

# LA DIMENSIÓN AMBIENTAL EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA

## *THE AMBIENTAL DIMENSION IN THE ENGINEERING CARRERS*

Angelaccio, Carlos Martín<sup>1</sup>

Cipponeri, Marcos<sup>2\*</sup>

Colli, Gustavo Adrián<sup>3</sup>

Jelinski, Guillermo<sup>4</sup>

Salvioli, Mónica Laura<sup>5</sup>

Servera, Horacio Rubén<sup>6</sup>

### **Abstract**

As of 1999, the School of Engineering of the National University of La Plata is including the study of Environmental Management as part of its courses of Hydraulic and Civil Engineering and Land Surveying. Such contents were formalized intensively in a subject formerly called Ecology and later called Environmental Management, which is taught during the tenth and last semester of the courses of the Hydraulic and Civil Engineering, and during the fifth semester of Land Surveying. The subject is taught in both semesters for all the courses in the same class.

The implementation carried out from 1999 until now, sparked a permanent debate at the heart of the professorship in particular, and of the School in general, with diverse subject-matters, among which the following can be highlighted:

- What is the reason for including the environmental dimension in the courses of Engineering?
- Which is the best way of linking the contents of Environmental Management with the Project courses, and which is its best temporal location in the syllabus?

In short, the cores of the debate outline: The justification of including the environmental dimension in the engineering field and the temporal location of these contents so as to relate them with other subjects, basically the ones which tackle the development of Engineering projects.

The present article puts forward and analyzes an experiment that, since 1999, has been developed in the School of Engineering of the National University of La Plata; and, on the basis of such experiment, poses conclusions and makes future proposals.

**Key words:** environment, environmental dimension, environmental management, curricula, project.

---

<sup>1</sup> Ex Profesor Titular de la Cátedra Gestión Ambiental. Colaborador de la Unidad de Investigación, Desarrollo y Docencia “Gestión Ambiental”, Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, República Argentina.

<sup>2</sup> \*Profesor Adjunto de la Cátedra Gestión Ambiental. Director de la Unidad de Investigación, Desarrollo y Docencia “Gestión Ambiental”, Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, República Argentina. Calle 47 N° 200, (1900) La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Tel.: 0054 221 4272963. E-mail: [mcipponeri@ing.unlp.edu.ar](mailto:mcipponeri@ing.unlp.edu.ar).

<sup>3</sup> Docente de la Cátedra Gestión Ambiental. Integrante de la Unidad de Investigación, Desarrollo y Docencia “Gestión Ambiental”, Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, República Argentina.

<sup>4</sup> Docente de la Cátedra Gestión Ambiental hasta el año 2011. Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, República Argentina.

<sup>5</sup> Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra Gestión Ambiental. Integrante de la Unidad de Investigación, Desarrollo y Docencia “Gestión Ambiental”, Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, República Argentina.

<sup>6</sup> Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra Gestión Ambiental. Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, República Argentina.

## 34 **Resumen**

35 A partir del año 1999, la Facultad de Ingeniería de la UNLP incorpora contenidos sobre Gestión Ambiental de  
36 Proyectos en las carreras de Ingeniería Hidráulica, Civil y Agrimensura. Dichos contenidos se formalizaron de  
37 manera concentrada en una asignatura denominada inicialmente Ecología y posteriormente Gestión Ambiental, que  
38 se imparte en el 10° y último semestre de las carreras de Ingeniería Hidráulica y Civil y en el quinto semestre de  
39 Agrimensura. La asignatura se dicta en ambos semestres para todas las carreras en un mismo curso.

40 La implementación realizada a partir del año 1999 hasta la actualidad, motorizó un debate permanente en el seno de  
41 la cátedra en particular y de la facultad en general, con varios ejes temáticos, entre los que cabe destacar los  
42 siguientes:

- 43 • ¿Por qué la inclusión de la dimensión ambiental en las carreras de Ingeniería?
- 44 • ¿Cuál es la mejor forma de vincular los contenidos de la asignatura Gestión Ambiental con las materias de  
45 proyecto, y cual es la mejor ubicación temporal de la misma en el plan de estudios?.

46 En definitiva los ejes del debate delimitan: la justificación de la inclusión de la dimensión ambiental en el ámbito de  
47 la Ingeniería y la ubicación temporal de estos contenidos para relacionarlos con otras asignaturas, fundamentalmente  
48 las que abordan el desarrollo de proyectos de Ingeniería.

49 El presente artículo expone y analiza una experiencia que, desde el año 1999 hasta la actualidad, ha sido desarrollada  
50 en la Facultad de Ingeniería de la UNLP, y sobre la base de dicha experiencia plantea conclusiones y realiza  
51 propuestas a futuro.

52 **Palabras clave:** ambiente, dimensión ambiental, gestión ambiental, planes de estudios, proyecto.

## 57 **Introducción**

58 La inclusión de la dimensión ambiental en las carreras de ingeniería fue debatida por primera  
59 vez en la Facultad de Ingeniería de la UNLP a principios del año 1988, en el marco de un  
60 cambio profundo de planes de estudio que se realizó en ese año. El resultado de este debate se  
61 materializó en la inclusión de una asignatura optativa denominada Ecología, con contenidos  
62 sintéticos vinculados a esa temática. Esta determinación por parte de las autoridades académicas  
63 puso de manifiesto la creciente sensibilización que sobre la temática ambiental comenzaba a  
64 evidenciarse y a hacer efecto en esta Unidad Académica. Asimismo, la incipiente solución  
65 adoptada –una materia denominada “Ecología”- ponía de manifiesto las limitaciones en cuanto a  
66 la forma de abordar el tema en el plan de estudios.

67 Recién en el año 1999 se adopta la decisión de implementar la asignatura, pero adecuándola con  
68 contenidos más acordes a los de una Facultad en la que se imparte conocimiento para la  
69 concepción y la gestión de proyectos en sus distintas etapas de desarrollo, haciéndose hincapié  
70 en los conceptos básicos vinculados a la relación ambiente/proyecto, y al manejo de algunos  
71 instrumentos de gestión ambiental como Estudio de Alternativas de Proyectos, Estudios de  
72 Impacto, Auditorías o Sistemas de Gestión Ambiental. Desde ese momento, la incipiente cátedra  
73 de Ecología, debatió sobre la mejor forma de impartir los conocimientos sobre gestión ambiental  
74 en las carreras de Ingeniería.

75 En el año 2002, como consecuencia del proceso de acreditación de las carreras de Ingeniería, se  
76 debieron rever los planes de estudio para poder cumplir a futuro con los estándares fijados por el  
77 Ministerio de Educación (Resolución 1232/01). Esto llevó a incluir contenidos obligatorios sobre  
78 Gestión Ambiental y otras áreas del conocimiento no incluidas hasta el momento. Allí el debate  
79 sobre como incorporar estos contenidos se planteaba sobre dos posturas extremas: atomizar los  
80 mismos en varias asignaturas o concentrarlos en una sola. Las carreras de Ingeniería Hidráulica,  
81

82 Civil y Agrimensura resolvieron agrupar los conocimientos en una materia denominada Gestión  
83 Ambiental, otras cinco carreras también agruparon conocimientos pero en una asignatura  
84 denominada Fundamentos de Ingeniería Ambiental, y las tres carreras restantes decidieron  
85 atomizar, distribuir y diversificar los conocimientos en varias materias.  
86 Desde 2002 la Cátedra de Ecología comenzó a dictar su equivalente Gestión Ambiental. De esta  
87 manera se aglutina la experiencia en el dictado de conocimientos sobre gestión ambiental de  
88 proyectos de ingeniería para los alumnos de las carreras de Ingeniería Hidráulica, Civil y  
89 Agrimensura, más alumnos de otras carreras de Ingeniería y Unidades Académicas que, atraídos  
90 por la forma novedosa en que se impartían los contenidos en la materia –su descripción excede  
91 al alcance de este artículo-, la cursaron como asignatura optativa. El principal aporte lo realiza la  
92 Facultad de Ciencias Naturales y Museo con sus alumnos de Biología, quienes pueden proponer  
93 dentro del cupo de materias optativas a la asignatura Gestión Ambiental.

94  
95

## 96 **Metodología**

97

98 El presente documento pretende capitalizar la experiencia de una cátedra que imparte  
99 conocimientos sobre gestión ambiental de proyectos de ingeniería desde el año 1999. La forma de  
100 abordar los ejes planteados en el resumen responde a las siguientes actividades:

- 101 • Reuniones de cátedra a fin de cada semestre con el objeto de realizar una evaluación  
102 cuali-cuantitativa de los resultados de la implementación de la materia, sobre la base de lo  
103 experimentado por cada docente y de una encuesta que se le realiza a los alumnos una vez  
104 finalizada la implementación de la asignatura.
- 105 • Reuniones extraordinarias de cátedra para analizar otros aspectos, entre los principales:  
106 vinculación de la asignatura Gestión Ambiental con otras materias que abordan los  
107 proyectos de ingeniería, experiencia de cada docente supervisando los estudios  
108 ambientales de los Trabajos Finales de la carrera de Ingeniería Civil.
- 109 • Participación en Jornadas y Seminarios organizados por el Área Pedagógica de la  
110 Facultad en las cuales se abordan temas vinculados a la enseñanza, la evaluación y los  
111 planes de estudio.
- 112 • Reuniones personales del Profesor de la asignatura Gestión Ambiental con la responsable  
113 del Área Pedagógica a fin de asesorarse sobre los temas tratados en el seno de la cátedra.

114 El análisis, los resultados y las conclusiones que se incluyen en el presente artículo son de  
115 carácter cualitativo, y resultan del debate y consenso, en el ámbito de la cátedra, en cada uno de  
116 los temas planteados.

117  
118

## 119 **Desarrollo y Resultados**

120

121 El trabajo se organiza a partir de las preguntas presentadas en el Resumen como una forma  
122 organizada de abordar los ejes planteados:

123

124 ¿Por qué la inclusión de la dimensión ambiental en las carreras de ingeniería?

125 La ingeniería como disciplina comprende la utilización de los materiales y las fuerzas de la  
126 naturaleza en beneficio de la humanidad. Para esta utilización, no resulta suficiente conocer las  
127 causas y efectos de los diferentes fenómenos que se intenta controlar, sino que la misma debe ser  
128 realizada desde un punto de vista “económico” en el sentido más amplio del término  
129 (“Administración eficaz y razonable de los bienes” según el Diccionario de la Real Academia  
130 Española - Vigésima segunda edición ). Esta economía ha sido tradicionalmente enfocada en las  
131 carreras de Ingeniería desde un punto de vista monetario, planteando los análisis desde un  
132 limitado enfoque de costo-beneficios, donde ambos resultan netamente monetarios, sin tener en  
133 cuenta el valor de los recursos naturales y los servicios ambientales utilizados o dañados.  
134 Los proyectos de ingeniería se realizan con el objetivo de brindar beneficios a la comunidad en  
135 aspectos específicos y generalmente puntuales, pero asimismo producen una serie de impactos  
136 negativos en el entorno donde son emplazados, y muchas veces también en lugares lejanos al área  
137 de implantación, determinando de esa forma el Área de Influencia del Proyecto, definida como *el*  
138 *entorno geográfico del proyecto que de manera directa o indirecta será pasible de recibir y*  
139 *generar interacciones con el mismo* (Cipponeri *et al*, 2010). Frecuentemente, el orden de  
140 magnitud de los impactos negativos es similar al de los beneficios buscados por el proyecto,  
141 razón por la cual resulta imprescindible prestar atención a las mencionadas interacciones.  
142 Asimismo, aunque los impactos negativos no tengan el mismo orden de magnitud que los  
143 beneficios, igualmente suelen ser significativos en términos de daños del ambiente natural y  
144 social, razón por la cual aun en ese caso es necesario prestar atención a dichas interacciones.  
145 La ingeniería ha dejado de ser únicamente una generadora de soluciones a problemáticas  
146 puntuales, para convertirse en una disciplina que gestiona recursos, donde ya no es suficiente la  
147 optimización de un diseño o proceso desde un punto de vista técnico, sino que debe optimizar el  
148 funcionamiento del sistema de recursos naturales, tecnológicos, económicos y sociales.  
149 Las razones mencionadas anteriormente justifican la inclusión de la variable ambiental en las  
150 distintas etapas de implementación de los proyectos de ingeniería, buscando un creciente grado  
151 de compatibilidad entre el proyecto y el ambiente. Esto hace que la inclusión de la dimensión  
152 ambiental en la currícula de las carreras de ingeniería quede plenamente justificada.

153  
154 ¿Cuál es la mejor forma de vincular la asignatura Gestión Ambiental con las materias de  
155 proyecto?

156 Las Carreras de Ingeniería en Argentina se organizan, según la Res. 1232/01 Ministerio de  
157 Educación de la Nación, en ciclos de materias a saber: ciencias básicas, tecnológicas básicas,  
158 complementarias y tecnológicas aplicadas. Gestión Ambiental se encuentra categorizada entre las  
159 Complementarias junto a Higiene y Seguridad, Economía e Ingeniería Legal.

160 En el Ciclo de las Tecnológicas Aplicadas y en Trabajo Final es donde se elaboran, de manera  
161 parcial o integral, proyectos de ingeniería.

162 La experiencia más rica en el ámbito de la cátedra de Gestión Ambiental se ha desarrollado a  
163 través de la interacción con los alumnos de Ingeniería Civil, por la cantidad de trabajos finales  
164 que han completado los alumnos de esa carrera en los últimos cuatro años, incorporando de  
165 manera creciente la dimensión ambiental.

166 La forma de realizar los trabajos finales es la siguiente: un grupo de dos o tres alumnos acuerda  
167 con la cátedra de Trabajo Final un proyecto a desarrollar, los alumnos consultan con las cátedras  
168 de las materias específicas aspectos relacionados a la ingeniería de proyecto, y requieren de la  
169 cátedra de Gestión Ambiental el apoyo para la aplicación de instrumentos de gestión ambiental

170 activos (IGAA) (Cipponeri *et al.*, 2010), en el proceso de compatibilización ambiental del  
171 proyecto seleccionado. Los primeros trabajos finales incluían un Estudio de Impacto Ambiental  
172 realizado ya con el proyecto casi finalizado; los que se están desarrollando desde 2010 suelen  
173 incluir previamente un Estudio de Alternativas de Proyecto, donde la matriz de preferencia  
174 incorpora no solo los tradicionales aspectos técnicos, económicos y legales, sino también el  
175 desempeño ambiental de los mismos. Esto evidencia por una parte una mayor conciencia  
176 ambiental por parte de los alumnos y de la cátedra de Trabajo Final, y por otra, la clara  
177 interpretación de que en la actualidad el desarrollo de instrumentos de gestión ambiental (IGA) es  
178 insoslayable a la hora de llevar a la práctica la implementación de un proyecto de desarrollo. En  
179 definitiva, los alumnos pasaron de incorporar la dimensión ambiental *ex post*, a través de un  
180 Estudio de Impacto Ambiental sobre un proyecto ya elaborado, a *ex ante*, incorporando la  
181 dimensión ambiental en el proceso de selección de alternativas de proyecto.

182 En las otras asignaturas que abordan proyectos de ingeniería –las tecnológicas aplicadas- la  
183 incorporación de la dimensión ambiental está limitada por una cuestión fundamental: Gestión  
184 Ambiental se haya ubicada en el último semestre de la carrera y se implementa *ex post* o de  
185 manera simultánea con dichas asignaturas, con lo cual los alumnos carecen de una base sólida  
186 para incorporar dicha dimensión.

187 A partir de estas observaciones se está reflexionando sobre la posibilidad de que la materia se  
188 dicte, en un futuro, en el 6º, 7º u 8º cuatrimestre, de este modo se tendrán dos ventajas y dos  
189 desventajas principales.

190 Ventajas:

- 191 a) el alumno llegará a las asignaturas “de proyecto” con conocimientos básicos de ambiente,  
192 de gestión ambiental y de instrumentos de gestión ambiental,
- 193 b) la cátedra de Gestión Ambiental podrá interactuar más fácilmente con las cátedras “de  
194 proyecto” y podrá ayudar a las mismas, y a sus alumnos, a incorporar la dimensión ambiental  
195 a los proyectos.

196 Desventajas:

- 197 a) se contará con menos posibilidades de aplicar, a lo largo de la cursada, los instrumentos de  
198 gestión ambiental a proyectos concretos que los alumnos manejen con soltura,
- 199 b) las tecnológicas aplicadas brindan numerosas herramientas “duras” que permiten efectuar  
200 valoraciones cuantitativas de las relaciones causa - efecto generadoras de impactos  
201 ambientales (por ejemplo modelos de dispersión de contaminantes).

202  
203

## 204 Conclusiones

205

206 No deberían existir dudas sobre la necesidad de incluir la dimensión ambiental en las carreras de  
207 Ingeniería, atenta a la importancia de las externalidades que los proyectos producen en su área de  
208 influencia. Hoy el debate debe centrarse en cual o cuales pueden ser las formas de incluir dicha  
209 dimensión de manera que los alumnos, futuros graduados, la consideren como parte de su  
210 ejercicio profesional en la gestión de los proyectos.

211 De acuerdo a la experiencia desarrollada con la asignatura Gestión Ambiental, una posibilidad  
212 sería incluir una materia entre el 6º y el 8º semestre con las siguientes características salientes:

- 213 • Conocimiento del ambiente –natural y socioeconómico- y de los conceptos básicos sobre  
214 gestión ambiental tales como impacto ambiental, capacidad de carga, compatibilidad  
215 ambiental y desarrollo sustentable,  
216 • Conocimiento y aplicación de Instrumentos de Gestión Ambiental Inductivos (IGAI),  
217 Activos (IGAA) y de Apoyo (IGAAp) (Cipponeri *et al*, 2010), en la gestión ambiental de los  
218 proyectos de Ingeniería, profundizando en aquellos de más frecuente aplicación y que, a la  
219 vez, permiten internalizar de manera más efectiva el conocimiento de la temática ambiental.  
220 • Capacitación inicial para el trabajo interdisciplinario.

221 Esto supone el desafío de desarrollar durante la cursada los IGAA con un manejo limitado, por  
222 parte de los alumnos, de los proyectos de ingeniería. Sin embargo, los estudiantes ya  
223 comprenden, promediando la carrera, qué es lo que abordan los mencionados proyectos, aunque  
224 no puedan desarrollar la ingeniería de detalle. Esta última podrán desarrollarla en las materias  
225 específicas con el apoyo de nuestra cátedra.  
226  
227

## 228 **Glosario**

229

230 Instrumentos de Gestión Ambiental Activos (IGAA): *aquellos que han sido concebidos para*  
231 *aplicarse sobre proyectos concretos, que toman forma propia cuando se aplican a los mismos y*  
232 *cuyo horizonte temporal de acción es el corto plazo. Los principales son: Informe Ambiental,*  
233 *Estudio de Alternativas, Evaluación y Estudio de Impacto Ambiental, Auditoría Ambiental.....”.*  
234

235 Instrumentos de Gestión Ambiental Inductivos (IGAI): *aquellos cuya existencia no depende de la*  
236 *realización de un proyecto, sino que en caso de realizarse uno lo orientan o condicionan. Su*  
237 *horizonte temporal de acción se desarrolla entre el mediano y el largo plazo. Encontramos entre*  
238 *ellos: Educación Ambiental, Legislación Ambiental, Ordenamiento Territorial e Instrumentos*  
239 *Económicos y Financieros”.*  
240

241 Instrumentos de Gestión Ambiental de Apoyo (IGAAp): *aquellos que se han transformado en un*  
242 *apoyo vital para la implementación de IGA tanto inductivos como activos, en este caso nos*  
243 *referimos a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) o a modelos de dispersión de*  
244 *contaminantes en agua, suelo y aire.*  
245  
246

247 **Agradecimientos:** *A la Lic. en Ciencias de la Educación Stella M. Abate por su apoyo*  
248 *significativo para reflexionar sobre la forma de abordar el trabajo presentado.*  
249  
250

## 251 **Referencias bibliográficas**

252

- 253 Cipponeri Marcos; Angelaccio, Carlos Martín; Salvioli, Mónica Laura (2010). Aspectos Básicos  
254 de los Instrumentos de Gestión Ambiental – La Plata: Facultad de Ingeniería de la UNLP.  
255 Dourojeanni, Axel (2000). Procedimientos de Gestión para el Desarrollo Sustentable: Manual N°  
256 10. Santiago de Chile: ILPES - CEPAL.

- 257 Real Academia Española (2001). Diccionario de la Real Academia Española: Vigésima Edición.  
258 Madrid.
- 259 Gómez Orea (2002). Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid: Mundiprensa Libros SA.
- 260 Pacheco, Juan Francisco, Contreras, Eduardo (2008) – Manual 58 Metodológico de Evaluación  
261 Multicriterio para programas y proyectos. Santiago de Chile: ILPES – CEPAL.
- 262 Ministerio de Educación de la Nación Argentina (2001). Resolución 1232/01. Ciudad Autónoma  
263 de Buenos Aires.