WK9).</p> <p>WA9: Se comunica de forma efectiva e inclusiva en actividades de ingeniería complejas, con la comunidad de ingenieros y con la sociedad en general, tales como: ser capaz de comprender y redactar informes y documentación de diseño efectivos; hacer presentaciones efectivas, teniendo en cuenta las diferencias culturales, lingüísticas y de aprendizaje.</p> <p>WA10: Aplica el conocimiento y la comprensión de los principios de gestión de la ingeniería y la toma de decisiones económicas y aplica éstos al trabajo propio, como miembro y líder en un equipo; y para gestionar proyectos y en entornos multidisciplinarios.</p> <p>WA11: Reconoce la necesidad de y tiene la preparación y capacidad para i) el aprendizaje independiente y durante toda la vida, ii) la adaptabilidad a las tecnologías nuevas y emergentes y iii) el pensamiento crítico en el contexto más amplio del cambio tecnológico (WK8).</p>
---	---

*Representados por los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU (ODS-NU).

Tabla 4.1 - Conocimientos mínimos de los egresados de programas de educación superior en ingeniería.

<p>Un programa de educación superior en ingeniería debe incluir los siguientes conocimientos:</p> <p>WK1: Una comprensión sistemática, basada en la teoría, de las ciencias naturales aplicables a la disciplina; y el tener conciencia de las ciencias sociales relevantes.</p> <p>WK2: Matemáticas basada en conceptos, análisis numérico, análisis de datos, estadística y aspectos formales de las ciencias computacionales e informática para apoyar el análisis detallado y la modelización aplicables a la disciplina.</p> <p>WK3: Una formulación sistemática, basada en la teoría, de los fundamentos de la ingeniería requeridos en la disciplina de la ingeniería.</p> <p>WK4: Conocimiento especializado en ingeniería que proporciona marcos teóricos y conjuntos de conocimientos para las áreas de práctica reconocidas en la disciplina de la ingeniería; muchos de los cuales están a la vanguardia de la disciplina.</p> <p>WK5: Conocimientos, incluyendo el uso eficiente de los recursos, los impactos ambientales, el costo del ciclo de vida, la reutilización de los recursos, el carbono neto cero y conceptos similares, que apoyan el diseño y las operaciones de ingeniería de un área de la práctica.</p> <p>WK6: Conocimiento de la práctica de la ingeniería (tecnología) en las áreas de práctica en la disciplina de la ingeniería.</p> <p>WK7: Conocimiento de la función de la ingeniería en la sociedad y de las cuestiones identificadas en la práctica de la ingeniería en la disciplina, tales como la responsabilidad profesional de un ingeniero respecto a la seguridad pública y el desarrollo sostenible*.</p> <p>WK8: Compromiso con el conocimiento seleccionado en la literatura de investigación actual de la disciplina, la conciencia del poder del pensamiento crítico y enfoques creativos para evaluar aspectos emergentes.</p> <p>WK9: Ética, comportamiento y conducta inclusivos. Conocimiento de la ética profesional, las responsabilidades y las normas de la práctica de la ingeniería. Conciencia de la necesidad de la diversidad por razones de etnia, género, edad, capacidad física, etc.; con comprensión, respeto mutuo y actitudes inclusivas.</p>
<p>*Representados por los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU (ODS).</p>
<p>Un programa que construya este tipo de conocimientos y actitudes; y desarrolle los atributos básicos que se enumeran a continuación suele lograrse en 4 o 5 años de estudio, dependiendo del nivel de los estudiantes al ingresar.</p>

Tabla 4.2 - Características de la identificación y resolución de problemas de ingeniería complejos que desarrollan los egresados de programas de educación superior en ingeniería.

<p>Característica</p> <p>Profundidad de los conocimientos requeridos</p> <p>Requisitos contrapuestos</p> <p>Profundidad de análisis requerido</p> <p>Familiaridad de los problemas</p> <p>Alcance de los códigos aplicables</p> <p>Participación de los grupos de interés y requisitos contrapuestos</p> <p>Interdependencia</p>	<p>Los problemas de ingeniería complejos tienen la característica WP1 y algunas o todas las de WP2 a WP7:</p> <p>WP1: No se pueden resolver sin un conocimiento profundo de ingeniería al nivel de uno o más de los WK3, WK4, WK5, WK6 o WK8, que permita un enfoque analítico de principios básicos sustentado en fundamentos.</p> <p>WP2: Involucran cuestiones contrapuestas de amplio alcance técnicas o no técnicas (como las éticas, de sostenibilidad, legales, políticas, económicas y sociales) así como la consideración de requisitos futuros.</p> <p>WP3: No tienen una solución obvia y requieren pensamiento abstracto, creatividad y originalidad en el análisis para formular modelos adecuados.</p> <p>WP4: Involucran cuestiones poco frecuentes o problemas novedosos.</p> <p>WP5: Abordan problemas no contemplados en las normas y códigos de la práctica de la ingeniería profesional.</p> <p>WP6: Involucran la colaboración entre disciplinas de la ingeniería, otros campos o diversos grupos de interés con amplia variedad de necesidades.</p> <p>WP7: Abordan problemas de alto nivel con muchos componentes o subproblemas que pueden requerir de un enfoque sistémico.</p>
---	--

Tabla 4.3 - Actividades de ingeniería que desarrollan los egresados de programas de educación superior en ingeniería.

<p>Característica</p> <p>Recursos</p> <p>Interacciones</p> <p>Innovación</p> <p>Consecuencias para la sociedad y el medio ambiente</p> <p>Familiaridad</p>	<p>Actividades complejas significan actividades o proyectos (de ingeniería) que tienen algunas o todas las características siguientes:</p> <p>EA1: Involucran el uso de diversos recursos, incluyendo personas, datos e información, recursos naturales, financieros y físicos; así como tecnologías apropiadas, incluso software de análisis o diseño.</p> <p>EA2: Requieren una resolución óptima de las interacciones entre cuestiones contrapuestas de amplio alcance, técnicas o no técnicas; y de ingeniería.</p> <p>EA3: Involucran el uso creativo de principios de ingeniería, soluciones innovadoras para un propósito consciente y conocimiento basado en la investigación.</p> <p>EA4: Tienen consecuencias significativas en una variedad de contextos, caracterizadas por la dificultad de predicción y mitigación.</p> <p>EA5: Pueden ir más allá de experiencias previas aplicando enfoques basados en principios.</p>
---	--

Este documento es propiedad del CAECI ©, sólo se puede usar para propósitos académicos con el debido reconocimiento.

Tabla 4.4 - Atributos de egreso establecidos por el CAECI.

Característica diferenciadora	Atributo de Egreso
<p>Conocimientos de ingeniería: Amplitud, profundidad y tipo de conocimientos, tanto teóricos como prácticos.</p>	<p>WA1: Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias naturales, la informática y los fundamentos de la ingeniería, y una especialización en ingeniería, como se especifica en WK1 a WK4 respectivamente, para desarrollar soluciones a problemas de ingeniería complejos.</p>
<p>Análisis del problema Complejidad del análisis.</p>	<p>WA2: Identifica, formula, investiga bibliografía y analiza problemas de ingeniería complejos para llegar a conclusiones fundamentadas utilizando los principios básicos de las matemáticas, las ciencias naturales y las ciencias de la ingeniería, con consideraciones holísticas para el desarrollo sostenible* (WK1 a WK4).</p>
<p>Diseño/ desarrollo de soluciones: Amplitud y singularidad de los problemas de ingeniería, es decir, la medida en que los problemas son originales y cuyas soluciones no han sido identificadas o codificadas previamente.</p>	<p>WA3: Diseña soluciones creativas a problemas de ingeniería complejos y diseña sistemas, componentes o procesos para satisfacer las necesidades identificadas, teniendo en cuenta la salud y la seguridad públicas, el costo del ciclo de vida, el carbono neto cero; así como los recursos, la cultura, la sociedad y las consideraciones ambientales, según sea necesario (WK5).</p>
<p>Investigación: Amplitud y profundidad de la investigación y la experimentación.</p>	<p>WA4: Realiza investigaciones de problemas de ingeniería complejos utilizando métodos de investigación, incluyendo el conocimiento basado en la investigación, el diseño de experimentos, el análisis y la interpretación de los datos; así como la síntesis de la información para proporcionar conclusiones válidas (WK8).</p>
<p>Uso de herramientas: Nivel de comprensión de la idoneidad de las tecnologías y herramientas.</p>	<p>WA5: Crea, selecciona, aplica y reconoce las limitaciones de las técnicas, los recursos y las herramientas modernas de ingeniería y TI adecuadas, incluyendo la predicción y la modelización de problemas de ingeniería complejos (WK2 y WK6).</p>
<p>El ingeniero y el mundo: Nivel de conocimiento y responsabilidad respecto al desarrollo sostenible.</p>	<p>WA6: Al resolver problemas de ingeniería complejos, analiza y evalúa los impactos del desarrollo sostenible* en: la sociedad, la economía, la sostenibilidad, la salud y la seguridad, los marcos legales y el medio ambiente (WK1, WK5 y WK7).</p>
<p>Ética: Comprensión y nivel de práctica.</p>	<p>WA7: Aplica los principios éticos y se compromete con la ética profesional y las normas de la práctica de la ingeniería y cumple con las leyes nacionales e internacionales pertinentes. Demuestra que comprende la necesidad de la diversidad y la inclusión (WK9).</p>
<p>Trabajo en equipo individual y colaborativo: Rol y diversidad del equipo.</p>	<p>WA8: Se desempeña eficazmente como individuo y como miembro o líder en equipos diversos e inclusivos y en entornos multidisciplinarios, presenciales, remotos y distribuidos (WK9).</p>
<p>Comunicación: Nivel de comunicación según el tipo de actividades realizadas.</p>	<p>WA9: Se comunica de forma efectiva e inclusiva en actividades de ingeniería complejas, con la comunidad de ingenieros y con la sociedad en general, tales como: ser capaz de comprender y redactar informes y documentación de diseño efectivos; hacer presentaciones efectivas, teniendo en cuenta las diferencias culturales, lingüísticas y de aprendizaje.</p>
<p>Gestión de proyectos y finanzas: Nivel de gestión necesario para los distintos tipos de actividad.</p>	<p>WA10: Aplica el conocimiento y la comprensión de los principios de gestión de la ingeniería y la toma de decisiones económicas y aplica éstos al trabajo propio, como miembro y líder en un equipo; y para gestionar proyectos y en entornos multidisciplinarios.</p>
<p>Aprendizaje durante toda la vida: Duración y forma.</p>	<p>WA11: Reconoce la necesidad de y tiene la preparación y capacidad para i) el aprendizaje independiente y durante toda la vida; ii) la adaptabilidad a las tecnologías nuevas y emergentes; y iii) el pensamiento crítico en el contexto más amplio del cambio tecnológico (WK8).</p>



*Representados por los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU (ODS-NU).

Implementación del MR 2025



ALIANZA INTERNACIONAL DE INGENIERÍA ATRIBUTOS DEL GRADUADO Y COMPETENCIAS PROFESIONALES

ORGULLOSAMENTE APOYADO POR :



PREÁMBULO

La Alianza Internacional de Ingeniería se complace en anunciar que todos los Acuerdos y Convenios han aprobado las revisiones de su punto de referencia internacional de los Atributos del Graduado y Competencias Profesionales (GAPC). La revisión, con el apoyo de la UNESCO, fue realizada por un grupo de trabajo conjunto de la IEA¹ y la WFEO², que interactuó ampliamente con los signatarios de la IEA, los miembros de la WFEO y los socios de la WFEO que representan a los académicos, la industria y las mujeres a nivel mundial. Reflejan los requisitos de las nuevas tecnologías y disciplinas de la ingeniería, las nuevas pedagogías y valores como el desarrollo sostenible, la diversidad y la inclusión y la ética. Están bien posicionados para apoyar el rol de la ingeniería en la construcción de un mundo más sostenible y equitativo.

Nuestro agradecimiento a la UNESCO y a la WFEO por su constante apoyo y respaldo y a los miembros del Grupo de Trabajo de los GAPC, que comenzaron esta tarea hace tres años y que han trabajado incansablemente para llevarla a cabo.

VERSIÓN 4: 2021.1 [Spanish]

Los documentos presentados en este compendio están actualizados al 21 de junio de 2021.

La IEA reconoce que todos los idiomas evolucionan y que un mismo idioma puede variar en función del entorno geográfico y social. Esta traducción al español de los GAPC ha sido amablemente desarrollada por el Centro Internacional para la Enseñanza de la Ingeniería (ICEE) de la Universidad de Tsinghua. Ha sido mejorada por los siguientes miembros de la IEA: la Agencia Acreditadora del Colegio de Ingenieros de Chile, S.A. (Acredita CI); el Instituto de Calidad y Acreditación de Programas de Computación, Ingeniería y Tecnología (ICACIT), de Perú; el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA), de Costa Rica, coordinados por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C. (CACEI), de México, que colaboraron para que la traducción refleje sus diferentes matices. Les agradecemos sus esfuerzos.

La traducción está disponible para su uso como guía para permitir a los miembros de la IEA trabajar eficazmente dentro de sus comunidades y dentro de la IEA. No sustituye a la versión en inglés de los GAPC aprobada (2021.1) como documento básico de la AIE. En todos los casos en los que, durante el desarrollo de las actividades propias de la IEA, sea necesario hacer referencia a los requisitos pertinentes de los GAPC, la versión en inglés aprobada (2021.1) será el documento que rija.

¹ IEA: *International Engineering Alliance*; Alianza Internacional de Ingeniería.

² WFEO: *World Federation of Engineering Organizations*; Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería (FMOI).



Manual del Marco de Referencia 2025 (MR 2025)

para la acreditación de
programas de Ingeniería

Categorías y criterios



P – CACEI-DAC-01-DI01
Versión 01
Vigente a partir del 16 de julio de 2024

Enfoque:

- Atributos de Egreso y Objetivos Educativos (Compromiso con la IEA).
- Proceso más ágil y eficiente.
- Proceso basado en la confianza.
- Beneficios (estudiantes, IES, sociedad, etc.).

Comparativo de Criterios de los Signatarios del Washington Accord

		Australia	Canada	Corea	China	China Taipei	Estados Unidos	Hong Kong	India	Irlanda	Japon	Malasia	Nueva Zelanda	Paquistán	Perú	Reino Unido	Rusia	Singapur	Sudáfrica	Sri Lanka	Turquia
Graduate Attributes	★	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Continual Improvement	★	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X		
Students	★	X	X	X	X	X	X			X		X	X			X		X	X		
Curriculum Content	★	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Program Environment/Support	★	X	X	X	X		X				X	X	X			X	X		X		
Additional Criteria	★	X	X	X	X								X			X				X	
Varios																					
Educational Objectives	★		X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X		X		
Faculty	★		X	X	X	X		C	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Educational Environment			X																		
Varios																					
Facilities	★				X					X	X	X	X	X	X	X		X	X		
Nueva Zelanda																					
Assessment of Desired Outcomes											X										
Paquistán																					
Industrial Linkages												X			X						
Perú																					
Research													X		X						

CACEI – MR-2025:

- ...
- **Objetivos Educativos**
- **Atributos de Egreso**
- ...
- ...
- ...



CACEI – MR-2018:

1. Personal Académico.
2. Estudiantes.
3. Plan de estudios.
4. Valoración y mejora continua.
5. Infraestructura y equipamiento.
6. Soporte institucional.

Estructura del Marco de Referencia 2025

Categoría	Criterio
1. ESTUDIANTES	<ul style="list-style-type: none"> 1.1. Admisión. 1.2. Revalidación, equivalencia y reconocimiento de otros estudios. 1.3. Privacidad de los datos del estudiante. 1.4. Integridad académica. 1.5. Trayectoria escolar. 1.6. Asesoría y tutoría. 1.7. Titulación. 1.8 Comportamientos apropiados.
2. PLAN DE ESTUDIOS	<ul style="list-style-type: none"> 2.1. Organización curricular 2.2. Problemas de ingeniería complejos. 2.3. Experiencia en diseño. 2.4. Flexibilidad curricular.
3. OBJETIVOS EDUCACIONALES	<ul style="list-style-type: none"> 3.1. Definición y difusión de los objetivos educacionales del programa educativo. 3.2. Valoración de los objetivos educacionales del programa educativo.
4. ATRIBUTOS DE EGRESO	<ul style="list-style-type: none"> 4.1. Definición y difusión de los atributos de egreso. 4.2. Valoración de los atributos de egreso. 4.3. Logro de los atributos de egreso.
5. PERSONAL ACADÉMICO	<ul style="list-style-type: none"> 5.1. Perfil del personal académico. 5.2. Suficiencia del personal académico. 5.3. Distribución de actividades sustantivas. 5.4. Evaluación y desarrollo del personal académico. 5.5. Autoridad y responsabilidad del personal académico del plan de estudios. 5.6. Selección, permanencia y retención del personal académico.
6. SOPORTE INSTITUCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> 6.1. Infraestructura y equipamiento. 6.2. Liderazgo institucional. 6.3. Recursos financieros.
7. MEJORA CONTINUA	<ul style="list-style-type: none"> 7.1. Definición y justificación de los grupos de interés del programa educativo. 7.2. Proceso de mejora.
8. ÁREA DE ESPECIALIDAD DEL PROGRAMA EDUCATIVO	Criterios específicos de la disciplina de Ingeniería del PE.

Escala de Valoración			
No se Alcanza	Se Alcanza Parcialmente	Se Alcanza con Riesgo	Se Alcanza
NA	AP	AR	SA



Accreditación por 6 años:

Ningún criterio con valoración NA.

Categorías 4 y 7 sin valoraciones AP.

Hasta 3 AP, no más de uno en las categorías restantes.

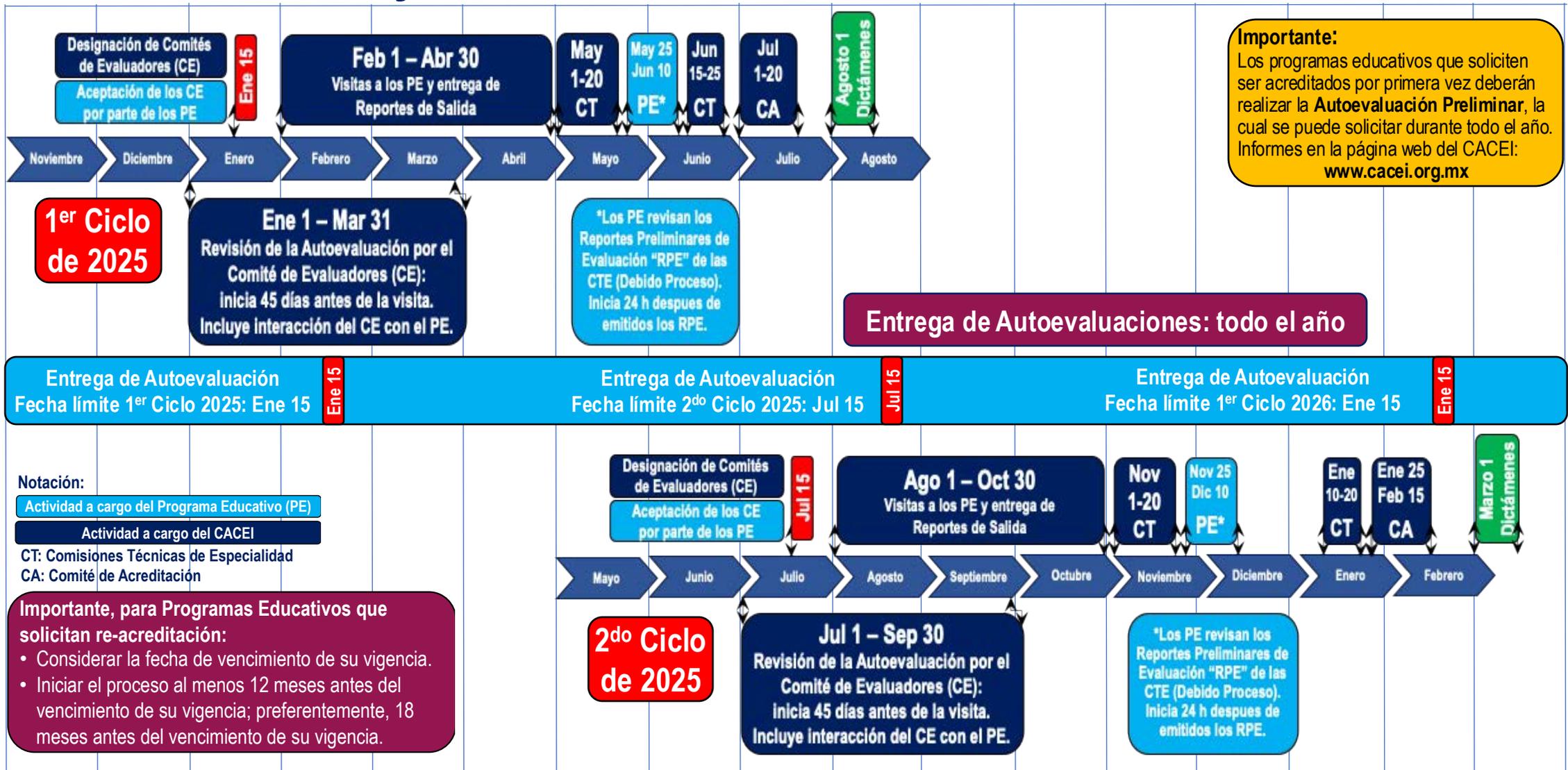
Accreditación por 3 años:

Ningún criterio con valoración NA.

Hasta 6 AP:

- No más de uno en cada una de las categorías 3, 4, 7 y 8.
- Los restantes, no más de 2 AP en cada una de las categorías 1, 2, 5 y 6.

1er y 2do Ciclo de Acreditaciones del 2025



Importancia de la Argumentación

Indicador 3.4. Congruencia entre los objetivos educativos del PE y la misión de la institución

¿Qué se evalúa?

Se evalúa si los objetivos educativos del PE son congruentes con la misión de la institución.

Estándar

Los objetivos educativos del PE están definidos, publicados, evaluados y son congruentes con la misión institucional y de la unidad académica donde se ubica el PE.

Preguntas y evidencias

Pregunta	Evidencia
1. ¿Los objetivos educativos están definidos y publicados? Sí <input checked="" type="checkbox"/> Liga 1 No <input type="checkbox"/>	Anexar evidencia de que los objetivos educativos del PE son difundidos hacia el interior y el exterior de la institución.
2. ¿Los objetivos educativos son congruentes con la misión institucional y de la unidad académica? Sí <input checked="" type="checkbox"/> Liga 2 No <input type="checkbox"/>	Anexar una descripción fundamentada que describa cómo es que los objetivos educativos del programa son consistentes con la misión de la institución y la de la unidad académica donde opera.

Valoración

Valoración cuantitativa			
NO SE ALCANZA	SE ALCANZA PARCIALMENTE	SE ALCANZA, CON RIESGO DE INCUMPLIR DURANTE LA VIGENCIA DE LA ACREDITACIÓN	SE SUPERA
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Valoración cualitativa (argumentación)			
Sí se cumple con el indicador, pues se respondió sí a las dos preguntas.			

Ejemplo de:

Una práctica común que se ha vuelto más y más reiterada en los últimos dos años.

¿Qué es una argumentación?

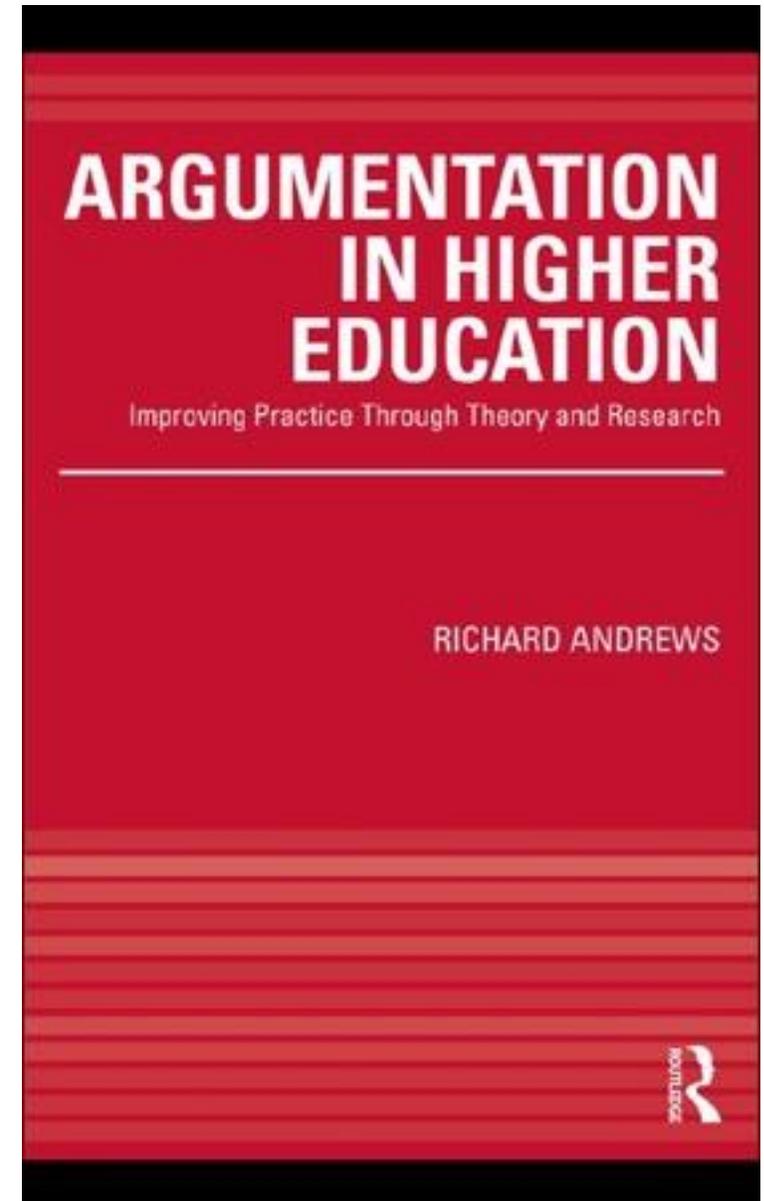
Una argumentación es un texto que tiene como fin:

- persuadir al destinatario del punto de vista que se tiene sobre un asunto,
- **o bien convencerlo de la falsedad o veracidad de una teoría,** para lo cual debe aportar determinadas razones.

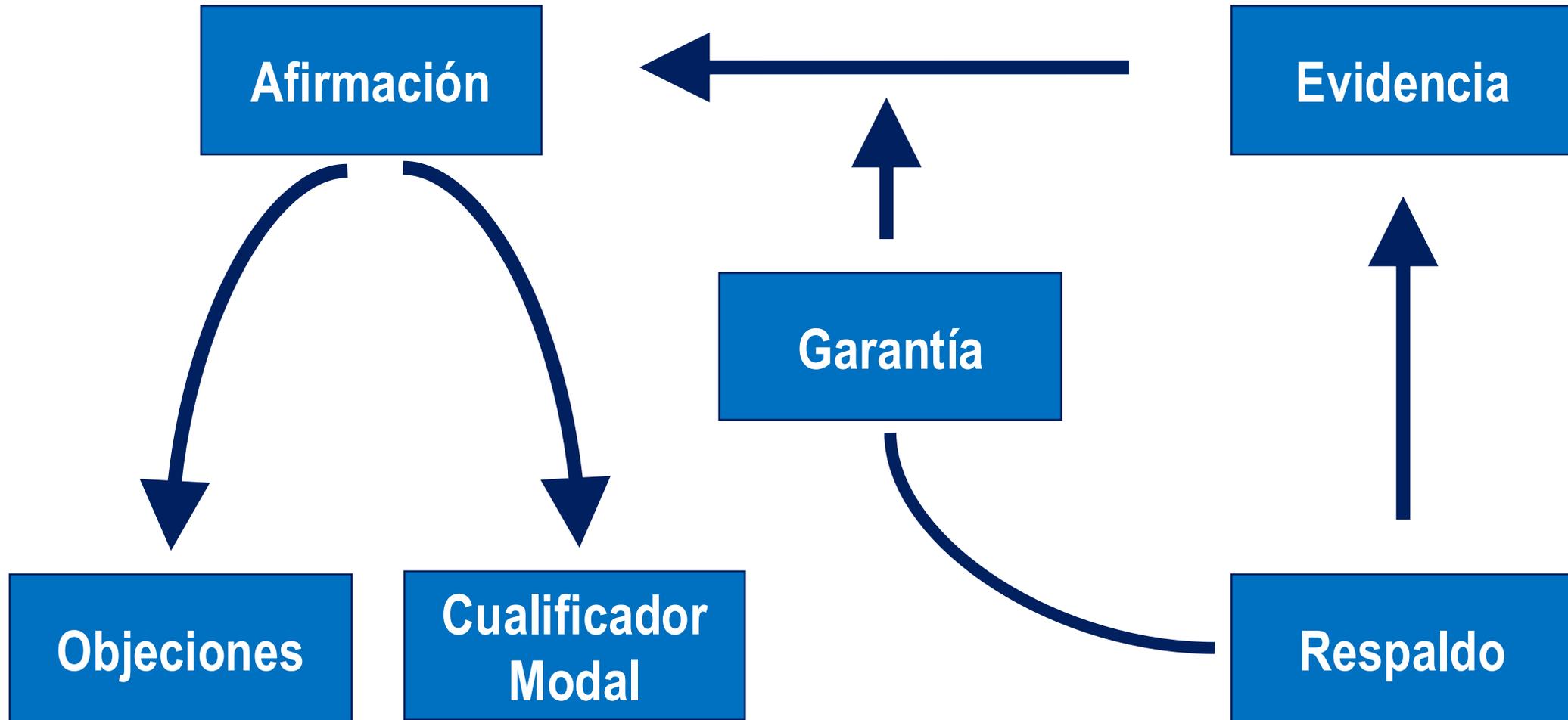
Aparte de esta intención comunicativa, **el texto argumentativo se caracteriza por** una organización del contenido que lo define como tal: se presentan unas **opiniones, que deben ser defendidas o rechazadas con argumentos, y que derivan de forma lógica en una determinada conclusión o tesis.**

La argumentación es una capacidad fundamental, y prioritaria, que las instituciones de educación superior (IES) deberían **fomentar** en toda su comunidad académica.

Tomado de: <https://www.edu.xunta.gal/>



Modelo argumentativo de Toulmin



Modelo argumentativo de Toulmin

- **Tesis** a defender, asunto a discutir de forma oral o escrita.
- **Conclusión** a la que se desea llegar.

Afirmación

Evidencia

- Está constituida por los **hechos**, los **datos**.
- **Aporta la razón** en la que la argumentación se basa.

- **Factuales:** infieren sobre hechos, condiciones o relaciones pasadas, presentes y futuras. Plantean: ¿sucedió?, ¿existe?
 - *La deserción universitaria ha disminuido.*
- **Valorativas:** establecen el valor o mérito de una idea, cosa o acción de acuerdo con criterios suministrados por quien argumenta. + vs -.
 - *El estudio de una segunda lengua facilita el aprendizaje.*
- **Políticas:** decisiones a tomar, lo que debería hacerse.
 - *Se debería dedicar más tiempo a la lectura.*

Garantía

- **Supuesto implícito** en forma de una **regla** para inferir la **afirmación**.
- Establece cómo los datos **dan legitimidad a la afirmación**.

Respaldo

- Información cuantitativa, **datos fríos**, conceptos, ejemplo.
- Da **credibilidad y validez** en una argumentación.

Objeciones

Modal

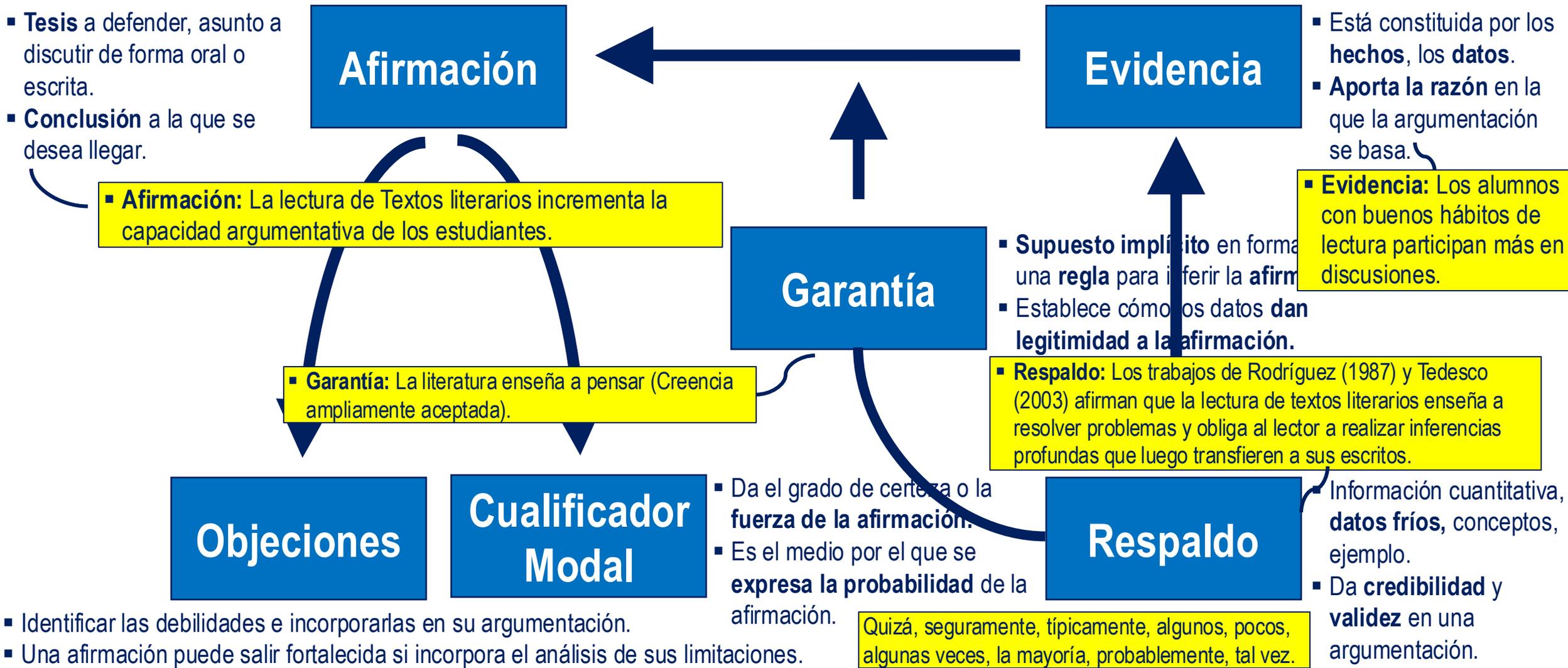
Se recomienda pensar en argumentos que puedan contradecir la tesis o punto que se defiende.

- Identificar las debilidades e incorporarlas en su argumentación.
- Una afirmación puede salir fortalecida si incorpora el análisis de sus limitaciones.

- Da el grado de certeza o la **fuerza de la afirmación**.
- Es el medio por el que se **expresa la probabilidad** de la afirmación.

Quizá, seguramente, típicamente, algunos, pocos, algunas veces, la mayoría, probablemente, tal vez.

Modelo argumentativo de Toulmin



Modelo argumentativo de Toulmin

- **Tesis** a defender, asunto a discutir de forma oral o escrita.
- **Conclusión** a la que se desea llegar.

Afirmación

Evidencia

- Está constituida por los **hechos**, los **datos**.
- **Aporta la razón** en la que la argumentación se basa.

▪ **Afirmación:** El niño tiene una infección.

▪ **Evidencia:** El niño tiene fiebre.

Garantía

- **Supuesto implícito** en forma de una **regla** para inferir la **afirmación**.
- Establece cómo los datos **dan legitimidad** a la **afirmación**.

▪ **Garantía:** La fiebre es un claro indicio de infección.

Objeciones

Cualificador Modal

- Da el grado de certeza o la **fuerza de la afirmación**.
- Es el medio por el que se **expresa la probabilidad** de la afirmación.

Respaldo

▪ **Respaldo:** El termómetro marcó 39 grados al tomarle la temperatura al niño.

- Información **cuantitativa**, **datos fríos**, conceptos, ejemplo.
- Da **credibilidad** y **validez** en una argumentación.

Quizá, seguramente, típicamente, algunos, pocos, algunas veces, la mayoría, probablemente, tal vez.

- Identificar las debilidades e incorporarlas en su argumentación.
- Una afirmación puede salir fortalecida si incorpora el análisis de sus limitaciones.

Actividad 1 – Identificación de los elementos de una argumentación

4 minutos

- Formar grupos de trabajo, en lo posible con directivos y profesores de una misma institución y de un mismo programa educativo.
- Descargar el archivo de la actividad del *Drive* del curso.
- Se asignará una lectura (en la siguiente diapositiva):
 1. Realizar un análisis crítico del texto.
 2. Seleccionar las partes pertinentes del texto y estructurar la argumentación del texto de acuerdo con el modelo de Toulmin.
 3. Usar la plantilla proporcionada.
 4. Usar como referencia el ejemplo anterior, para identificar los diversos elementos

6 min

- Intercambiar ideas con los integrantes del grupo y llegar a respuestas grupales registradas en el archivo Word.
- Subir el archivo con las respuestas del grupo añadiendo el # de grupo al nombre del archivo.

5 min

- **Tres equipos compartirán sus respuestas.**

Modelo argumentativo de Toulmin

En el aula de clase, los pupitres de los estudiantes y el escritorio y silla del docente deberían ser sustituidos por mesas redondas de trabajo grupal. Sentados en pupitre, los alumnos son obligados a trabajar aislados del grupo. Y es que el pupitre tiene problemas asociados como: frena el trabajo cooperativo, ayuda a marcar una diferencia entre el espacio del docente y el de los estudiantes. En este punto, vale recordar que el rendimiento del trabajo grupal es superior al individual. Ya lo dicen Johnson y Johnson, cuando indican que: *“El enfoque cooperativo como estrategia metodológica permite la realización de tareas académicas, con mayor facilidad”*. Eso sí, a menos que se realice una actividad o tipo de trabajo necesariamente individual.



VS



Tomado de: *Modelo argumentativo de Toulmin*, Pablo E. Perilla C. (2019).

Modelo argumentativo de Toulmin

Afirmación	En el aula de clase, los pupitres de los estudiantes y el escritorio y silla del docente deberían ser sustituidos por mesas redondas de trabajo grupal.	afirmación
Evidencia		hechos
Garantía		por qué
Respaldo		dado que
Reserva		excepción
Calificador modal		contundencia

Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C.



Dr. José Humberto Loría Arcila

Director General

Dr. Miguel Ángel Romero Ogawa

Director Académico

CP José Francisco Granados Martín del Campo

Director Administrativo

Ing. José Gabriel Calzada Hernández

Director Técnico

Curso-Taller Marco de Referencia 2025: Una Guía para la Autoevaluación.

**Serie Materiales de Apoyo al
Programa de Desarrollo de
Competencias para la Autoevaluación**

**Diseño de esta presentación:
José Humberto Loría Arcila
Miguel Ángel Romero Ogawa**



Portal web: <http://www.cacei.org.mx/>



Contacto: <http://www.cacei.org.mx/nvpp/nvpp01/nvpp0102.php>



Facebook: <https://www.facebook.com/cacei.org.mx/>



Youtube: <http://www.cacei.org.mx/nvpp/nvpp01/nvpp0102.php>



Twitter: <https://twitter.com/CACEI2>

© 2023, 2024 **Derechos reservados**
Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C.
Ciudad de México, México.
Los documentos, libros y reportes citados
conservan sus propios derechos de autor y editoriales.
Se agradecerá establecer comunicación con el CACEI en caso de que
algún autor o editorial considere que se requiere alguna aclaración