



Hugo Roger Paz*

Hacia un nuevo paradigma en el diseño curricular

RESUMEN

La duración promedio de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán (FACET-UNT) para los que han egresado en el año 2018 es de 9,8 años, lo cual casi duplica la prevista en el plan de estudio (5,5 años). En el presente trabajo se realiza la evaluación de la estructura del plan de estudios mediante la aplicación de herramientas de análisis de procesos con una duración acotada en el tiempo o PERT (del inglés, Program Evaluation and Review Techniques). Con esta técnica se evaluó el tiempo que le llevaría a un alumno hipotético completar sus estudios solo con base en la estructura curricular. Los resultados muestran que, bajo condiciones ideales, es imposible que un alumno egrese en el tiempo estipulado. Finalmente, se proponen herramientas de generación de modelos de simulación más sofisticados para evaluar y optimizar el diseño de un plan de estudios previo a su implementación.

PALABRAS CLAVE

PERT ▪ Modelización ▪ Plan de estudios universitarios

ABSTRACT

The average duration of the Civil Engineering major at the Faculty of Exact Sciences and Technology of the National University of Tucuman (FACET-UNT) for those who have graduated in 2018 is 9,8 years, which almost doubles the

* Docente e investigador de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina. Doctorando en Educación de la Facultad de Filosofía y Letras (UNT). Correo electrónico: hpaz@herrera.unt.edu.ar ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1237-7983>



expected in the study plan (5,5 years). In the present work, the evaluation of the structure of the study plan is carried out through the application of process analysis tools with a limited duration in time or PERT (Program Evaluation and Review Techniques). With this technique, the time it would take for a hypothetical student to complete their studies was evaluated based only on the curricular structure. The results show that, under ideal conditions, it is impossible for a student to graduate in the stipulated time. Finally, more sophisticated simulation model generation tools are proposed to evaluate and optimize the design of a study plan prior to its implementation.

KEYWORDS

PERT • Modeling • University Curriculum

INTRODUCCIÓN

En el año 2005 se puso en vigencia el llamado Plan 1996 Actualizado, el que finalmente se denomina Plan 2005, aprobado por el H.C.S. de la Universidad Nacional de Tucumán mediante Resolución N° 2016/01. En la elaboración del mismo se tuvieron en cuenta las recomendaciones que hasta el año 1995 se habían elaborado en las reuniones del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI).

Entre los principales objetivos perseguidos con la implementación del nuevo plan del nuevo currículum figuran:

- a) Dar respuesta a las necesidades de formación de docentes y estudiantes, a través de un mecanismo educativo ágil y ajustable.
- b) Inculcar a los estudiantes los hábitos de trabajo propios del desempeño profesional.
- d) Formar un profesional responsable, realista, creativo e informado.
- e) Establecer un sistema eficiente que haga posible el cumplimiento del Plan de Estudios en el tiempo previsto.

El Plan de Estudios para la carrera se desarrolla en once módulos semestrales con una duración total de cinco años y medio. El Plan está estructurado en cuatro Bloques Curriculares, de acuerdo a lo detallado en la Tabla 1.

El Plan de Estudios tiene a su vez un Sistema de Correlativas, el cual determina las condiciones que debe cumplir el alumno para poder cursar una asignatura. Dicho sistema asigna dos tipos de condiciones:

- Asignaturas que deben estar “regularizadas”, es decir, con los parciales y/o carpeta de trabajos prácticos aprobados.
- Asignaturas que deben estar “aprobadas”, es decir, con el examen final realizado y aprobado. De esta manera el alumno acreditó la asignatura en su currículum académico.



*Tabla 1. Plan de Estudios de Ingeniería Civil 2005.
Estructura de Bloques Curriculares*

Bloque curricular	Cantidad de asignaturas	Carga horaria	%
Ciencias Básicas	13	1.168 hs.	27,8%
Tecnológicas Básicas	13	1.152 hs.	27,4%
Tecnológicas Aplicadas	13	1.256 hs.	29,9%
Complementarias	5	624 hs.	14,8%
Totales	44	4.200 hs.	100,0%

En la Tabla 2, se pueden observar las asignaturas que conforman el Plan de Estudios, el módulo al cual pertenecen y el Sistema de Correlativas correspondiente.

Tabla 2. Plan de Estudios de Ingeniería Civil 2005. Sistema de Correlativas

Asignatura	Módulo	“Precedentes” (deben estar regularizadas)	“Ante-precedentes” (deben estar aprobadas)
1 Cálculo I	1	---	---
2 Física I	1	---	---
3 Sistemas de Representación	1	---	---
4 Álgebra y Geometría Analítica	1	---	---
5 Cálculo II	2	1 Cálculo I	---
6 Física II	2	2 Física I - 1 Cálculo I	---
7 Fundamentos de Química General	2	---	---
8 Informática	2	1 Cálculo I - 4 Álgebra y Geometría Analítica	---
9 Elementos de Álgebra Lineal	2	4 Álgebra y Geometría Analítica	---
10 Cálculo III	3	5 Cálculo II - 9 Elementos de Álgebra Lineal	1 Cálculo I - 4 Álgebra y Geometría Analítica
11 Diseño Asistido	3	---	3 Sistemas de Representación - 4 Álgebra y Geometría Analítica
12 Mecánica Técnica	3	5 Cálculo II	1 Cálculo I - 2 Física I - 4 Álgebra y Geometría Analítica



Asignatura	Módulo	“Precedentes” (deben estar regularizadas)	“Ante-precedentes” (deben estar aprobadas)
13 Física III	3	6 Física II – 5 Cálculo II	1 Física I – 2 Cálculo I
14 Probabilidad y Estadística	4	10 Cálculo III	5 Cálculo II – 9 Elementos de Álgebra Lineal
15 Cálculo IV	4	10 Cálculo III	5 Cálculo II – 9 Elementos de Álgebra Lineal
16 Geología Básica	4	---	7 Fundamentos de Química General
17 Estabilidad I	4	12 Mecánica Técnica	5 Cálculo II
18 Mecánica de los Fluidos	5	15 Cálculo IV	6 Física II – 10 Cálculo III – 12 Mecánica Técnica
19 Topografía y Geodesia	5	14 Probabilidad y Estadística	5 Cálculo II – 8 Informática – 11 Diseño Asistido
20 Estudio de Materiales I	5	16 Geología Básica – 14 Probabilidad y Estadística	13 Física III
21 Estabilidad II	5	17 Estabilidad I – 15 Cálculo IV	12 Mecánica Técnica – 10 Cálculo III
22 Hidráulica Básica	6	18 Mecánica de los Fluidos	15 Cálculo IV
23 Mecánica de los Suelos	6	21 Estabilidad II – 20 Estudio de Materiales I	15 Cálculo IV – 16 Geología Básica
24 Estudio de Materiales II	6	20 Estudio de Materiales I – 21 Estabilidad II	16 Geología Básica – 14 Probabilidad y Estadística
25 Estabilidad III	6	21 Estabilidad II	17 Estabilidad I – 15 Cálculo IV
26 Estabilidad IV	7	25 Estabilidad III	21 Estabilidad II
27 Hormigón I	7	24 Estudio de Materiales II – 25 Estabilidad III	21 Estabilidad II
28 Hidrología	7	22 Hidráulica Básica	18 Mecánica de los Fluidos
29 Diseño Geométrico Vial	7	---	19 Topografía y Geodesia – 20 Estudio de Materiales I
30 Hidráulica Aplicada I	8	28 Hidrología	24 Estudio de Materiales II – 22 Hidráulica Básica
31 Obras Básicas Viales	8	29 Diseño Geométrico Vial – 28 Hidrología	23 Mecánica de los Suelos – 22 Hidráulica Básica
32 Hormigón II	8	27 Hormigón I – 26 Estabilidad IV	24 Estudio de Materiales II – 25 Estabilidad III



Asignatura	Módulo	“Precedentes” (deben estar regularizadas)	“Ante-precedentes” (deben estar aprobadas)
33 Cimentaciones	8	27 Hormigón I – 26 Estabilidad IV	23 Mecánica de los Suelos – 25 Estabilidad III – 24 Estudio de Materiales II
34 Hidráulica Aplicada II	9	30 Hidráulica Aplicada I	27 Hormigón I – 28 Hidrología
35 Construcciones Sismorresistentes	9	32 Hormigón II – 33 Cimentaciones	27 Hormigón I – 26 Estabilidad IV
36 Estructuras Metálicas y de Madera	9	33 Cimentaciones	---
37 Diseño y Construcción de Pavimentos	9	31 Obras Básicas Viales – 33 Cimentaciones – 29 Diseño Geométrico Vial	
38 Arquitectura y Urbanismo	10	35 Construcciones Sismorresistentes – 36 Estructuras Metálicas y de Madera	32 Hormigón II
39 Organización y Conducción de Obras	10	Módulo IX completo	---
40 Derecho y Ciencias Sociales	10	Módulo VIII completo	---
41 Instalaciones Complementarias de Edificios	10	34 Hidráulica Aplicada II	30 Hidráulica Aplicada I
42 Economía y Evaluación de Proyectos	10	Módulo IX completo	---
43 Práctica Profesional Supervisada	11	---	Módulo IX completo
44 Proyecto Final	11	---	Módulo IX completo

El cursado de asignaturas se divide en dos cuatrimestres por año. El primero generalmente comienza a mediados de marzo y finaliza a fines de junio, en tanto que el segundo cuatrimestre comienza a mediados de agosto y finaliza a fines de noviembre de cada año calendario. Cada uno de estos cuatrimestres se denominan “Módulos” en el Plan de Estudios.

Asimismo, se disponen de dos recesos, el primero corresponde al receso de verano, que se inicia el primero de enero y culmina el 31 de enero. El receso invernal comprende 15 días corridos y generalmente se corresponde con las dos semanas intermedias del mes de julio.

En relación a las mesas de exámenes regulares, se disponen de tres turnos:



- Turno febrero-marzo: las mesas generalmente se disponen los días jueves, desde mediados de febrero hasta mediados de marzo. Son cuatro mesas, dispuestas con una separación temporal de una semana entre cada una de ellas.
- Turno julio-agosto: las mesas generalmente se disponen los días jueves. También cuenta con 4 mesas de examen, las cuales se generalmente se disponen una antes del receso invernal y tres posterior a este. La separación temporal entre mesas se adopta nuevamente de una semana, salvo la que están separadas por el receso invernal.
- Turno diciembre: se cuenta con tres mesas, con una separación temporal de una semana. Las mesas generalmente se disponen los días jueves, salvo que el día coincida con algún día feriado. Comienzan en la primera semana de diciembre y culminan antes del comienzo de las fiestas de fin de año.

Actualmente el sistema de evaluación que predomina en las asignaturas es la de exámenes parciales (con un mínimo de dos) y trabajos prácticos, los cuales deben ser completados y aprobados por los docentes. Estas instancias de evaluación se realizan generalmente durante el cursado pero, en algunos casos, se extienden más allá de dicho período, llegando a veces a demorarse casi hasta el inicio del cursado del cuatrimestre siguiente. Las condiciones para acceder a la regularidad de la asignatura, lo que le permite acceder al examen final exige la aprobación de todas las instancias anteriores. Para que la asignatura se considere aprobada y acreditada, el alumno debe aprobar un “Examen Final”, para lo cual, preparar nuevamente todo el contenido de la asignatura. Esto nos está indicando que tal vez estamos en presencia de una sobreevaluación del proceso enseñanza-aprendizaje.

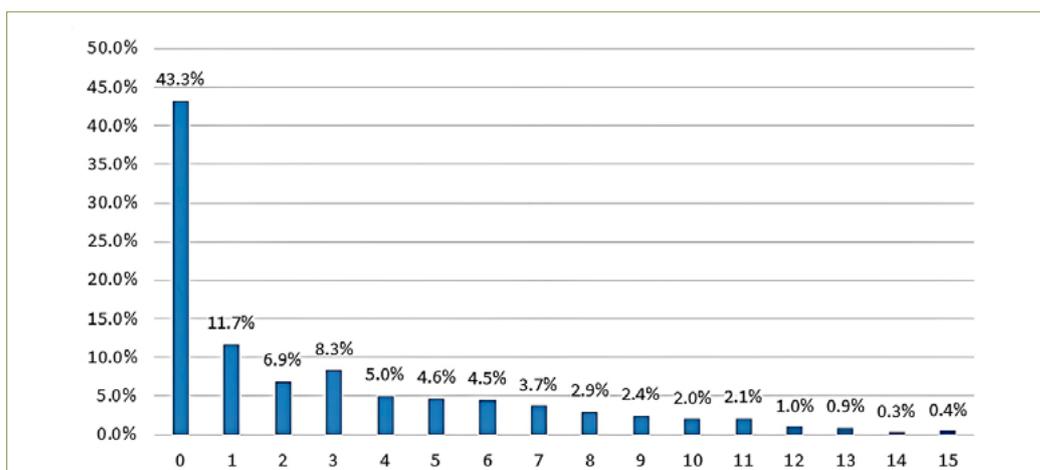
Entre los fundamentos bajo los cuales se diseñó el plan de estudios vigente estaba el de la evaluación continua durante el cursado de la asignatura. Esto tendía a que, al finalizar el cursado, el alumno obtenga o no según sea su rendimiento académico, la aprobación final de la asignatura, sin la necesidad de recurrir a otra instancia de evaluación como el examen final. Sin embargo, solo el 50% de las asignaturas disponen de un sistema de evaluación que otorgue la aprobación directa del cursado (promoción), y cuando lo tienen, este es tan exigente que pocos alumnos logran conseguirla. En la Figura 1 se pueden observar el porcentaje de alumnos en función de la cantidad de asignaturas en las cuales alcanzan la promoción.

Como se puede observar, más del 40% de los alumnos no promociona ninguna de las asignaturas que cursó, en tanto que solo el 0,4% de los alumnos alcanzan a promocionar 15 asignaturas. Debemos destacar que tampoco es el máximo de asignaturas que pueden promocionar, ya que actualmente son 23 las asignaturas que tienen el sistema de promoción.

De esta manera, los alumnos en la gran mayoría de los casos deben presentarse a un examen final en todas las asignaturas de la carrera, lo que los conduce al retraso en el cursado por las razones evidentes de falta de tiempo para el estudio, la preparación de los exámenes finales para las fechas propuestas por la facultad.



Figura 1. Porcentaje de alumnos por asignaturas promocionadas



Fuente: Base de Datos Sistema de Gestión Administrativa y de Alumnos (SIGEA) - FACET.

Esto de ninguna manera pretende proponer que se añadan nuevas mesas de exámenes o que se incluyan estas durante el cursado de las asignaturas (práctica que en algunos casos se permite). Esto a la larga distrae a los alumnos del cursado de las asignaturas, restándoles rendimiento en el estudio.

Esta situación es una de las que lleva a que los alumnos deban resignar el cursado de materias en un cuatrimestre o hasta un año para poder dedicarse a la preparación de exámenes finales, alargando el tiempo de sus carreras. Asimismo, debido al Sistema de Correlativas existente, el hecho de que el alumno no haya aprobado el examen final de una asignatura le impide el cursado de una asignatura en la cual se exija este requisito.

Para el año 2019, la duración promedio de la carrera de ingeniería civil casi duplica la prevista en el plan de estudio. En las Tabla 3 y Tabla 4 se pueden observar los promedios de duración que tardan los alumnos en completar la carrera en función del año de egreso y del año de ingreso o cohorte.

Tabla 3. Tiempo de duración de la carrera en función del año de egreso

Año Egreso	Promedio (años)
2010	6,67
2011	6,74
2012	7,13
2013	7,41
2014	8,36
2015	9,59
2016	9,78
2017	10,38
2018	9,75

Fuente: Base de Datos SIGEA – FACET.



Tabla 4. Tiempo de duración de la carrera en función del año de ingreso (cohorte)

Año Ingreso (Cohorte)	Promedio (años)
2004	10,51
2005	9,79
2006	8,57
2007	9,33
2008	8,89
2009	8,66
2010	7,53
2011	7,20
2012	6,06

Fuente: Base de Datos SIGEA – FACET.

Sin embargo, esta forma de calcular los promedios de duración de la carrera no nos indica la verdadera duración de la misma. Para ello debemos hacer un análisis estadístico que tenga en cuenta a los que aún no egresaron y que están cursando sus estudios. Este tipo de análisis se puede realizar utilizando técnicas estadísticas conocidas como análisis de supervivencia (Paz, 2022).

La discrepancia que podemos observar en cuanto a la forma en que se calculan los promedios se puede explicar de acuerdo a lo expresado por Paz (2022):

Como podemos observar, la evolución del promedio de duración de la carrera en el tiempo es diferente según el criterio con el que elijamos el año para hacer el ordenamiento del cálculo. Para el primer caso, podríamos decir que la duración promedio está disminuyendo con el transcurso del tiempo. Sin embargo, lo opuesto ocurre cuando lo analizamos en función del año en el que egresan los alumnos. Y esto es así porque para el primer caso, los que egresaron, por ejemplo, de la cohorte 2012, son los que mejor rendimiento académico tuvieron, ya que fueron los primeros en egresar. Esto lleva a que el promedio sea relativamente bajo (igual vemos que supera en un año y medio al previsto en el plan de estudios). En este caso, todavía quedan muchos alumnos de la cohorte 2012 que aún están cursando la carrera. Estos, al momento de egresar, en un tiempo mayor, terminarán haciendo que el promedio de la cohorte se incremente.

Un razonamiento similar, pero en sentido inverso se puede aplicar a los datos de la Tabla 2. Como el plan de estudios se inicia formalmente en el año 2005, con alumnos que ingresaron a la carrera en el plan anterior e hicieron validar las asignaturas que ya venían cursando en el plan anterior alumnos que hicieron, los alumnos que egresaron en el año 2010 también son los que presentaron mejor desempeño académico.

A medida que transcurren los años, el promedio de años de cursado se incrementa ya que comienzan a egresar los alumnos que ingresaron en los primeros tiempos de la carrera. De esta manera podemos ver que la determinación del promedio



de duración de la carrera debe tener en cuenta todos estos aspectos. Los valores reales de tiempo medio de duración de la carrera son aún superiores a los antes mencionados si se realizan los análisis estadísticos de la manera adecuada (p. 3).

Estos números muestran que uno de los objetivos principales planteados en el diseño del curriculum vigente, “Establecer un sistema eficiente que haga posible el cumplimiento del Plan de Estudios en el tiempo previsto”, no se cumple.

Otra forma de evaluar este problema es mediante el indicador de eficiencia de la titulación “E”, definida como la proporción de estudiantes “T” que se titula en los períodos académicos comprendidos en un año “t”, en comparación con la matrícula nueva en primer año “N”, en el tiempo correspondiente a una duración “d”, correspondiente a las carreras establecidas en los planes de estudios oficiales (IESALC,¹ 2007, p. 159). Es decir:

$$E = T(t) / N(t-d)$$

Para la carrera de ingeniería civil, la eficiencia de titulación es de aproximadamente un 10%, según se observa en la Tabla 5, valor extremadamente bajo si se lo compara con otras universidades de América Latina, los cuales se pueden ver en la publicación del IESALC. Esto nos indica que la eficiencia de titulación es muy baja.

Tabla 5. Eficiencia de titulación de Ingeniería Civil. Plan 2005

Año	Ingresantes	Egresantes	Eficiencia de Titulación
2010	118	3	4%
2011	79	12	9%
2012	142	23	18%
2013	133	12	13%
2014	108	14	16%
2015	105	15	13%
2016	103	19	24%
2017	102	26	18%
2018	96	13	10%

Fuente: Base de Datos SIGEA – FACET.

Como podemos observar, la eficiencia de titulación es baja, con una media de 13,8%. Para tener un valor de referencia, en la publicación de la IESALC antes citada se

1. Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe.

pueden observar valores de eficiencia de titulación para distintos países de América Latina. El promedio de la carrera está por debajo del promedio de Argentina y están entre los más bajos de la región. Solo Honduras (13,5%) presenta un valor menor. En la Figura 2 se puede observar una tabla con la eficiencia de titulación para la carrera de Ingeniería Civil, Derecho y Medicina (IESALC, 2007, p. 162).

Figura 2. Eficiencia de Titulación para distintos países latinoamericanos

■ Cuadro 11.4 Eficiencia de titulación para el período 1998-2002 para carreras específicas (basado en estadísticas nacionales)

Países	Derecho	Ingeniería en Obras Civiles	Medicina
Argentina			
Bolivia	43,0	30,0	42,0
Brasil (1)	91,7	88,9	97,3
Chile	20,9	34,4	96,0
Colombia			
Costa Rica (2)	65,0	42,0	96,5
Cuba	91,0	67,7	87,0
Guatemala	25,9	18,7	32,0
Honduras	52,2	20,4	49,2
México	62,0	44,0	52,0
Panamá	57,0	42,0	97,0
Paraguay (5)	49,0	(6) 55,0	99,0
República Dominicana	30,0	19,0	37,0
Uruguay	27,6	(3) 33,2	(4) 40,6
Venezuela	66,7	38,6	100
Promedio	46,8	38,2	70

Fuente: Elaborado en base a los estudios nacionales. Notas: (1) Promedio sin considerar al año 2000 en Medicina. (3) Incluye todas las Ingenierías. (4) Incluye todas las carreras del área de salud. (5) Solo considera universidades públicas (falta de datos)

Estos indicadores son una muestra evidente de la existencia de un proceso de desgranamiento, el cual no es solo un problema de la carrera que se está analizando, sino que se podría decir es, al menos, de carácter regional.

González Fiegehen expresa que:

De acuerdo a los antecedentes previos en Argentina, se estimaba que en las universidades nacionales solo el 12% de los estudiantes que ingresan se graduaban, y si bien no había datos oficiales para las instituciones privadas, se estimaba que del orden de un 30% concluía con éxito su carrera. Se consideraba que un 50% de la deserción ocurría durante los dos primeros años de la carrera.

En Bolivia los antecedentes previos al estudio estimaban que el 77% de los estudiantes que abandonaban la universidad cada año lo hacía sin concluir sus estudios. Se consideraba, además, que un 5% de los que iniciaban estudios universitarios egresaban y 2% se titulaba. Además, se estimaba que el promedio de duración de los estudios de licenciatura era de 13 años.



En Chile se pensaba que la tasa de graduación era del orden de 39%, si bien hay una variación considerable entre carreras (*Repitencia y deserción Universitaria en América Latina*, 2006, p. 11).

En México, estudios realizados a fines de los años 90 indicaban que el 60% de los estudiantes concluían las materias de su plan de estudios cinco años después del tiempo estipulado y que solo un 20% obtenía su título. Asimismo, en un trabajo realizado en la Universidad Veracruzana se señalaba que un 25% de los estudiantes que iniciaban sus estudios, los abandonaban sin haber aprobado las asignaturas del primer semestre (p. 12).

Por su parte, Cova y Holote (2017), en un avance de los estudios sobre la deserción y el rezago académico en los primeros años de las carreras de Ingeniería Electrónica e Ingeniería Civil en la Facultad Regional La Rioja de la Universidad Tecnológica Nacional, exponen que:

La duración prevista por el diseño curricular de la carrera de Ingeniería Civil es también de 5,5 años, por lo que podría esperarse una duración probable de 7 años, siendo la duración efectiva promedio de 10,4 años, es decir un 49% más que lo previsto (Cova y Holote, p. 38)

Se puede endilgar la excesiva duración de la carrera a la falta de estudio y motivación de los estudiantes, pero esta afirmación, además de ser demasiado simplista, solo tiende a trasladar la responsabilidad al eslabón más débil (el alumno). Como ejemplo de que el problema planteado va más allá de la dedicación o capacidad del alumno, podemos mencionar que el egresado que obtuvo el premio que otorga la Academia Nacional de Ingeniería “A los Mejores Egresados de Carreras de Ingeniería de Universidades Argentinas” Adjudicación 2017, completó su carrera en un tiempo de 7 años y medio, con un promedio general de carrera de 8,83 (1 a 10). Existen múltiples factores que llevan a que los resultados sean los expuestos, seguramente uno de ellos es la estructura del currículum vigente.

ESTADO DEL ARTE

Leone, Veizaga, Conforte y Zanazzi (2014) expresan que “el término desgranamiento hace referencia a las demoras que experimentan los estudiantes, respecto al ritmo de avance planteado en el diseño curricular” (p. 25). Por su parte, Martines y Gisondi (2009) definen que existe desgranamiento cuando el alumno “se retrasa en sus estudios, recursa materias, o se matricula en materias que corresponden a años anteriores al año teórico de cursado. Hay desgranamiento cuando a pesar del retraso en el avance el alumno continúa sus estudios” (p. 2).

Fernández y Vera (2009) expresan que separación de la cohorte original puede ser total o parcial. El desgranamiento total se da cuando el alumno no cursa ninguna materia con su cohorte original, mientras que el desgranamiento parcial se



produce cuando el estudiante cursa algunas materias de la carrera con su cohorte original. Sin embargo, la estructura del plan de estudios y las condiciones que este impone para el cursado de las asignaturas determinará más temprano que tarde que el alumno se desprenda completamente de su cohorte original. En el caso en análisis, teniendo en cuenta que ningún alumno logra terminar la carrera en el tiempo estipulado en el plan de estudios, estaríamos en presencia de un desgranamiento total en todos los casos.

En la mayoría de los temas, el desgranamiento se inicia con los primeros parciales desaprobados, lo que puede llevar a que el alumno tenga que recurrir a la asignatura; cuando se desapruaban exámenes finales, lo que puede impedirle la inscripción en alguna asignatura que tiene como condición de cursado la aprobación de dicha materia, etc. Estas situaciones hacen referencia a “fallas” de parte del alumno. Sin embargo, una revisión de las historias académicas de los alumnos muestra que han ocurrido casos en los cuales, a pesar de que el alumno no ha tenido ninguna instancia de evaluación desaprobada, el desgranamiento, entendido como el retraso en completar la carrera en el tiempo estipulado, se ha producido de igual manera. Esto nos hace pensar que puede existir una razón que no tiene que ver con el rendimiento de los alumnos, sino que es intrínseca a la estructura del plan de estudios vigente.

Con lo anteriormente expuesto, las preguntas que han llevado a plantear esta investigación son: ¿se cumplen los objetivos planteados en el currículum de ingeniería civil? ¿Es posible su cumplimiento en las condiciones en que el plan se desarrolla? ¿Cómo incide la estructura curricular en el cursado de la carrera? ¿Es un facilitador u obstaculizador de los itinerarios estudiantiles?

La presente investigación se enmarca en los trabajos correspondientes a la elaboración de la Tesis para optar al grado de Doctor en Educación en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Tucumán.

La utilización de bases de datos como el SIGEA para la gestión de información relativa al desarrollo del currículum (historias académicas de alumnos, gestión de aulas virtuales, datos de cursadas en cada asignatura, etc.) ha promovido el desarrollo de herramientas de análisis de datos que actualmente se categorizan como Educational Data Mining (EDM) y Learning Analytics (LA).

Esta última puede definirse como la medición, recolección, análisis y reporte de datos sobre los alumnos y sus contextos, con el fin de comprender y optimizar el aprendizaje y los entornos en los que se desarrolla (Lang, Siemens, Wise y Gasevic, 2017). Hay tres elementos cruciales involucrados en esta definición (Siemens, 2013): datos, análisis y acción.

Existen muchos estudios que analizan y describen estas técnicas (Romero, Ventura, 2020; Armatas, Spratt, 2019; Hilliger, Celis, Miranda, Pérez Sanagustín, 2019; Volungevičienė, Duart, Naujokaitienė, Tamoliūnė, Misiulienė, 2019; Ozdemir, 2019; Gagliardi, Parnell, Carpenter-Hubin, 2018), sin embargo, la mayor parte de la investigación que aplica LA en la educación superior se ha centrado en el estudio de la retención y el abandono (Siemens et al., 2014), antes que como una herramienta de evaluación curricular. Por otra parte, este tipo de investigaciones



se realizan sobre el currículum en funcionamiento, es decir, sobre el hecho consumado. Si bien aporta elementos que podrían servir para un nuevo diseño curricular, carecen de elementos que permitan predecir el funcionamiento del nuevo currículum.

Históricamente, la revisión del currículo en la educación superior se lleva a cabo usando un enfoque estándar: las partes interesadas, por lo general estudiantes y profesores, son encuestadas y/o entrevistados, se recopilan datos de rendimiento. Un evaluador (a menudo externo) designado lleva a cabo la revisión y analiza los datos para generar un informe con recomendaciones de mejora (Armatas y Spratt, 2019).

Estas evaluaciones serían del tipo “a posteriori”, ya que se realizan sobre el currículum en desarrollo. Evidentemente son de utilidad ya que detectan debilidades y fortalezas, y proponen mejoras para aquellos aspectos que las necesitan. Sin embargo, no son útiles en la etapa de diseño de un plan de estudios, ya que no se cuentan con los datos necesarios para realizarlas. Es por ello que proponemos una metodología para “testear” en primera instancia si la duración de la carrera que se propone en el plan de estudio se puede alcanzar en el tiempo disponible por el alumno, teniendo en cuenta todas las actividades y condicionantes involucrados. Esto lo haremos mediante la Técnica de Revisión y Evaluación de Programas o Proyectos conocida como PERT, por sus siglas en inglés. En el presente trabajo se propone la aplicación de herramientas de análisis de procesos con una duración acotada en el tiempo. La técnica utilizada es PERT.

A partir de la utilización de dicha técnica, nos proponemos determinar el tiempo que transcurre entre el ingreso y egreso de la facultad para, solo considerar los condicionantes temporales que tienen que ver con las “tareas” que debe completar un alumno hipotético, para conseguir su diploma, así como los condicionantes relativos a las disposiciones para cursar y rendir una asignatura planteados en el plan de estudios vigente. De esta manera, se intentará responder a los interrogantes expuestos en los párrafos anteriores.

MÉTODO

El método PERT es una técnica estadística de administración y gestión de “proyectos” diseñada para analizar y representar las “tareas” involucradas en la culminación un proyecto. En este caso, las “tareas” corresponderán a todas las acciones que el alumno debe cumplir para finalizar su carrera (aprobación de exámenes parciales, regularización de asignaturas, preparación de exámenes finales, aprobación de asignaturas, etc.), la cual representaría su “proyecto”. El PERT es básicamente un método para analizar las tareas involucradas en finalizar un proyecto dado, especialmente el tiempo para completar cada tarea, e identificar el tiempo mínimo necesario para el proyecto total. La gestión de proyectos se define como aplicación de técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo (Morris, 1997).



Para la aplicación del método se utilizó el plan de estudios de la carrera, junto con el plan de correlatividades correspondientes. Como herramienta se utilizó el software Microsoft Project. La aplicación del método exige la aplicación de los siguientes datos:

- Tareas: las consideradas para el análisis fueron:
 1. El cursado de la asignatura.
 2. La regularización de la misma, entendida como la aprobación de los exámenes parciales y la habilitación del alumno a un examen final, el cual se puede realizar en las fechas preestablecidas por la Facultad.
 3. El tiempo que necesita el alumno para estudiar la asignatura con vistas a la presentación en el examen final.
 4. El examen final con el cual, si es exitoso, se da por aprobada la asignatura.

- Tareas predecesoras: corresponden a las asignaturas predecesoras (llamadas correlativas) que el alumno debe tener regulares y/o aprobadas para poder realizar una tarea (cursar otra asignatura del ciclo superior y/o rendir un examen final de una asignatura).

- Duración de las Tareas: para asignar una duración a cada tarea se adoptó el siguiente criterio:
 1. El cursado de la asignatura se consideró en función del calendario académico estándar, dividido en dos cuatrimestres, con el inicio y el fin de cada cuatrimestre en las fechas en que generalmente se producen.
 2. Para la regularización de la asignatura se asignó un día y esta tarea ya que en algunos casos las evaluaciones parciales y la presentación de trabajos prácticos se prolongan, e incluso llegan a superponerse con el inicio del período lectivo siguiente.
 3. Para la designación del tiempo de estudio se realizó una encuesta, en la cual los estudiantes respondieron cuanto tiempo insumen en el estudio de una asignatura para poder presentarse a un examen final. Debido a que las respuestas fueron necesariamente variables, se tomaron los valores de tiempo promedio para el estudio. Las encuestas se realizaron a través de un formulario de Google en agosto de 2020. La cantidad de correos electrónicos enviados fue de 615. La cantidad total de encuestados es de 46. En el momento en que se realizó la encuesta, la circulación en Argentina estaba restringida debido a la pandemia de Covid-19. La única forma de hacerlo era enviando correos electrónicos con la forma de encuesta. Las direcciones de correo electrónico se obtuvieron de la base de datos de la Facultad.

- Recursos: para los recursos se consideraron los cuatrimestres asignados a cada asignatura, entendiendo que cada una tiene un cuatrimestre asignado en el plan de estudios y que en la mayoría de los casos no se tiene un cursado en el cuatrimestre alternativo. También se consideró como recurso las



fechas de exámenes, las cuales se dan regularmente en tres períodos: febrero-marzo, julio-agosto y diciembre. En todos los casos se dispone de 4 fechas para rendir el examen.

Se realizaron cuatro simulaciones de duración de carrera considerando distintas condiciones, las cuales se agruparon en los correspondientes escenarios. En todos los casos se ha considerado que el alumno aprobaba *todos los exámenes* a los que se presentaba. Las variables que se modificaron en los escenarios fueron:

- La cantidad de exámenes en los cuales se presentaba para los diferentes turnos (febrero-marzo, julio-agosto y diciembre).
- Recursado de asignaturas por falta de regularización.

Con estos supuestos se diseñaron cuatro escenarios con los cuales se determinaron los tiempos de cursado. Una descripción de los escenarios planteados se expone a continuación:

- Escenario 1: no se consideraron restricciones en relación a la cantidad de exámenes que el alumno podía realizar en cada turno dispuesto por la Facultad. Esto claramente constituye una situación óptima y prácticamente inalcanzable, ya que implica que el alumno se presenta a examen final cada semana en los turnos de exámenes establecidos en la Facultad.
- Escenario 2: se consideró que el alumno se presentaba a exámenes finales en dos asignaturas en el turno febrero-marzo, dos asignaturas en el turno julio-agosto y una asignatura en el turno de diciembre. Esta situación se considera más realista.
- Escenario 3: considerando las condiciones de restricción de exámenes expuestas en el escenario 1, se evaluó la condición en la cual el alumno debe recurrar la asignatura Álgebra y Geometría Analítica, correspondiente al primer cuatrimestre de la carrera. Para este caso, el alumno debe necesariamente recurrar la asignatura al año siguiente. Se ha seleccionado esta asignatura teniendo en cuenta que es la que mayor restricción genera en el cursado de asignaturas de los años siguientes.
- Escenario 4: este escenario se ha planteado teniendo en cuenta la estadística de materias que han recursado los alumnos egresados. En este caso, se han considerado las restricciones de exámenes expuestas en el escenario 2 y se ha considerado que el alumno debe recurrar las asignaturas Física III, Mecánica de los Suelos y Estabilidad III. Estas asignaturas se corresponden con el patrón de mayor frecuencia de ocurrencia de recursado en los alumnos que han egresado. Se podría decir que este sería el escenario más realista.

En todos los casos, la programación de la tarea se realizó en forma automática, es decir que el programa asignaba las tareas a realizar de manera de optimizar la utilización de los recursos y tratando de minimizar el tiempo total del proyecto.



RESULTADOS

Escenario 1

Las duraciones de cursado se pueden observar en la Tabla 6 y en la Figura 3.

Tabla 6. Duración de cursado por módulo para escenario 1

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Carrera de Ingeniería Civil	428.8 sem.	lun 14/3/22	jue 26/9/30
Módulo 1	40.8 sem.	lun 14/3/22	jue 22/12/22
Módulo 2	45.8 sem.	lun 15/8/22	jue 13/7/23
Módulo 3	46.8 sem.	lun 13/3/23	jue 15/2/24
Módulo 4	68.8 sem.	lun 14/8/23	jue 19/12/24
Módulo 5	90.6 sem.	lun 11/3/24	jue 18/12/25
Módulo 6	98.4 sem.	lun 12/8/24	jue 30/7/26
Módulo 7	148.4 sem.	lun 17/3/25	jue 2/3/28
Módulo 8	176.2 sem.	lun 18/8/25	jue 1/3/29
Módulo 9	89.8 sem.	lun 15/3/27	jue 14/12/28
Módulo 10	118.6 sem.	lun 16/8/27	jue 20/12/29
Módulo 11	40.4 sem.	mar 4/12/29	jue 26/9/30

Figura 3. Gráfico de escala de tiempos. Escenario 1

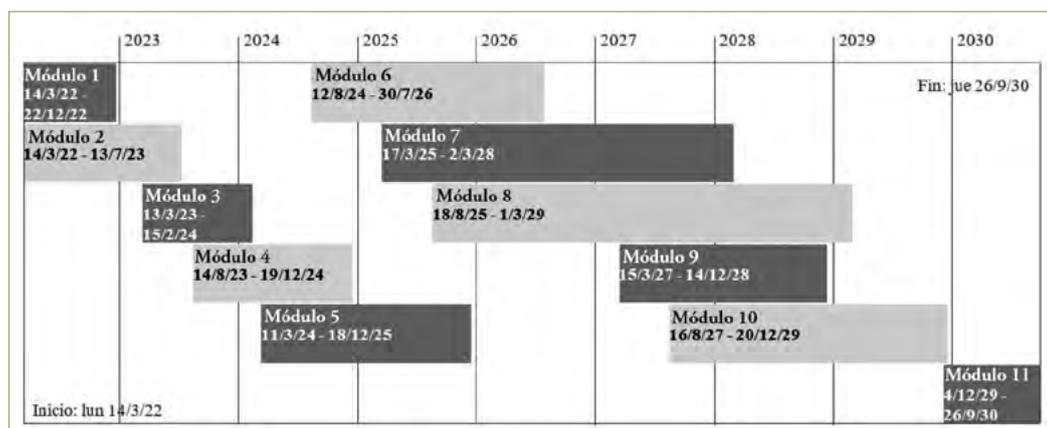


Tabla 7. Escenario 1. Número de asignaturas aprobadas por año de cursado

Año de Cursado	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad exámenes aprobados	4	8	7	5	5	6	4	3



Escenario 2

Las duraciones de cursado se pueden observar en la Tabla 8 y en la Figura 4.

Tabla 8. Duración de cursado por módulo para escenario 2

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Carrera de Ingeniería Civil	481.2 sem.	lun 14/3/22	mar 14/10/31
Módulo 1	49.8 sem.	lun 14/3/22	jue 9/3/23
Módulo 2	77.8 sem.	lun 15/8/22	jue 7/3/24
Módulo 3	96.6 sem.	lun 13/3/23	jue 13/2/25
Módulo 4	118.6 sem.	lun 14/8/23	jue 18/12/25
Módulo 5	89.6 sem.	lun 17/3/25	jue 17/12/26
Módulo 6	98.4 sem.	lun 18/8/25	jue 5/8/27
Módulo 7	149.4 sem.	lun 16/3/26	jue 8/3/29
Módulo 8	128.4 sem.	lun 16/8/27	jue 14/3/30
Módulo 9	140.4 sem.	lun 13/3/28	jue 19/12/30
Módulo 10	125.2 sem.	lun 14/8/28	jue 20/2/31
Módulo 11	40.4 sem.	vie 20/12/30	mar 14/10/31

Figura 4. Gráfico de escala de tiempos. Escenario 2

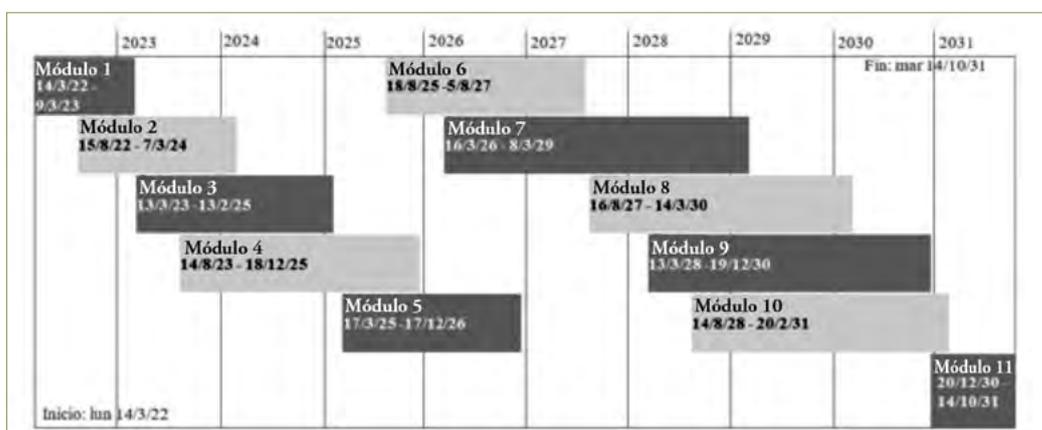


Tabla 9. Escenario 2. Número de asignaturas aprobadas por año de cursado

Año de Cursado	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad exámenes aprobados	2	4	5	5	5	3	4	4

**Escenario 3**

Las duraciones de cursado se pueden observar en la Tabla 10 y en la Figura 5.

Tabla 10. Duración de cursado por módulo para escenario 3

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Carrera de Ingeniería Civil	481.2 sem.	lun 14/3/22	mar 14/10/31
Módulo 1	71.8 sem.	lun 14/3/22	jue 10/8/23
Módulo 2	95.8 sem.	lun 15/8/22	jue 11/7/24
Módulo 3	96.6 sem.	lun 13/3/23	jue 13/2/25
Módulo 4	118.6 sem.	lun 14/8/23	jue 18/12/25
Módulo 5	89.6 sem.	lun 17/3/25	jue 17/12/26
Módulo 6	98.4 sem.	lun 18/8/25	jue 5/8/27
Módulo 7	149.4 sem.	lun 16/3/26	jue 8/3/29
Módulo 8	128.4 sem.	lun 16/8/27	jue 14/3/30
Módulo 9	140.4 sem.	lun 13/3/28	jue 19/12/30
Módulo 10	125.2 sem.	lun 14/8/28	jue 20/2/31
Módulo 11	40.4 sem.	vie 20/12/30	mar 14/10/31

Figura 5. Gráfico de escala de tiempos. Escenario 3

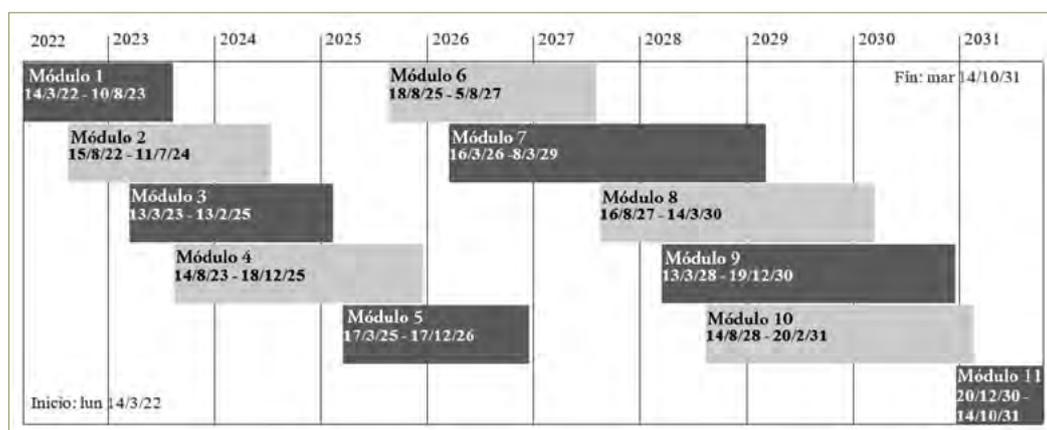


Tabla 11. Escenario 3. Número de asignaturas aprobadas por año de cursado

Año de Cursado	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad exámenes aprobados	2	4	5	5	5	3	4	4



Escenario 4

Las duraciones de cursado se pueden observar en la Tabla 12 y en la Figura 6.

Tabla 12. Duración de cursado por módulo para escenario 4

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Carrera de Ingeniería Civil	528.4 sem.	lun 14/3/22	jue 23/9/32
Módulo 1	49.8 sem.	lun 14/3/22	jue 9/3/23
Módulo 2	95.8 sem.	lun 15/8/22	jue 11/7/24
Módulo 3	102.6 sem.	lun 13/3/23	jue 27/3/25
Módulo 4	168.4 sem.	lun 14/8/23	jue 17/12/26
Módulo 5	150.2 sem.	lun 11/3/24	jue 11/3/27
Módulo 6	127.4 sem.	lun 18/8/25	jue 9/3/28
Módulo 7	200.2 sem.	lun 16/3/26	jue 14/3/30
Módulo 8	178.2 sem.	lun 16/8/27	jue 13/3/31
Módulo 9	117.4 sem.	lun 12/3/29	jue 10/7/31
Módulo 10	118.4 sem.	lun 13/8/29	jue 18/12/31
Módulo 11	40.4 sem.	mar 2/12/31	jue 23/9/32

Figura 6. Gráfico de escala de tiempos. Escenario 4

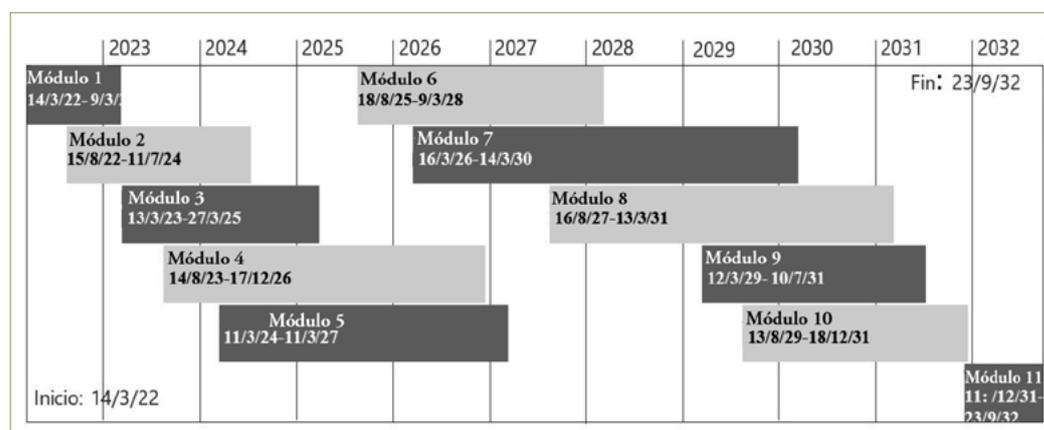


Tabla 13. Escenario 4. Número de asignaturas aprobadas por año de cursado

Año de Cursado	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad exámenes aprobados	2	4	5	5	5	3	4	4



Los resultados nos muestran que la carrera es de cumplimiento imposible en los plazos establecidos por el currículum vigente. La duración de la carrera para cada escenario se puede resumir de la siguiente manera:

Tabla 14. Resumen de duración de carrera para cada escenario

Escenario	Duración
Escenario 1	8,5 años
Escenario 2	9,6 años
Escenario 3	9,6 años
Escenario 4	10,5 años

DISCUSIÓN

Si bien todos los módulos se completan en un tiempo superior al previsto, los mayores retrasos se dan para completar los módulos 4, 7, 8, 9 y 10, los cuales le insumen al alumno un tiempo mayor a dos años hasta que logran la aprobación de todas las asignaturas del cuatrimestre. Este hecho se presenta en todos los escenarios. Para un mejor análisis, tomaremos como módulos 4 y 8 correspondiente al escenario 1 y desagrupamos las tareas, considerando el tiempo que transcurre entre que el alumno regulariza una asignatura y prepara su examen final y se presenta al mismo (Figuras 7 y 8). En ambos casos vemos que el tiempo que transcurre entre la regularización de la asignatura y su examen final se alarga, llegando a 2 años y medio entre una instancia y la otra para algunas asignaturas. Esta situación se presenta debido a que el alumno no tiene tiempo disponible para preparar la asignatura ni mesas de exámenes para poder inscribirse, ya que viene acumulando materias regulares en las cuales también debe presentar examen final.

Figura 7. Diagrama de Gantt. Detalle Módulo 4. Escenario 1

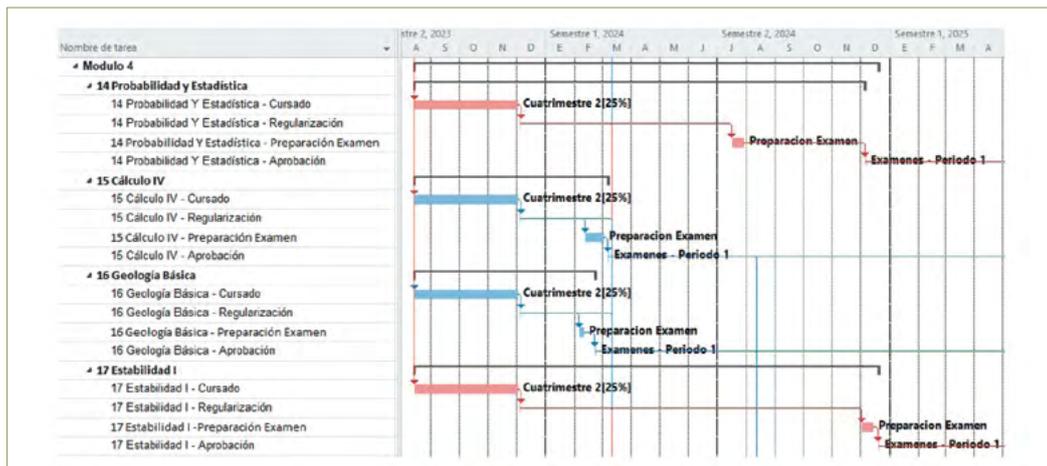
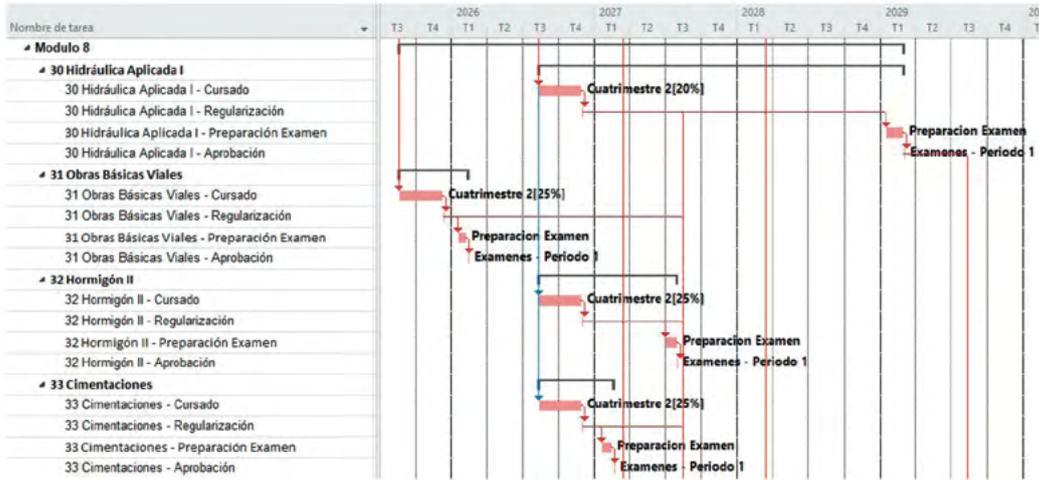


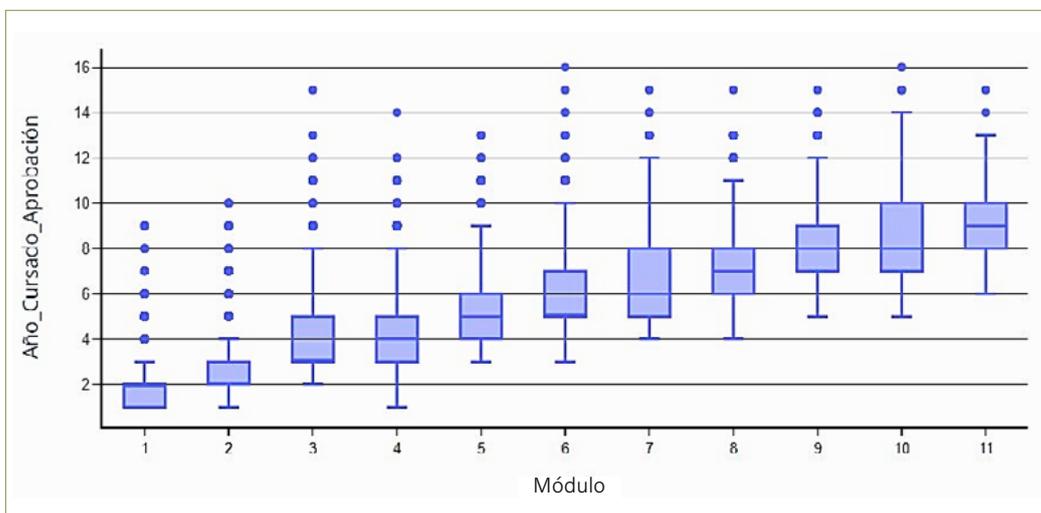


Figura 8. Diagrama de Gantt. Detalle Módulo 8. Escenario 1



Los resultados encontrados se pueden validar con los datos reales de las estadísticas del plan de estudio. Para ello, en la Figura 9 podemos observar los tiempos en los cuales los alumnos aprueban las asignaturas de cada módulo. Los datos utilizados corresponden a historias académicas de 1.343 estudiantes de ingeniería civil de la FACET-UNT, los cuales presentan diferentes avances en la carrera, desde primer año a aquellos que están próximos a egresar, tanto como los que han egresado y abandonado la carrera. Los datos han sido tomados del Sistema de Gestión Administrativa y de Alumnos (SIGEA) de la Facultad. De la figura se desprende que la herramienta utilizada (PERT) describe adecuadamente el comportamiento real del cursado de los alumnos en relación al tiempo que emplean en completar cada módulo.

Figura 9. Año de aprobación de las asignaturas para cada módulo de la carrera



Fuente: Base de Datos SIGEA – FACET.



Esto demuestra claramente que no solo es la estructura del plan de estudios, sino que además entran en juego las formas de evaluación (las que incluyen un examen final como forma de aprobación de la asignatura), las que constituyen un serio obstáculo a la prosecución de una carrera en tiempo y forma.

En relación al escenario 3, vemos que el solo hecho de tener que recursar una asignatura, aun considerando las condiciones ideales de cursado y aprobación de los exámenes finales, como lo constituye el escenario 1, lleva a que el alumno se atrase indefectiblemente un año en su carrera. Esto nos está mostrando una estructura curricular demasiado rígida, que le impide al alumno recuperar de alguna manera esta circunstancia. Si esta situación se produce con otra asignatura de un módulo superior (situación no analizada en este trabajo), podemos imaginar que, siendo las condiciones de cursado similares, el atraso en la carrera se produce de igual modo.

En el escenario 4 se ha modelizado la situación “más realista”, ya que es la que tiene mayor frecuencia de ocurrencia siendo que el 65% de los egresados ha recursado 2 o más asignaturas. El resultado obtenido para este escenario es igual al tiempo promedio que tarda un alumno en completar la carrera. Esto significa que este contexto es el que se corresponde con la media de la realidad y está validando la metodología propuesta para el análisis del plan de estudio.

Finalmente, en la Tabla 15 se exponen los valores estadísticos de la cantidad de exámenes que presentan los egresados por año de cursado. En la Tabla 16 se presenta la estadística correspondiente solo a los exámenes aprobados.

Tabla 15. Alumnos que egresaron. Estadística de cantidad de exámenes por año de cursado

Año Cursado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Promedio	4,3	5,3	5,6	5,2	5,1	5,0	4,7	4,6	4,0	3,8	4,1	4,0	3,1	3,4	2,8
Mínimo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25%	2	3	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1
50%	4	5	6	5	5	5	4	5	4	4	3,5	3	3	3	2
75%	7	7	7	7	6,25	7	6	6	5	5	6	6	4	4,25	3
Máximo	11	13	13	15	12	13	12	14	10	11	12	11	8	7	7



Tabla 16. Alumnos que egresaron. Estadística de cantidad de exámenes aprobados por año de cursado

Año Cursado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Promedio	3,29	3,84	3,59	3,16	3,15	2,92	2,84	2,80	2,57	2,42	2,45	2,57	2,58	2,00	1,40
Mínimo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25%	1	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1,25	1	1	1
50%	2	4	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	1
75%	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3,75	3,25	2,25	2
Máximo	9	10	9	9	9	9	9	8	9	8	6	6	7	4	2

Si comparamos los valores de las tablas 15 y 16 vemos que se corresponden con los obtenidos en las simulaciones realizadas (tablas 7, 9, 11 y 13). Los valores medios que se tienen en la Tabla 15 están más en consonancia con los correspondientes al escenario 1, el cual sería el más “exigente” en relación al rendimiento del alumno, lo que implica, como ya se ha mencionado, que el alumno aprueba todos los exámenes a los que se presenta. Dicha situación está por supuesto lejos de la realidad. Esto lo podemos constatar si comparamos los valores medios entre las tablas 15 y 16. En efecto, considerando los valores medios, vemos que se desaprovechan de media entre uno y dos exámenes, lo que por supuesto, tendrá un efecto de alargamiento en la duración de la carrera. Esto nos estaría indicando que el escenario 1 es casi “utópico” o de extremadamente difícil cumplimiento, por lo cual, podríamos considerar el tiempo determinado en ese escenario como un “piso”.

Estas situaciones se pueden analizar con herramientas como las que se exponen en el presente estudio para modelizar el impacto que una situación como la planteada puede tener en el cursado de la carrera. De esta manera, se pueden generar mecanismos que morigeren el impacto en el cursado del alumno. Se trata, entonces, de hacer un currículum más flexible que ayude al alumno en su devenir universitario.

Desde esta perspectiva, y como una propuesta que tienda a promover la disminución de los tiempos de egreso de los estudiantes, se puede plantear la modificación de la reglamentación de la carrera en relación a las condiciones de aprobación de las asignaturas. Concretamente, la propuesta es que las asignaturas se aprueben en forma directa, con todas las evaluaciones que los docentes consideren pertinentes, pero las cuales se debería realizar en el tiempo estipulado para su cursado, dejando de lado el sistema de regularizar las asignaturas y la exigencia de un examen final fuera del tiempo propio de mismo. La aprobación de las mismas mediante una evaluación continua durante el cursado debería ser la regla.

Para verificar si la propuesta anterior resulta en una modificación de los tiempos de egreso, se han modelizado dos escenarios siguiendo la metodología descripta en el apartado 3, considerando las siguientes hipótesis:

- Escenario 5: el alumno promociona (aprobación directa) todas las asignaturas.
- Escenario 6: el alumno promociona (aprobación directa) todas las asignaturas, pero debe recurrir las asignaturas Física III, Mecánica de los Suelos y Estabilidad III.

Los resultados obtenidos se pueden observar a continuación.

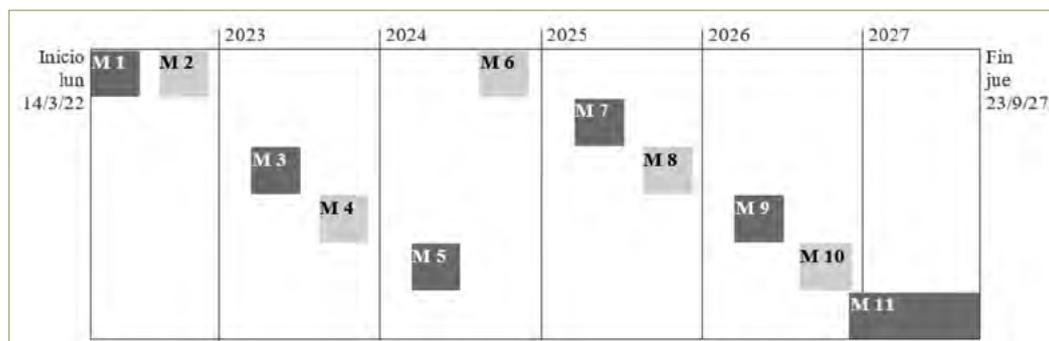
Escenario 5

Las duraciones de cursado para el escenario 5 se pueden observar en la Tabla 17 y en la Figura 10.

Tabla 17. Duración de cursado por módulo para escenario 5

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Carrera de Ingeniería Civil	278.2 sem.	lun 14/3/22	jue 23/9/27
Módulo 1	16.4 sem.	lun 14/3/22	mar 5/7/22
Módulo 2	16.4 sem.	lun 15/8/22	mar 6/12/22
Módulo 3	16.4 sem.	lun 13/3/23	mar 4/7/23
Módulo 4	16.4 sem.	lun 14/8/23	mar 5/12/23
Módulo 5	16.4 sem.	lun 11/3/24	mar 2/7/24
Módulo 6	16.4 sem.	lun 12/8/24	mar 3/12/24
Módulo 7	16.4 sem.	lun 17/3/25	mar 8/7/25
Módulo 8	16.4 sem.	lun 18/8/25	mar 9/12/25
Módulo 9	16.4 sem.	lun 16/3/26	mar 7/7/26
Módulo 10	17.4 sem.	lun 10/8/26	mar 8/12/26
Módulo 11	40.4 sem.	mar 1/12/26	jue 23/9/27

Figura 10. Gráfico de escala de tiempos. Escenario 5



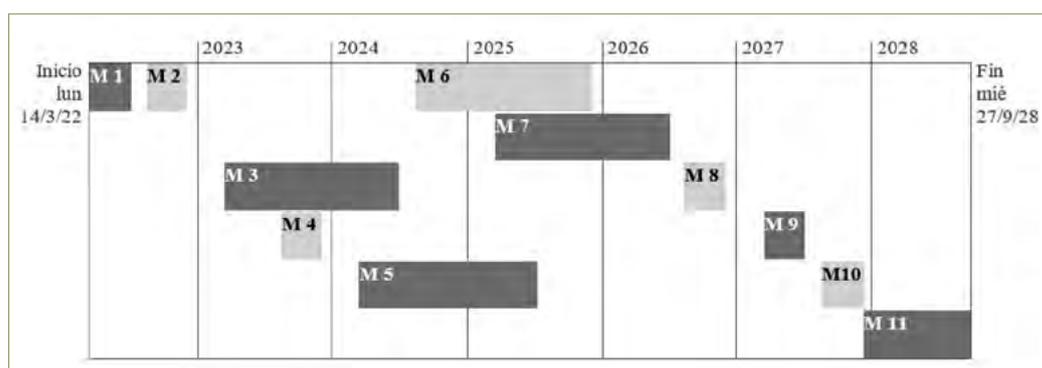


Escenario 6

Tabla 18. Duración de cursado por módulo para escenario 6

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Carrera de Ingeniería Civil	329 sem.	lun 14/3/22	mié 27/9/28
Módulo 1	16.4 sem.	lun 14/3/22	mar 5/7/22
Módulo 2	16.4 sem.	lun 15/8/22	mar 6/12/22
Módulo 3	66.4 sem.	lun 13/3/23	mar 2/7/24
Módulo 4	16.4 sem.	lun 14/8/23	mar 5/12/23
Módulo 5	67.2 sem.	lun 11/3/24	mar 8/7/25
Módulo 6	67.2 sem.	lun 12/8/24	mar 9/12/25
Módulo 7	66.2 sem.	lun 17/3/25	mar 7/7/26
Módulo 8	16.4 sem.	lun 10/8/26	mar 1/12/26
Módulo 9	16.4 sem.	lun 15/3/27	mar 6/7/27
Módulo 10	17.4 sem.	lun 16/8/27	mar 14/12/27
Módulo 11	40.4 sem.	mar 7/12/27	mié 27/9/28

Figura 11. Gráfico de escala de tiempos. Escenario 6



Los resultados nos muestran que la duración de la carrera se reduce notablemente si se considera la modificación de la forma de aprobación de las asignaturas, en este caso, considerando la aprobación directa de las mismas. La propuesta de solución lleva a que la duración de la carrera sea la propuesta en el plan de estudios para una situación ideal, en la cual el alumno no debe recurrir ninguna asignatura. Asimismo, el tiempo de duración para un escenario en el cual debe recurrir 3 asignaturas, lo que llevaba a una duración de 10,5 años en la situación con regularización y examen final, se reduce a una duración de 7,5 años, es decir 3 años menos que en lo visto en el escenario 4, descrito en el apartado 4. La duración de la carrera para estos nuevos escenarios se resume en la Tabla 19.



Tabla 19. Resumen de duración de carrera para escenarios 5 y 6

Escenario	Duración
Escenario 5	5,5 años
Escenario 6	7,5 años

Podemos concluir que se obtiene una notable mejora en relación a la situación actual de funcionamiento del plan de estudios.

CONCLUSIONES

Respondiendo a los interrogantes planteados en la elaboración del presente trabajo con respecto al cumplimiento de los objetivos planteados en el currículum de ingeniería civil, la respuesta es que claramente no se cumple la premisa de que los alumnos puedan completar la carrera en el tiempo estipulado en el plan de estudios vigente.

¿Es posible su cumplimiento en las condiciones en que el plan se desarrolla? Tanto los datos estadísticos como la herramienta utilizada nos muestran que bajo las condiciones que plantea la estructura del currículum como las formas de evaluación existentes, no se puede cumplir con el tiempo estipulado para el cumplimiento de cursado.

¿Cómo incide la estructura curricular en el cursado de la carrera? ¿Es un facilitador u obstaculizador de los itinerarios estudiantiles? La estructura curricular ha mostrado ser un obstaculizador de los itinerarios estudiantiles, esto debido fundamentalmente a su rigidez y a la falta de mecanismos que permitan el progreso del alumno en la carrera cuando este tiene que recurrir alguna asignatura. Al menos, para el caso analizado, recurrir implica agregar literalmente un año más a la carrera. No solo la estructura curricular se muestra como un obstáculo en los itinerarios estudiantiles, la forma de evaluar o sobre-evaluar, también constituye un elemento que coadyuva en el proceso de alargamiento de los itinerarios estudiantiles.

Finalmente, y ya enfocándonos en la herramienta utilizada, podemos afirmar que si este tipo de análisis, “a priori”, se hubiera realizado en el momento del diseño, tal vez se podrían haber mejorado para hacerlo más realista.

La herramienta utilizada es de todos modos mejorable en muchos aspectos. Por ejemplo, se podría ingresar una variable que tenga en cuenta la “eficiencia” que tienen los alumnos al momento de tomar un examen final, como una función estadística tipo distribución de Gauss que tenga en cuenta la tasa de éxito o fracaso en esta situación. Esto también se podría aplicar a la forma en que las asignaturas evalúan. Es conocido que no todas las asignaturas tienen el mismo perfil de notas, algunas son más “difíciles” de aprobar que otras. Es por ello que la solución para mejorar el análisis “a priori” sería generar un modelo de simulación del cursado de la carrera por un alumno hipotético mediante una herramienta más sofisticada.



La simulación nos permitirá la experimentación en una representación digital válida del currículum que se está diseñando para analizar, optimizar y evaluar diferentes alternativas de configuración y funcionamiento. De esta forma se busca obtener el diseño más eficiente, optimizando los recursos y maximizando los resultados sin el alto coste de los experimentos a escala real que implican la implementación de un plan de estudios que no está ajustado a los condicionantes reales de su aplicación.

De esta manera, estaríamos utilizando las técnicas de simulación para analizar los procesos futuros (anticipación de soluciones) con el fin de obtener el diseño más eficiente con diferentes objetivos:

- Optimización de recursos.
- Identificación de restricciones.
- Análisis de puntos críticos (cuellos de botella) del proceso.
- Evaluación de alternativas de diseño curricular.

BIBLIOGRAFÍA

- Armatas, C. y Spratt, C. F. (2019). "Applying learning analytics to program curriculum review". *The International Journal of Information and Learning Technology*. <https://doi.org/10.1108/IJILT-11-2018-0133>
- Gagliardi, Jonathan, Parnell, Amelia y Carpenter-Hubin, Julie. (2018). "The Analytics Revolution in Higher Education". *The Magazine of Higher Learning*, 50(2), 22-29. DOI: 10.1080/00091383.2018.1483174
- Hilliger, I., Miranda, C., Celis, S. y Pérez-Sanagustín, M. (2019). Evaluating Usage of an Analytics Tool to Support Continuous Curriculum Improvement [Conference]. EC-TEL, Delft, Netherlands.
- IESALC (Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe). (2007). "Informe sobre la educación superior en América Latina y el Caribe 2000-2005". *La metamorfosis de la educación superior*, 53. Caracas: IESALC-UNESCO.
- Lang, C., Siemens, G., Wise, A., & Gasevic, D. (2017). *Handbook of learning analytics. SOLAR, Society for Learning Analytics and Research*. New York: Solar.
- Morris, P. W. G. (1997). *The Management of Projects*. Londres: Thomas Telford Publishing.
- Leone, L., Veizaga, K., Conforte, J. y Zanazzi, J. (2014). "Modelos para explicar el desgranamiento en una carrera de Ingeniería, (pp. 25-32)". Memorias del 12º Simposio Argentino de Investigación Operativa SIO. Argentina.
- Romero, C. y Ventura, S. (2020). "Educational data mining and learning analytics: An updated survey". *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, 10(3). Doi:10.1002/widm.1355.
- Ozdemir, D., Opseth, H. M. y Taylor, H. (sf). "Leveraging learning analytics for student reflection and course evaluation". *Journal of Applied Research in Higher Education*, 12(1), 27-37.



- Paz, H. R. (2022). Application of Survival Analysis Techniques to the Study of Student Delay in the Civil Engineering Major-FACET-UNT. SciELO Preprints. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.4490>
- González Fiegehen, Luis Eduardo (ed.). (2006). “Repitencia y deserción universitaria en América Latina”. Centro Interuniversitario de Desarrollo CINDA-IESALC. <https://cinda.cl/wp-content/uploads/2006/05/repitencia-y-desercion-universitaria-en-latinoamerica.pdf>
- Siemens, G., Dawson, S. y Lynch, G. (2014). Improving the Quality and Productivity of the Higher Education Sector – Policy and Strategy for System-Level Deployment of Learning Analytics. Office of Learning and Teaching, Australian Government, Canberra. https://solaresearch.org/wp-content/uploads/2017/06/SoLAR_Report_2014.pdf
- Volungevičienė, A., Duart, J. M., Naujokaitienė, J., Tamoliūnė, G. y Misiulienė, R. (2019). “Learning Analytics: Learning to Think and Make Decisions”. *Journal of Educators Online*, 16(2).

Recepción: 06/07/2022

Aceptación: 13/09/2022