

# **Curriculum Innovations In the Civil Engineering Undergraduate Programmes Towards a Flexible, Modular Educational Approach at the Engineering Faculty of The Pontifical Catholic University of Valparaiso, Chile.**

**Paulino Alonso Rivas**

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso , Valparaíso, Chile, palonso@ucv.cl

**Abelardo Muñoz**

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso , Valparaíso, Chile, amunoz@ucv.cl

**Claudia Parra Böhringer**

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso , Valparaíso, Chile, claudia.parra@ucv.cl

## **ABSTRACT**

The Faculty of Engineering at the Pontificia Universidad Católica de Valparaiso, facing the challenge of forming engineers for a society in constant evolution and change in its technological aspects and social demands, is concerned about the redesign of all its Civil Engineering undergraduate programmes , in a context of innovation that contemplates aspects such as: flexibility that could lead to internal mobility between the different careers of engineering within the faculty; permanent learning, referred to granting certificates, and degrees according to the level of education received; getting certified in less time , thus shortening undergraduate engineering programmes and the effective time that takes a student to finish his or her studies, therefore considering diagnostic evaluations and remedial activities. Likewise, a redesign that contemplates the undergraduate programmes update so that allowing updating opportunities to the engineering professionals; and promote effective links of the engineering programs with the industrial sector. Therefore, The Faculty of Engineering of the PUCV aims at enhancing employability in the national and international context to engineers graduated from these programs, by their capacity to face technological changes and answer to the challenges of the modern and globalized industrial world with innovative attitude. To reach this objective, we propose a curricular redesign of all the Civil Engineering Programs within this Faculty which contemplates a study of the national and international current trends on engineering education and professional profiles that would support decisions to propose a new engineering curricula, with internationally recognized Outcome Results Profiles developed within a flexible curricular framework and innovative educational methodologies.

**Keywords:** Curriculum flexibility, Articulation, Life long Learning, links to industrial sector, Outcome Results Programmes.

## **1. INTRODUCCION**

La Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, ante el desafío de formar ingenieros para una sociedad en constante evolución y cambio en sus aspectos tecnológicos y demandas sociales, se plantea el rediseño de sus programas de Ingeniería Civil, en un contexto de innovación que contemple aspectos de:

- **flexibilidad**, que propicien la **movilidad interna** entre las distintas carreras de ingeniería de la facultad;
- **formación continua**, referida a la obtención de certificados, títulos y grados según el nivel avance de la formación recibida;
- **menor tiempo de egreso**, tanto referido al acortamiento de las carreras como al tiempo efectivo que le demanda al estudiante finalizar su programa, para lo cual se deberán considerar evaluaciones diagnósticas y actividades remediales; asimismo;
- **un rediseño que contemple la actualización profesional**, a fin de mantener al día los programas de estudios y permitir a los profesionales en ejercicio su actualización oportuna; y
- **potenciar la vinculación efectiva** de los programas de estudios **con el sector productivo**.

De esta forma, los profesionales ingenieros, egresados de estos programas, podrán tener una **alta capacidad de adaptación a cambios tecnológicos** y responder con **actitud emprendedora e innovadora** a los desafíos del mundo moderno y globalizado y asegurarse mejores posibilidades de empleabilidad en el contexto nacional e internacional.

Para alcanzar este objetivo, la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), se propuso realizará un rediseño curricular en las carreras de Ingeniería de la Facultad en su conjunto, que, en un período de 12 meses contemple:

- Un estudio de las tendencias nacionales e internacionales actuales sobre los modelos de formación y los perfiles profesionales en ingeniería.
- Una propuesta del Perfil de Egreso de la Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería y del Perfil del Ingeniero Civil de la Facultad de Ingeniería de la PUCV
- Una propuesta de nuevas estructuras curriculares más flexibles y de las estrategias y metodologías involucradas en su implementación.

Se busca como consecuencia:

- Llegar a una arquitectura curricular flexible que permita armonizar los diferentes programas que se ofrecen al interior de la Facultad,
- Generar un modelo centrado en el estudiante y basado en la definición de perfiles profesionales
- sintonizados con las necesidades productivas actuales y futuras del país.
- Generar resultados de aprendizaje y competencias en tiempos inferiores a los actuales, propiciando
- salidas intermedias, articulando, adecuadamente los pregrado y postgrados, generando, a la vez, mayores capacidades de innovación para la competitividad internacional de Chile y su tránsito hacia una economía y sociedad basada en el conocimiento.
- 

## 2. DEFINICION DEL PROBLEMA Y SOLUCIONES PROPUESTAS.

La propuesta de innovación curricular guarda directa relación con el diagnóstico realizado a los programas de la Facultad de Ingeniería luego de haber sido sometidos al proceso de acreditación. En los informes finales se registraron las debilidades de los programas y la necesidad de abordar las soluciones de manera sistema y coordinada. En consecuencia, se hace un registro detallado de los principales problemas que aborda la propuesta y como propone solucionarlo.

### Problema:

Plantear un rediseño del plan curricular de las carreras de ingeniería civil, en todas sus especialidades, de la Facultad de Ingeniería de la PUCV que aborde una definición sobre el Perfil de Egreso del Ingeniero Civil que se busca formar, apunte hacia una estructura curricular flexible e integradora y se lleve a cabo a través de una propuesta metodología consensuada y coherente con los programas ofrecidos en la Facultad, en donde el énfasis este en lograr el aprendizaje efectivo de los alumnos a través del logro de competencias en los distintos módulos de enseñanza.

**Solución:**

El proyecto tiene como objetivo lograr la innovación de los actuales currículos de las carreras de Ingeniería Civil adaptándolo a las nuevas exigencias del mercado profesional y a las nuevas tendencias en educación superior, en donde los programas busquen el logro de competencias acorde con las exigencias de formación de los nuevos ingenieros civiles, a través de un modelo de enseñanza – aprendizaje en donde el protagonista principal sea el alumno.

**Problema:**

Las Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la PUCV. deben ser revisada bajo la lógica de un rediseño curricular en vista a superar los problemas de flexibilidad curricular y movilidad estudiantil, avance curricular y tiempos de egreso, entre otros, que permita la articulación entre los diversos programas vigentes, en términos transversales y entre el pre y post grado de una manera fluida; esto con el fin de responder con un currículo actualizado a las demandas externas del mundo laboral e internas de la Universidad.

**Solución:**

El proyecto tiene como objetivo innovar en la actual estructura curricular de las Ingenierías Civiles en conformidad con las *actuales tendencias nacionales e internacionales de la educación superior*, que considera programas de formación basada en competencia, y metodología basadas en problemas y proyectos entre otras. Salidas intermedias y menor duración de los estudios incorporando el concepto de educación continua a través de la articulación con el post grado y el retorno de los egresados a continuar su perfeccionamiento.

**Problema:**

Los programas de Ingeniería Civil están concebidos en forma independiente sin una articulación entre ellos con dificultades de movilidad estudiantil y sin reconocimientos de niveles de estudios obtenidos por el alumno, lo que impide salidas intermedia en el proceso de formación. Excepto cuando ha cumplido con el total de créditos exigidos por el plan.

**Solución:**

La posibilidad de introducir niveles de formación certificados durante el proceso formativo permite conformar líneas de formación basada en módulos, para crear títulos o certificaciones intermedias que permitan al estudiante lograr reconocimientos de estudios a ciertos niveles de avance en sus formación que sean comunes y aceptados por todos los integrantes de la Facultad con posibilidad de trasladarse de un programa a otro sin pasar por homologaciones de asignaturas y de estudios, además de permitir la formación continua con periodos vacíos según lo determine el propio alumno.

### 3. METODOLOGIA

El proyecto considera una fase de recopilación de antecedentes y un estudio comparado acerca de la tendencia nacional e internacional de la formación de ingenieros civiles; de las competencias requeridas de los ingenieros civiles en el sector productivo y de las proyectadas en el contexto mundial y nacional, para luego pasar a la fase de consulta a profesionales del rubro, a través de un sistema de encuestas y entrevistas. Con estos antecedentes recogidos se pasará a la fase de análisis e interpretación de los datos, durante la cual se requerirá el trabajo conjunto de las distintas unidades académicas de la Facultad para realizar la traducción educativa y encauzar las competencias validadas del rol del ingeniero civil en el contexto profesional a la definición de las capacidades medibles y observables que se espera demuestren los estudiantes al final del proceso formativo y que constituirá, finalmente el **perfil de egreso del Ingeniero Civil de la PUCV**. Asimismo, se espera llegar a definir los conocimientos (en sus aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales) que será necesario abordar para el logro de las capacidades comprometidas en el Perfil de Egreso.

En la fase siguiente, cada una de las distintas carreras de ingeniería civil de la Facultad de Ingeniería de la PUCV, deberá hacer un trabajo, tutorado por la comisión a cargo del proyecto, en donde definan cuales son las capacidades que espera lograr en los egresados de cada especialidad, sumando estas a las ya definidas para el Ingeniero Civil.

Una vez definidas las competencias transversales y específicas que debe poseer el ingeniero civil de cada especialidad, se propondrá, en un proyecto de implementación, futuro, el rediseño de los programas curriculares en pos de lograr el cumplimiento de dichas competencias y de permitir la flexibilidad curricular, ya sea al interior de la unidad académica, como entre las distintas carreras de la Facultad; y establecer una metodología de enseñanza acorde con la nueva realidad.

#### 4. OBJETIVOS GENERALES

Como consecuencia de este trabajo se espera

- Generar un Modelo de formación que pueda ser aplicado en las carreras de Ing. Civil de la FIN PUCV acorde con la formación basada en competencias.
- Generar una estructura curricular modularizada y flexible que facilite la articulación de los diversos programas de la Facultad y permita la movilidad de los estudiantes en su desarrollo formativo tanto entre los diversos programas de pre grado.
- Generar una propuesta metodología consensuada y coherente con los programas ofrecidos en la Facultad, donde el énfasis sea lograr el aprendizaje efectivo de los alumnos a través del logro de competencias en los distintos módulos de enseñanza.

#### 5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

En la tabla N°1 siguientes se establecen con claridad los objetivos específicos que persigue el proyecto, especificando qué se pretende lograr.

**Tabla 1: Objetivos Especificos**

1.- Hacer un estudio de los modelos de formación, perfil de egreso de las carreras de Ingeniería Civil desde una visión nacional e internacional,
2.- Obtener información de los requerimientos profesionales demandados por las empresas productivas y de servicios y profesionales ingenieros.
3.- Levantar y validar la competencia genérica correspondiente a los perfiles de egreso de los programas de Ingeniería Civil de la Facultad.
4.- Generar un perfil genérico del Ingeniero Civil de la FIN PUCV que pueda ser adoptado en los diversos programas de la facultad
5.- Desarrollar una estructura curricular que permita certificaciones intermedias, formación continua , movilidad interna de estudiantes, menor tiempo de egreso y actualización de los programas de estudios para las diversas carreras de la Facultad.
6.- Proponer un modelo metodológico consensuada y coherente con el Perfil y la malla curricular propuestos.

## 7. Propuesta Plan de Implementación

A cada uno de estos objetivos específicos se les asignará un tiempo y serán medidos en forma periódica a través de indicadores de resultado, como podrá observarse en las tablas siguientes:

**Tabla 2: Estrategias y Actividades Principales**

Actividad	Mes inicio	Mes término
<b>1. Estudios nacionales e internacionales de los modelos de formación y perfiles de egreso de los Ingenieros Civiles</b>	1	2
1.1. análisis bibliográfico del estado del arte.	1	2
1.2 Recopilación de experiencias internacionales y nacionales.	1	2
1.3 Realización de seminario internacional.	2	2
1.4 Realización del Informe Final de los estudios.	2	2
<b>2. Definición del Perfil de Egreso</b>	3	6
2.1 Realización de Grupos Focales y entrevistas con egresados, empresarios, expertos.	3	5
2.2 Propuestas y validación del cuestionario de opinión.	3	5
2.3 Definición de muestra para su aplicación.	4	4
2.4 Aplicación del instrumento.	4	5
2.5 Análisis estadístico de los resultados obtenidos.	5	6
2.6 Informe Final del Perfil de Egreso del Licenciado en Ciencias de la Ingeniería	6	6
<b>3. Definición de la Estructura curricular</b>	7	10
3.1 Taller sobre articulación, Itinerarios de Formación y reconocimiento de aprendizajes previos en Ingeniería Civil.	7	7
3.2 Definición de los tiempos, créditos y secuencia de módulos	7	8
3.3 Análisis de consideraciones para la definición de la estructura (Colegio de Ingenieros, Instituto de Ingenieros, Organismos internacionales, otros.	8	9
3.4 Informe Propuesta de la Estructura Curricular.	9	10
<b>4. Definición del Modelo Metodológico</b>	10	12
4.1 Revisión bibliográfica y Recopilación de antecedentes	10	11
4.2 Seminario de alternativas y tendencias metodológicas °	oooo	11
4.3 Informe Final de la propuesta metodológica para la Facultad de Ingeniería.	11	12
<b>5 Propuesta de un Plan de Implementación</b>	12	12
Análisis de los Informes anteriores	12	12
Socialización al interior de la Facultad de los resultados del proyecto.	12	12
Propuesta Plan de Implementación	12	12

El proyecto requiere para su ejecución de apoyo técnico en los siguientes ejes de desarrollo:

## 6. PLAN DE ASISTENCIA TECNICA

El proyecto requiere para su ejecución de apoyo técnico en los siguientes ejes de desarrollo:

- **Modelo de formación y perfil de egreso del Ingeniero:** El desarrollo de la innovación curricular, conlleva la definición de las competencias genéricas del Ingeniero, el perfil que le corresponde y el modelo que lo sustenta para los cual se requiere de aplicación de metodología para recabar información de todos los agentes que participan del proceso formativo. La realización del proceso requiere de especialistas que conduzcan con eficiencia las diversas etapas de recabar información válida, determinar las competencias, definir el perfil y estructurar el modelo.
- **Articulación, Itinerario de formación y reconocimiento de aprendizajes previos:** La variedad programas de estudios de la facultad permite desarrollar un modelo que los integre y los articule de modo de permitir que el proceso formativo permita flexibilidad en el avance y movilidad de los alumnos en los programas. Para lo cual es necesario conocer experiencias que realicen esquemas integrados que articule adecuadamente los itinerarios de formación y reconozcan los aprendizajes previos de los alumnos.
- **Metodologías de Formación.** Los modelos innovadores que se esperan obtener al termino del proyecto conlleva a la instalación de metodologías adecuadas que puedan sustentar el modelo para lo cual es necesario disponer de apoyo técnico que permita socializar y dar a conocer las diversas metodologías disponibles como así conocer de las ventajas y debilidades de la propuesta. Metodológica

Para la realización de estos trabajos se considerará la experiencia de los académicos que están participando en proyectos de innovación curricular al interior de la Facultad de Ingeniería junto con la visita de expertos del área de curricular para ingenierías con el propósito de aclarar las dudas y apoyar el trabajo de los académicos, dejando una capacidad instalada para futuros procesos de rediseño curricular. Se han planificado tres visitar de asistencia técnica para los siguientes propósitos:

- Visita de 1 especialista extranjeros al proyecto con conocimientos en Perfiles por Competencias para el rediseño curricular en Ingeniería Civil quien traspasan sus conocimientos a 70 académicos de la Facultad de Ingeniería de la PUCV.
- Visita de 1 especialista extranjero al proyecto con conocimientos en Articulación e Itinerarios de Formación y Reconocimiento de Aprendizajes Previos de los Ingenieros Civiles.
- Visita de 1 especialista extranjero al proyecto con conocimientos en Metodologías innovadoras para la formación de Ingenieros Civiles quien traspasará sus conocimientos a 70 académicos de la Facultad de Ingeniería de la PUCV

La participación de otros profesionales será de carácter operativo, cuyo propósito será avanzar en el análisis de los datos necesario para la toma de decisiones del equipo a cargo del proyecto. Los detalle de las actividades de asesoría técnica se detallan en la tabla siguiente:

**Tabla 3: Detalle del Plan de Asistencia Técnica.**

<b>Asistencia Técnica N°</b> Identifique cada AT con un número	<b>Objetivo.</b> Describa brevemente el objetivo general de la intervención.	<b>Alcances y Resultados Esperados.</b> Describa principales logros y productos que se pretenden alcanzar con la intervención.	<b>Perfil Profesional Consultora o Expertos.</b> Señale las principales características deseadas en la consultora o persona que realizará la intervención.
AT1 Asistencia técnica para la realización de los estudios nacionales e internacionales	Recopilar experiencias nacionales e internacionales relacionadas con los modelos de formación y perfiles de los ingenieros civiles.	Informe con los antecedentes que sustenten y apoyen el levantamiento, definición y validación de la propuesta de Perfil del Ingeniero Civil de la Facultad de Ingeniería de la PUCV.	Profesionales del área de ingeniería en ejercicio de la actividad académica en educación superior
AT2 Asistencia técnica en definición, levantamiento y validación de Perfiles de Ingeniería Civil.	Apoyo en el proceso de definición, levantamiento y validación de Perfiles por Competencias para el rediseño curricular en Ingeniería Civil	Perfil del Ingeniero Civil común para todas las carreras de la Facultad de Ingeniería.	Profesionales con experiencia en rediseño curricular por competencias en educación superior
AT3 Asistencia técnica Articulación, Itinerarios de Formación y Reconocimiento de Aprendizajes Previos de los Ingenieros Civiles .	Apoyo en el proceso de construcción de la arquitectura curricular que permita la Articulación, Itinerarios de Formación y Reconocimiento de Aprendizajes Previos de los Ingenieros Civiles .	Nueva arquitectura curricular que permita Articulación, Itinerarios de Formación y Reconocimiento de Aprendizajes Previos de los Ingenieros Civiles .	Profesional con experiencia en articulación, itinerarios de formación y reconocimiento de aprendizajes previos.
AT4 Asistencia técnica en Metodologías innovadoras para la formación de Ingenieros Civiles	Definir un modelo Metodológico innovador para la formación de Ingenieros Civiles	Contar con un modelo Metodológico innovador para la formación de Ingenieros Civiles	Profesional con experiencia en modelos Metodológico de formación de Ingenieros Civiles
AT5 Asistencia técnica en análisis estadístico	Recopilar información requerida en el proyecto mediante encuestas y cuestionarios y análisis estadístico	Resultados de encuestas a los colectivos relacionados a la especialidad para la validación del Perfil del Ingeniero Civil de la PUCV.	Estadístico con experiencia en diseño y análisis de encuestas Encuestadores

## 7. PLAN DE EVALUACION

Se seguirá un plan detallada de evaluación de cada una de las fases definidas en el proyecto, realizando la revisión de las evidencias y los productos que este se desprenderán y que se han definido como “medios de verificación” de resultados en la tabla siguiente:

**Tabla 4: Indicadores para la evaluación de los impactos del proyecto**

	<b>INDICADOR</b>	<b>Referencia a Objetivos Específicos</b>	<b>Metodología de Cálculo</b>	<b>Supuestos</b>	<b>Medios de Verificación</b>	<b>Cálculo Valor Base</b>	<b>Valor línea Base año 2006</b>	<b>Estándar deseado Año2009</b>
1	<b>Perfil de Egreso del Ingeniero Civil consensuado para todas las Escuelas Facultad de Ingeniería de la PUCV</b>	1,2,3 y 4	No hay cálculo	Se parte de la base de la inexistencia de un Perfil de Egreso del Ingeniero Civil común para todas las carreras de la Facultad de Ingeniería de la PUCV	Texto del perfil de egreso correspondiente al Ingeniero Civil de la PUCV.		0	Se cuenta con un Perfil consensuado
2	<b>Modelo de la Estructura Curricular consensuado y común , que responde al Perfil de Egreso, para toda la Facultad de Ingeniería de la PUCV</b>	5	No hay cálculo	Se parte de la base de la inexistencia de un modelo de Estructura Curricular homogéneo del Ingeniero Civil , para todas las carreras de la Facultad de Ingeniería de la PUCV	Estructura Curricular, articulada, flexible, modularizada, con salidas intermedias, y ciclos de formación de menor duración.		0	Se cuenta con un Marco Curricular consensuado
3	<b>Modelo Metodológico consensuado y común , que responde al Perfil de Egreso y a la Estructura Curricular para toda la Facultad de Ingeniería de la PUCV</b>	6	No hay cálculo	Se parte de la base de la inexistencia de un modelo metodológico homogéneo para la implementación del modelo de formación profesional del Ingeniero Civil, consensuado para toda la Facultad de Ingeniería de la PUCV	Modelo Metodológico coherente con el Perfil de Egreso y la Estructura Curricular .			Se cuenta con un modelo metodológico consensuado
			No hay cálculo					

## 8. CONCLUSIONES

El proyecto proporcionará a la Facultad de Ingeniería de la PUCV, un Perfil de Egreso del Ingeniero Civil, transversal para todas las carreras que en ella se imparten; una nueva estructura curricular flexible e integradora y se implementará a través de una propuesta metodológica consensuada y coherente con los programas ofrecidos en la Facultad, con énfasis en el logro de los aprendizajes efectivos de los alumnos,

basada en el modelo de competencias, articulada, con itinerarios de formación y reconocimiento de aprendizajes previos de los ingenieros civiles, lo cual se sustentará en el tiempo a través de un proceso sistemático de seguimiento y control de los procesos formativos y constante actualización de los Perfiles de Egreso como trabajo de coordinación interno de la Facultad.

El apoyo a los cambios en la nueva estructura curricular de la Facultad de Ingeniería de la PUCV, que asegure la implementación efectiva del Perfil de Egreso del Ingeniero Civil de acuerdo a la Estructura Curricular definida y al modelo metodológico propuesta, y las instancias que faciliten la articulación, los itinerarios de formación y el reconocimiento de aprendizajes previos de los ingenieros civiles, estará dado por lineamientos emanados del Decanato de la Facultad de Ingeniería de la PUCV. Asimismo, la evaluación de la nueva estructura y modelo implementado y del nuevo proceso formativo estará a cargo de esta Facultad, mediante un sistema de monitoreo, en conjunto con los Directores de las Escuelas involucradas.

Todo lo anterior permitirá establecer con claridad un modelo de formación con enfoque de competencias en la formación del Ingeniero Civil de la Facultad de Ingeniería de la PUCV, fortaleciendo los componentes del sello de responsabilidad social que nos distingue como universidad y nos fortalece como Facultad al encontrar respuesta a los problemas que hemos detectado y que urge abordar con profesionalismo y acuciosidad.

### ***Autorización y Renuncia***

*Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en los procedimientos de la conferencia. LACCEI o los editors no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito*

### ***Authorization and Disclaimer***

*Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.*