

---

**Formulario de aprobación de curso de posgrado/educación permanente**

**Asignatura: Calidad de aire interior y transmisión aérea de patógenos respiratorios**

(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

**Modalidad:**

(posgrado, educación permanente o ambas)

**Posgrado**



**Educación permanente**



---

**Profesor de la asignatura** <sup>1</sup>: Dr. Giorgio Buonanno, Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale

(título, nombre, grado o cargo, instituto o institución)

**Profesor Responsable Local** <sup>1</sup>: Dr. Ing. Martín Draper Gr3 DT IMFIA

(título, nombre, grado, instituto)

**Otros docentes de la Facultad:** Ing. Andrés Vignolo Gr2 IMFIA

(título, nombre, grado, instituto)

**Docentes fuera de Facultad:**

(título, nombre, cargo, institución, país)

<sup>1</sup> Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.

(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

[Si es curso de posgrado]

**Programa(s) de posgrado:** Maestría / Doctorado en Ingeniería Ambiental

**Instituto o unidad:** IMFIA

**Departamento o área:** Departamento de Mecánica de los Fluidos

---

**Horas Presenciales: 21**

(se deberán discriminar las horas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Nº de Créditos: 3**

[Exclusivamente para curso de posgrado]

(de acuerdo a la definición de la UdelaR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem Metodología de enseñanza)

**Público objetivo:** estudiantes de posgrados en Ingeniería Ambiental, Mecánica de los Fluidos Aplicada, Ingeniería Mecánica o con formación equivalente.

**Cupos: -**

(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción, hasta completar el cupo asignado)

---

**Objetivos:** formar a quienes participen en el área de la calidad de aire interior, capacitándolos para analizar, evaluar y gestionar ambientes cerrados, con particular énfasis en minimizar el riesgo asociado a patógenos biológicos respiratorios, transmitidos por vía aérea. Se espera así formar recursos humanos nacionales que

---

puedan contribuir al desarrollo de la temática en el país, tanto desde actividades de investigación como desde la práctica profesional.

---

**Conocimientos previos exigidos:** -

**Conocimientos previos recomendados:** Mecánica de los Fluidos, Elementos de Ingeniería Ambiental

---

**Metodología de enseñanza:**

(comprende una descripción de la metodología de enseñanza y de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura, distribuidas en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc. - y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

Descripción de la metodología:

El curso constará de clases teóricas expositivas, presentación de casos de estudio y la realización de un trabajo final individual o en grupos por parte de las y los estudiantes. El curso y el material de lectura correspondiente serán dados en inglés.

Detalle de horas:

- Horas de clase (teórico): 18
- Horas de clase (práctico): 0
- Horas de clase (laboratorio): 0
- Horas de consulta: 3
- Horas de evaluación: 0
  - Subtotal de horas presenciales: 21
- Horas de estudio: 8
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos: 0
- Horas proyecto final/monografía: 16
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 45

---

**Forma de evaluación:** trabajo final

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de posgrado, si corresponde]

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de educación permanente, si corresponde]

---

**Temario:**

El curso propuesto se estructura en torno a cinco ejes temáticos, a continuación detallados, que presentan los principales aspectos asociados a la calidad de aire interior, su impacto sobre la salud humana y las estrategias de gestión asociadas desde el ámbito de la ingeniería.

1. Fundamentos sobre calidad de aire interior

Introducción al concepto de calidad de aire interior. Presentación de los principales contaminantes en ambientes interiores, con particular foco en material particulado en suspensión y contaminantes biológicos.

Presentación de los principales parámetros de calidad de aire interior y de sus técnicas de medición. Sistemas de ventilación y diseño de edificaciones.

2. Consecuencias de la exposición prolongada a contaminantes interiores sobre la salud humana  
Discusión de las principales enfermedades respiratorias, alergias y otros problemas de salud asociados a una mala calidad de aire interior. Presentación de casos de estudio reales y de sus resultados sanitarios. Transmisión aérea de patógenos respiratorios y estudio de casos notables como por ejemplo influenza, tuberculosis y COVID-19. Estrategias para la mitigación del riesgo de transmisión área en ambientes interiores. Monitoreo y gestión de la calidad de aire interior.

3. Normativa sobre la calidad de aire interior  
Presentación del marco regulatorio actual (estándares y guías) y de sus requisitos de certificación. Discusión del rol de las agencias de salud pública en mantener la calidad de aire interior. Innovaciones tecnológicas para la mejora de la calidad de aire interior. Implementación de medidas preventivas para la optimización de la calidad de aire interior.

4. Tecnología de punta e innovación para la mejora de la calidad de aire interior  
Integración de sensores inteligentes, purificadores de aire y otros desarrollos tecnológicos. Demostración práctica y presentación de casos de estudio que muestren la efectividad de las nuevas tecnologías para la gestión de la calidad de aire interior.

5. Estudio de calidad de aire interior mediante la aplicación de herramientas computacionales  
Presentación de herramientas computacionales disponibles para el estudio de la calidad de aire interior en la actualidad, como por ejemplo técnicas de Mecánica de los Fluidos Computacional. Se presentarán casos de aplicación a modo de ejemplo.

---

### **Bibliografía:**

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

Material del curso elaborado por los profesores de la asignatura así como artículos científicos y estándares publicados a presentar durante su dictado. A modo de ejemplo se presentan las siguientes referencias:

ASHRAE. (2018). ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2019: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality (Standard No 62.1 - 2019). American National Standards Institute, American Society of Heating, Refrigerating y Air-Conditioning Engineers.

Buonanno, G., Morawska, L., & Stabile, L. (2020). Quantitative assessment of the risk of airborne transmission of SARS-CoV-2 infection: Prospective and retrospective applications. *Environment international*, 145, 106112. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020>

Buonanno, G., Robotto, A., Brizio, E., Morawska, L., Civra, A., Corino, F., Lembo, D., Ficco, G., & Stabile, L. (2022). Link Between SARS-CoV-2 Emissions and Airborne Concentrations: Closing the Gap in Understanding. *Journal of Hazardous Materials*, 428, 128279. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128279>

Buonanno, G., Stabile, L., & Morawska, L. (2020). Estimation of airborne viral emission: Quanta emission rate of SARS-CoV-2 for infection risk assessment. *Environment International*, 141, 105794. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105794>

Caracci, E., Canale, L., Buonanno, G., Stabile, L. Effectiveness of eco-feedback in improving the indoor air quality in residential buildings: Mitigation of the exposure to airborne particles (2022) *Building and Environment*, 226, art. no. 109706, .

Caracci, E., Stabile, L., Buonanno, G., 2021. A simplified approach to evaluate the lung cancer risk related to airborne particles emitted by indoor sources. *Building and Environment*, 204, 108143, DOI: 10.1016/j.buildenv.2021.108143

Cortellessa, G., Stabile, L., Arpino, F., Faleiros, D., van den bos, W., Morawska, L., & Buonanno, G. (2021). Close proximity risk assessment for SARS-CoV-2 infection. *Science of The Total Environment*, 794, 148749. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148749>

Gammaitoni, L., & Nucci, M. C. (1997a). Using a mathematical model to evaluate the efficacy of TB control measures. *Emerging Infectious Diseases*, 3, 335-342. <https://doi.org/10.3201/eid0303.970310>

Gammaitoni, L., & Nucci, M. C. (1997b). Using Maple to Analyze a Model for Airborne Contagion. *MapleTech*, 4, 2-5

Gabdrashova, R., Nurzhan, S., Naseri, M., Bekezhankyzy, Z., Gimnkhan, A., Malekipirbazari, M., Tabesh, M., Khanbabaie, R., Crape, B., Buonanno, G., Hopke, P.K., Amouei Torkmahalleh, A., Amouei Torkmahalleh, M., 2021. The impact on heart rate and blood pressure following exposure to ultrafine particles from cooking using an electric stove. *Science of the Total Environment*, 750, 141334, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.141334

Morawska, L., & Buonanno, G. (2021). The physics of particle formation and deposition during breathing. *Nature Reviews Physics*, 3, 1-2. <https://doi.org/10.1038/s42254-021-00307-4>

Morawska, L., Buonanno, G., Mikszewski, A., & Stabile, L. (2022). The physics of respiratory particle generation, fate in the air, and inhalation. *Nature Reviews Physics*, 4, 1-12. <https://doi.org/10.1038/s42254-022-00506-7>

Morawska, L., Zhu, T., Liu, N., Amouei Torkmahalleh, M., de Fatima Andrade, M., Barratt, B., Broomandi, P., Buonanno, G., Carlos Belalcazar Ceron, L., Chen, J., Cheng, Y., Evans, G., Gavidia, M., Guo, H., Hanigan, I., Hu, M., Jeong, C.H., Kelly, F., Gallardo, L., Kumar, P., Lyu, X., Mullins, B.J., Nordstrøm, C., Pereira, G., Querol, X., Yezid Rojas Roa, N., Russell, A., Thompson, H., Wang, H., Wang, L., Wang, T., Wierzbicka, A., Xue, T., Ye, C., 2021. The state of science on severe air pollution episodes: Quantitative and qualitative analysis. *Environment International*, 156, 106732, DOI: 10.1016/j.envint.2021.106732

Pacitto, A., Stabile, L., Russo, S., Buonanno, G., 2020 Exposure to submicron particles and estimation of the dose received by children in school and non-school environments. *Atmosphere*, 11 (5), art. no. 485, DOI: 10.3390/ATMOS11050485

Pacitto, A., Stabile, L., Morawska, L., Nyarku, M., Torkmahalleh, M.A., Akhmetvaliyeva, Z., Andrade, A., Dominski, F.H., Mantecca, P., Shetaya, W.H., Mazaheri, M., Jayaratne, R., Marchetti, S., Hassan, S.K., El-Mekawy, A., Mohamed, E.F., Canale, L., Frattolillo, A., Buonanno, G., 2021. Daily submicron particle doses received by populations living in different low- and middle-income countries. *Environmental Pollution*, 269, 116229, DOI: 10.1016/j.envpol.2020.116229

---

Pradhan, B., Jayaratne, R., Thompson, H., Buonanno, G., Mazaheri, M., Nyarku, M., Lin, W., Pereira, M.L., Cyrus, J., Peters, A., Morawska, L. Utility of outdoor central site monitoring in assessing exposure of school children to ultrafine particles (2023) *Science of the Total Environment*, 859, art. no. 160162

Riley, E. C., Murphy, G., & Riley, R. L. (1978). Airborne Spread of Measles in a Suburban Elementary School. *American Journal of Epidemiology*, 107, 421-432. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a112560>

Rudnick, S. N., & Milton, D. K. (2003). Risk of indoor airborne infection transmission estimated from carbon dioxide concentration. *Indoor Air*, 13, 237-245. <https://doi.org/10.1034/J.1600-0668.2003.00189.x>

Scungio, M., Rizza, V., Stabile, L., Morawska, L., Buonanno, G., 2020. Influence of methodology on the estimation of the particle surface area dose received by a population in all-day activities. *Environmental Pollution*, 266, art. no. 115209, DOI: 10.1016/j.envpol.2020.115209

Stabile, L., Buonanno, G., Frattolillo, A., Dell'Isola, M., 2019. The effect of the ventilation retrofit in a school on CO<sub>2</sub>, airborne particles, and energy consumptions. *Building and Environment*, 156, 1-11, DOI: 10.1016/j.buildenv.2019.04.001

Stabile, L., De Luca, G., Pacitto, A., Morawska, L., Avino, P., Buonanno, G., 2021. Ultrafine particle emission from floor cleaning products. *Indoor Air*, 31 (1), 63-73. DOI: 10.1111/ina.12713

Sze To, G. N., & Chao, C. Y. H. (2010). Review and comparison between the Wells-Riley and dose-response approaches to risk assessment of infectious respiratory diseases. *Indoor Air*, 20, 2-16. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2009.00621.x>

Wells, W. F. (1955). *Airborne Contagion and Air Hygiene*. Harvard University Press.

---

**Datos del curso**

---

**Fecha de inicio y finalización: 03/06/2024 – 10/06/2024 (a confirmar)**

**Horario y Salón: a definir**

**Arancel: no corresponde**

[Si la modalidad no corresponde indique "no corresponde". Si el curso contempla otorgar becas, indíquelo]

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad posgrado:**

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad educación permanente:**

---