

MENDOZA, 09 DIC 2021

VISTO:

El contenido del EXP-E-CUY: 32667/2021, en el que el Dr. Ing. Raymundo Quilez FORRADELLAS solicita autorización para el dictado del Curso de Posgrado "Facility Location", en el marco de la carrera de posgrado "Doctorado en Ingeniería Industrial";

CONSIDERANDO:

Que el citado curso, a cargo del Dr. Ing. Ricardo Raúl PALMA, está dirigido a alumnos inscriptos en el Doctorado en Ingeniería Industrial y para participantes externos a la carrera que cumplan con el requisito de Título Universitario con carrera de al menos cuatro años de duración y hayan sido admitidos por el Comité Académico de la carrera e inscriptos por Resolución de Decanato.

Que el curso de referencia cumple, de acuerdo a la normativa vigente, con los requisitos necesarios sobre descripción de contenidos, carga horaria, cita de objetivos, modalidad y metodología de trabajo, bibliografía, requisitos de evaluación y esquema de arancelamiento y que el docente responsable posee título de Doctor.

Que, ante la situación de emergencia y de aislamiento social, preventivo obligatorio y la necesidad de satisfacer la demanda de los alumnos, el curso se desarrollará, excepcionalmente, en modo no presencial mediante la tecnología telemática que se dispone.

Lo informado por el Comité Académico Interinstitucional de la citada carrera de posgrado y Dirección General de Posgrado.

Lo dispuesto por la Resolución N° 323/2020-R, Ad referéndum, ratificada por Resolución N° 083/2020-CS; y la Resolución N° 044/2020-FI, Ad referéndum, ratificada por Resolución N° 025/2020-CD.

Lo aconsejado por la Comisión de Asuntos Académicos, aprobado por este Cuerpo en sesión del día 9 de noviembre de 2021.

En uso de sus atribuciones,



**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1º.-** Autorizar, excepcionalmente el dictado en modalidad remota de emergencia, del Curso de posgrado "Facility Location", en el marco de la carrera de posgrado "Doctorado en Ingeniería Industrial", a cargo del Dr. Ing. Ricardo Raúl PALMA, cuyos objetivos, modalidad, contenidos y metodología se encuentran detallados en el Anexo I de la presente Resolución.

**ARTÍCULO 2º.-** La carrera de posgrado "Doctorado en Ingeniería Industrial" actuará como coordinadora en las tareas que demande su organización, el dictado y evaluación en modalidad a distancia bajo los términos establecidos en el Anexo I de la presente Resolución, el control de asistencia, la elaboración y presentación del acta de examen, cualquier gestión que asegure su normal desarrollo y todo otro requerimiento solicitado por la Dirección General de Posgrado.

**ARTÍCULO 3º.-** Autorizar la reproducción, de la normativa emitida en formato digital, en papel y su incorporación en el libro de resoluciones, ordenanzas, circulares.

**ARTÍCULO 4º.-** Comuníquese y archívese en el Libro de Resoluciones.

**RESOLUCIÓN – CD N° 366/2021**  
**Lic. Marcela QUERCETTI**  
Directora General Administrativa  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional de Cuyo  
**Dr. Ing. Anibal MIRASSO**  
Secretario Académico  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional de Cuyo  
**Ing. Daniel FERNÁNDEZ**  
Decano  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional de Cuyo


## **ANEXO I**

### **CURSO DE POSGRADO Doctorado en Ingeniería Industrial – DI3**

#### **DESCRIPCIÓN**

##### **1) Título**

Facility Location



Es campo de estudios y aplicaciones que ha surgido en inglés con el nombre de Facility Location, es un neologismo que aún no encuentra traducción aceptada por la Real academia Española de la Lengua. En el campo de la investigación operativa existe este concepto que hasta antes de la pandemia hacía referencia a Localización de plantas industriales (micro y macro localización). En el presente muchos de estos modelos se han relacionado muy fuertemente con soluciones a los problemas que se han presentado en el área de las cadenas de suministros críticas, en especial las de hospitales, instalaciones para vacunación con cadena de frío, unidades de cuidado intensivo e incluso quirófanos.

Muchos de los aportes y modelo que han ampliado el tema de estudio del curso están ligados a las restricciones que la Norma ISO 22301 nos hace tener en cuenta como contingencias asociadas a planes de prevención, mitigación / recuperación en escenarios como los que transitamos.

Estos modelos están reconfigurando a lo largo del planeta las estrategias de manufactura por parte de gobiernos y empresas, así como las acciones y estrategias de los planes de desarrollo territorial e industrial.

##### **2) Profesor Responsable**

Dr. Ricardo R. PALMA  
CUIL: 20-16038179-6

##### **3) Modalidad**

Curso Teórico-Práctico - No Presencial con herramientas Telemáticas

##### **4) Duración**

Cuarenta horas (40h)

##### **5) Fechas de realización**

25/11 al 16/12/2021

##### **6) Fundamento y vinculación con los objetivos de la carrera**

Uno de los cambios, que seguramente continuarán como tendencia, en las instancias post pandemia ha sido el relativo a la incorporación masiva de tecnología pertenecientes al campo de la Industria 4.0 y las denominadas Internet de las cosas industriales (IIOT).

Anexo I – Resol. – CD N° 366/2021

A pesar del entusiasmo y la motivación la pos pandemia ha reflejado errores en decisiones previas que han expuesto la poca resiliencia de las estrategias de gestión de las cadenas de suministro. Tal el caso de países como Alemania, que está optando relocalizar las plantas de fabricación de antibióticos que Bayer tenía en China para volver a emplazarlas en el valle del Ruhr. Esto implica mayores costos de manufactura, pero más gobernanza en cadenas cortas ligadas a temas estratégicos.

Estos hechos, la creciente cantidad de datasets generado por los dispositivos de las tecnologías señaladas en el párrafo anterior, sumado a las nuevas herramientas para el modelado y simulación abren la posibilidad de re-ver antiguos métodos para adaptarlos a este nuevo entorno.

Todo esto con el fin de tomar decisiones o apuntar recomendaciones para esta nueva y acelerada reconfiguración de los entramados industriales con cadenas cortas más flexibles capaces de enfrentar desafíos de disrupciones como las que la pandemia nos ha impuesto.

## 7) Objetivo

Objetivo general

Al finalizar el Curso el alumno habrá logrado competencias que le permitan:

- Conocer los enfoques epistémicos utilizados en el planteo del problema de Facility Location enunciado por Fermat y como nueva evidencia científica lleva a nuevos óptimos a lo largo de los siglos hasta llegar a la solución de Torricelli.
- Utilizar este marco teórico expuesto para ampliar o asegurar la validación de las hipótesis ante los cambios de escenarios económicos y tecnológicos emergentes.
- Aplica a situaciones de problemas de abastecimientos y casos de sistemas productivos reales para quienes provienen de la industria.
- Familiarizarse con la nueva formulación matemática expuesta por Weber et al. para implementarla como algoritmo de optimización en problemas de localización de planta, ruteo, storage en 3d para almacenes inteligentes y estrategias de desarrollo sostenibles territorial basada en los ODS-2030.

Objetivos de aprendizajes

- Verificación de la robustez de aceptación de una hipótesis ante premisas de partida con incertidumbre.
- Modelado y simulación con la biblioteca ORLOCA (en MatLab, Python o R-Cran)
- Comparación con métodos de ruteo y localización disponibles en líneas (comparación de la eficiencia computacional).
- Dominio del uso de modelos para problemas tipo norma 1,2 y 3 con uno, dos o varios centros de abastecimientos (fuentes)
- Extensión del modelado a localización unidimensional (caso localización urbana en una ruta o vía de tren)
- Costeo basado en actividades aplicado al problema de localización con gobernanza y gobernabilidad.

Anexo I – Resol. – CD N° **366/2021**

## 8) Metodología de trabajo

El Curso se desarrollará en encuentros virtuales que incluyen teoría, casos y resolución.

Se realiza la presentación y análisis de casos, con posterior discusión de las soluciones viables.

El desarrollo de las clases se basa en métodos de aprendizaje activos. Además, en las diferentes sesiones se realizan actividades en aula virtual, así como trabajo personal.

Se propone el desarrollo de un Trabajo Integrador, siendo su objetivo visualizar y establecer los elementos conceptuales que se presentan en las clases. La finalidad es poder evidenciar como los elementos teóricos se pueden trasladar a sus contextos de los sistemas productivos locales, regionales e internacionales. Este trabajo final consta de partes formativas y una entrega final integral con monografías y modelos formalizados en software o soluciones numéricas esbozadas (aún en forma elemental como planillas de cálculo).

## 9) Sistema de evaluación

La evaluación consiste de los siguientes elementos:

Participación de las actividades desarrolladas en las clases, se considera la lectura de artículos científicos y la lectura previa de los casos de estudios como requisito previo a la asistencia a la actividad sincrónica virtual.

Trabajo de Investigación y/o aplicación del contenido con la finalidad de pasar de la teoría a la práctica aplicándolo al caso de estudio seleccionado.

Trabajo Final Integrador obligatorio.

## 10) Contenidos

### Unidad 1

Funciones de Distancia en Problemas de Localización

Distancia basada en norma de vectores

Distancia de norma 2 o distancia Manhatam

Distancia Euclídea

Distancia con otras normas aplicadas almacenamiento y almacenamiento con gradiente de temperatura o problemas de Material Handling (salas de cirugía).

Distancia Matricial y casos de bloqueos (muros, zonas anegadas, etc).

Varianza de las distancias con distintas normas.

Curva de Hilbert.

Revisión bibliográfica de métodos de antecesores de facility location.

Anexo I – Resol. – CD N° **366/2021**

## Unidad 2

### Tipología y Topología de los Problemas de Localización

Problemas de localización de una instancia (caso de localización de un reabastecimiento en una línea férrea)

Casos de un abastecimiento en norma 2 y 3. El ejemplo de localización de la batería de un satélite.

Problemas de localización de múltiples instancias.

Estrategias de ruteo para reabastecer y costos logísticos individual y colectivo con algoritmos genéticos y evolutivos.

Casos de localización y tamaño de clientes móviles (servicio de transporte público).

Casos de localización de redes eléctricas y generadores compensadores (turbinas de gas) en redes urbanas.

Localización con instancias “desagradables” y “agradables”.

Problemas tipo: NIMBY (not in my back yard), NIMNBY (not in my neighbor's back yard). NIABY (not in anyone's back yard).

## Unidad 3

### Metodologías cuali y cuantitativas

Representación y georeferenciación y sistemas de proyección.

Localización por métodos cualitativos (RQDA)

Localización basada en rankings (AHP)

Localización basada en instancias geométricas (polígonos de Voronoi y Triangulación de Delaunay).

La biblioteca ORLoca de Manuel Munoz-Marquez <manuel.munoz@uca.es>

Caso de estudios, localización de hospitales y vacunatorios de los refugiados en Siria

## Unidad 4

### Estructura de datos y software

Estructura matricial para optimización

Datos tipo raster

Datos tipo vector.

Vectores de punto, líneas y polígonos.

Geomarketing y geolocation

Puentes a sistemas GIS (SAGA, QGIS, GRASS 7)

Caso: Estimación de residuos agrícolas mediante la integración de un método analítico y georeferenciación

## Unidad 5

### Estudio de Casos y planteo del Trabajo integrador

## Anexo I – Resol. – CD N° 366/2021

Trabajo de artículo modelo (paper)  
Herramientas bibliométricas para estado del arte de la situación problema a abordar  
Selección de métodos más indicados para la investigación  
Comprobación y verificación de la hipótesis  
Conclusiones



## **11) Bibliografía**

Este campo emergente de la localización afectada por el problema de la pandemia es un campo de desarrollo en la actualidad. Las empresas e instituciones académicas que han encontrado los resultados más prometedores para la reconfiguración de las cadenas de suministros hacen referencia a los buenos resultados que se obtienen con la solución que Torricelli encontró en 1600 al problema de localización planteado por Fermat-Weber cien años antes. Curiosamente en este período histórico no se manejaba el concepto de cadenas de abastecimiento, pero si se verificó una relocalización en Europa. El curso está basado en seis de los artículos más relevantes publicados por este año y señalados por APICS y la CEPAL como los casos más significativos para Latinoamérica y caribe.

Se recurre, de todos modos, a publicaciones que van desde 1950 hasta la fecha en las que por curiosidad de investigó sobre el problema de Fermat que aparecía como método demasiado complejo para resolverlo con los escenarios pre-pandemia. Todos los papers señalados hacen referencia al trabajo de 1953 de Bringerg como base matemática para dar respuestas a la transición requerida para la superación del impacto de la pandemia en los sistemas de manufactura.

La bibliografía seleccionada está basada en publicaciones reciente en las que cada capítulo es un “extended paper” de modo que se señalará el nombre del editor de la colección y en clase se identificará al autor de capítulo (o capítulos) pertinentes al tema desarrollado.

Es altamente recomendable que los asistentes al curso tengan acceso al sistema nacional de publicaciones científicas. En el caso de Argentina este servicio es provisto a las bibliotecas y bibliotecas virtuales por el servicio de bibliotecología del MINCYT.

1] Brimberg, J. The Fermat-Weber location problem revisited, Mathematical Programming, 1, pg. 71-76, 1995. <https://doi.org/10.1007/BF01592245>.

[2] Love, R. F., Morris, J. G., Wesolowsky, G. O. Facilities Location: Chapter 2: Introduction to Single Facility Location, 1988, North-Holland

[3] Munoz-Marquez Manuel <http://knuth.uca.es/orloca> biblioteca R-Cran

[4] Wilfer, Oleg ,Multi-Composed Programming with Applications to Facility Location,,2020,978-3-658-30579-6,2020,Mathematische Optimierung und Wirtschaftsmathematik | Mathematical Optimization and Econometrics, Springer Fachmedien Wiesbaden; Springer Spektrum.

Anexo I – Resol. – CD N° **366/2021**



[5] Mallozzi, Lina; D'Amato, Egidio; Pardalos (eds.), Panos M.", Spatial Interaction Models : Facility Location Using Game Theory, Spatial Interaction Models, 2017, 978-3-319-52653-9, 2017, Springer Optimization and Its Applications 118, Springer International Publishing,

[6] Karakitsiou (auth.), Athanasia", Modeling Discrete Competitive Facility Location,, 2015, 978-3-319-21340-8, 2015, SpringerBriefs in Optimization, Springer International Publishing,

[7] Klamroth, Kathrin", Single-Facility Location Problems with Barriers,, 2010, 978-1-4419-3027-9, 2010, Springer Series in Operations Research and Financial Engineering, Springer,

[8] Zarinbal (auth.), Marzie; Farahani, Reza Zanjirani; Hekmatfar (eds.), Masoud, "Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies", Facility Location, 2009, 978-3-7908-2150-5, 2009, Contributions to Management Science, Physica-Verlag Heidelberg,

[9] Kosanke (auth.), Kurt; Dolgui, Alexandre; Soldek, Jerzy; Zaikin (eds.), Oleg, "Supply Chain Optimisation: Product/Process Design, Facility Location and Flow Control", Supply Chain Optimisation, 2005, 978-0-387-23566-0, 2005, Applied Optimization 94, Springer US,

[10] Sule, Dileep R., Logistics of Facility Location and Allocation (Industrial Engineering),, 2001, 978-0-8247-0493-3, 2001,

[11] Miller, Dr Tan C.; Friesz, Prof Dr Terry L.; Tobin (auth.), Prof Dr Roger L., "Equilibrium Facility Location on Networks,, 1996, 978-3-642-08227-6, 1996, Advances in Spatial and Network Economics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, "Jr, Arthur P. Hurter; Martinich (auth.), Joseph S.", Facility Location and the Theory of Production,, 1989, 978-94-010-7637-1, 1989,, Springer Netherlands,

[12] Dumont, Morgane; Ellison, Richard; Lovelace, Robin; Založnik, Maja, Spatial microsimulation with R,, 2016, 978-1-4987-1156-2, 2016, R (Series), CRC Press LLC,

[14] Principal publicación utilizada en el curso - Lovelace, Robin; Nowosad, Jakub; Muenchow, Jannes", Geocomputation with R,, 2019, 978-1-138-30451-2, 2019, Chapman & Hall/CRC The R Series, Chapman and Hall/CRC,

## **12) Cupo mínimo y máximo de participantes.**

Mínimo 20 alumnos, máximo 50 alumnos.

## **13) Requisitos de admisión**

Conocimientos de Análisis Matemático. Conocimientos de Informática y Bases de datos. Manejo de software mínimo para cálculo numérico y estadístico, preferiblemente R-Cran, aunque puede ser Matlab o ython NumPy. P

Anexo I – Resol. – CD N° **366/2021**



#### 14) Requerimientos

Como alternativa de apoyo tecnológico al desarrollo del Curso se utilizará una plataforma telemática Zoom para alumnos virtuales y Google Classroom.

ANEXO I – RESOLUCIÓN – CD N° **366/2021**