



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado

**EVALUACIÓN DE INDICADORES DE RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS  
CURSOS PROFESIONALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC 2010-2015**

**Francisco Bernardo Raúl De La Rosa**

Asesorado por el Mtro. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco

Guatemala, abril de 2018



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE INDICADORES DE RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS  
CURSOS PROFESIONALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC 2010-2015**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**FRANCISCO BERNARDO RAÚL DE LA ROSA**

ASESORADO POR EL MTRO. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN ESTADÍSTICA APLICADA**

GUATEMALA, ABRIL DE 2018



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |  |
|------------|--|
| DECANO     | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco     |
| VOCAL I    | Ing. Angel Roberto Sic García          |
| VOCAL II   | Ing. Pablo Christian de León Rodríguez |
| VOCAL III  | Ing. José Milton de León Bran          |
| VOCAL IV   | Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez       |
| VOCAL V    | Br. Carlos Enrique Gómez Donis         |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López      |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|            |   |
|------------|---|
| DECANO     | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco      |
| EXAMINADOR | Dra. Mayra Virginia Castillo Montes     |
| EXAMINADOR | Mtro. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco |
| EXAMINADOR | Juan Carlos Fuentes Montepeque          |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López       |



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **EVALUACIÓN DE INDICADORES DE RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS CURSOS PROFESIONALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC 2010-2015**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 3 de julio de 2017.

**Francisco Bernardo Raúl De La Rosa**



FACULTAD DE  
INGENIERÍA - USAC  
ESCUELA DE  
ESTUDIOS DE POSTGRADO

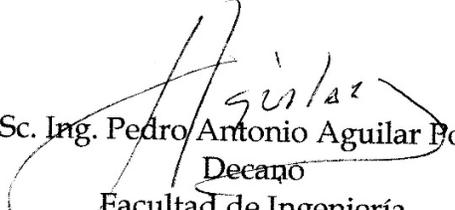
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Teléfono 2418-9142 / 24188000 Ext. 86226

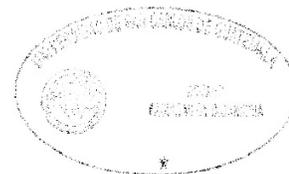
APT-2018-007

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Postgrado, al Trabajo de Graduación de la Maestría en Artes en Estadística Aplicada titulado: **"EVALUACIÓN DE INDICADORES DE RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS CURSOS PROFESIONALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC 2010-2015"** presentado por el Licenciado en Matemática Aplicada **Francisco Bernardo Raúl De La Rosa**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
MSc. Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala



Guatemala, marzo de 2018.

Cc: archivo/L.Z.L.A.

**Doctorado:** Cambio Climático y Sostenibilidad. **Programas de Maestrías:** Ingeniería Vial, Gestión Industrial, Estructuras, Energía y Ambiente Ingeniería Geotécnica, Ingeniería para el Desarrollo Municipal, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniería de Mantenimiento. **Especializaciones:** Gestión del Talento Humano, Mercados Eléctricos, Investigación Científica, Educación virtual para el nivel superior, Administración y Mantenimiento Hospitalario, Neuropsicología y Neurociencia aplicada a la Industria, Enseñanza de la Matemática en el nivel superior, Estadística, Seguros y ciencias actuariales, Sistemas de información Geográfica, Sistemas de gestión de calidad, Explotación Minera, Catastro.



FACULTAD DE  
INGENIERÍA - USAC  
ESCUELA DE  
ESTUDIOS DE POSTGRADO

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Teléfono 2418-9142 / 24188000 Ext. 86226

APT-2018-007

La Directora de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y dar el visto bueno del revisor y la aprobación del área de Lingüística del Trabajo de Graduación titulado **"EVALUACIÓN DE INDICADORES DE RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS CURSOS PROFESIONALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC 2010-2015"** presentado por el Licenciado en Matemática Aplicada **Francisco Bernardo Raúl De La Rosa**, correspondiente al programa de Maestría en Artes en Estadística Aplicada; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

Dra. Mayra Virginia Castillo Montes  
Directora a.i.

Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala



Guatemala, marzo de 2018.

Cc: archivo/L.Z.L.A.

**Doctorado:** Cambio Climático y Sostenibilidad. **Programas de Maestrías:** Ingeniería Vial, Gestión Industrial, Estructuras, Energía y Ambiente Ingeniería Geotécnica, Ingeniería para el Desarrollo Municipal, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniería de Mantenimiento. **Especializaciones:** Gestión del Talento Humano, Mercados Eléctricos, Investigación Científica, Educación virtual para el nivel superior, Administración y Mantenimiento Hospitalario, Neuropsicología y Neurociencia aplicada a la Industria, Enseñanza de la Matemática en el nivel superior, Estadística, Seguros y ciencias actuariales, Sistemas de Información Geográfica, Sistemas de gestión de calidad, Explotación Minera, Catastro.



FACULTAD DE  
INGENIERÍA - USAC  
ESCUELA DE  
ESTUDIOS DE POSTGRADO

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Teléfono 2418-9142 / 24188000 Ext. 86226

APT-2018-007

Como Coordinador de la Maestría en Artes en Estadística Aplicada del Trabajo de Graduación titulado ***"EVALUACIÓN DE INDICADORES DE RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS CURSOS PROFESIONALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC 2010-2015"*** presentado por el Licenciado en Matemática Aplicada **Francisco Bernanrdo Raúl De La Rosa**, apruebo y recomiendo la autorización del mismo.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
MSc. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco  
Coordinador de Maestría  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala



Guatemala, marzo de 2018.

Cc: archivo/L.Z.L.A.

**Doctorado:** Cambio Climático y Sostenibilidad. **Programas de Maestrías:** Ingeniería Vial, Gestión Industrial, Estructuras, Energía y Ambiente Ingeniería Geotécnica, Ingeniería para el Desarrollo Municipal, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniería de Mantenimiento. **Especializaciones:** Gestión del Talento Humano, Mercados Eléctricos, Investigación Científica, Educación virtual para el nivel superior, Administración y Mantenimiento Hospitalario, Neuropsicología y Neurociencia aplicada a la Industria, Enseñanza de la Matemática en el nivel superior, Estadística, Seguros y ciencias actuariales, Sistemas de información Geográfica, Sistemas de gestión de calidad, Explotación Minera, Catastro.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Mi madre**

María Rosario De la Rosa Herrera (q.e.p.d.), por su ejemplo, que me ha servido de guía y ha hecho posible este logro.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Dra. Mayra Virginia  
Castillo** Por su ayuda a lo largo de tantos años, gracias por haber sido una maestra ejemplar.

**Ing. Edwin Bracamonte  
Orozco** Por su excelente asesoría y orientación en el trabajo de tesis.



## ÍNDICE GENERAL

|   |       |
|---|-------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....                                  | III   |
| FIGURAS.....  | III   |
| LISTA DE SÍMBOLOS.....  | VII   |
| GLOSARIO.....   | IX    |
| RESUMEN.....  | XI    |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....                               | XIII  |
| OBJETIVOS.....  | XIX   |
| RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO.....                           | XXI   |
| INTRODUCCIÓN.....   | XXVII |
| 1. MARCO REFERENCIAL.....                                     | 1     |
| 2. MARCO TEÓRICO.....   | 7     |
| 2.1. Indicadores.....   | 7     |
| 2.1.1. Definición de indicador.....                           | 7     |
| 2.1.2. Cálculo de indicadores.....                            | 7     |
| 2.2. El rendimiento académico.....                            | 8     |
| 2.3. Indicadores de rendimiento académico.....                | 9     |
| 2.4. Fundamentos estadísticos.....                            | 9     |
| 2.4.1. Pruebas de normalidad.....                             | 9     |
| 2.4.1.1. Prueba de Kolmogorov-Smirnov.....                    | 10    |
| 2.4.1.2. Prueba de Shapiro-Wilk.....                          | 11    |
| 2.4.2. Pruebas de hipótesis.....                              | 11    |
| 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....                            | 14    |
| 3.1. Estadísticas descriptivas generales.....                 | 15    |
| 3.2. Tendencias de los indicadores y avance por créditos..... | 20    |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 3.3.   | Comparación de los indicadores de rendimiento entre mujeres y hombres..... | 32 |
| 3.4.   | Comparación entre cursos .....   | 36 |
| 3.5.   | Comparación entre áreas de estudio .....                                   | 36 |
| 3.6.   | Diferencias en el porcentaje de aprobación por año .....                   | 38 |
| 3.6.1. | Porcentaje de aprobación.....  | 38 |
| 3.6.2. | Prueba de hipótesis para la diferencia de proporciones.....                | 39 |
| 3.6.3. | Análisis gráfico notal final .....   | 41 |
| 4.     | DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....  | 49 |
| 4.1.   | Estadísticas descriptivas .....  | 49 |
| 4.2.   | Tendencias de los indicadores y avance por créditos .....                  | 51 |
| 4.2.1. | Porcentaje de aprobación.....  | 51 |
| 4.2.2. | Avance por créditos.....   | 52 |
| 4.3.   | Comparación de los indicadores de rendimiento entre mujeres y hombres..... | 53 |
| 4.4.   | Comparación entre cursos .....   | 54 |
| 4.5.   | Comparación entre áreas de estudio .....                                   | 54 |
| 4.6.   | Comparación de proporciones por año y análisis gráfico de diferencias..... | 55 |
| 4.6.1. | Proporción de aprobación .....   | 55 |
| 4.6.2. | Diferencias por año .....  | 55 |
| 4.6.3. | Análisis gráfico por área.....   | 55 |
|        | CONCLUSIONES.....  | 59 |
|        | RECOMENDACIONES .....  | 61 |
|        | BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....  | 63 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| 1. Distribución de las asignaciones por año .....  | 18 |
| 2. Comportamiento de los promedios: área Topografía y transporte .....                                       | 21 |
| 3. Comportamiento de los promedios, área de Estructuras .....  | 22 |
| 4. Comportamiento de los promedios, área Construcciones Civiles y<br>Materiales de Construcción .....        | 23 |
| 5. Comportamiento de los promedios de Hidráulica.....  | 24 |
| 6. Comportamiento de los promedios de Planeamiento.....  | 25 |
| 7. Comportamiento porcentaje de aprobación, Topografía y<br>Transportes. ....                                | 26 |
| 8. Comportamiento porcentajes de aprobación área, Estructuras .....  | 27 |
| 9. Comportamiento porcentaje de aprobación área Construcciones<br>Civiles y Materiales de Construcción ..... | 28 |
| 10. Comportamiento porcentajes de aprobación área Hidráulica.....  | 29 |
| 11. Comportamiento porcentajes de aprobación área Planeamiento.....  | 30 |
| 12. Avance por créditos por cohorte .....  | 32 |
| 13. Histograma de la nota final.....   | 33 |
| 14. Diagrama de distribución de la nota final para mujeres y hombres.....                                    | 35 |
| 15. Comparación por área.....  | 38 |
| 16. Relación entre los porcentajes de aprobación por año .....   | 40 |
| 17. Diagrama de distribución de la nota final por año .....  | 42 |
| 18. Diagrama de cajas, área Topografía y Transportes .....   | 43 |
| 19. Diagrama de cajas, área Estructuras .....  | 44 |
| 20. Diagrama de cajas área Construcciones civiles y matriales de<br>construcción . ....                      | 45 |

|  |    |
|--|----|
| 21. Diagrama de cajas, área de Hidráulica.....   | 46 |
| 22. Diagrama de cajas, área de Planeamiento..... | 47 |

## TABLAS

|  |      |
|--|------|
| I. Cursos profesionales de Ingeniería Civil.....   | XIV  |
| II. Definición de las variables utilizadas .....   | XXII |
| III. Frecuencias totales por curso.....  | 15   |
| IV. Distribución mujeres y hombres.....  | 17   |
| V. Distribución por período.....   | 17   |
| VI. Distribución de las asignaciones por año.....  | 18   |
| VII. Distribución de las asignaciones por área de estudio.....                                   | 18   |
| VIII. Distribución por obligatoriedad .....  | 19   |
| IX. Distribución de la población por cohorte.....  | 20   |
| X. Notas promedio, área topografía y transportes.....  | 21   |
| XI. Notas promedio, área de estructuras.....   | 22   |
| XII. Notas promedio, Construcciones civiles y materiales de<br>construcción.....                 | 23   |
| XIII. Notas promedio, área de Hidráulica.....  | 24   |
| XIV. Notas promedio, área de Planeamiento.....   | 25   |
| XV. Porcentaje de aprobación, área Topografía y transportes.....                                 | 26   |
| XVI. Porcentaje de aprobación, área Estructuras.....   | 27   |
| XVII. Porcentaje de aprobación, área Construcciones civiles y materiales<br>de construcción..... | 28   |
| XVIII. Porcentajes de aprobación área Hidráulica .....   | 29   |
| XIX. Porcentajes de aprobación área Planeamiento .....   | 30   |
| XX. Prueba Kolmogorov-Smirnov para la nota final .....   | 32   |
| XXI. Prueba de homogeneidad de varianzas entre mujeres y hombres.....                            | 33   |
| XXII. Prueba de hipótesis para diferencia entre mujeres y hombres.....                           | 34   |

|  |    |
|--|----|
| XXIII. Cuartiles mujeres .....   | 35 |
| XXIV. Cuartiles hombres .....  | 35 |
| XXV. Prueba de homogeneidad de varianza de la nota final .....                   | 36 |
| XXVI. Prueba de hipótesis para diferencias entre cursos.....                     | 36 |
| XXVII. Prueba de homogeneidad de varianza nota final por área.....               | 37 |
| XXVIII. Prueba de hipótesis para la diferencia por áreas .....                   | 37 |
| XXIX. Porcentaje de aprobación por año .....                                     | 39 |
| XXX. Relación entre los porcentajes de aprobación por año .....                  | 39 |
| XXXI. Prueba de homogeneidad de varianzas para año .....                         | 41 |
| XXXII. Prueba de hipótesis para la diferencia por año .....                      | 41 |
| XXXIII. Mediana, área Topografía y transportes .....                             | 43 |
| XXXIV. Mediana, área Estructuras.....  | 44 |
| XXXV. Mediana, área Construcciones civiles y materiales de construcción<br>..... | 45 |
| XXXVI. Mediana, área Hidráulica.....   | 46 |
| XXXVII. Mediana, área de Planeamiento .....                                      | 48 |



## LISTA DE SÍMBOLOS

| <b>Símbolo</b> | <b>Significado</b> |
|----------------|--------------------|
| <b>ND</b>      | Dato no disponible |



## GLOSARIO

|                |  |
|----------------|--|
| <b>Cohorte</b> | Grupo de estudiantes que ingresaron el mismo año.  |
| <b>Cuartil</b> | Valores que dividen en cuatro partes iguales un conjunto de datos numéricos ordenados; son llamados primero, segundo y tercer cuartil o cuartil 25, mediana, cuartil 75 respectivamente. |
| <b>Mediana</b> | Valor central o la media de los valores centrales de un conjunto de datos numéricos ordenados  |



## RESUMEN

En este trabajo de graduación se analizó el comportamiento de los indicadores del rendimiento académico (nota promedio, porcentaje de aprobación y nota final) y el avance por créditos de los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, durante los años 2010 a 2015.

Se calculó la nota promedio de los cursos agrupados por área, durante los años estudiados y se observó que existe una diferencia entre el comportamiento de dichos promedios en los semestres regulares y los mismos en los cursos de vacaciones. En el período de vacaciones se observa que los valores de la nota promedio, en general, es mayor. Una excepción es el área de Topografía y transportes donde no se disponía de datos en los cursos de vacaciones. Este análisis se realizó gráficamente, ya que dadas las características de estos indicadores (no normalidad, no homogeneidad de varianzas, población pequeña  $n=6$ ), no hacía viable la aplicación de la prueba de Kruskal-Wallis.

Se calculó el porcentaje de aprobación de los cursos, agrupados por áreas, y el comportamiento fue similar a la nota promedio. En los cursos de vacaciones los valores fueron mayores.

Se analizó si existe una diferencia estadística significativa entre los valores de la nota final entre mujeres y hombres, entre cursos, áreas profesionales y en años analizados. Debido a que la nota final no presentaba normalidad y tampoco existe homogeneidad de varianzas, solo se pudo hacer una comparación gráfica (diagrama de cajas) de la distribución de las notas finales entre los diferentes

grupos mencionados anteriormente. En esto no se distingue diferencias marcadas entre los grupos; sin embargo, en algunos casos se observa gran cantidad de datos extremos mínimos. Estos datos representan notas finales muy bajas.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### Contexto general

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala se han sometido a un proceso de acreditación, desde el año 2009, ante la Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería (ACAAI), las carreras de Ingeniería Civil e Ingeniería Química. Contar con dicha acreditación (Eic, 2017) hace posible que el título obtenido sea válido en toda el área centroamericana, permite tener más oportunidades al momento de gestionar becas a nivel internacional, mejora las oportunidades laborales debido a que los empresarios prefieren carreras acreditadas (Eic, 2017).

Dicha acreditación no es indefinida, tiene una duración de 3 años. Para lograrla es necesario cumplir con ciertos requisitos de calidad (ACAAI, 2017), entre los que se encuentran los referentes al proceso de enseñanza-aprendizaje; específicamente, en el manual de acreditación de ACAAI se puede leer:

Es importante que existan mecanismos de comprobación de la efectividad de la metodología de la enseñanza-aprendizaje, a través de un análisis y evaluación de forma colegiada, de la efectividad de la metodología de la enseñanza-aprendizaje, sustentado en archivos históricos de por lo menos cinco años que contengan exámenes, trabajos, proyectos... (p.45)

Debido a esto, es importante que se cuente con información cuantitativa precisa de los cursos del área profesional de la carrera de Ingeniería Civil, que

permitan evaluar la efectividad del proceso de enseñanza aprendizaje, con el fin de contribuir a los procesos de acreditaciones futuras.

La organización de los cursos se resume en la tabla I.

Tabla I. **Cursos profesionales de Ingeniería Civil**

| No | ÁREA DE ESTRUCTURAS               | CÓDIGO        | SEMESTRE        | CRÉDITOS        | OBLIGATORIO        |
|----|-----------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| 1  | Resistencia de Materiales 1       | 300           | 5               | 5               | sí                 |
| 2  | Resistencia de Materiales 2       | 302           | 6               | 5               | sí                 |
| 3  | Análisis Estructural 1            | 306           | 7               | 6               | sí                 |
| 4  | Análisis Estructural 2            | 308           | 8               | 6               | no                 |
| 5  | Tipología Estructural             | 307           | 8               | 4               | no                 |
| 6  | Concreto Armado 1                 | 314           | 7               | 5               | sí                 |
| 7  | Concreto Armado 2                 | 316           | 8               | 5               | sí                 |
| 8  | Diseño Estructural                | 321           | 8               | 5               | sí                 |
| 9  | Diseño Estructural de Mampostería | 323           | 9               | 5               | no                 |
| 10 | Puentes                           | 332           | 9               | 5               | sí                 |
| 11 | Concreto Preesforzado             | 315           | 9               | 5               | no                 |
| 12 | Diseño de Estructuras Metálicas 1 | 325           | 9               | 5               | no                 |
|    | <b>HIDRÁULICA</b>                 | <b>CÓDIGO</b> | <b>SEMESTRE</b> | <b>CRÉDITOS</b> | <b>OBLIGATORIO</b> |
| 13 | Mecánica de Fluidos               | 250           | 5               | 6               | sí                 |
| 14 | Hidráulica                        | 252           | 6               | 6               | sí                 |
| 15 | Hidrología                        | 254           | 7               | 6               | sí                 |
| 16 | Hidráulica de Canales             | 286           | 7               | 5               | no                 |
| 17 | Máquinas Hidráulicas              | 258           | 7               | 4               | no                 |
| 18 | Aguas Subterráneas                | 262           | 8               | 5               | no                 |

Continuación tabla I

|    | <b>TOPOGRAFÍA Y TRANSPORTES</b>                            | <b>CÓDIGO</b> | <b>SEMESTRE</b> | <b>CRÉDITOS</b> | <b>OBLIGATORIO</b> |
|----|--|---------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| 19 | Topografía 1   | 080           | 4               | 6               | sí                 |
| 20 | Topografía 2   | 082           | 5               | 6               | sí                 |
| 21 | Topografía 3   | 084           | 6               | 6               | no                 |
| 22 | Vías Terrestres 1  | 550           | 7               | 6               | sí                 |
| 23 | Transportes  | 570           | 8               | 4               | no                 |
| 24 | Vías Terrestres 2  | 560           | 8               | 6               | no                 |
| 25 | Ingeniería de Tránsito                                     | 580           | 8               | 4               | no                 |
| 26 | Seminario de Investigación Civil                           | 7991          | 9               | 4               | sí                 |
|    | <b>TOPOGRAFÍA Y TRANSPORTES</b>                            | <b>CÓDIGO</b> | <b>SEMESTRE</b> | <b>CRÉDITOS</b> | <b>OBLIGATORIO</b> |
|    | <b>CONSTRUCCIONES CIVILES Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b> | <b>CÓDIGO</b> | <b>SEMESTRE</b> | <b>CRÉDITOS</b> | <b>OBLIGATORIO</b> |
| 27 | Ciencia de los Materiales                                  | 452           | 5               | 5               | no                 |
| 28 | Materiales de Construcción                                 | 456           | 6               | 6               | sí                 |
| 29 | Mecánica de Suelos   | 458           | 6               | 5               | sí                 |
| 30 | Cimentaciones 1  | 318           | 8               | 5               | sí                 |
| 31 | Pavimentos   | 460           | 8               | 5               | no                 |
| 32 | Métodos de Construcción                                    | 340           | 9               | 3               | no                 |
|    |  |               |                 |                 |                    |
|    | <b>PLANEAMIENTO</b>  |               |                 |                 |                    |
| 33 | Costos Presupuestos y Avalúos                              | 666           | 9               | 6               | sí                 |
| 34 | Geografía  | 030           | 3               | 3               | no                 |
| 35 | Ingeniería Económica 1                                     | 700           | 5               | 5               | sí                 |
| 36 | Ingeniería Económica 2                                     | 702           | 6               | 4               | no                 |
| 37 | Introducción al Estudio del Impacto Ambiental              | 288           | 9               | 4               | no                 |
| 38 | Investigación de Operaciones 1                             | 601           | 6               | 5               | no                 |
| 39 | Planeamiento   | 710           | 9               | 6               | sí                 |
|    | Urbanismo  | 712           | 10              | 5               | no                 |

Fuente: elaboración propia, con datos de la red de estudios

## **Descripción del problema**

Como parte importante del proceso de acreditación, la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Fiusac), requiere de un análisis estadístico del rendimiento académico de los estudiantes en los cursos del área profesional de la carrera de Ingeniería Civil, con el fin de evaluar la efectividad del proceso de enseñanza aprendizaje.

Una manera efectiva de describir dicho rendimiento es calcular los porcentajes de aprobación por cada uno de los cursos profesionales, en cada uno de los años bajo estudio, por género de los estudiantes y por cada una de las áreas de estudio que conforman la carrera. Además, es necesario realizar pruebas de hipótesis para establecer si existen diferencias significativas en los porcentajes calculados entre los diferentes grupos (cursos, años, género, áreas de estudio).

## **Formulación del problema**

### **Pregunta central**

¿Cuál es el comportamiento de los indicadores del rendimiento académico y el avance por créditos de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, en los cursos del área profesional, en el período de 2010 a 2015, diferenciados por curso, área, año y género?

## **Preguntas auxiliares**

1. ¿Cuál es el comportamiento de los indicadores de rendimiento académico y el avance por créditos en los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería Civil de 2010 hasta 2015?
2. ¿Cuáles son las diferencias entre los indicadores de rendimiento académico y el avance por créditos entre los estudiantes de Ingeniería Civil, clasificados de acuerdo al género?
3. ¿Cuáles son las diferencias entre los indicadores de rendimiento académico y el avance por créditos entre los cursos del área profesional?
4. ¿Cuáles son las diferencias entre los indicadores de rendimiento académico y el avance por créditos entre las áreas que conforman los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería Civil?
5. ¿Cuáles son las diferencias entre los indicadores de rendimiento académico y el avance por créditos entre los años de 2010 a 2015 según los cursos, el área, el género?

## **Delimitación del problema**

El análisis se realizó en los cursos de la carrera de Ingeniería Civil correspondientes a las áreas profesionales (indicados en el contexto del

problema). Dicho análisis abarca los años de 2010 hasta 2015. Se incluyó notas finales de ambos semestres por año y sus respectivos cursos de vacaciones.

## **Justificación**

El presente trabajo de graduación se presenta en las líneas de investigación de métodos estadísticos paramétricos y no paramétricos. Ante la falta de estudios previos recientes acerca del rendimiento académico de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería y la necesidad de contar con ellos, dado el proceso de acreditación, se realizó dicho estudio con los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería Civil.

Un estudio de este tipo proporciona información valiosa que ayuda tanto en la acreditación, como en el mejoramiento del proceso educativo en la Facultad. Se generó información acerca del porcentaje de aprobación y además se estableció si existen diferencias significativas entre los diferentes grupos en estudio; es decir, hombres y mujeres, cursos, áreas de estudio, y de cohortes estudiadas.

# OBJETIVOS

## General

Describir el comportamiento de los indicadores del rendimiento académico y el avance por créditos de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil en los cursos del área profesional durante el período de 2010 a 2015, por medio del análisis descriptivo e inferencial para identificar diferencias significativas, entre cursos, áreas, cohortes, y género de los estudiantes.

## Específicos

1. Determinar los indicadores de rendimiento académico y el avance por créditos en todos los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería Civil, por medio de análisis paramétrico y no paramétrico, para identificar tendencias en el período de 2010 a 2015.
2. Describir las diferencias entre los indicadores de rendimiento académico y el avance por créditos en el área profesional de Ingeniería Civil, por medio de análisis paramétrico y no paramétrico, respecto al género de los estudiantes
3. Comparar el rendimiento académico y el avance por créditos de los diferentes cursos por medio de ANOVA, para establecer diferencias y similitudes entre ellos.

4. Comparar el rendimiento académico y el avance por créditos de las diferentes áreas por medio de ANOVA, para establecer diferencias y similitudes entre ellas.
  
5. Establecer si existen diferencias entre los porcentajes de aprobación y el avance por créditos entre los años de 2010 a 2015 por medio de pruebas de hipótesis, para proporciones e identificar tendencias a lo largo de tiempo por medio de análisis gráfico.

## **RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO**

### **Características del estudio**

El enfoque del estudio realizado es cuantitativo, ya que consiste fundamentalmente en el cálculo de indicadores de rendimiento académico y en la formulación y contraste de hipótesis que involucran a dichos indicadores. Se estableció si existen diferencias estadísticamente significativas entre los indicadores de los diferentes cursos, años, áreas profesionales y género de los estudiantes.

El alcance es descriptivo, dado que solamente se determinó los indicadores de rendimiento académico calculado y su comportamiento a lo largo de los años bajo estudio. No se hizo ningún intento de explicar el porqué de las características que presentan dichos indicadores.

El diseño adoptado es no experimental, pues la información se utilizó tal y como se obtuvo del Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería y no se manipuló los valores de las variables involucradas. Además, es un estudio longitudinal de tendencias, pues se analizó el comportamiento de los índices de rendimiento académico a lo largo de los años 2010 al 2015.

### **Unidades de análisis**

La población en estudio abarcó las notas obtenidas por los alumnos en los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en los años de 2010 2015. La

población fue estudiada en su totalidad, por lo que no fue necesario realizar ningún tipo de muestreo.

## Variables

Las variables en estudio se describen a continuación:

Tabla II. **Definición de las variables utilizadas**

| <b>Nombre Variable</b> | <b>Definición teórica</b>  | <b>Definición operativa</b>  |
|------------------------|--|--|
| Género                 | Género del estudiante  | 0 = mujer<br>1 = hombre  |
| Índice de aprobación   | Porcentaje de estudiantes aprobados  | $I_A = \frac{\text{No. estudiantes aprobados}}{\text{No. total de estudiantes}} * 100$                   |
| Índice de reprobación  | Porcentaje de estudiantes reprobados   | $I_A = \frac{\text{No. estudiantes reprobados}}{\text{No. total de estudiantes}} * 100$                  |
| CZM                    | Porcentaje de estudiantes con una zona mayor o igual a 36 puntos                     | $I_A = \frac{\text{No. estudiantes reprobados con zona} \geq 36}{\text{No. total de estudiantes}} * 100$ |
| APC                    | Porcentaje de créditos acumulados por el estudiante respecto a los créditos posibles | $I_A = \frac{\text{No. de créditos obtenidos}}{\text{No. créditos posibles}} * 100$                      |
| Promedio               | Nota promedio obtenida.  | $P = \frac{\text{suma de notas}}{\text{cantidad de notas}}$  |
| Código de curso        | Código del curso asignado por el estudiante  | Código numérico con que se identifica el curso en la red de estudios                                     |
| Nombre del curso       | Nombre del curso asignado por el estudiante  | Nombre con que se identifica el curso en la red de estudios  |

Fuente: elaboración propia.

Continuación tabla II

|                  |  |   |
|------------------|--|---|
| Área profesional | Subconjunto en el cual se agrupan los cursos de acuerdo a su afinidad temática | <ul style="list-style-type: none"><li>• 1= Topografía y Transportes</li><li>• 2= Estructuras</li><li>• 3= Materiales y Construcciones Civiles</li><li>• 4=Hidráulica</li><li>• 5=Planeamiento</li></ul> |
|------------------|--|---|

**Fases del estudio**

Fase 1. Revisión de la literatura existente acerca de los indicadores de rendimiento académico en el nivel universitario con énfasis en las carreras de ingeniería.

Fase 2. Solicitud al Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería de la base de datos con la información necesaria. Se dirigió una nota de solicitud de información al Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería, donde se especificó qué ítems debía contener el archivo. Estos son:

- Código del curso
- Nombre del curso
- Créditos
- Año
- Período (primer semestre, segundo semestre, vacaciones junio y diciembre)
- Género del estudiante

Fase 3. Análisis de la base de datos para determinar el tipo de información que contiene. Se verificó que se encuentren todos los cursos del área profesional con sus respectivos códigos y las notas obtenidas en dichos cursos por los estudiantes asignados de manera oficial.

Fase 4. Depuración de la base de datos. Se borró los registros que se encontraron incompletos. Se ordenó y agrupó la información de acuerdo a cómo se encuentra organizada el área profesional de la carrera de Ingeniería Civil.

Fase 5. Cálculo de las estadísticas descriptivas convenientes. Se calcularon los promedios, desviaciones estándar, modas, medianas y se graficó el histograma de la nota final de las notas de los cursos del área profesional para su análisis.

Fase 6. Cálculo de indicadores. Se calculó el porcentaje de aprobación de los diferentes cursos del área profesional, porcentaje de reprobación y promedio.

Fase 7. Realización de las pruebas estadísticas para verificar si existe normalidad en los datos analizados. Se sometieron las notas de los cursos profesionales a las pruebas de Kolmogorov-Smirnov para verificar si se ajustan a una distribución normal.

Fase 8. Pruebas de hipótesis de indicadores para verificar si existen diferencias significativas entre las diferentes áreas profesionales, género, años bajo estudio. Se aplicaron las pruebas U de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis, dado que no existe normalidad.

Fase 9: Redacción del informe final.

### **Técnicas de análisis de información**

Para la organización, análisis y presentación de la información se utilizaron las siguientes técnicas:

- Histograma de frecuencias: herramienta que proporcionó información gráfica del comportamiento de los datos agrupados.
- Diagramas de caja: mostró el comportamiento de los datos de forma gráfica.
- Pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk: se pudo determinar si los datos siguen una distribución normal o no.
- Pruebas de hipótesis para distribuciones no normales.
- Prueba U de Mann-Whitney (dos muestras).
- Kruskal-Wallis (3 o más muestras).

Estas pruebas muestran entre qué poblaciones se encuentran las diferencias, si existen. Son aplicables a distribuciones que no son normales; se realizaron con el software SPSS 23



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación se enmarca en el área de estadística paramétrica y no paramétrica. Busca determinar los indicadores de rendimiento académico para los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería Civil, durante los años 2010-2015. Se describió el comportamiento que han tenido estos indicadores a lo largo del período de estudio, se examinan si existen diferencias estadísticas significativas entre sus valores, al considerar agrupaciones por género, curso, año y área profesional.

Contar con dicha información es importante por dos razones: en primer lugar, existe una escasez de información acerca del funcionamiento de los cursos que se imparten en la Facultad de Ingeniería, esto impide conocer el nivel académico y su evolución a lo largo del tiempo. Como también evita tener criterios en los cuales basar las decisiones que se tomen para el mejoramiento de la calidad educativa que se ofrece a los estudiantes.

Por otra parte, la carrera de Ingeniería Civil se encuentra en un proceso de acreditación, para ello es imprescindible contar con información acerca del desempeño académico. Se espera que este trabajo contribuya en buena medida a tal esfuerzo. Además, este tipo de investigación podría extenderse a otras carreras de la unidad académica.

El informe final se estructuró en 4 capítulos. En el primero de ellos se llevó a cabo una revisión de la bibliografía de los estudios realizados acerca del tema y se analizan los conceptos que fueron de utilidad para este trabajo.

En el capítulo 2 se exponen los fundamentos teóricos de las técnicas estadísticas necesarias para el análisis e interpretación de la información, así como una revisión de los conceptos básicos necesarios para la investigación, tales como: el concepto de indicador y la manera de calcularlo, rendimiento académico y los indicadores relacionados con el rendimiento académico.

El capítulo 3 describe el análisis de la información y se muestran los resultados obtenidos. Se obtuvieron histogramas de las notas de los cursos para tener una idea gráfica de su comportamiento. Se verificó si las notas siguen una distribución normal por medio de las técnicas correspondientes. Se calcularon los indicadores de rendimiento académico y se graficaron para cada uno de los años de estudio, con el propósito de observar su comportamiento en el tiempo. Luego, se realizaron pruebas de hipótesis para verificar si existen diferencias estadísticas significativas entre los indicadores de los diferentes grupos de análisis. Las técnicas estadísticas aplicadas en esta etapa son la prueba U de Mann-Whitney y la de Kruskal-Wallis.

En el capítulo 4 se hizo un análisis de los resultados obtenidos y la descripción del comportamiento de los indicadores de rendimiento, así como de las características de las distribuciones de las notas.

Finalmente, se redactaron las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

## 1. MARCO REFERENCIAL

Los principales resultados, fruto de la revisión bibliográfica, y que fueron de beneficio para la investigación se resumen a continuación.

En la Universidad Nacional de Colombia (2013) se describen y muestran varios tipos de indicadores de rendimiento académico que se utilizaron en la Universidad de Colombia, su sede en Medellín, para evaluar el funcionamiento de todas las facultades de dicha institución. La información con que se cuenta no todos los indicadores podrán aplicarse. Sin embargo, es interesante observar la variedad de indicadores que pueden calcularse para evaluar el rendimiento académico. Los más importantes para los fines de este estudio son: índice de reprobación de asignaturas inscritas por los estudiantes, índice de reprobación de créditos y distribución del número de alumnos inscritos por intervalos de notas.

Castañeda (2016) muestra los resultados de un estudio realizado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, en el que se busca analizar el rendimiento académico temprano con el fin de tomar medidas oportunas para evitar el fracaso y mejorar los indicadores de permanencia y graduación. En este estudio, además de los indicadores de rendimiento académico, se agregan indicadores sociodemográficos, tales como: origen étnico, estrato socioeconómico, establecimiento de procedencia (público o privado). Luego, se exploran posibles correlaciones entre estos indicadores. Un aspecto del estudio que resulta de gran interés es la clasificación del rendimiento académico en cuatro categorías: sobresaliente, normal, período de prueba e insuficiente; cuyas definiciones se encuentran en el Reglamento Estudiantil de Pregrado (REP) de la Universidad de Antioquia (artículos del 130 al 135).

Muñoz (2005) publicó un estudio realizado en la Universidad de La Laguna, ubicada en San Cristóbal de la Laguna, Tenerife, España. Aquí se menciona la falta de información sobre indicadores del rendimiento académico en las universidades públicas españolas y el hecho de que esto dificulta un estudio comparativo entre instituciones educativas. Una de las dificultades mencionadas es el tipo de indicadores que se utilizan y las diferentes definiciones que pueden tener a pesar de ser llamados de la misma manera. Entre los indicadores que utiliza este estudio, y que no se encontraron en otros, se incluyen: proporción alumnos/profesores, actividad docente/potencial docente.

La Universidad de Murcia (2015) publicó un informe sobre indicadores de rendimiento académico durante el ciclo 2010-2011. Entre los indicadores que definen y utilizan se encuentran tasa de rendimiento en créditos, tasa de éxitos en créditos, tasa de graduación, tasa de abandono, entre otros.

A pesar de que este tipo de indicadores no se utilizó en este trabajo de graduación, es importante conocer la gran variedad de indicadores que pueden ser utilizados para evaluar el rendimiento académico en la universidad. Este tipo de indicadores podrían utilizarse en futuras investigaciones.

Hernández (2005) presenta un estudio que sigue una línea similar a los demás documentos analizados; sin embargo, se concentra en los cursos de Matemática en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela. El autor se propone examinar el rendimiento académico por docente y por área académica.

Es importante señalar que el autor concibe el rendimiento académico como un indicador de la productividad de un sistema educativo y lo divide en tres categorías: rendimiento docente, rendimiento estudiantil y rendimiento

institucional. Entre los indicadores que utiliza se encuentran los de aprobación, reprobación y promedio de notas.

Rodríguez y Ruiz (2011) realizaron un estudio que se concentra en estudiantes de química y se propone correlacionar por medio de un modelo de regresión multivariado dos tipos de indicadores. Estos son: promedio de calificaciones y avance en la carrera según los créditos obtenidos. El promedio en las calificaciones fue utilizado en este trabajo; sin embargo, no se intentó correlacionar los indicadores utilizados.

Rodríguez y Gómez (2010), en un estudio que se diferencia de los demás analizados, se concentra en indicadores que serán calculados al ingreso (y no durante como otros estudios) a la Facultad de Medicina de la Universidad de Tampico, México. Estos indicadores serán utilizados luego como posibles predictores del comportamiento de los indicadores de rendimiento académico de los estudiantes. Se busca saber si existe una correlación entre indicadores, por ejemplo, promedio de examen de ingreso (indicador al inicio) con el promedio general en los primeros cuatro semestres (rendimiento académico); aunque en este trabajo de graduación el enfoque es no correlacional, el estudio revisado muestra la posibilidad de establecer correlaciones que predigan el rendimiento académico. Este tipo de enfoque podría ser llevado a cabo en el futuro.

Ruiz y Ruiz (2010), por su parte, se concentran en las diferentes maneras en que se puede comprender y definir el concepto de rendimiento académico. Hacen ver que el rendimiento académico del estudiante “es la resultante de una multiplicidad de factores, que van desde los personales, los relacionados con el entorno familiar y social en el que se mueve el alumno, los dependientes de la institución y los que dependen de los docentes” (p.1). Sin embargo, se señala

que, por lo común, son las notas del estudiante las que se utilizan como una medida de rendimiento académico.

Garbanzo (2007) evidencia la importancia que tiene el rendimiento académico como uno de los factores a través de los cuales se puede evaluar la calidad de una institución educativa superior. Esta evaluación, señala la autora, es de especial importancia en las instituciones de educación superior públicas de América Latina. Dado que estas instituciones se financian con fondos públicos, se hace necesarios evaluar factores de costo-beneficios. Este enfoque del rendimiento académico fue beneficioso tomarlo en cuenta, dada la población (estudiantes de una institución pública) sobre la cual se realizó la investigación de este trabajo de graduación.

Fernández y Vera (2009) buscan establecer la influencia que tiene el rendimiento académico en indicadores como la deserción, el desgranamiento (reducción del número estudiantes de una cohorte a lo largo de la duración de la carrera) y cronicidad (repetencia) en la Universidad Tecnológica Nacional de Mendoza Argentina. En el trabajo citado se busca evaluar la eficiencia de la institución a través de estos indicadores, así como establecer en qué medida están relacionados con el rendimiento académico.

En resumen, se puede ver que el área de indicadores de rendimiento académico ha sido objeto de mucha investigación. En estos estudios se puede apreciar, por una parte, que el concepto de rendimiento es complejo en su definición y medición. Además, valorar la importancia de contar con información acerca del funcionamiento de las instituciones de educación superior y que sirva de fundamento para la toma de decisiones. Decisiones que deben ir encaminadas para el mejoramiento del nivel académico.





## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Indicadores**

#### **2.1.1. Definición de indicador**

Según Coneval (2013) se puede definir a un indicador “como una herramienta cuantitativa o cualitativa que muestra indicios o señales de una situación, actividad o resultado” (p.12). Por lo tanto, a través de los indicadores se puede examinar y evaluar la realidad cuyo estudio interesa. Los indicadores son herramientas que permiten, además conocer los resultados de dichas acciones sobre el medio; como también saber si se están logrando los resultados buscados y en qué medida se cumplen los objetivos propuestos.

Los indicadores deben proporcionar información precisa respecto a la relación entre dos variables y no dar cabida a ambigüedades en la interpretación de dicha información. El observar la hora que muestra un reloj, puede ser vista como un indicador.

#### **2.1.2. Cálculo de indicadores**

Los indicadores tienen un aspecto cualitativo y cuantitativo. En este trabajo de graduación se trabajó con el cuantitativo. Si los indicadores son herramientas cuantitativas, una pregunta importante es cómo se calculan. La manera de calcular indicadores en este estudio fue como cocientes de dos números enteros. Se adopta esta manera de cálculo, ya que de acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, se pudo observar que una manera común de calcular un indicador de

rendimiento es por medio de un cociente (Universidad Nacional de Colombia, (2013), (Castañeda, (2016))). En la sección de Metodología se muestran los detalles de este cálculo.

## **2.2. El rendimiento académico**

Al intentar definir y evaluar el concepto de rendimiento académico se pueden enfrentar dificultades semánticas y metodológicas, es decir, ¿qué significa rendimiento académico?, ¿cómo se mide?

Como Ruiz y Ruiz (2010) señala del rendimiento académico del estudiante “es la resultante de una multiplicidad de factores, que van desde los personales, los relacionados con el entorno familiar y social en el que se mueve el alumno, los dependientes de la institución y los que dependen de los docentes” (p.1).

En Rojas (2014) se citan algunas definiciones de rendimiento académico. Por ejemplo, se concibe el rendimiento académico “como un término susceptible de adoptar valores cuantitativos y cualitativos, a través de los cuales se evidencia una aproximación al perfil de habilidades, conocimientos, actitudes y valores desarrollados por el estudiante en dicho proceso” (p.9). Por otra parte, el rendimiento académico puede ser visto como “nivel de conocimientos demostrado en un área o materia comparado con la norma de edad y nivel académico (p.9)”.

El rendimiento académico también es susceptible de ser categorizado de acuerdo a ciertas escalas. Por ejemplo, en rendimiento parcial y general (Luque 2002), suficiente y satisfactorio (Carrasco 2004) ambos citados por Rojas (2014). El rendimiento suficiente está relacionado con las calificaciones que el estudiante obtiene de acuerdo a los exámenes y tareas realizadas. El segundo tipo de

rendimiento, el satisfactorio, está relacionado con los logros que podría llegar a obtener el estudiante de acuerdo a su potencial.

En esta investigación se consideró el rendimiento académico como el nivel de conocimientos adquiridos por el estudiante, y que puede ser reflejado por los indicadores definidos en la sección de metodología.

### **2.3. Indicadores de rendimiento académico**

Para los fines en este estudio se describe el comportamiento del rendimiento académico de los cursos (el cual se relaciona indirectamente al de los estudiantes), y se hizo desde la perspectiva de las calificaciones obtenidas, con lo cual se estaría trabajando el rendimiento académico suficiente. Dicho comportamiento se describió por medio del cálculo de los indicadores: índice de aprobación, índice de reprobación y promedio. El cálculo de estos indicadores se hizo de acuerdo a lo descrito en el apartado cálculo de indicadores.

### **2.4. Fundamentos estadísticos**

A continuación, se describen las pruebas estadísticas, para efecto del presente estudio.

#### **2.4.1. Pruebas de normalidad**

En Walpole, et al (2012) se expresa lo siguiente:

“Uno de los peores abusos de la estadística consiste en suponer que se trata de una distribución normal haciendo algún tipo de inferencia estadística, cuando en realidad no es normal...” (p.209)

De la normalidad de una distribución de datos depende la fiabilidad de ciertos análisis que se realizaron en este trabajo, por ejemplo, el ANOVA. Así que es de suma importancia establecer si una serie de datos presenta una distribución normal o no. En caso de no ser normal, debe recurrirse a pruebas no paramétricas para analizar la información.

El mismo autor menciona que existen pruebas de bondad de ajuste, que permiten verificar los datos y saber si es plausible la suposición de normalidad.

Este tipo de pruebas se describen a continuación.

#### **2.4.1.1. Prueba de Kolmogorov-Smirnov**

De acuerdo a Canavos (1988), la prueba de Kolmogorov-Smirnov (o Prueba K-S) posee algunas ventajas, tales como:

- No necesita que los datos estén agrupados
- Es aplicable a muestras pequeñas
- Es aplicable a datos continuos

En la prueba K-S se busca decidir entre dos hipótesis

$H_0$ : los datos siguen una distribución normal (hipótesis nula).

$H_1$ : los datos no siguen una distribución normal (hipótesis alternativa).

Para utilizar la prueba Kolmogorov-Smirnov se debe calcular el estadístico:

$$D = \max |F_n(x) - F_0(x)| \quad (\text{Ec.1})$$

que representa la máxima diferencia entre  $F_n(x)$  y  $F_0(x)$ . Siendo  $F_n(x)$  la función de distribución muestral y  $F_0(x)$  la función teórica o correspondiente a la población normal especificada en la hipótesis nula.

Para tomar una decisión es necesario comparar el estadístico  $D$  con un valor preestablecido  $D_\alpha$ . Si  $D \leq D_\alpha$ , entonces no se rechaza  $H_0$ . Si  $D > D_\alpha$ , se rechaza  $H_0$ .  $\alpha$  representa el nivel de significancia que se desea.

#### **2.4.1.2. Prueba de Shapiro-Wilk**

Cuando el tamaño muestral es menor o igual a 50 se puede verificar la normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk. Para llevarla a cabo se calcula la media y la varianza muestral,  $s^2$ , y se ordenan las observaciones de menor a mayor. Luego, se calculan las diferencias entre el primero y el último; el segundo y el penúltimo; el tercero y el antepenúltimo, etc. y se corrigen por medio de coeficientes tabulados por Shapiro-Wilk. El estadístico de prueba es:

$$W = \frac{D^2}{ns^2} \quad (\text{Ec.2})$$

Donde:

$D$  es la suma de las diferencias que han sido corregidas.

Se rechazará la hipótesis nula de normalidad si el valor  $W$  es menor que el valor crítico proporcionado por la tabla de acuerdo al nivel de significancia. Shapiro-Wilk (1965).

#### **2.4.2. Pruebas de hipótesis**

Como parte de los objetivos de este trabajo de graduación se encuentra realizar comparaciones entre indicadores y verificar si existen diferencias que sean estadísticamente significativas. Para esto se aplicaron las herramientas estadísticas correspondientes a las pruebas de hipótesis.

Walpole (et al) (2012) definen una hipótesis estadística como “una aseveración o conjetura respecto a una o más poblaciones” (p.319).

Algo que es importante señalar es que la verdad o falsedad de una hipótesis estadística no es absoluta. Esto se debe a que la prueba de la hipótesis no se realiza con la totalidad de la población.

En una prueba de hipótesis estadística se cuenta con dos afirmaciones de las cuales se debe o no rechazar. Estas afirmaciones son llamadas hipótesis nula ( $H_0$ ) e hipótesis alternativa ( $H_1$ ).

De acuerdo con Walpole (et al) (2012), la hipótesis alternativa “por lo general representa la pregunta que se responderá o la teoría que se probará, mientras que la hipótesis nula  $H_0$  anula o se opone a  $H_a$  y a menudo es el complemento lógico” (p.320).

Basándose en los datos muestrales se deberá rechazar  $H_0$  en favor de  $H_1$  o no rechazar  $H_0$ . En la toma de esta decisión se pueden incurrir en dos tipos de errores:

Error tipo 1, que se comete si se rechaza  $H_0$  siendo verdadera.

Error tipo 2, que se comete al no rechazar  $H_0$  siendo falsa.

El error tipo 1 recibe el nombre de significancia y se denota por  $\alpha$ .

Por lo regular se busca un valor de  $\alpha$  pequeño, o sea que se busca minimizar la probabilidad de cometer el error tipo 1. Sin embargo, la escogencia de  $\alpha$  puede llegar a ser arbitraria y esto provocaría que dos experimentadores llegaran a resultados contradictorios. Para un mejor control de esto se recurre al valor p para la toma de decisión entre  $H_0$  y  $H_1$ .

Wackerly (2010) define el valor p o nivel de significancia alcanzado como: “el valor más pequeño de significancia  $\alpha$  para el cual la información observada indica que la hipótesis nula debe ser rechazada” (p.513).

Esto significa que cuanto más pequeño sea el valor p, más indicios existen que la hipótesis nula  $H_0$  sea falsa. Es decir,  $H_0$  debe ser rechazada si  $p \leq \alpha$ .

Si existiesen diferencias, será necesario señalar, en el caso de una comparación de tres o más muestras, entre cuales se da la diferencia. Para determinar esto, en el caso que exista normalidad, se aplicará una prueba de ANOVA. Si no existiese normalidad, una prueba de Shapiro-Wilk.

### **3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

### 3.1. Estadísticas descriptivas generales

A continuación, en la tabla II se presentan algunas estadísticas descriptivas que permiten mostrar las características de la población bajo estudio.

Tabla III. Frecuencias totales por curso

| Núm. | Curso                                | Frecuencia | Frecuencia relativa |
|------|--------------------------------------|------------|---------------------|
| 1    | Aguas Subterráneas                   | 184        | 0.6                 |
| 2    | Análisis Estructural 1               | 2182       | 6.7                 |
| 3    | Análisis Estructural 2               | 73         | 0.2                 |
| 4    | Ciencia de los Materiales            | 435        | 1.3                 |
| 5    | Cimentaciones 1                      | 1201       | 3.7                 |
| 6    | Concreto Armado 1                    | 1243       | 3.8                 |
| 7    | Concreto Armado 2                    | 1447       | 4.4                 |
| 8    | Concreto Preeforzado                 | 231        | 0.7                 |
| 9    | Costos Presupuestos y Avalúos        | 1180       | 3.6                 |
| 10   | Diseño de Estructuras en Mampostería | 206        | 0.6                 |
| 11   | Diseño de Estructuras Metálicas 1    | 249        | 0.8                 |
| 12   | Diseño Estructural                   | 1367       | 4.2                 |
| 13   | Geografía                            | 792        | 2.4                 |
| 14   | Hidráulica                           | 1737       | 5.3                 |
| 15   | Hidráulica de Canales                | 476        | 1.5                 |
| 16   | Hidrología                           | 1366       | 4.2                 |
| 17   | Ingeniería de Tránsito               | 68         | 0.2                 |
| 18   | Ingeniería Económica 1               | 567        | 1.7                 |
| 19   | Ingeniería Económica 2               | 5          | 0.0                 |

Continuación tabla III

| <b>Núm.</b> | <b>Curso</b>                           | <b>Frecuencia</b> | <b>Frecuencia<br/>relative</b> |
|-------------|--|-------------------|--------------------------------|
| 20          | Introd al Estudio de Impacto Ambiental | 94                | 0.3                            |
| 21          | Investigación de Operaciones I         | 16                | 0.0                            |
| 22          | Máquinas Hidráulicas                   | 82                | 0.3                            |
| 23          | Materiales de Construcción             | 2264              | 6.9                            |
| 24          | Mecánica de Fluídos                    | 1891              | 5.8                            |
| 25          | Mecánica de Suelos                     | 1402              | 4.3                            |
| 26          | Métodos de Construcción                | 60                | 0.2                            |
| 27          | Pavimentos                             | 168               | 0.5                            |
| 28          | Planeamiento                           | 1178              | 3.6                            |
| 29          | Puentes                                | 1225              | 3.7                            |
| 30          | Resistencia de Materiales 1            | 1692              | 5.2                            |
| 31          | Resistencia de Materiales 2            | 1598              | 4.9                            |
| 32          | Seminario de Investigacion Civil       | 770               | 2.3                            |
| 33          | Tipologia Estructural                  | 364               | 1.1                            |
| 34          | Topografía 1                           | 1459              | 4.4                            |
| 35          | Topografía 2                           | 1577              | 4.8                            |
| 36          | Topografía 3                           | 355               | 1.1                            |
| 37          | Transportes                            | 80                | 0.2                            |
| 38          | Urbanismo                              | 54                | 0.2                            |
| 39          | Vías Terrestres 1                      | 1385              | 4.2                            |
| 40          | Vías Terrestres 2                      | 65                | 0.2                            |
|             | <b>Total</b>                           | <b>32788</b>      | <b>100.0</b>                   |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla III se puede observar la marcada variación que existe respecto a la población de los cursos analizados. Entre los cursos con mayor población se encuentran Análisis Estructural 1, Hidráulica y Mecánica de Fluidos. Por otra parte, Análisis Estructural 2, Máquinas Hidráulicas y Vías Terrestres 2 están en los que cuentan con una menor población.

Tabla IV. **Distribución mujeres y hombres**

|           | <b>Asignaciones</b> | <b>Porcentaje</b> |
|-----------|---------------------|-------------------|
| FEMENINO  | 4689                | 14.3              |
| MASCULINO | 28099               | 85.7              |
| Total     | 32788               | 100.0             |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla IV se observa la distribución que existe entre mujeres y hombres en la población del estudio. Existe una marcada mayoría de población masculina, en general.

Tabla V. **Distribución por período**

| <b>Período</b>                  | <b>Asignaciones</b> | <b>Porcentaje Frecuencia relativa</b> |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| PRIMER SEMESTRE                 | 13800               | 42.1                                  |
| SEGUNDO SEMESTRE                | 12555               | 38.3                                  |
| VACACIONES DEL PRIMER SEMESTRE  | 3467                | 10.6                                  |
| VACACIONES DEL SEGUNDO SEMESTRE | 2966                | 9.0                                   |
| Total                           | 32788               | 100.0                                 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla IV se muestra la distribución de la población respecto al período de estudio. La población correspondiente a los semestres regulares es bastante parecida. Igual sucede con la población de los cursos de vacaciones.

Tabla VI. **Distribución de las asignaciones por año**

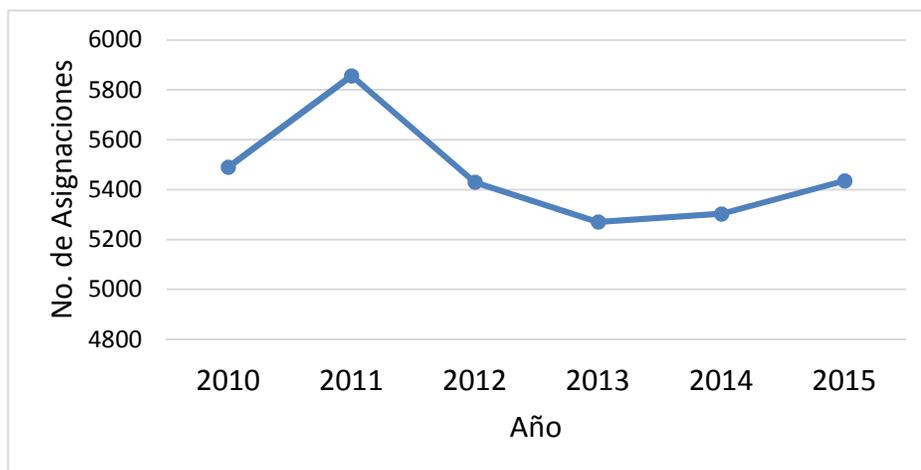
| <b>Año</b> | <b>Asignaciones</b> | <b>Porcentaje</b> |
|------------|---------------------|-------------------|
| 2010       | 5491                | 16.7              |
| 2011       | 5857                | 17.9              |
| 2012       | 5430                | 16.6              |
| 2013       | 5271                | 16.1              |
| 2014       | 5303                | 16.2              |
| 2015       | 5436                | 16.6              |
| Total      | 32788               | 100.0             |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla VI se muestra la distribución de la población respecto a los años que abarcó el estudio. Las cifras son bastante parecidas, excepto en el 2011, donde se observa un aumento de la población.

La tendencia que sigue las asignaciones en estos años puede apreciarse en la figura 1.

Figura 1. **Distribución de las asignaciones por año**



Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Distribución de las asignaciones por área de estudio**

| <b>Área</b>   | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|---|-------------------|-------------------|
| Topografía y Transportes                            | 5759              | 17.6              |
| Estructuras   | 11877             | 36.2              |
| Construcciones Civiles y Materiales de Construcción | 5530              | 16.9              |
| Hidráulica  | 5736              | 17.5              |
| Planeamiento  | 3886              | 11.9              |
| Total   | 32788             | 100.0             |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla VII se puede observar que el área que cuenta con una mayor población es la de Estructuras. Topografía y Transportes, Construcciones Civiles y Materiales de Construcción e Hidráulica cuentan con una población similar, siendo el área de Planeamiento la de menor población.

Tabla VIII. **Distribución por obligatoriedad**

|             | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|-------------|-------------------|-------------------|
| Optativo    | 4057              | 12.4              |
| Obligatorio | 28731             | 87.6              |
| Total       | 32788             | 100.0             |

Fuente: elaboración propia.

La mayoría, más del 87 % de los cursos que se analizaron fueron de carácter obligatorio, como lo muestra la tabla VIII.

Tabla IX. **Distribución de la población por cohorte**

|          | Frecuencia | Porcentaje |
|----------|------------|------------|
| Antiguos | 22251      | 67.9       |
| 2010     | 3301       | 10.1       |
| 2011     | 3646       | 11.1       |
| 2012     | 2276       | 6.9        |
| 2013     | 1069       | 3.3        |
| 2014     | 245        | 0.7        |
| Total    | 32788      | 100.0      |

Fuente: elaboración propia.

Para llevar a cabo el análisis por cohorte se clasificó a la población de acuerdo a su año de ingreso. Las cohortes de interés abarcaron desde el 2010 al 2014. En la tabla IX se observan sus respectivas poblaciones. La población de las cohortes muestra una disminución debido a que los cursos de estudio pertenecen al área profesional, por lo que conforme el año de ingreso aumenta, son cada vez menos los estudiantes que han alcanzado llegar a estos cursos.

Por esta razón no existe población correspondiente a la cohorte 2015. Estos estudiantes aún se encuentran en el área común.

### **3.2. Tendencias de los indicadores y avance por créditos**

A continuación, en la tabla IX se presentan los resultados de las notas promedio de los diferentes cursos agrupados por área para cada una de los años.

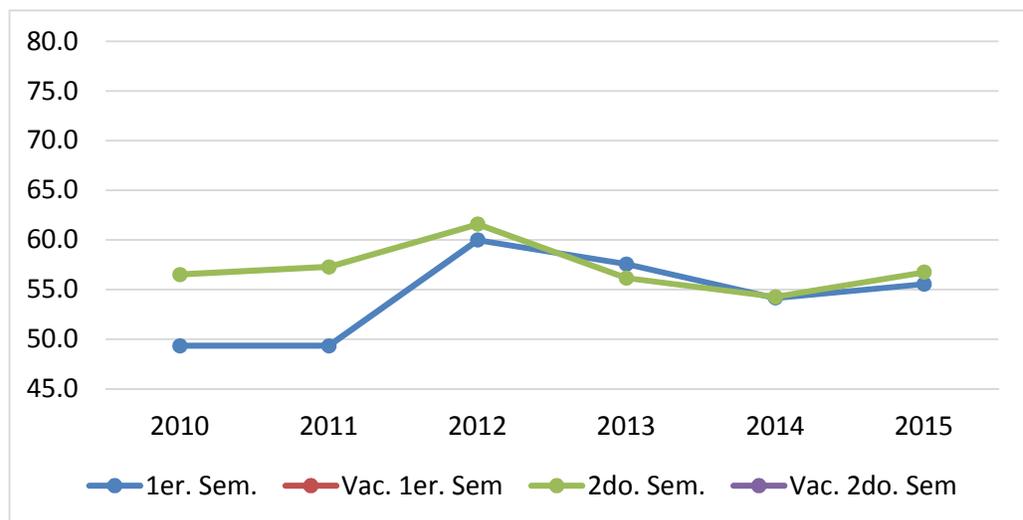
Tabla X. **Notas promedio área Topografía y transportes**

|                           | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>1er. semestre</b>      | 49.3 | 49.3 | 60.0 | 57.6 | 54.2 | 55.6 |
| <b>Vac. 1er. semestre</b> | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| <b>2do. semestre</b>      | 56.5 | 57.3 | 61.6 | 56.2 | 54.3 | 56.8 |
| <b>Vac. 2do. semestre</b> | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |

Fuente: elaboración propia.

En el área de Topografía y Transportes no se contaba con datos correspondientes a los cursos de vacaciones, por lo cual en la tabla X aparecen valores de cero. Por la misma razón, en la figura 2 no aparecen gráficas correspondientes a esto períodos. A partir del 2012 se ve un comportamiento similar en los promedios de ambos semestres.

Figura 2. **Comportamiento de los promedios: área Topografía y transportes**



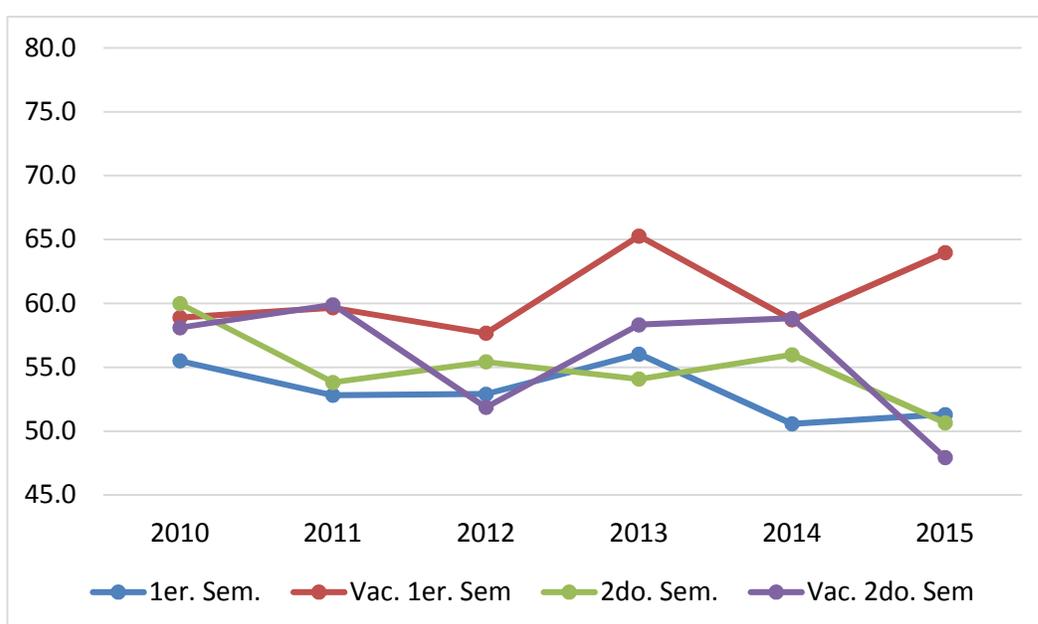
Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Notas promedio, área de Estructuras**

|                           | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>1er. semestre</b>      | 55.5 | 52.8 | 52.9 | 56.1 | 50.6 | 51.3 |
| <b>Vac. 1er. semestre</b> | 58.9 | 59.7 | 57.7 | 65.3 | 58.7 | 64.0 |
| <b>2do. semestre</b>      | 60.0 | 53.8 | 55.4 | 54.1 | 56.0 | 50.7 |
| <b>Vac.2do. semestre</b>  | 58.1 | 59.9 | 51.9 | 58.3 | 58.8 | 47.9 |

Fuente: elaboración propia.

Figura 3. **Comportamiento de los promedios, área de Estructuras**



Fuente: elaboración propia.

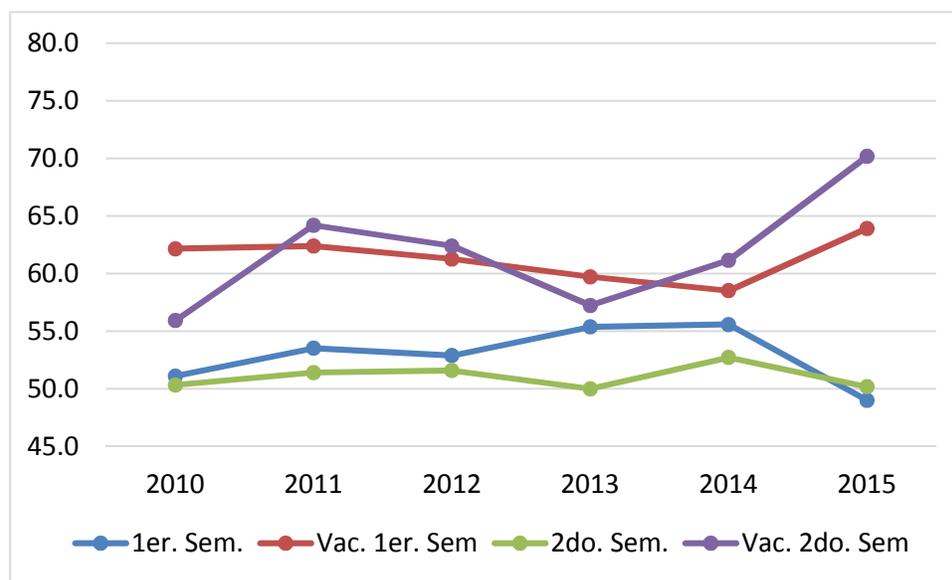
En la tabla XI y figura 3 se observa que, en el caso del área de Estructuras, los promedios correspondientes a los cursos de vacaciones, en general, tienen valores mayores que los correspondientes a los cursos regulares. A su vez, los cursos de vacaciones muestran una mayor variación a lo largo de los años que los cursos regulares.

Tabla XII. **Notas promedio, Construcciones civiles y materiales de construcción**

|                           | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>1er. semestre</b>      | 51.1 | 53.5 | 52.9 | 55.4 | 55.6 | 49.0 |
| <b>Vac. 1er. semestre</b> | 62.2 | 62.4 | 61.3 | 59.7 | 58.5 | 63.9 |
| <b>2do. semestre</b>      | 50.3 | 51.4 | 51.6 | 50.0 | 52.7 | 50.2 |
| <b>Vac. 2do. semestre</b> | 55.9 | 64.2 | 62.4 | 57.2 | 61.2 | 70.2 |

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Comportamiento de los promedios, área Construcciones civiles y materiales de construcción**



Fuente: elaboración propia.

En el caso del área Construcciones Civiles y Materiales de Construcción, los promedios que corresponden a los cursos de vacaciones muestran valores mayores que los correspondientes a los semestres regulares. Esto sucede en todos los años estudiados. Esto se puede observar en la tabla XII y figura 4.

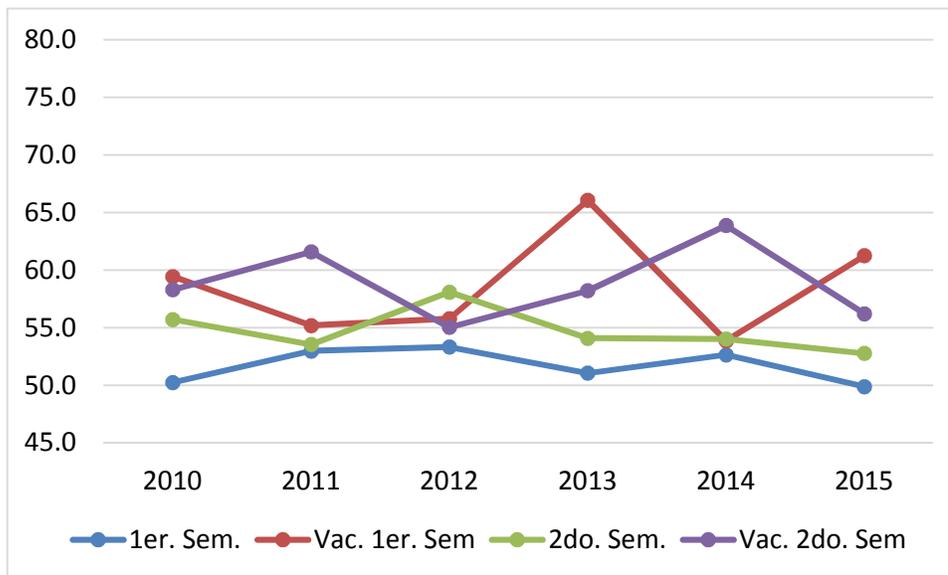
Tabla XIII. **Notas promedio, área de Hidráulica**

|                           | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>1er. semestre</b>      | 50.3 | 53.0 | 53.3 | 51.1 | 52.7 | 49.9 |
| <b>Vac. 1er. semestre</b> | 59.5 | 55.2 | 55.8 | 66.1 | 53.9 | 61.3 |
| <b>2do. semestre</b>      | 55.7 | 53.6 | 58.1 | 54.1 | 54.0 | 52.8 |
| <b>Vac. 2do. semestre</b> | 58.3 | 61.6 | 55.0 | 58.2 | 63.9 | 56.2 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XIII se muestran los promedios del área Hidráulica. Aquí también se observa que los valores correspondientes a los cursos de vacaciones muestran valores mayores que los semestres regulares, en general. A su vez, los cursos de vacaciones muestran mayor variación a lo largo del tiempo. Este comportamiento se observa en la figura 5.

Figura 5. **Comportamiento de los promedios de Hidráulica**



Fuente: elaboración propia.

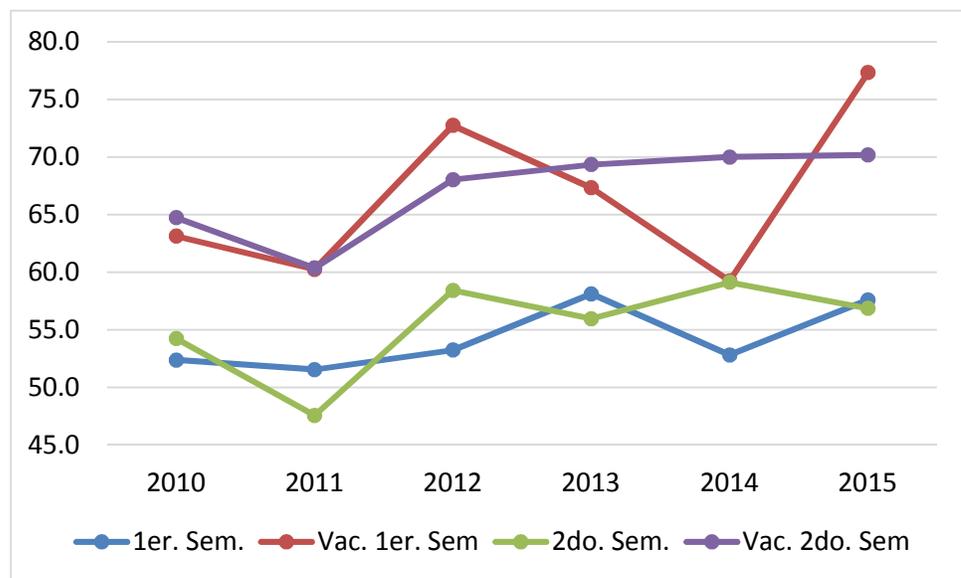
Tabla XIV. **Notas promedio área de Planeamiento**

|                           | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>1er. semestre</b>      | 52.4 | 51.5 | 53.2 | 58.1 | 52.8 | 57.6 |
| <b>Vac. 1er. semestre</b> | 63.1 | 60.2 | 72.7 | 67.3 | 59.3 | 77.3 |
| <b>2do. semestre</b>      | 54.2 | 47.6 | 58.4 | 56.0 | 59.1 | 56.9 |
| <b>Vac. 2do. semestre</b> | 64.7 | 60.4 | 68.0 | 69.4 | 70.0 | 70.2 |

Fuente: elaboración propia.

En el área Planeamiento se presenta una situación análoga a la de las otras áreas, es decir, en los cursos de vacaciones hay valores promedio mayores que la de los semestres regulares. En este caso, la variación de los promedios de los cursos de vacaciones está más marcada a lo largo de los años, sobre todo en el curso de vacaciones del primer semestre. Esto se muestra en la tabla XIV y la figura 6.

Figura 6. **Comportamiento de los promedios de Planeamiento**



Fuente: elaboración propia.

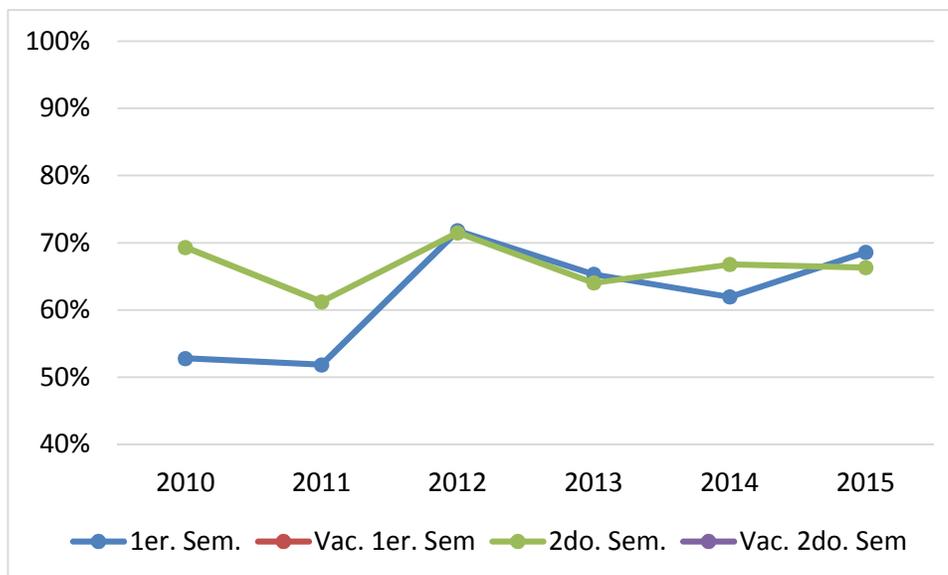
A continuación, se presentan los resultados obtenidos relacionados al porcentaje de aprobación.

Tabla XV. **Porcentaje de aprobación área de Topografía y Transportes**

|                           | 2010<br>% | 2011<br>% | 2012<br>% | 2013<br>% | 2014<br>% | 2015<br>% |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>1er. semestre</b>      | 53        | 52        | 72        | 65        | 62        | 69        |
| <b>Vac. 1er. semestre</b> | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <b>2do. semestre</b>      | 69        | 61        | 72        | 64        | 67        | 66        |
| <b>Vac. 2do. semestre</b> | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Comportamiento porcentaje de aprobación, Topografía y Transportes**



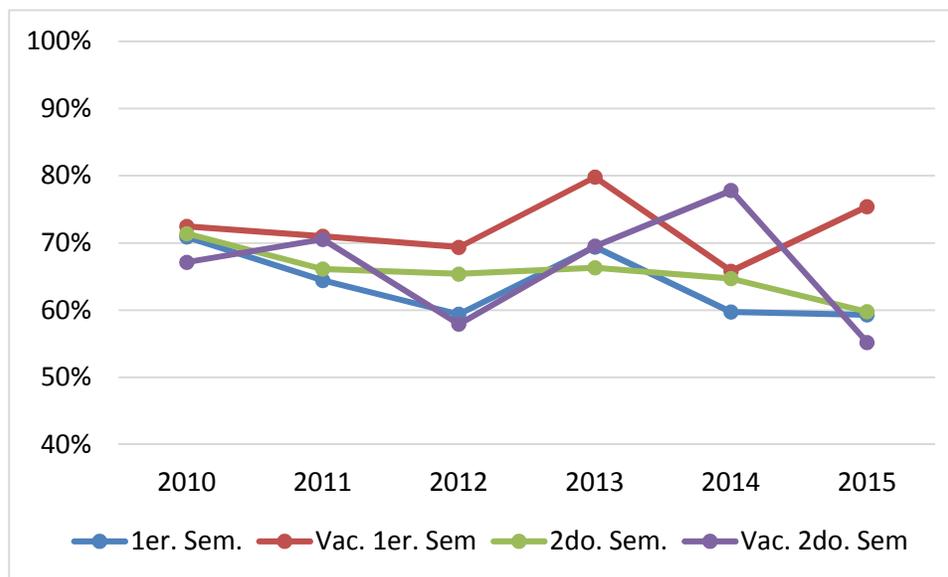
Fuente: elaboración propia.

En la tabla XV y figura 7 se observa que, al igual que sucede con la nota promedio, el porcentaje de aprobación en el área de Topografía y Transportes presenta valores similares del año 2012 a 2015. Tampoco se cuenta con datos correspondientes a los cursos de vacaciones.

Tabla XVI. **Porcentaje de aprobación área, Estructuras**

|                           | 2010<br>% | 2011<br>% | 2012<br>% | 2013<br>% | 2014<br>% | 2015<br>% |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>1er. semestre</b>      | 71        | 64        | 59        | 69        | 60        | 59        |
| <b>Vac. 1er. semestre</b> | 72        | 71        | 69        | 80        | 66        | 75        |
| <b>2do. semestre</b>      | 71        | 66        | 65        | 66        | 65        | 60        |
| <b>Vac. 2do. semestre</b> | 67        | 71        | 58        | 70        | 78        | 55        |

Figura 8. **Comportamiento porcentajes de aprobación área, Estructuras**



Fuente: elaboración propia.

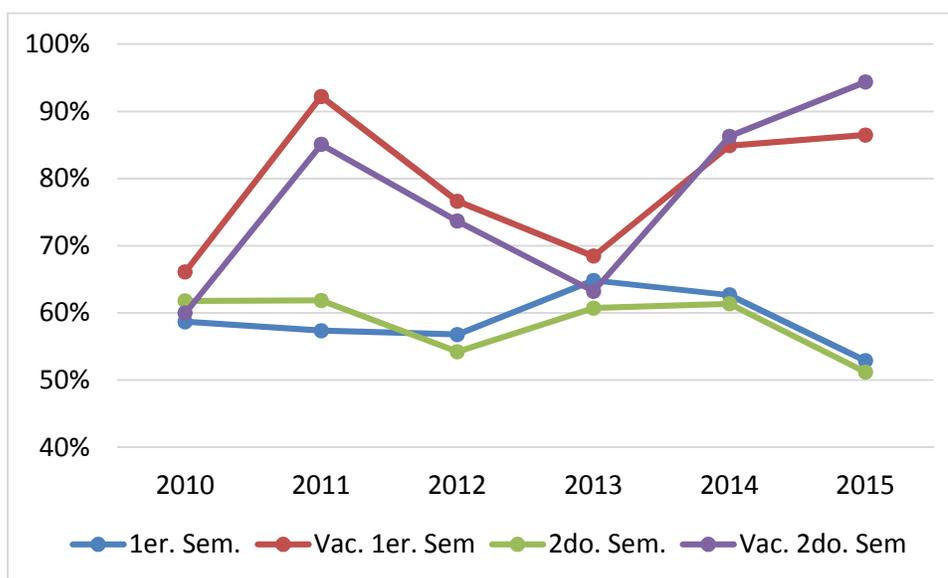
En el área Estructuras, los porcentajes de aprobación correspondientes al curso de vacaciones del primer semestre son mayores a lo largo de los años de estudio. Tanto los porcentajes de este período como los de vacaciones del segundo semestre presentan una mayor variación a lo largo del tiempo que los semestres regulares. Ese comportamiento se aprecia en la tabla XVI y figura 8.

Tabla XVII. **Porcentaje de aprobación área Construcciones civiles y materiales de construcción**

|                           | 2010<br>% | 2011<br>% | 2012<br>% | 2013<br>% | 2014<br>% | 2015<br>% |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>1er. semestre</b>      | 59        | 57        | 57        | 65        | 63        | 53        |
| <b>Vac. 1er. semestre</b> | 66        | 92        | 77        | 68        | 85        | 86        |
| <b>2do. semestre</b>      | 62        | 62        | 54        | 61        | 61        | 51        |
| <b>Vac. 2do. semestre</b> | 60        | 85        | 74        | 63        | 86        | 94        |

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Comportamiento porcentaje de aprobación área Construcciones Civiles y Materiales de Construcción**



Fuente: elaboración propia.

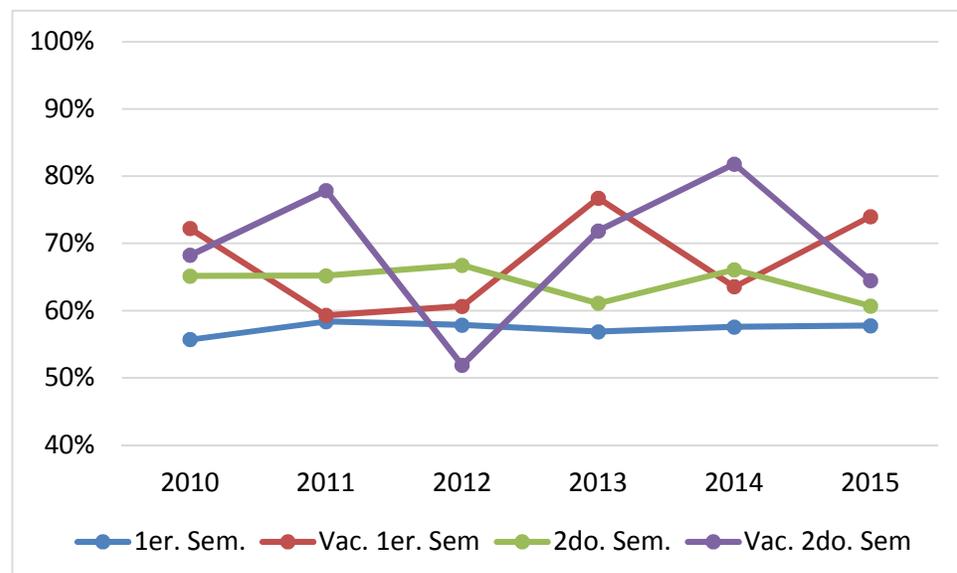
En la tabla XVII y figura 9 se presenta el comportamiento de los porcentajes de aprobación del área Construcciones Civiles y Materiales de Construcción. Los datos correspondientes a los cursos de vacaciones muestran de manera consistente valores mayores a los semestres regulares. Además, el comportamiento de los semestres presenta una mayor regularidad que los cursos de vacaciones.

Tabla XVIII. **Porcentajes de aprobación área Hidráulica**

|                           | 2010<br>% | 2011<br>% | 2012<br>% | 2013<br>% | 2014<br>% | 2015<br>% |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>1er. semestre</b>      | 56        | 58        | 58        | 57        | 58        | 58        |
| <b>Vac. 1er. semestre</b> | 72        | 59        | 61        | 77        | 64        | 74        |
| <b>2do. semestre</b>      | 65        | 65        | 67        | 61        | 66        | 61        |
| <b>Vac. 2do. semestre</b> | 68        | 78        | 52        | 72        | 82        | 64        |

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Comportamiento porcentajes de aprobación área Hidráulica**



Fuente: elaboración propia.

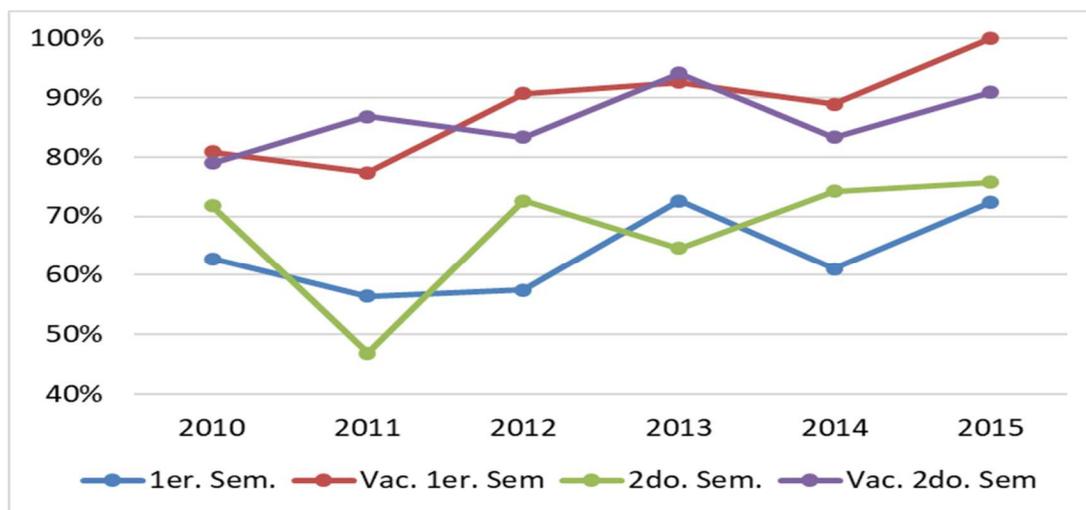
En el área Hidráulica se presenta una situación similar a las áreas examinadas anteriormente. Con la excepción del comportamiento del curso de vacaciones del segundo semestre. Este presenta variaciones bastante pronunciadas. De un 78 % en 2011 a 52 % en 2012. Esto se muestra en la tabla XVIII y la figura 10.

Tabla XIX. **Porcentajes de aprobación área Planeamiento**

| Planeamiento              | 2010<br>% | 2011<br>% | 2012<br>% | 2013<br>% | 2014<br>% | 2015<br>% |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>1er. semestre</b>      | 63        | 56        | 57        | 73        | 61        | 72        |
| <b>Vac. 1er. semestre</b> | 81        | 77        | 91        | 93        | 89        | 100       |
| <b>2do. semestre</b>      | 72        | 47        | 73        | 65        | 74        | 76        |
| <b>Vac. 2do. semestre</b> | 79        | 87        | 83        | 94        | 83        | 91        |

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Comportamiento porcentajes de aprobación área Planeamiento**



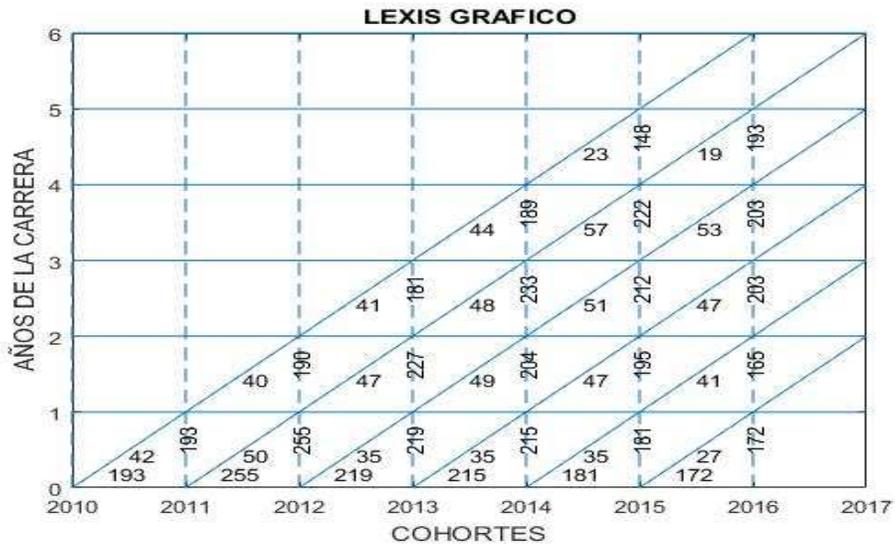
Fuente: elaboración propia.

En el área Planeamiento, tabla XIX y figura 11, se evidencia un comportamiento ascendente en los porcentajes de aprobación a lo largo de los años estudiados. Esta tendencia se observa de manera más clara en los valores correspondientes a los cursos de vacaciones, tanto del primero como del segundo semestre.

A continuación, se presentan los resultados del análisis por cohortes.

Para llevar a cabo el análisis de avance por créditos, se restó de los 250 créditos oficiales de la carrera la suma de créditos obligatorios. Este se dividió entre los dos semestres regulares. Este número representa la cantidad de créditos optativos mínimos que debe tener un estudiante para no atrasarse en el pénsum. Luego, se realizó una búsqueda de los estudiantes asignados que cumplían con este requisito. En la figura 12 se muestran los resultados obtenidos por cada una de las cohortes. En el eje horizontal se encuentran las cohortes y en el vertical los años de carrera. Por ejemplo, hubo 193 asignados de la cohorte 2010 al inicio, de los cuales 42 obtuvieron los créditos mínimos para avanzar al siguiente año. De la cohorte 2011, al inicio, hubo 255 asignados, de los cuales 50 obtuvieron los créditos mínimos. Al final de la carrera, de la cohorte 2010, terminaron 19 con los créditos necesarios.

Figura 12. Avance por créditos por cohorte



Fuente: elaboración propia.

### 3.3. Comparación de los indicadores de rendimiento entre mujeres y hombres

A continuación, en la tabla XIX se presenta el resultado de las pruebas de hipótesis realizadas.

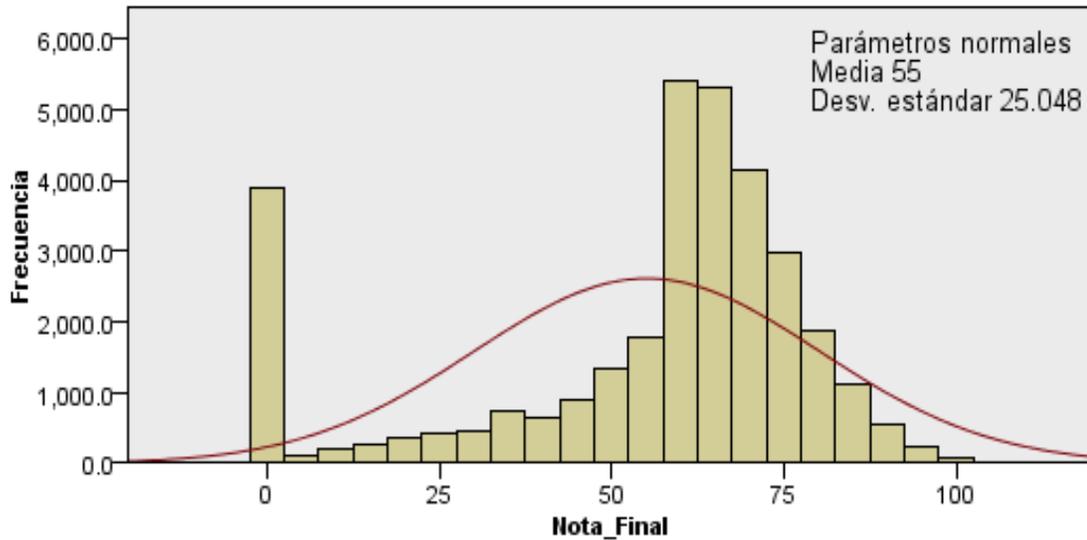
Tabla XX. Prueba Kolmogorov-Smirnov para la nota final

|   | Hipótesis nula   | Prueba  | Sig.              | Decisión                   |
|---|--|---|-------------------|----------------------------|
| 1 | La distribución de Nota Final es normal con la media 55 y la desviación estándar 25.048. | Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra | .000 <sup>1</sup> | Rechace la hipótesis nula. |

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Histograma de la nota final**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**



Fuente: elaboración propia.

En la tabla XX y figura 13 se encuentra recopilada la información esencial de la nota final. La nota final no se comporta de acuerdo a una distribución normal y por otra parte, en el histograma se muestra que existe una cantidad apreciable de notas finales iguales a cero.

Tabla XXI. **Prueba de homogeneidad de varianzas entre mujeres y hombres**

| Nota_final            |     |       |       |
|-----------------------|-----|-------|-------|
| Estadístico de Levene | gl1 | gl2   | Sig.  |
| 38,855                | 1   | 32786 | 0.000 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXI se muestran los resultados de la prueba de Levene para determinar si existe homogeneidad de varianzas entre mujeres y hombres.

Debido que la significancia (Sig.) es menor que 0,05 no existe homogeneidad de varianzas. Dado este resultado, al aplicar la prueba U de Mann-Whitney entre hombres y mujeres (tabla XXII), la única conclusión que puede obtenerse es que la distribución de la nota final no es la misma entre mujeres y hombres en general, y no respecto a algún parámetro particular.

Tabla XXII. **Prueba de hipótesis para diferencia entre mujeres y hombres**

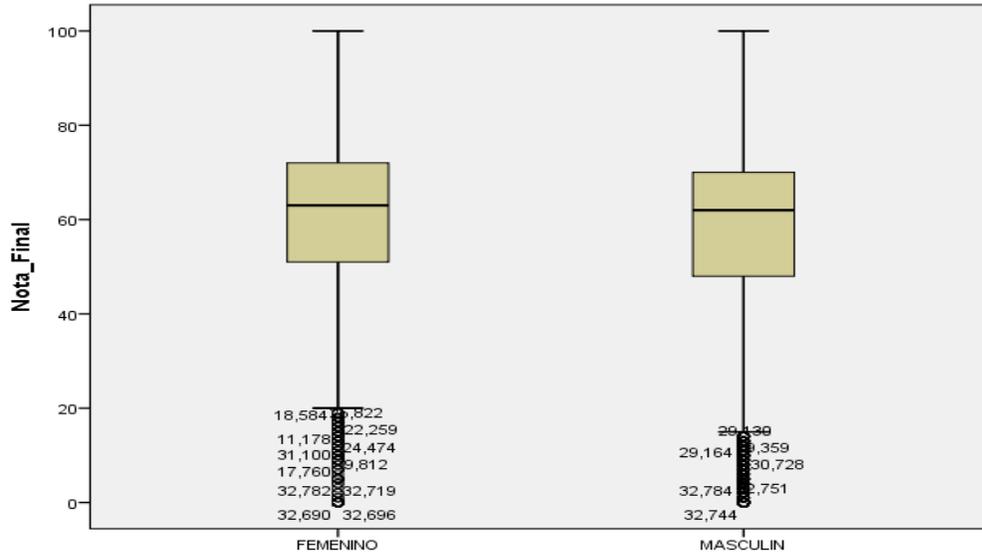
|   | Hipótesis nula  | Prueba  | Sig. | Decisión                   |
|---|---|---|------|----------------------------|
| 1 | La distribución de Nota_Final es la misma entre las categorías de Género. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | .000 | Rechace la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es .05.

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los resultados anteriores es necesario recurrir a una gráfica de cajas (figura14), para determinar en dónde se encuentran las diferencias. Además, se puede apreciar que la mediana es similar en ambos grupos, lo cual se confirma en las tablas XXIII y XXIV. Así también, el 50 % de las notas finales, en el caso de las mujeres entre 51 y 72 puntos. El 50 % de las notas de los hombres se encuentran entre 48 y 70.

Figura 14. **Diagrama de distribución de la nota final para mujeres y hombres**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Cuartiles mujeres**

|                    |    |       |
|--------------------|----|-------|
| <b>Mediana</b>     |    | 63.00 |
| <b>Percentiles</b> | 25 | 51.00 |
|                    | 50 | 63.00 |
|                    | 75 | 72.00 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Cuartiles hombres**

|                    |    |       |
|--------------------|----|-------|
| <b>Mediana</b>     |    | 62.00 |
| <b>Percentiles</b> | 25 | 48.00 |
|                    | 50 | 62.00 |
|                    | 75 | 70.00 |

Fuente: elaboración propia.

### 3.4. Comparación entre cursos

A continuación, en las tablas XXIV y XXV se describen las pruebas de homogeneidad de varianza y de hipótesis para la diferencia por cursos.

Tabla XXV. **Prueba de homogeneidad de varianza de la nota final por curso**

| Nota_final            |     |       |       |
|-----------------------|-----|-------|-------|
| Estadístico de Levene | gl1 | gl2   | Sig.  |
| 93,238                | 39  | 32748 | 0.000 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Prueba de hipótesis para diferencias entre cursos**

|   | Hipótesis nula  | Prueba  | Sig. | Decisión                   |
|---|---|---|------|----------------------------|
| 1 | La distribución de Nota_Final es la misma entre las categorías de Código curso. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | .000 | Rechace la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es .05.

Fuente: elaboración propia.

### 3.5. Comparación entre áreas de estudio

A continuación, en las tablas XXVI y XXVII se describen las pruebas de homogeneidad de varianza y de hipótesis para la diferencia por áreas.

Tabla XXVII. **Prueba de homogeneidad de varianza nota final por área**

|                       |     |       |       |
|-----------------------|-----|-------|-------|
| Nota_final            |     |       |       |
| Estadístico de Levene | gl1 | gl2   | Sig.  |
| 167,607               | 4   | 32783 | 0.000 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Prueba de hipótesis para la diferencia por áreas**

|          | Hipótesis nula  | Prueba  | Sig. | Decisión                   |
|----------|---|---|------|----------------------------|
| <b>1</b> | La distribución de Nota_Final es la misma entre las categorías de Área. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | .000 | Rechace la hipótesis nula. |

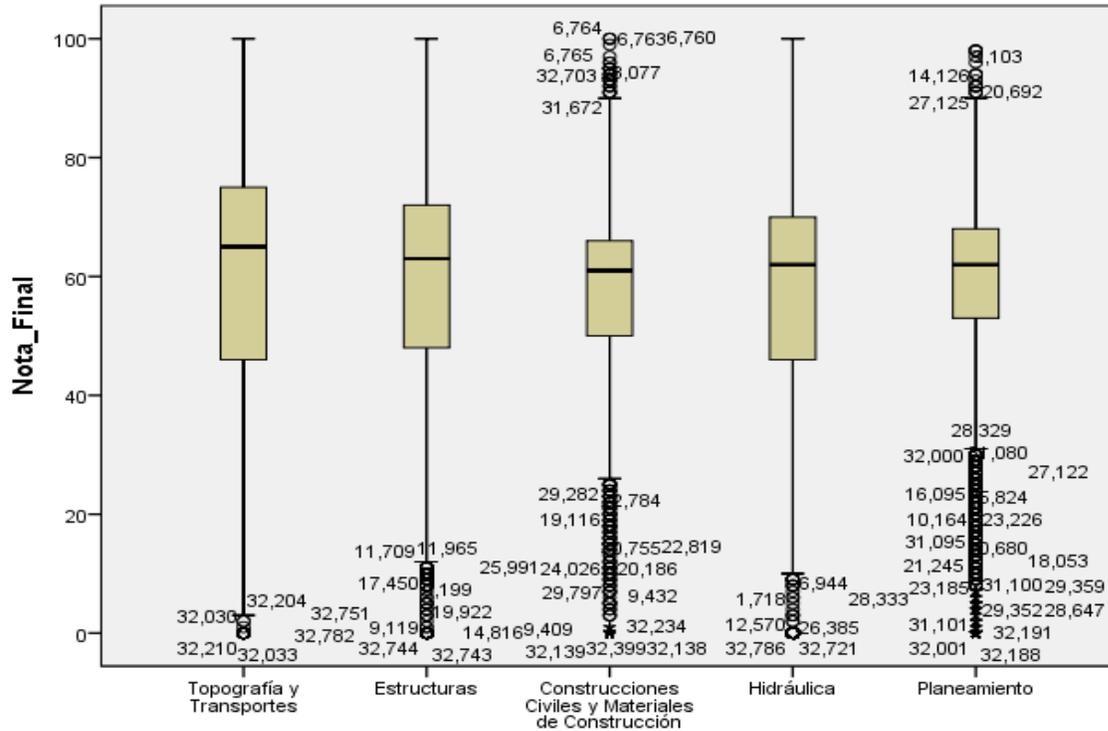
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es .05.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXVII se muestra que no existe homogeneidad de varianzas de la nota final en las áreas profesionales. Debido a esto, al realizar la prueba de Kruskal-Wallis solo se puede concluir que la distribución de la nota final, respecto a las áreas profesionales, no es la misma en general y no respecto a un parámetro en particular.

Debido a lo anterior se recurre a una gráfica de cajas (fig. 15), para estimar las diferencias entre las áreas. En el área Topografía y Transportes no se observan datos atípicos superiores y pocos datos atípicos inferiores a diferencia del resto de áreas.

Figura 15. Comparación por área



Fuente: elaboración propia.

### 3.6. Diferencias en el porcentaje de aprobación por año

Por medio de la presentación de las siguientes tablas se describen las diferencias de aprobación por año y análisis gráfico de la nota final.

#### 3.6.1. Porcentaje de aprobación

En la tabla XXVIII se muestran los porcentajes de aprobación generales para cada uno de los años de estudio. A pesar de lucir similares las cifras es necesario una prueba de hipótesis para confirmar diferencias. Lo cual es tema de la siguiente sección

Tabla XXIX. **Porcentaje de aprobación por año**

|                                     | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Porcentaje de aprobación (p)</b> | 65%  | 63%  | 65%  | 68%  | 66%  | 64%  |
| <b>Estudiantes (N)</b>              | 5491 | 5934 | 5533 | 5392 | 5392 | 5544 |

Fuente: elaboración propia.

### 3.6.2. Prueba de hipótesis para la diferencia de proporciones

A continuación, se muestran los resultados de las pruebas de hipótesis acerca de las diferencias entre porcentajes de aprobación. Las hipótesis fueron

$$H_0: p_i = p_j$$

$$H_a: p_i > p_j$$

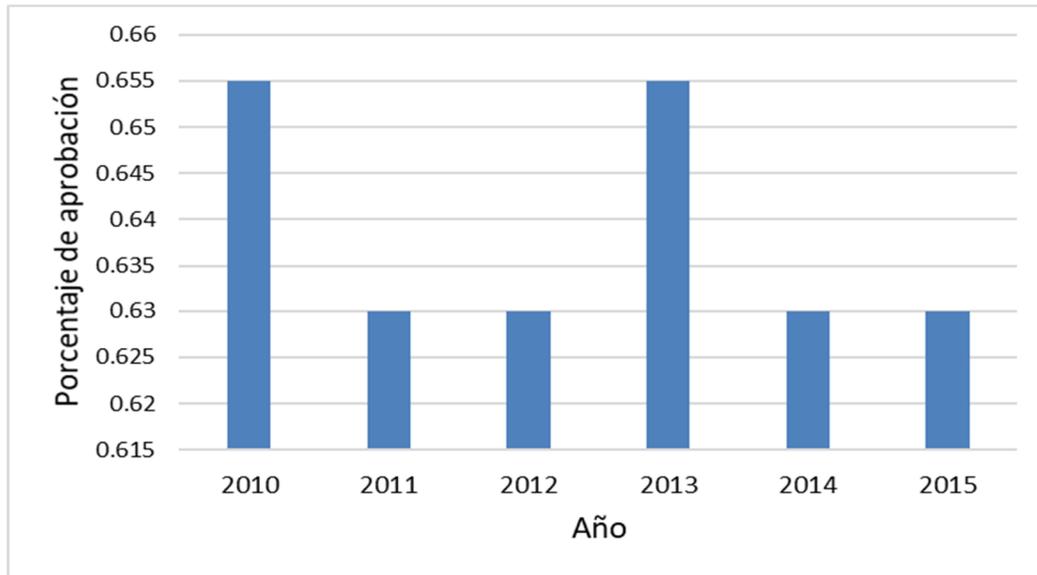
con una significancia  $\alpha = 0.05$

Tabla XXX. **Relación entre los porcentajes de aprobación por año**

|             | 2010 | 2011      | 2012  | 2013      | 2014      | 2015      |
|-------------|------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|
| <b>2010</b> | -    | 2010>2011 | Igual | Igual     | Igual     | 2010>2015 |
| <b>2011</b> | -    | -         | Igual | 2013>2011 | 2014>2011 | Igual     |
| <b>2012</b> | -    | -         | -     | 2013>2012 | Igual     | Igual     |
| <b>2013</b> | -    | -         | -     | -         | 2013>2014 | 2013>2015 |
| <b>2014</b> | -    | -         | -     | -         | -         | Igual     |
| <b>2015</b> | -    | -         | -     | -         | -         | -         |

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Relación entre los porcentajes de aprobación por año**



Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la prueba de hipótesis de proporciones se muestran en la tabla XXX. Algunas de las proporciones son iguales y otras diferentes. Estas relaciones se pueden apreciar mejor en la figura 16. En el año 2010 y 2013 hubo mayores porcentajes de aprobación.

Tabla XXXI. **Prueba de homogeneidad de varianzas para año**

| <b>Prueba de homogeneidad de varianzas</b> |     |       |       |
|--|-----|-------|-------|
| Nota_final                                 |     |       |       |
| Estadístico de Levene                      | gl1 | gl2   | Sig.  |
| 20.667                                     | 5   | 32782 | 0,000 |

Fuente: elaboración propia.

### 3.6.3. Análisis gráfico notal final

A continuación, en la tabla XXXI se estima de manera gráfica las diferencias en la nota final entre años estudiados y entre períodos de estudio (primer semestre, vacaciones primer semestre, segundo semestre, vacaciones segundo semestre) en cada una de las áreas de estudio.

Tabla XXXII. **Prueba de hipótesis para la diferencia por año**

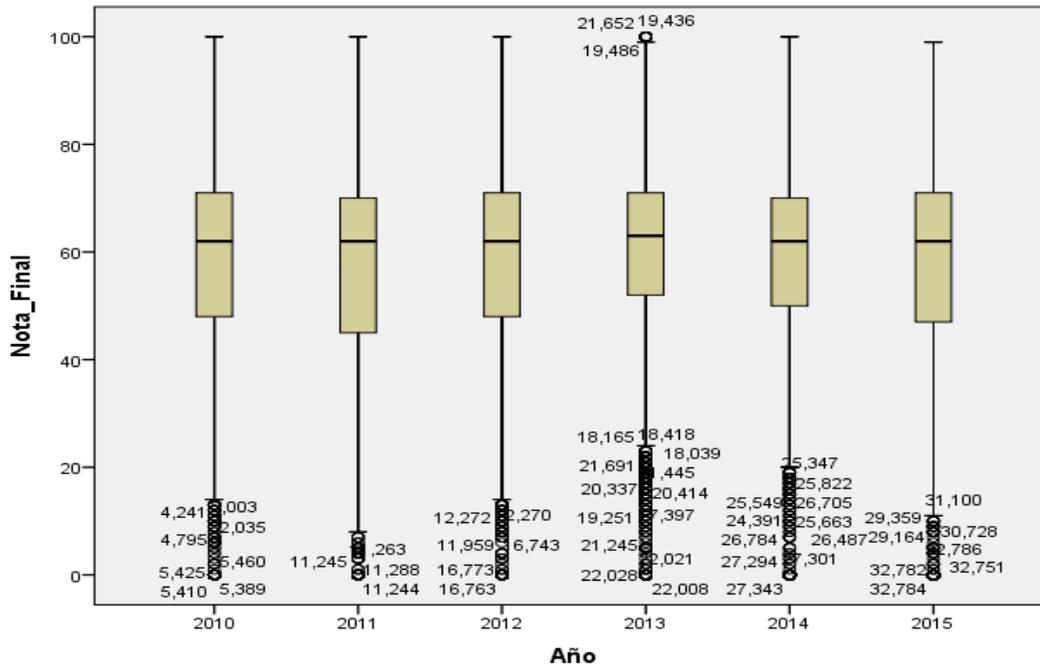
|          | <b>Hipótesis nula</b>  | <b>Prueba</b>   | <b>Sig.</b> | <b>Decisión</b>            |
|----------|--|---|-------------|----------------------------|
| <b>1</b> | La distribución de Nota_Final es la misma entre las categorías de Año. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | .000        | Rechace la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es .05.

Fuente: elaboración propia.

Con base en los resultados de la tablas XXXI y XXXII es necesario recurrir a un recurso grafico (figura 17) para estimar las diferencias que existen entre los años de estudio en la distribución de la nota final. En esta figura se puede apreciar que las medianas son similares, además la concentración del 50 % de los datos luce parecida.

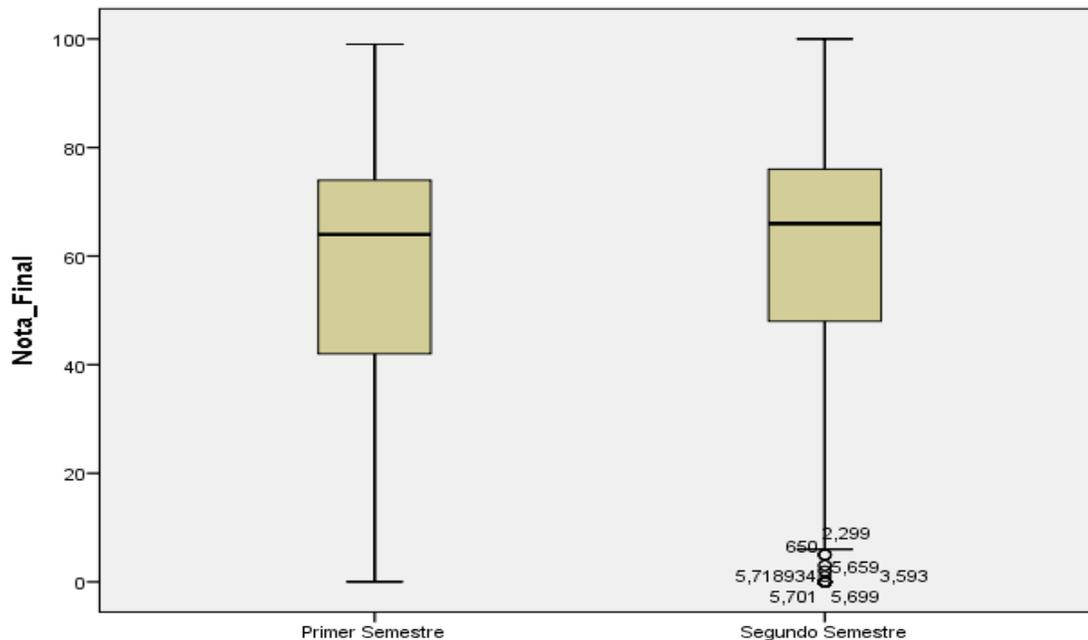
Figura 17. **Diagrama de distribución de la nota final por año**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 18 y tabla XXXIII se muestran las diferencias entre el primer y segundo semestre en el área Topografía y Transporte. Las distribuciones no muestran diferencias apreciables.

Figura 18. **Diagrama de cajas, área Topografía y Transportes**



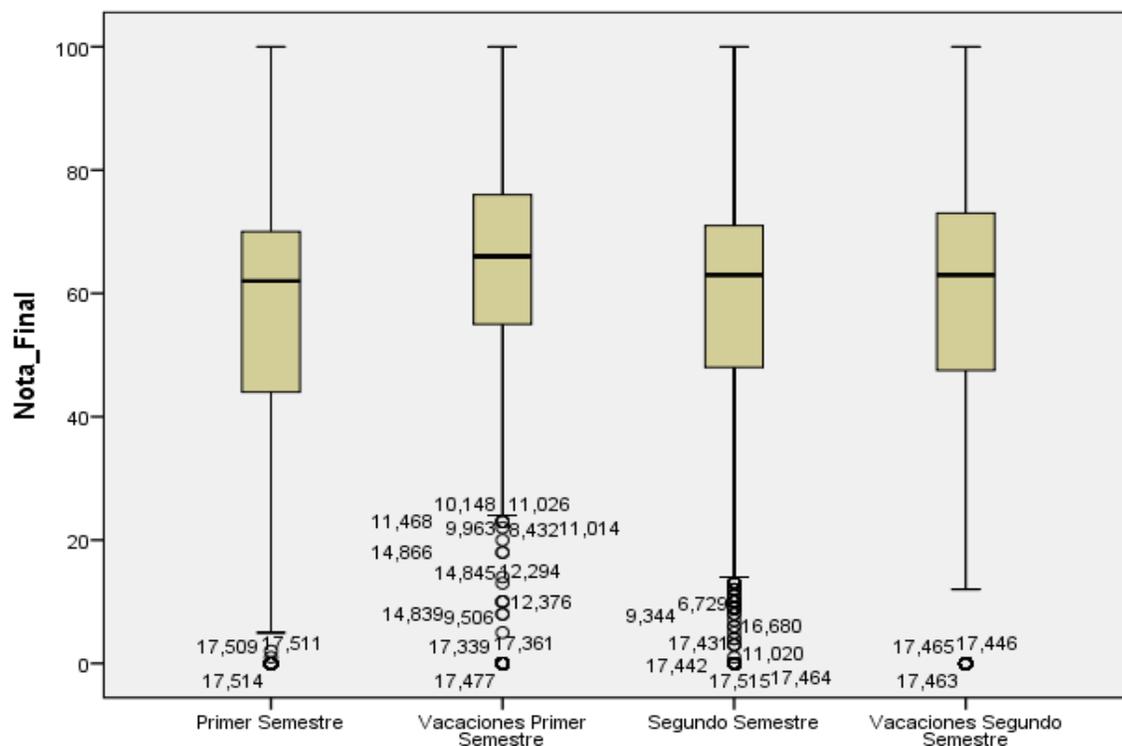
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Mediana, área Topografía y Transportes**

| Período            | Mediana | Percentil 25 | Percentil 75 |
|--------------------|---------|--------------|--------------|
| 1er. semestre      | 64      | 42           | 74           |
| Vac. 1er semestre  | ND      | ND           | ND           |
| 2do. semestre      | 66      | 48           | 76           |
| Vac. 2do. semestre | ND      | ND           | ND           |

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Diagrama de cajas, área Estructuras



Fuente: elaboración propia.

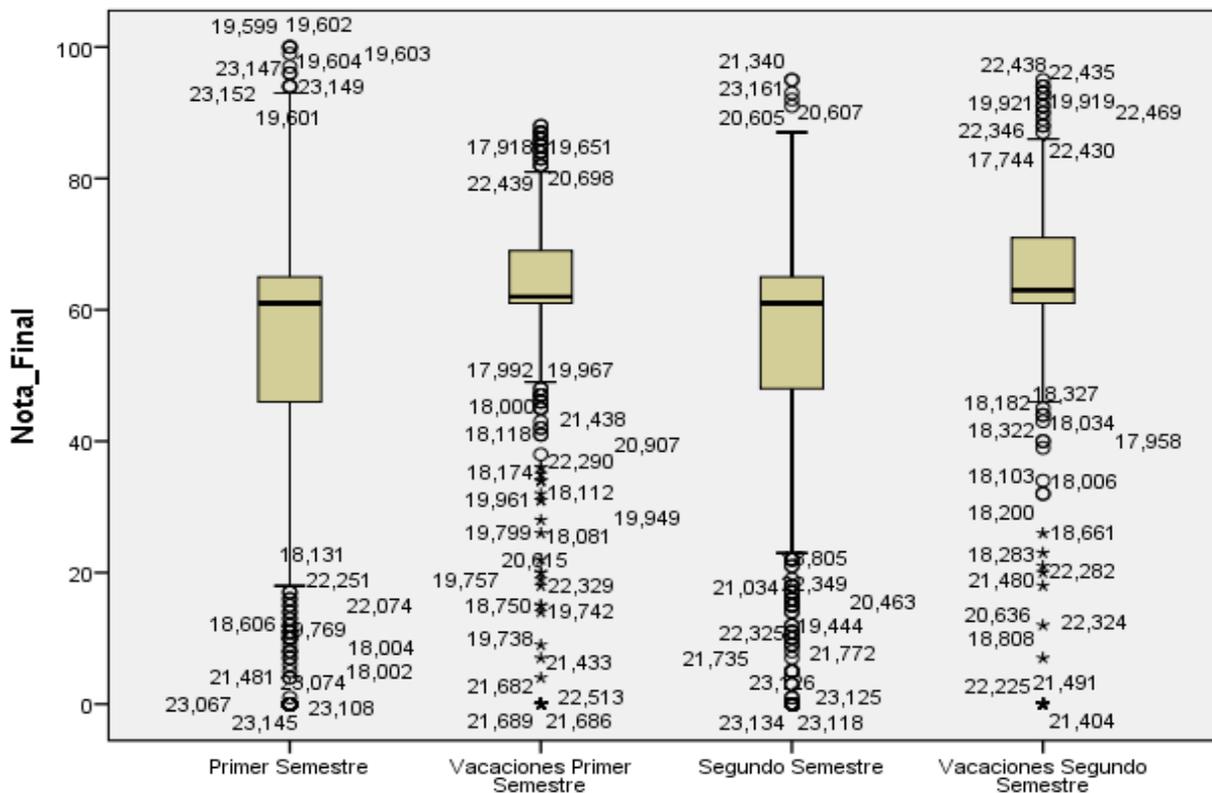
Tabla XXXIV. Mediana, área Estructuras

| Período            | Mediana | Percentil 25 | Percentil 75 |
|--------------------|---------|--------------|--------------|
| 1er. semestre      | 62      | 44           | 70           |
| Vac. 1er semestre  | 66      | 55           | 76           |
| 2do. semestre      | 63      | 48           | 71           |
| Vac. 2do. semestre | 63      | 47           | 73           |

Fuente: elaboración propia.

En el área Estructuras, la concentración del 50 % de las notas se encuentra entre límites superiores en las vacaciones del primer semestre. En las vacaciones del segundo semestre casi no se observan datos atípicos.

Figura 20. **Diagrama de cajas área Construcciones civiles y matriales de construcción**



Fuente: elaboración propia.

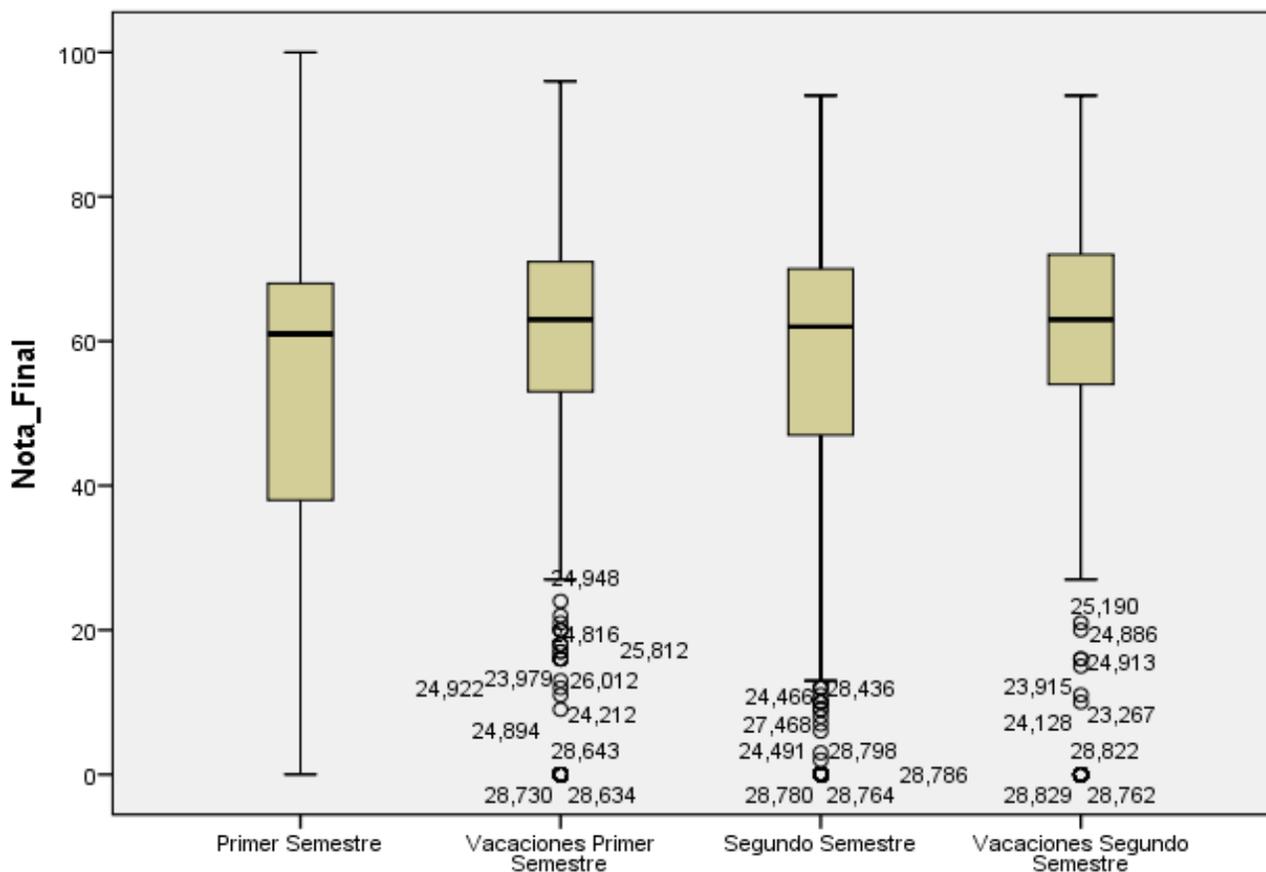
Tabla XXXV. **Mediana, área Construcciones civiles y materiales de construcción**

| Período            | Mediana | Percentil 25 | Percentil 75 |
|--------------------|---------|--------------|--------------|
| 1er. semestre      | 61      | 46           | 65           |
| Vac. 1er. semestre | 62      | 61           | 69           |
| 2do. semestre      | 61      | 48           | 65           |
| Vac. 2do. semestre | 63      | 61           | 71           |

Fuente: elaboración propia.

En el área Construcciones civiles y materiales de construcción se observan diferencias bastante acentuadas entre los períodos. Se puede apreciar gran cantidad de datos atípicos tanto superiores e inferiores. Figura 20 y tabla XXXIV.

Figura 21. **Diagrama de cajas, área de Hidráulica**



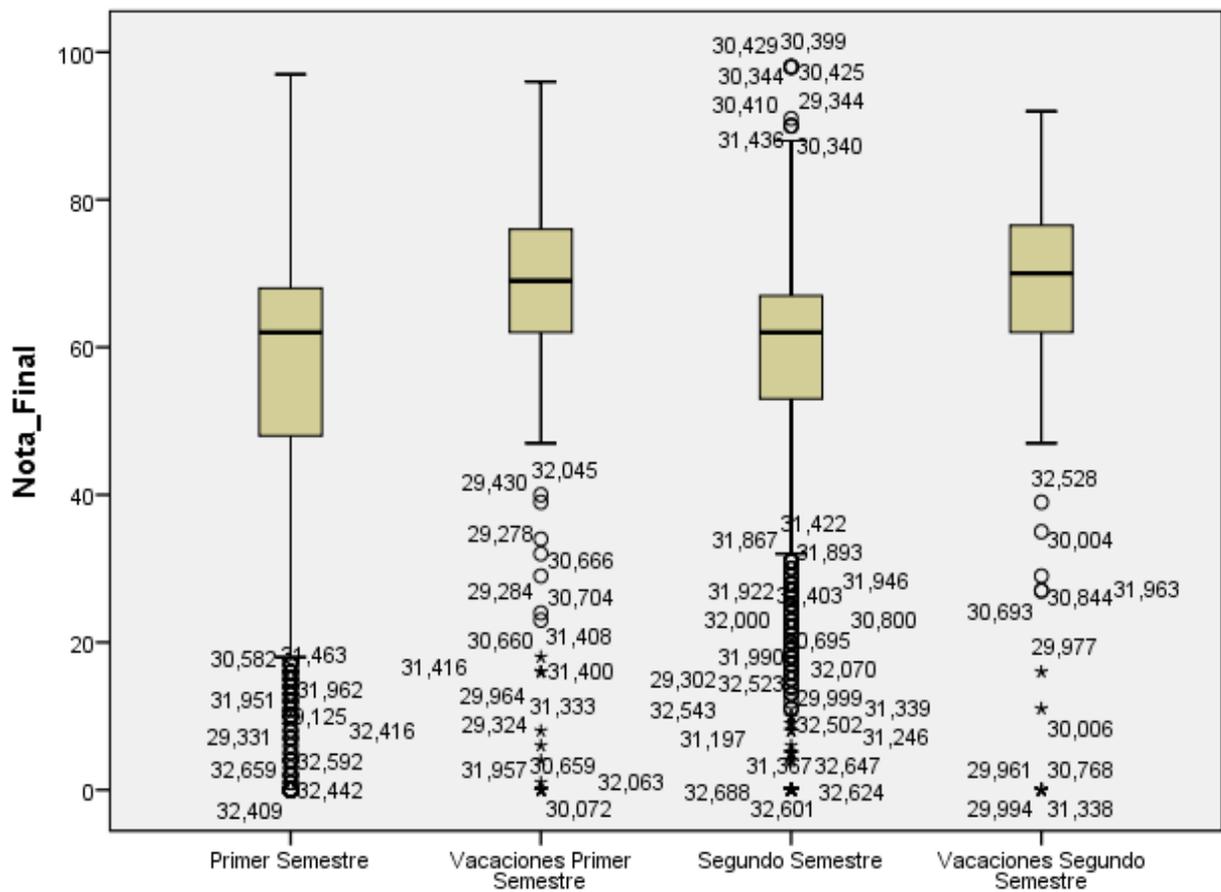
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Mediana, área Hidráulica**

| Período            | Mediana | Percentil 25 | Percentil 75 |
|--------------------|---------|--------------|--------------|
| 1er. semestre      | 61      | 38           | 68           |
| Vac. 1er semestre  | 63      | 53           | 71           |
| 2do. semestre      | 62      | 47           | 70           |
| Vac. 2do. semestre | 63      | 54           | 72           |

En el área de Hidráulica, el primer semestre se distingue del resto de períodos en que no existen datos atípicos y la concentración del 50 % de notas se encuentra entre límites inferiores(38 y 68 puntos), a los otros períodos. Figura 21 y tabla XXXV.

Figura 22. Diagrama de cajas, área de Planeamiento



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Mediana, área de Planeamiento**

| <b>Período</b>            | <b>Mediana</b> | <b>Percentil 25</b> | <b>Percentil 75</b> |
|---------------------------|----------------|---------------------|---------------------|
| <b>1er. semestre</b>      | 62             | 48                  | 68                  |
| <b>Vac. 1er semestre</b>  | 69             | 62                  | 76                  |
| <b>2do. semestre</b>      | 62             | 53                  | 67                  |
| <b>Vac. 2do. semestre</b> | 70             | 62                  | 77                  |

Fuente: elaboración propia.

En el área Planeamiento, también se observan diferencias marcadas entre los períodos de vacaciones y semestres regulares. Se observan gran cantidad de datos atípicos inferiores. El segundo semestre es el único período con datos atípicos superiores. Los cuales representan notas finales inusualmente altas. Figura 22 y tabla XXXVI.

## **4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1. Estadísticas descriptivas**

En la tabla III se muestran las frecuencias totales por cada curso durante los 5 años de estudio. En total se realizó el análisis de 40 cursos con una población de 32 788 estudiantes. Se puede observar que se presentan casos extremos entre la cantidad de alumnos matriculados. Por ejemplo, el curso de Materiales de Construcción con 2 264 alumnos, representa el 6.9 % de la población total.

Por otra parte, cursos como Métodos de Construcción o Análisis Estructural 2 con 60 y 73 estudiantes, respectivamente, que representan cada uno menos del 0.5% de la población.

En cuanto a la distribución entre mujeres y hombres, las primeras representan el 14.3 % de la población y el restante 85.7 % corresponde a los segundos, según la tabla IV.

En la investigación se trabajó con 4 períodos en que se desarrollaron los cursos. Estos períodos y sus frecuencias se muestran en la tabla V. En el primer semestre se presenta una mayor población, esto se debe al semestre al cual pertenecen los cursos. En cuanto a los períodos correspondientes a cursos de vacaciones, el curso correspondiente al mes de junio posee una población que es ligeramente mayor que la correspondiente al curso del mes de diciembre. Este comportamiento es similar a otras áreas, como los cursos de matemática. Las

razones para esto pueden ser, entre otras, el tipo de cursos que son programados y, a que los estudiantes prefieren descansar durante la época navideña.

En la tabla VI se muestra de qué manera se distribuye la población por cada uno de los años de estudio. Se observa que entre los años 2011 y 2014 se registró una disminución de la población en los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería Civil. Luego del 2014 se observa un repunte de la población. Este comportamiento se aprecia mejor en la figura 1.

Los cursos profesionales que fueron analizados se encuentran distribuidos en 5 áreas, según la red de estudios vigente (2017). Las áreas y su respectiva población se muestran en la tabla VII. El área con una mayor población es la de Estructuras con 36.2 % de la población.

Los cursos que se imparten en la Facultad de Ingeniería se dividen en dos grupos. Los obligatorios y los optativos. Son obligatorios aquellos en los cuales el estudiante debe matricularse de manera forzosa. Los optativos son en los cuales el estudiante puede elegir matricularse o no. En esta investigación, la población de los cursos obligatorios asciende 87.6 % y el resto (12.4 %) corresponde a los cursos optativos, como pudo observarse en la tabla VIII.

En este estudio se llevó a cabo un análisis avance por créditos por cohorte. Se entenderá por cohorte al conjunto de estudiantes que comparten las primeras cuatro cifras de su número de carnet. Se trabajó con 5 cohortes (2010, 2011, 2012, 2013, 2014). Los estudiantes que tienen un número de carnet, cuyas cifras son anteriores al 2010, se agruparon dentro de la categoría de antiguos. Las distribuciones de estas cohortes se muestran en la tabla IX, en esta tabla se puede ver que los antiguos abarcan casi un 70 % de la población total

## **4.2. Tendencias de los indicadores y avance por créditos nota final promedio**

En las tablas de la X a la XIV se presentan las notas finales promedio obtenidas para cada una de las áreas profesionales estudiadas. Con excepción del área de Topografía y Transportes, se observa que los promedios correspondientes a los cursos de vacaciones muestran valores mayores que los promedios de los semestres regulares, como lo muestran la figuras de la 2 a la 6.

Además, en algunas áreas se observa un comportamiento bastante irregular de los promedios de los cursos de vacaciones a lo largo de los años. Por ejemplo, en el área de Estructuras (fig. 3) e Hidráulica (fig. 5). Sería necesario un examen más exhaustivo para determinar a qué se deben estas diferencias. Tanto entre cursos de vacaciones y semestres regulares. Así como en los de vacaciones a lo largo de los años analizados. Estas diferencias es posible que se deban a cambios en las condiciones de enseñanza, es decir, duración del curso, personal docente, perfil de los estudiantes, etc.

Determinar las causas de esto es importante, ya que el ideal sería que este indicador se comporte de manera relativamente estable (y con un valor lo más alto posible), para garantizar una formación óptima a los estudiantes. Como se mencionó al inicio, el área de Topografía y Transporte es una excepción. En primer lugar, no se observaron datos correspondientes a cursos de vacaciones, y además se observa un comportamiento similar de los promedios a lo largo de los años analizados. Principalmente en los últimos cuatro años.

### **4.2.1. Porcentaje de aprobación**

En lo que respecta a los porcentajes de aprobación de las distintas áreas, tablas XV-XIX y figuras 7-11, se observa un comportamiento parecido al que presentaba la nota promedio. Los porcentajes de aprobación correspondientes a los cursos de vacaciones presentan, en general, valores mayores que aquellos observados en los períodos regulares de clase. Los porcentajes de aprobación de los cursos de vacaciones varían de manera marcada a lo largo de los años. De la misma manera que se comentó en el apartado sobre nota promedio, es importante conocer las razones que provocan este tipo de comportamiento para garantizar una calidad óptima de enseñanza.

Un caso que llama la atención es el área de hidráulica (fig. 10), en este caso los valores correspondientes al curso de vacaciones del segundo semestre a lo largo de 2010 a 2015 presenta marcadas variaciones. De un porcentaje de 78% de aprobación (año 2011) disminuyó a 52% (año 2012). El curso de vacaciones del primer semestre se comporta también con marcadas variaciones a lo largo de los años estudiados. Por otra parte, en el área de Planeamiento (fig.11), los cursos de vacaciones no presentan variaciones tan grandes como en otras áreas. El área de Topografía y transporte, también en este caso, no cuenta con datos correspondientes a cursos de vacaciones. El comportamiento de los cursos regulares, sobre todo en los últimos 4 años, se comportan de manera bastante parecida.

#### **4.2.2. Avance por créditos**

En la figura 12 se observan los comportamientos de las cohortes de 2010 a 2015. En la cohorte 2010 hubo 193 asignaciones, de los cuales 42 obtuvieron los créditos mínimos. Al avanzar en los años de la carrera se observa la cantidad de estudiantes que obtienen los créditos mínimos. Al final quedan 23 estudiantes. Con estos datos puede calcularse un porcentaje de eficiencia de esta cohorte que es 12%. Para la cohorte 2011 la eficiencia final es 7,45 %. Para el resto de

cohortes no es posible calcular tales datos, ya que no se cuentan con información de los años correspondientes. Sin embargo, podrían calcularse eficiencias parciales, las cuales representan el porcentaje de estudiantes que cumplen los requisitos de créditos al final de cada año.

#### **4.3. Comparación de los indicadores de rendimiento entre mujeres y hombres**

Como parte del análisis realizado se buscó determinar si existen diferencias entre mujeres y hombres, en cuanto a los indicadores de rendimiento académico, específicamente la nota final. Antes de proceder con algún tipo de prueba estadística es necesario establecer si la nota final sigue una distribución normal o no. Como se muestra en la tabla XX, la nota final no sigue una distribución normal. En la figura 13 puede verse el histograma de la nota final que muestra una cantidad apreciable de ceros en la nota final. Al no existir normalidad es necesario aplicar una prueba no paramétrica. Se aplicó la prueba U de Mann-Whitney.

Esta prueba puede utilizarse para comparar la media de dos poblaciones. Sin embargo, es necesario que se cumplan ciertos supuestos, como la igualdad de varianzas. Si este supuesto no se cumple, entonces la prueba solamente puede informar si las distribuciones son iguales o no en general, y no sobre un parámetro en particular. En la tabla XXI se puede observar que no existe igualdad de varianzas, ya que Sig. es menor a 0.05. Por lo tanto, la prueba U de Mann Whitney (tabla XIX), solamente informa de la igualdad de distribuciones en general. En este caso la distribución no es la misma entre mujeres y hombres. Para tener una mejor idea de tal diferencia se recurre a una gráfica de cajas (fig. 14).

Se observa que tanto mujeres como hombres poseen medianas parecidas (tablas XXIII y XXIV) y no presentan datos atípicos superiores, pero sí presentan datos atípicos inferiores. Entre los hombres se observa una mayor concentración entre el percentil 25 y la mediana, es decir, hay una mayor cantidad de notas entre 48 y 62 puntos. En el caso de las mujeres la acumulación se da entre 51 y 63 puntos. Las diferencias parecen ser mínimas.

#### **4.4. Comparación entre cursos**

Al intentar hacer una comparación de la nota final entre los cursos se da una situación análoga a la que se daba en el caso de la comparación entre mujeres y hombres. No existe igualdad de varianzas (tabla XXV). En este caso se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis por ser más de dos poblaciones. La prueba muestra que no hay igualdad entre los cursos (tabla XXVI). No se hizo un análisis gráfico dada la gran cantidad de cursos.

#### **4.5. Comparación entre áreas de estudio**

En el caso de las áreas de estudio sucede lo mismo que al comparar mujeres y hombres y entre cursos. No se presenta igualdad de varianzas (tabla XXVII). Al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis se muestra que no hay igualdad entre las áreas de estudio. Se llevó a cabo un análisis gráfico de las diferencias entre áreas (fig. 15). En esta gráfica se puede observar que las mayores diferencias se encuentran en las áreas de Construcciones civiles y materiales de construcción y planeamiento. En estas áreas se observan tanto valores atípicos superiores como inferiores abundantes, estos valores representan notas finales inusualmente altas o bajas respectivamente. Por otra parte, las medianas de todas las áreas presentan un comportamiento similar.

## **4.6. Comparación de proporciones por año y análisis gráfico de diferencias**

### **4.6.1. Proporción de aprobación**

En la tabla XXIX se muestran los porcentajes de aprobación de los años analizados (2010-2015). A continuación, se realizaron pruebas de hipótesis de proporciones para determinar si existen diferencias significativas entre los valores de los respectivos años. Los resultados obtenidos se resumen en la tabla XXX. Al observar la gráfica de los resultados (fig.16) se puede concluir que los años donde hubo un mayor porcentaje de aprobación fueron 2010 y 2013. En 2013 hubo un 65% de aprobación y en 2013 aprobaron el 68 % que estadísticamente son equivalentes.

### **4.6.2. Diferencias por año**

Para establecer si existen diferencias significativas en la nota final entre los años estudiados fue necesario establecer si existía igualdad de varianzas. Según la tabla XXXI no existe tal igualdad, por lo que la prueba de Kruska-Wallis simplemente establece que hay diferencia entre las distribuciones de los 6 años en general y no respecto a un parámetro específico. En la figura 17 se pueden apreciar las diferencias que existen. En los 6 años se observan gran cantidad de datos atípicos inferiores que representan notas finales muy bajas, esto podría explicarse por la gran cantidad de ceros que presenta la nota final (fig.13). El único de los años que presenta datos atípicos superiores es 2013. Estos representan notas finales inusualmente altas.

### **4.6.3. Análisis gráfico por área**

En las figuras 18-22 se pueden apreciar las diferencias en cada una de las áreas a lo largo de los semestres regulares y los cursos de vacaciones. En lo que respecta al área de Topografía y Transportes solo existían datos para los semestres regulares. En el segundo semestre se presentaron varios casos atípicos inferiores a diferencia del primer semestre. Las medianas fueron similares. Para apreciar mejor las diferencias se necesitaría observar la distribución de las notas alrededor de la mediana. Según la tabla XXXIII, en el primer semestre existe una mayor cantidad de notas entre la mediana (nota 64) y el percentil 25 (nota 42) que las que hay en el segundo semestre en los respectivos valores de mediana y percentil 25.

Esto quiere decir, que en esta región las notas en el segundo semestre se encuentran distribuidas de manera más compacta. Sin embargo, ambos semestres no presentan diferencias muy marcadas. Para el área de Estructuras, según la figura 19 y tabla XXXIV, el comportamiento entre los períodos muestra mayor variación. El valor de la mediana del período de vacaciones del segundo semestre es mayor y la distribución de las notas entre el cuartil 25 y cuartil 75 donde se encuentran el 50 % de los datos se encuentra entre 55 y 76 puntos, que es un rango mayor que para los otros períodos.

En el caso del área de Construcciones civiles y materiales de Construcción el comportamiento entre los semestres regulares por una parte y los cursos de vacaciones por el otro, presentan similitudes (fig.20). Los semestres regulares muestran una mediana de 61 y el 50 % de las notas (entre el percentil 25 y 75) se encuentran entre 46 y 65 puntos y 48 y 65 puntos, respectivamente (tabla XXXV).

En el área de Hidráulica las medianas son similares (tabla XXXVI) en todos los períodos; sin embargo, en el primer semestre se observan valores atípicos de ningún tipo, ni inferiores ni superiores, a diferencias de los otros períodos (fig.

21). Además, en el primer semestre el 50 % de las notas se encuentra entre 38 y 68 puntos. Los cursos de vacaciones presentan una distribución bastante similar. En el área de Planeamiento se presenta una similitud entre las distribuciones de los períodos de vacaciones por un lado y los semestres regulares por otro (fig. 21). Los valores de las medianas de los cursos de vacaciones son iguales y las medianas de los semestres regulares son bastante parecidas (tabla. XXXVII). Una diferencia se encuentra en el segundo semestre donde se puede observar la presencia de valores atípicos, que representan notas inusualmente altas.



## **CONCLUSIONES**

### **General**

Los valores de los indicadores de rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil durante el período de 2010 a 2015, son mayores durante los cursos de vacaciones que durante los semestres regulares. Además, existen diferencias significativas en los valores de dichos indicadores entre cursos, áreas, cohortes, y género de los estudiantes.

### **Específicas**

1. Los indicadores de porcentaje de aprobación y nota final presentan, en general, valores mayores en los cursos de vacaciones que en los semestres regulares. Además, los valores que presentan los valores correspondientes a los cursos de vacaciones presentan variaciones muy marcadas a lo largo de los años de estudio. La cohorte 2011 presenta un mayor avance por créditos.
2. Entre hombres y mujeres existen diferencias entre las distribuciones de la nota final. Estas pueden apreciarse de manera indirecta a través de recursos gráficos. Por medio de las gráficas utilizadas se puede inferir que las mujeres presentan una distribución levemente mejor que los hombres.
3. Entre los cursos del área profesional analizados existen diferencias entre las respectivas distribuciones de la nota final. Estas podrían apreciarse indirectamente por medio de recursos gráficos.
4. Entre las áreas de estudio analizadas existen diferencias entre las respectivas distribuciones de la nota final. Estas se pueden apreciar de manera indirecta

a través de recursos gráficos. De acuerdo con estas gráficas, las áreas de Construcciones Civiles y Materiales de Construcción y Planeamiento presentan un comportamiento distinto al resto de áreas.

5. Entre los años estudiados (2010 a 2015) existen diferencias entre los porcentajes de aprobación siendo los años 2010 y 2013 donde los porcentajes fueron significativamente mayores. Además, al hacer un análisis gráfico de la distribución de la nota final de cada una de las áreas a lo largo de los semestres regulares y cursos de vacaciones, se observó que los cursos de vacaciones presentan un comportamiento similar y que difiere de los semestres regulares.

## RECOMENDACIONES

1. Continuar los análisis periódicos de los indicadores de rendimiento académico para verificar si continúan existiendo diferencias entre el comportamiento de los cursos de vacaciones y los semestres regulares.
2. Programar reuniones periódicas para el análisis de los resultados obtenidos con el fin de aprovechar mejor los recursos humanos y materiales.
3. Llevar a cabo un análisis detallado de la manera en que se desarrollan los cursos de vacaciones, ya que en estos períodos se dan mayores valores de indicadores. Además, en estos se presentó una variación acentuada a lo largo de los años.



## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

1. ACAAI (2017). Agencia Centroamericana de acreditación de programas de Arquitectura e Ingeniería. *Programas de acreditados*. Ciudad de Panamá, Panamá. Recuperado de <http://acaai.org.gt/programas-acreditados/>
2. Canavos, G. (1988) *Probabilidad y estadística: aplicaciones y métodos*. México D.F., México. McGraw-Hill/Interamericana de México.
3. Castañeda, E. (2016). *Rendimiento académico de los estudiantes en el primer semestre: Facultad de Ingeniería cohortes 2016-1 y 2015-1*. *Ingeniería y Sociedad*, (11), 27-33. Recuperado de <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ingeso/article/view/327005/20784224>.
4. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. *Manual para el diseño y la construcción de indicadores*. CONEVAL. *Instrumentos principales para el monitoreo de programas sociales de México*. México, DF., 2013. Recuperado de <http://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/Publicaciones%20oficiales/MANUAL PARA EL DISENO Y CONTRUCCION DE INDICADORES.pdf>.
5. Eic (2017). Escuela de Ingeniería Civil. *Acreditación*. Ciudad de Guatemala. Recuperado de [http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page\\_id=776](http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page_id=776)

6. Fernández, M. y Vera, P. (2009). *Mejoramiento de las situaciones de desgranamiento, deserción, cronicidad u otras en la F.R.M.* Recuperado de <http://web.frm.utn.edu.ar/webtutorias/wp-content/uploads/2014/10/Mejoramiento-de-las-situaciones-de-desgranamiento-desercion-cronicidad-u-otras-en-la-FRM.pdf>.
7. Garbanzo Vargas, G. (2007). *Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública.* Educación, 31 (1). 43-63. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/440/44031103.pdf>
8. Hernández, A.I. (2005). *El rendimiento académico de las matemáticas en alumnos universitarios.* Encuentro Educativo, 12 (1), 9-30. Recuperado de <http://www.produccioncientificaluz.org/index.php/encuentro/article/viewFile/861/863>.
9. Muñoz, S. (2005). *Indicadores de rendimiento académico del alumnado de la Universidad de la Laguna.* Recuperado de <https://comeval.webs.ull.es/comeval/formacion/jornadas18abril05/PONENCIASJORNADAS/JornadasSoledadMunoz.pdf>.
10. Rodríguez, M. y Ruíz, M. A. (2011). *Indicadores de rendimiento de estudiantes universitarios: calificaciones versus créditos acumulados.* Revista de

Educación, 355, 467-492. Recuperado de [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/666078/Indicadores\\_Rodriguez\\_RE\\_2011.pdf?sequence=1](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/666078/Indicadores_Rodriguez_RE_2011.pdf?sequence=1).

11. Rodríguez, M. y Gómez, V. (2010). *Indicadores al Ingreso en la carrera de medicina y su relación con el rendimiento académico*. Revista de la Educación Superior, XXXIX (153), 43-50. Recuperado de [http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista153\\_S1A3ES.pdf](http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista153_S1A3ES.pdf)
12. Rojas, L.A. (2014). *Diferencia en el rendimiento académico según la universidad, la carrera de egreso de pregrado y el género en los alumnos de la maestría en administración industrial de la Universidad Rafael Landívar, campus central*. Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/05/83/Rojas-Luis.pdf>
13. Ruiz, G., Ruiz, J., y Ruiz, E. (2010). *Indicador global de rendimiento*. Revista Iberoamericana de Educación. 52 (4). Recuperado de <http://rieoei.org/3258Ruiz.pdf>.
14. Shapiro, S., Wilk, M. (1965). *An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples)*. *Biometrika*. Vol 52, No. 3/4. Pp. 591-611. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/2333709>.
15. Universidad Nacional de Colombia, (2013). *Indicadores de rendimiento académico semestre 2013-1*. Recuperado de

<http://planeacion.medellin.unal.edu.co/images/documentos/InfRA2013-1.pdf>.

16. Universidad de Murcia (2015). *Informe anual sobre resultados académicos*. Recuperado de <https://www.um.es/documents/1277604/1313195/Informe+Claustro+resultados+acad%C3%A9micos+13-14.pdf/2839c84a-ea34-40c9-a754-43d0752da1a9>.
17. Wackerly, D. (2010). *Estadística matemática con aplicaciones*. México D.F., México. Cengage Learning.
18. Walpole, R., Myers, R., Myers, S., Ye. Keying (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México D.F. México. Pearson Educación de México.