

526.25

SALTA, 05 DIC 2025

Expediente Nº 511/2025-ING-UNSa

VISTO las actuaciones contenidas en el Expte. Nº 511/2025, por el cual se gestiona la aprobación de las Planificaciones de Cátedra de las asignaturas de Ingeniería Industrial, y

CONSIDERANDO:

Que por Nota Nº 3.448/2025, el Dr. Lic. Roberto Federico FARFÁN, Vicedirector de la Escuela de Ingeniería Industrial presenta, para su aprobación, la Planificación de Cátedra de la asignatura "Termodinámica I".

Que la Escuela de Ingeniería Industrial aconseja aprobar la Planificación de la Cátedra propuesta.

Que el Artículo 117 del ESTATUTO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA, al enumerar los deberes y atribuciones del Consejo Directivo, en su inciso 8. incluye el de *"aprobar los programas analíticos y la reglamentación sobre régimen de regularidad y promoción propuesta por los módulos académicos"*.

Por ello y de acuerdo con lo aconsejado por el Cuerpo Colegiado constituido en Comisión,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

(en su XVIII Sesión Ordinaria, celebrada el 3 de diciembre de 2025)

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º.- Aprobar la Planificación de Cátedra de la asignatura "Termodinámica I", de la carrera de Ingeniería Industrial del Plan de Estudios Vigente, la cual –como Anexo- forma parte integrante de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2º.- Hacer saber, comunicar a las Secretarías Académica y de Planificación y Gestión Institucional de la Facultad; al Ing. Pablo Horacio ALURRALDE, en su carácter de Responsable de la asignatura; a la Escuela de Ingeniería Industrial; al Centro de Estudiantes de Ingeniería; a la Dirección General Administrativa Académica; a la Dirección de Alumnos;



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 SALTA

T.E. (0387) 4255420

REPUBLICA ARGENTINA

E-mail: info@ing.unsa.edu.ar

Expediente N° 511/2025-ING-UNSa

al Departamento de Autoevaluación, Acreditación y Calidad; al Departamento Docencia y girar los obrados a la Dirección de Alumnos, para su toma de razón y demás efectos.

A.L.S.A.

RESOLUCIÓN FI

5 2 6 -CD-

DR. ING. JORGE EMILIO ALMAZAN
SECRETARIO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa

DRA. ING. LIZ GRACIELA NALLIM
DECANA
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa

ANEXO

  <p>Universidad Nacional de Salta FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA FACULTAD DE INGENIERÍA</p>	<p>Planificación de Cátedra</p> <p>TERMODINÁMICA I</p> <p>Escuela: Ingeniería Industrial Carrera: Ingeniería Industrial</p>														
<p>PLANEESTUDIO</p> <p>Plan: 1999 Mod. 2005 Código de Asignatura: 13 Año de cursado: Segundo Cuatrimestre: Segundo Bloque de Conocimiento: Tecnologías Básicas</p>	<p>Carácter: Obligatoria Duración: Cuatrimestral Régimen: Promocional Modalidad: Presencial</p>														
<p>ASIGNATURAS CORRELATIVAS</p> <p>Física I (I4), Análisis Matemático II (I7) y Química para Ingeniería Industrial (I8).</p>															
<p>CONTENIDOS MÍNIMOS</p> <p>Definiciones. Energía. Conceptos fundamentales. Gases ideales y reales. Primer principio. Entalpía. Calores específicos. Termoquímica. Segundo principio. Exergía. Teorema de Carnot. La función entropía. Diagramas entrópicos. Relaciones de Maxwell. Procesos simples. Soluciones: ideales, reales, iónicas. Sistemas homogéneos y heterogéneos. Equilibrio termodinámico.</p>															
<p>DOCENTE RESPONSABLE</p> <p>Ing. Pablo Horacio Alurralde</p>															
<p>CARGA HORARIA</p> <p>Carga Horaria Total de la Asignatura: 90</p>															
<p>Formación Teórica:</p> <p>Carga Horaria Semanal: 3 Carga Horaria Total: 45</p>															
<p>Formación Práctica:</p> <p>Carga Horaria Semanal: 3 Carga Horaria Total: 45</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th>Actividad</th> <th>Carga Horaria Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Instancias Supervisadas de Formación Práctica:</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td> a Formación Experimental:</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td> b Resolución de Problemas de Ingeniería:</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td> c Otras:</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2 Proyecto Integrador Final:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3 Práctica Profesional Supervisada:</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		Actividad	Carga Horaria Total	1 Instancias Supervisadas de Formación Práctica:	45	a Formación Experimental:	3	b Resolución de Problemas de Ingeniería:	39	c Otras:	3	2 Proyecto Integrador Final:	0	3 Práctica Profesional Supervisada:	0
Actividad	Carga Horaria Total														
1 Instancias Supervisadas de Formación Práctica:	45														
a Formación Experimental:	3														
b Resolución de Problemas de Ingeniería:	39														
c Otras:	3														
2 Proyecto Integrador Final:	0														
3 Práctica Profesional Supervisada:	0														

1 OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

- Explicar y resolver problemas que involucren los conocimientos y conceptos fundamentales de la Termodinámica clásica, para realizar un modelado y análisis de los procesos termodinámicos y sistemas de aprovechamiento de fuentes de energía más comunes en la industria.
- Desarrollar nociones de uso eficiente de la energía, introduciendo el método sistemático para el estudio de la transformación más eficiente de una forma de energía en otra (particularmente de calor en trabajo) y la predicción de factibilidad de realización de procesos sin necesidad de realizar prototipos y experiencias costosas.

2 CONTENIDOS CURRICULARES

TEMA 1: Alcances de la Termodinámica, Magnitudes fundamentales y derivadas. Trabajo. Calor. Energía. Formas de la energía. Signos relativos del calor y el trabajo. Sistemas termodinámicos. Sistema y medio. Proceso. Estado de un sistema. Propiedades: intensivas y extensivas. Equilibrio termodinámico. Funciones y variables de estado. Relaciones entre parámetros o variables de estado. Ecuaciones diferenciales. Transformaciones reversibles e irreversibles. Ecuaciones de estado.

TEMA 2: Estados de la materia. Gases. Leyes de Boyle y Gay Lussac. Gas ideal. La constante universal. Unidades. Mezcla de gases ideales. Leyes de Dalton y Amagat. Gases reales. Experiencias de Andrews. Causas de las desviaciones de las leyes de los gases ideales. Ecuaciones de estado para gases reales. Ecuaciones de Van der Waals, Whol, Dieterici, Berthelot, Redlich - Kwong. Otras ecuaciones de estado. Correlaciones de estados correspondientes. Ecuaciones viriales. Mezcla de gases reales.

TEMA 3: Primer principio de la termodinámica. Energía interna. Sistemas cerrados y abiertos. Trabajo. Distintos tipos. Trabajo de expansión. Ciclos. Dependencia entre trabajo y transformación. Trabajo de flujo y de circulación. Energía interna en ciclos. La primera ley como una ecuación de velocidad.

TEMA 4: Entalpía. Aplicación al primer principio. Sistemas cerrados y abiertos. Entalpía como función de estado. Calores específicos y capacidades térmicas. Capacidades caloríficas a presión y volumen constante. Aplicación de C_p y C_v al primer principio. Calores específicos de gases, líquidos y sólidos. Mezcla de gases. Experiencias de Joule-Thompson. Termoquímica. Calores de reacción a p y v constante. Calores de formación. Leyes de la termoquímica. Ecuación de Kirchhoff. Calor de combustión. Poder calorífico superior e inferior.

TEMA 5: Segundo principio de la termodinámica. Procesos espontáneos. El segundo principio. Conversión de calor en trabajo. Teorema de Carnot. Ciclo de Carnot. Otros enunciados del segundo principio. Máquina de refrigeración de Carnot. Temperatura absoluta. Relación con la temperatura de termómetro de gas. Escala de temperaturas absolutas.

TEMA 6: Teorema de Clausius. La función entropía. Variación de entropía en gases ideales. Diagramas entrópicos: T-S, H-S. Entropía: reversibilidad e irreversibilidad. Trabajo máximo de un proceso reversible. Relación de la entropía con otras variables de estado. Relaciones de Maxwell. Relaciones generales. Sistemas de dos fases: ecuación de Clapeyron. Tercer principio de la termodinámica. Comprobación del tercer principio. Entropía. Probabilidad. Desorden. Ecuación de Boltzmann-Planck. Datos de entropía.

TEMA 7: Exergía. Cálculo de cambios en un sistema cerrado mediante cambios en sus alrededores. Exergía en un sistema abierto. Cálculos de cambio de exergía. Nivel exergético de una corriente. Definición más general del cambio de exergía en un sistema abierto. Cambio de exergía en sustancias puras y mezclas, ideales y reales. Ecuaciones simplificadas.

TEMA 8: Estudios de los procesos simples. Transformaciones isócoras, isóbaras, isotérmicas y adiabáticas. Caso general. Transformaciones politrópicas. Método de trazado y determinación.

Determinaciones gráficas de cambios de energía. Sistemas abiertos

3 FORMACIÓN PRÁCTICA

Especifique los ámbitos en los que se desarrollan las actividades de formación práctica a las que se hace referencia en la distribución de carga horaria. Por ejemplo: laboratorio, taller, aula, etc.

3.1 TRABAJOS PRÁCTICOS

1. Trabajo Práctico N°1: Dimensiones y Unidades. Gases Ideales
2. Trabajo Práctico N°2: Gases reales
3. Trabajo Práctico N°3: Primer principio de la termodinámica en sistemas cerrados.
4. Trabajo Práctico N°4: Primer principio de la termodinámica en sistemas abiertos.
5. Trabajo Práctico N°5: Termoquímica.
6. Trabajo Práctico N°6: Segundo principio de la termodinámica. Sistemas cerrados.
7. Trabajo Práctico N°7: Segundo principio de la termodinámica en sistemas abiertos.
8. Trabajo Práctico N°8: Relaciones termodinámicas.
9. Trabajo Práctico N°9: Exergía en sistemas cerrados.
10. Trabajo Práctico N°10: Exergía en sistemas abiertos.

Todos estos trabajos prácticos se realizan en el aula.

3.2 LABORATORIOS

1. Trabajo Práctico de Laboratorio: Determinación de calores específicos de metales. Laboratorio de la Planta Piloto II- Fac. de Ingeniería.

3.3 OTRAS ACTIVIDADES

1. Visita a Planta Piloto II de la Fac. de Ingeniería para identificar los diferentes equipos y clasificarlos en sistemas abiertos/ cerrados/ aislados. (Planta Piloto II)
2. Trabajo Integrador Final: Es una exposición oral en grupo, donde cada equipo debe presentar un proceso industrial y realizar los balances de masa, energía y entropía a dos equipos seleccionados. (Aula de clases)

4 CRONOGRAMA ORIENTATIVO

Sem.	Temas/Actividades
1	Tema 1: Introducción. Clase teórica y Clase Práctica de Problemas (TP 1).
2	Tema 2: Estados de la materia y Gases ideales/ reales y Clase Práctica de Problemas (TP 2).
3	Tema 3: Primer principio en sistemas cerrados y Clase Práctica de Problemas (TP 3)- Evaluación 1
4	Tema 3: Primer principio en sistemas abiertos y Tema 4: Entalpía y calores específicos. Clase Práctica de Problemas (TP 4)- Visita a la Planta Piloto II.
5	Tema 4: Entalpía, calores específicos y Termoquímica. Clase Práctica de Problemas (TP 5)- Evaluación 2.
6	Laboratorio de determinación de calores específicos de metales- Primer Parcial
7	Tema 5: Segundo Principio. Clase Práctica de Problemas (TP 6)
8	Tema 6: Consecuencias del Segundo Principio. Clase Práctica de Problemas (TP 7)
9	Tema 6: Consecuencias del Segundo Principio. Clase Práctica de Problemas (TP 8)
10	Tema 7: Exergía en sistemas cerrados. Clase Práctica de Problemas (TP 9)
11	Tema 7: Exergía en sistemas abiertos. Clase Práctica de Problemas (TP 10)
12	Tema 8: Transformaciones simples
13	Segundo Parcial
14	Trabajo Integrador Final

Sem.	Temas/Actividades
15	Tercer Parcial Integrador Oral

5 BIBLIOGRAFÍA

1. **Termodinámica.** Cengel, Y. y Boles, M. Editorial: Mc Graw-Hill Interamericana. 4° Edición. 2003.
2. **Fundamentos de Termodinámica Técnica-** Morán, M. y Shapiro, H. Editorial: Reverté. 2° Edición. 2004.
3. **Termodinámica.** Wark, K. Editorial: McGraw-Hill Interamericana. 5° Edición. 2001.
4. **Teoría y problemas de termodinámica.** Abbott, M.M. y Van Ness, H.C. Editorial: McGraw-Hill, México. 1° Edición. 1975.
5. **Advanced Engineering Thermodynamics.** Bejan, A. Editorial: John Wiley & Sons, Inc. 2° Edición. 1997
6. **Problemas de Termodinámica.** Faires, V.M.; Simmang, C.M. y Brewer, A.V. Editorial: UTEHA. 1976.
7. **Ingeniería Termodinámica.** Jones, B. J. y Dugan, R.E. Editorial: Prentice-Hall Hispanoamericana. 1° Edición. 1997.
8. **Termodinámica de procesos industriales, exergía y creación de entropía.** Rotstein E. y Fomari R.E. Editorial: Edigem. 1° Edición. 1984.
9. **Termodinámica para Ingenieros.** Balzhiser R.E. y Samuels M.R. Editorial: Prentice-Hall, Inc. 1° Edición. 1979.
10. **Ingeniería Termodinámica.** Huang, Francis. Editorial: Compañía Editorial Continental. 2° Edición. 2003.
11. **Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química.** Smith, J. M. y Van Ness, H.C. Editorial: Mc Graw-Hill, México. 7° Edición. 2005.
12. **Termodinámica: Introducción a las Teorías Físicas de la Termostática de Equilibrio y de la Termodinámica Irreversible.** Callen H.B. Editorial: Alfa Centaturo Libros Científicos y Técnicos. 1° Edición. 1981
13. **Fundamentos de termodinámica.** Levenspiel, O. Editorial: Prentice-Hall Hispanoamericana. 1° Edición. 1997.
14. **Fundamentos de termodinámica.** Van Wylen, G. J. y Sonntag. R. E. Editorial: Limusa Wiley. 2° Edición. 2003.
15. **Introducción a la termodinámica para ingeniería.** Sonntag, R.E. y Borgnakke, C. Editorial: Limusa, Wiley. 1° Edición. 2006.
16. **Chemical and engineering thermodynamics.** Sandler, S. I. Editorial: Wiley. 3° Edición. 1999.

6 EJESE DE FORMACIÓN (Anexo I, Res. ME 1543-2021)

En la asignatura se desarrolla la formación de los estudiantes en relación a los ejes identificados a continuación:

<i>Identificación, formulación y resolución de problemas de Ingeniería Industrial</i>	Medio
<i>Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de Ingeniería Industrial</i>	Ninguna
<i>Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de Ingeniería Industrial</i>	Ninguna
<i>Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la Ingeniería Industrial</i>	Medio
<i>Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas</i>	Ninguna
<i>Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo</i>	Medio
<i>Fundamentos para una comunicación efectiva</i>	Medio
<i>Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable</i>	Ninguna
<i>Fundamentos para evaluar y actuar en relación con el impacto social de su actividad</i>	Bajo

profesional en el contexto global y local.

Fundamentos para el aprendizaje continuo

Fundamentos para el desarrollo de una actitud profesional emprendedora

Alto

Bajo

El objetivo general de la materia es que el estudiante sea capaz de comprender la importancia de la Termodinámica para el entendimiento y estudio sistemático de las operaciones y procesos de ingeniería. Los estudiantes adquieren herramientas que les permitan identificar, formular y resolver, de manera efectiva, problemas de Termodinámica, pertinentes a la carrera usando técnicas y herramientas intrínsecas a la misma. También se inculca la vital importancia que tiene el actuar con ética y responsabilidad en todas las actividades que se realicen en la materia y la relevancia del impacto ambiental/social que tienen las diferentes actividades industriales, introduciendo los temas de eficiencia energética y crisis exergética.

Desde la asignatura se propicia el desarrollo de la expresión oral por parte de los estudiantes en las clases teóricas, trabajos prácticos, trabajo integrador y tercer parcial, apuntando a que adquieran aptitudes que propicien la comunicación efectiva. En el trabajo integrador los estudiantes deben "vender" un producto, exponiendo el proceso productivo y realizando balances en diferentes equipos, con esto se busca que comiencen a desarrollar una actitud emprendedora, relacionando los conocimientos técnicos y tecnológicos propios de la carrera.

En los trabajos prácticos y en el trabajo integrador, los estudiantes trabajan en grupos para que comiencen a desarrollar competencias que le permitan trabajar de manera eficiente en equipo.

En las clases teóricas y prácticas se propicia el aprendizaje continuo y significativo, buscando que los estudiantes puedan transferir los conceptos y habilidades adquiridas en el contexto del aula en nuevas situaciones relacionadas con su formación de futuros ingenieros, que aporten al perfil profesional.

7 ENUNCIADOS MULTIDIMENSIONALES Y TRANSVERSALES (Anexo I, Res. ME 1543-2021)

En la asignatura se desarrollan los siguientes enunciados multidimensionales y transversales:

<i>Diseño, proyecto, cálculo, modelización y planificación de las operaciones y procesos de producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios)</i>	Alto
<i>Diseño, proyecto, especificación, modelización y planificación de las instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios)</i>	Alto
<i>Dirección, gestión, optimización, control y mantenimiento de las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios)</i>	Ninguna
<i>Evaluación de la sustentabilidad técnico-económica y ambiental de las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios)</i>	Ninguna
<i>Gestión y certificación del funcionamiento, condiciones de uso, calidad y mejora continua de las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios)</i>	Ninguna
<i>Proyecto, dirección y gestión de las condiciones de higiene y seguridad en las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios)</i>	Ninguna
<i>Gestión y control del impacto ambiental de las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios)</i>	Ninguna

En la asignatura se brindan los conceptos básicos y necesario para el cálculo y diseño de diferentes equipos industriales y sistemas de generación, transporte y transformación de energía (intercambiadores de calor, turbinas, compresores, bombas, mezcladores, calderas, ciclos frigoríficos, bombas de calor, tuberías de vapor, etc.)

Estos conceptos luego son recuperados por asignaturas posteriores.

8 METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Desarrollo de clases teóricas con participación activa de los alumnos. En las clases teóricas se propicia la participación de los estudiantes y se dictan de manera expositiva-interactiva con el uso de pizarrón. Se busca rescatar conceptos abordados en asignaturas anteriores para que los estudiantes puedan recuperar y recordar diferentes temas y relacionarlos con los conocimientos específicos de la asignatura para realizar un aprendizaje de calidad.

Se pondrá a disposición de los alumnos en la Plataforma Moodle las guías de lectura elaboradas por la Cátedra para cada tema, para que los estudiantes puedan leerlas antes de las clases teóricas. Cabe aclarar sin embargo que este material no reemplaza el uso de libros específicos para cada tema que deben ser consultados permanente.

En todas las clases teóricas se buscará ilustrar los diferentes temas con ejemplos reales del campo de la Ingeniería Industrial.

Desarrollo de Trabajos Prácticos en el aula. Existe una relación directa entre las clases prácticas y las teóricas. Se coordinará los temas de tal manera de llevar adelante una enseñanza ordenada y fluida. El docente de la práctica (Jefe de trabajos prácticos, JTP) buscará diferentes ejercicios para armar las guías, sin embargo, las mismas serán revisadas y corregidas en reuniones de cátedras. Durante estas clases se usará el pizarrón y se explicarán y discutirán distintos ejercicios propuestos en la guía de trabajos prácticos, fomentando el planteo de soluciones por parte de los alumnos, el trabajo en equipo, el respeto por la opinión ajena y el desarrollo de habilidades comunicativas para expresar los resultados. De ser necesario también se usarán recursos multimedia (videos, animaciones, etc.). Es sumamente importante, que los estudiantes comiencen a desarrollar un criterio relacionado con la ingeniería, por lo que los resultados obtenidos deben ser analizados en profundidad y discutidos por toda la clase, con la guía del JTP.

En todas las clases prácticas se buscará ilustrar los temas tratados con ejemplos y aplicaciones específicas y reales del campo de la Ingeniería Industrial

Desarrollo de Trabajos Prácticos en laboratorio y Visita a Planta Piloto: Con el desarrollo del Trabajo Práctico en Laboratorio se busca que el estudiante consolide las habilidades y destrezas experimentales en las operaciones básicas de laboratorio ya trabajadas en asignaturas anteriores, relacionándolas con los contenidos propios de la asignatura. Una vez finalizadas la experiencia de laboratorio, los estudiantes en grupo deberán armar y presentar un informe que consigne los materiales utilizados, el desarrollo del trabajo de manera sistemática, los resultados alcanzados presentados en gráficos o tablas, (según la experiencia), las observaciones y acontecimientos no esperados que pudieron haber modificado el desarrollo de la experiencia y una conclusión que contemple si se cumplieron o no los objetivos. Este trabajo práctico no incluirá cuestionario previo.


La visita a la Planta Piloto permite que los estudiantes tengan una primera aproximación a los trabajos prácticos en escala piloto que realizarán los estudiantes en asignaturas posteriores. En esta visita podrán conocer y reconocer los diferentes equipos (compresor, caldera, intercambiadores de calor, bombas, torre de enfriamiento, etc.) a los cuales realizarán los balances de masa, energía, entropía y exergía.

9 FORMAS DE EVALUACIÓN

El sistema de evaluación de la asignatura se enmarca dentro el Régimen de Promoción vigente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta. La evaluación del aprendizaje de los contenidos de la asignatura se realiza por medio de tres Exámenes Parciales de carácter teórico-práctico, siendo el tercero integrador. El seguimiento continuo del aprendizaje se realiza mediante Evaluaciones por Temas teórico-prácticas periódicas y mediante cuestionarios teóricos antes de algunas clases prácticas (estos pueden ser escritos u orales). Finalmente, al final de la asignatura, los estudiantes deben completar una actividad integradora teórico-práctica que incluye

una exposición oral en grupo.

Los detalles sobre el sistema de evaluación de la asignatura, los criterios de aprobación y la composición de la calificación final se encuentran detallados en el Reglamento Interno vigente de la Asignatura.



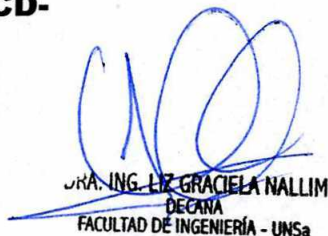
PABLO ALVARADO

RESOLUCIÓN FI

526 -CD-



DR. ING. JORGE EMILIO ALMAZÁN
SECRETARIO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA - UNSa



DRA. ING. LIZ GRACIELA NALLIM
DECANA
FACULTAD DE INGENIERÍA - UNSa