

Pronóstico del Abandono de Estudiantes Mujeres en el Curso de Nivelación de Ingeniería de la Escuela Politécnica Nacional mediante el análisis series temporales

Iván Sandoval, M.Sc¹, Ximena Sánchez, M.Sc², Maribel Torres, Ing³, Francisco Charro, M.Sc⁴, Lucía Ortiz⁵, Elvia Gallegos, Ing⁶, David Naranjo, Ing⁷

^{1,2,3,4,5,6,7} Escuela Politécnica Nacional, Ecuador,

¹ivan.sandoval@epn.edu.ec, ²ximena.sanchez@epn.edu.ec, ³maribel.torres@epn.edu.ec, ⁴francisco.charro @epn.edu.ec, ⁵jennifer.ortiz@epn.edu.ec, ⁶elvia.gallegos @epn.edu.ec, ⁷david.naranjo@epn.edu.ec

Resumen— El abandono universitario es un fenómeno que genera impactos negativos en varios ámbitos, que van desde el nivel personal hasta afectaciones económicas al Estado. Asimismo, la participación de las mujeres en la ingeniería ha sido escasa a lo largo de la historia, debido a factores sociales y estereotipos de género, lo cuales tienen un rol importante en la elección de estas carreras. Actualmente, no existen estudios exhaustivos del abandono universitario de las mujeres en carreras de ingeniería nivel Latinoamericano. Por lo ello, el objetivo de esta investigación es realizar un estudio del abandono intersemestral de las mujeres, mediante el análisis de series temporales, en el Curso de Nivelación de Ingeniería de la Escuela Politécnica Nacional para realizar un levantamiento inicial de información, lo cual permitirá comprender de mejor manera el fenómeno para la toma de decisiones futuras. Se realizó un análisis descriptivo de la población estudiantil en el Curso de Nivelación por género, los indicadores académicos de trece semestres y se pronosticó los porcentajes de abandono intersemestral de las mujeres para el periodo académico 2019-B. Los pronósticos fueron hechos con análisis de series de tiempo considerando el abandono intersemestral que comprende un abandono precoz y uno temprano. Se obtuvo que el porcentaje promedio de abandono de las mujeres en el Curso de Nivelación de Ingeniería, Ciencias y Ciencias Administrativas es del 13%, que la carrera con mayor porcentaje de mujeres es Ingeniería Ambiental, que la carrera de menor preferencia es Ingeniería Mecánica y que el pronóstico de abandono para el semestre 2019-B es del 12.20%.

Palabras clave— Abandono Universitario, Mujeres en Ingeniería, Pronóstico del Abandono, Curso de Nivelación, Abandono Intersemestral, Series Temporales.

I. INTRODUCCIÓN

El abandono universitario es un fenómeno que tiene alta incidencia en el sistema educativo superior a nivel de América Latina y el Caribe [1], y genera un impacto negativo en el Estado, en las instituciones educativas y en los estudiantes, puesto que, una tasa alta de estudiantes universitarios desertores implica el riesgo de contar en el futuro con recursos humanos de baja calidad y eficiencia [2], además, provoca efectos en la

salud de los jóvenes tanto de manera física, como mental. Por otro lado, presenta afectaciones económicas, por ejemplo, se ha estimado que anualmente las pérdidas llegan hasta los 415 millones de dólares por país [3].

Encontrar una definición universal de abandono universitario, es muy complejo, debido a la naturaleza de este fenómeno. Algunos autores [4], [5] definen abandono cuando un estudiante deja de matricularse durante dos períodos académicos consecutivos, a lo cual añaden que el abandono puede ser definitivo (deserción) o transitorio, este último incluye los casos en los que, al cabo de un tiempo sin matricularse, el estudiante decide retomar sus estudios o cambiar de carrera.

Con respecto a la tipología de abandono, desde el punto de vista de la muestra, se clasifica en intersemestral y por cohorte. El abandono intersemestral consiste en establecer una relación entre el número total de desertores en cada programa académico y el número total de estudiantes matriculados en dicho programa para un período determinado; el abandono por cohorte es el resultado de la diferencia entre el número de estudiantes que ingresan a un semestre y la cantidad de ellos que se matricula en el siguiente[3]. Por otra parte, [6] señala que existen dos tipos de abandono con respecto al tiempo: el abandono precoz y el abandono temprano. En esta investigación se definirá al abandono intersemestral como aquel que comprende el abandono precoz y temprano. El abandono precoz se considerará como aquel que se da cuando un estudiante, matriculado en la universidad, no registra ninguna nota, y al abandono temprano cuando un estudiante solo registra la primera nota del semestre. Desde el punto de vista de la muestra se realizará únicamente un análisis de abandono intersemestral con una duración semestral, sin considerar el abandono por cohorte, debido a que en la EPN no existen datos sobre este tipo de abandono.

Históricamente, la ciencia, la tecnología y la ingeniería han sido sectores en los que la presencia de las mujeres ha sido escasa, a lo cual se le atribuyen factores sociales y de género. No obstante, la tendencia histórica se ha ido revirtiendo y la

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

inclusión de las mujeres en estas áreas se ha ido dando de manera paulatina [10]. Según el informe emblemático de la UNESCO, en la enseñanza superior, el 35% de los estudiantes matriculados en las carreras de ingeniería y ciencias son mujeres [11].

Un estudio realizado en Ecuador [7] evidencia que, la deserción por problemas personales afecta más a las mujeres que a los hombres, y dentro de esta causa, los factores de mayor importancia son los de carácter económico y el entorno familiar y social. Existen algunos estudios acerca del abandono universitario en este país [1], [2], [8], [9], [7], sin embargo, su enfoque no ha estado orientado al abandono universitario de las mujeres en Ingeniería.

En la Escuela Politécnica Nacional (EPN), el Curso de Nivelación de Ingeniería, Ciencias y Ciencias Administrativas (CNIC) recibe alrededor de 2000 estudiantes semestralmente, lo cual representa aproximadamente el 25% de la población estudiantil. En el periodo académico del CNIC comprende dos bimestres con una nota total cada uno. Los bimestres tienen dos eventos de evaluación por materia, siendo estos: Prueba I, Examen I, Prueba II, Examen II, respectivamente. La nota por bimestre se registra únicamente en el sistema de administración estudiantil (SAEw) si el estudiante se presenta al Examen de cada bimestre [14].

El análisis de series temporales comprende un conjunto de técnicas estadísticas que permiten estudiar el comportamiento de un fenómeno que evoluciona en el tiempo, y, a partir de ello, estimar el comportamiento futuro con base en algoritmos de pronóstico, y modelización de los datos [12].

Por lo cual, el objetivo de esta investigación es realizar un estudio del abandono intersemestral de las mujeres, mediante el análisis de series temporales, en el CNIC de la EPN para realizar un levantamiento inicial de información [13], lo cual permitirá comprender de mejor manera el fenómeno del abandono en las mujeres en la Ingeniería, para la toma de decisiones pertinente.

II. METODOLOGÍA

A. Descripción población estudiantil

El análisis del abandono intersemestral de las estudiantes mujeres de la EPN se realizó con datos históricos obtenidos de la plataforma SmartDataEPN, en la que se encuentran indicadores académicos del CNIC, que corresponden a aprobación, reprobación y abandono de los estudiantes. De la población total de estudiantes del CNIC, al final de cada periodo, se identifican tres indicadores académicos expresados en porcentajes como se muestra en la Fig. 1. La reprobación considera el número de estudiantes que a pesar de haber permanecido durante todo el periodo académico no lograron aprobar el CNIC. La aprobación considera el número de estudiantes que logran aprobar el CNIC. Finalmente, el abandono intersemestral que se divide en un abandono precoz y temprano. El abandono precoz identifica el número de estudiantes que no registra alguna nota en los dos bimestres del periodo, es decir, no rindieron ningún examen. El abandono

temprano identifica el número de personas que registran la primera nota del bimestre, pero no la segunda.

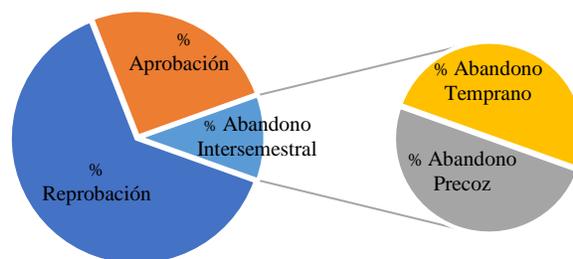


Fig. 1 Porcentaje de estudiantes por género en los periodos 2013-A a 2019-A

Para el estudio se consideraron 13 periodos académicos comprendidos entre 2013-A y 2019-A, además, se realizó el análisis descriptivo de los 1774 estudiantes matriculados en el periodo 2019-B por género y sus carreras de ingeniería respectivas.

B. Pronósticos

Se realizaron pronósticos con análisis de series de tiempo a partir de la información del porcentaje de abandono de las estudiantes del CNIC de la EPN de los trece periodos académicos. El análisis de la tendencia se realizó con un modelo de regresión lineal y, posterior a su interpretación con un ANOVA, se optó por realizar pronóstico mediante un proceso de suavizamiento exponencial simple. En el contexto de este estudio, se consideró el abandono intersemestral el cual considera tanto el abandono precoz como el temprano. Para el análisis de series de tiempo, se estudiaron los componentes de tendencia y estacionales, y, finalmente, se pronosticó el abandono de las estudiantes para el periodo académico 2019-B. El análisis se llevó a cabo en el programa estadístico informático SPSS versión 22.

C. Resultados y discusión

C1. Análisis descriptivo 2013-A a 2019-A

En la Tabla I se presenta la estadística descriptiva de la población estudiantil por género de los periodos académicos analizados. Los periodos 2013-A a 2019-A tienen una media de 541 mujeres y 1194 hombres, con una desviación estándar a 184 y 388, respectivamente.

TABLA I
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LA POBLACIÓN ESTUDIANTIL POR GÉNERO DE LOS PERIODOS ACADÉMICOS 2013-A a 2019-A

	Mujeres	Hombres
Media	541	1 194
Máximo	837	1 893
Mínimo	146	335
Desviación Estándar	184	388

En la Fig. 2 se muestra el porcentaje de estudiantes por género en los periodos 2013-A a 2019-A, del cual se determina

que el porcentaje promedio de estudiantes mujeres en el CNIC es el 31%, mientras que el porcentaje de hombres es el 69% del total de estudiantes matriculados en los semestres 2013-A a 2019-A.

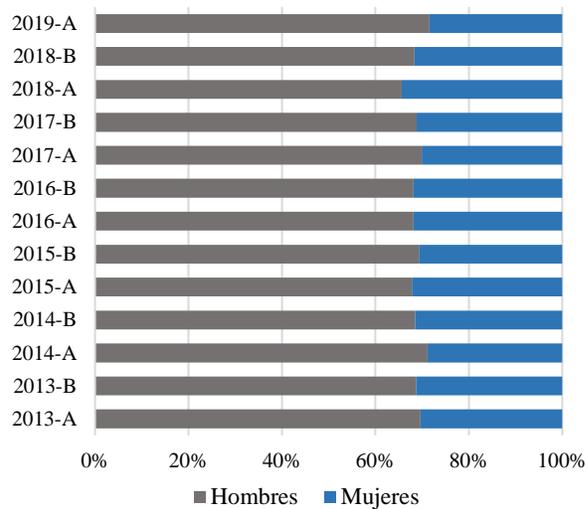


Fig. 2 Porcentaje de estudiantes por género en los periodos 2013-A a 2019-A

En la Tabla II se presenta la estadística descriptiva de los porcentajes de aprobación, reprobación y abandono por género de los periodos académicos analizados. De acuerdo con esta información en estos trece periodos la media de la aprobación, reprobación y abandono son similares.

TABLA II
 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LOS PORCENTAJES DE APROBACIÓN, REPROBACIÓN Y ABANDONO INTERSEMESTRAL POR GÉNERO DE LOS PERIODOS 2013-A a 2019-A

	Mujeres			Hombres		
	Aprobación	Reprobación	Abandono	Aprobación	Reprobación	Abandono
Media	32	55	13	31	55	14
Máximo	58	78	23	45	76	31
Mínimo	14	19	7	17	24	7
Desviación Estándar	13	16	5	9	13	6

El porcentaje de abandono por género de los últimos 13 semestres se ilustran en la Fig. 3, en la cual, se estima que, a excepción del primer periodo (2013-A), el porcentaje de abandono es independiente del género. En las Fig.4 y Fig. 5 se repite este fenómeno, tanto para la aprobación del semestre como para la reprobación.

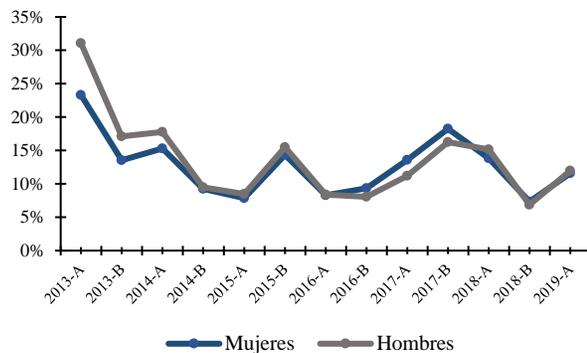


Fig. 3 Porcentaje de abandono intersemestral por género.

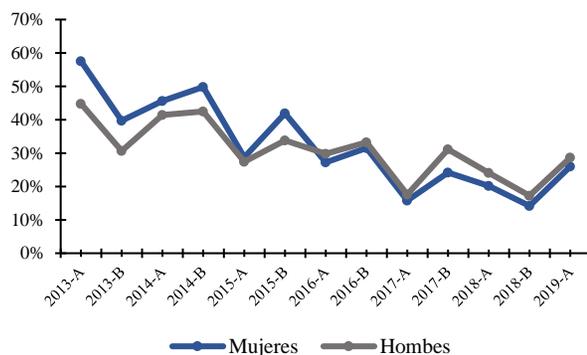


Fig. 4 Porcentaje de aprobación por género

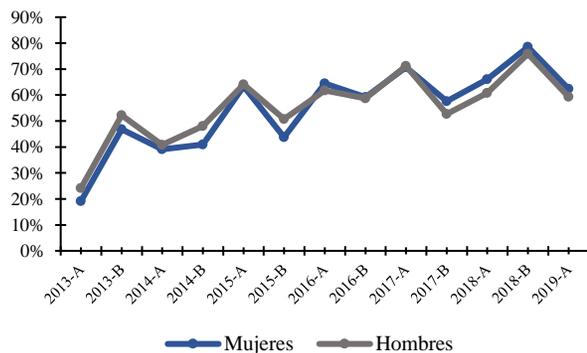


Fig. 5 Porcentaje de reprobación por género

C2. Análisis descriptivo 2019-B

En el período actual (2019-B), el CNIC tiene 1774 estudiantes matriculados, de los cuales, 518 son mujeres y 1 256 son hombres; es decir, 70.8% y 29.2%, respectivamente. Las carreras de preferencia por género se presentan en la Fig. 5 y muestra que las carreras con mayor y menor preferencia por parte de las mujeres son Ingeniería Ambiental e Ingeniería Mecánica, respectivamente.

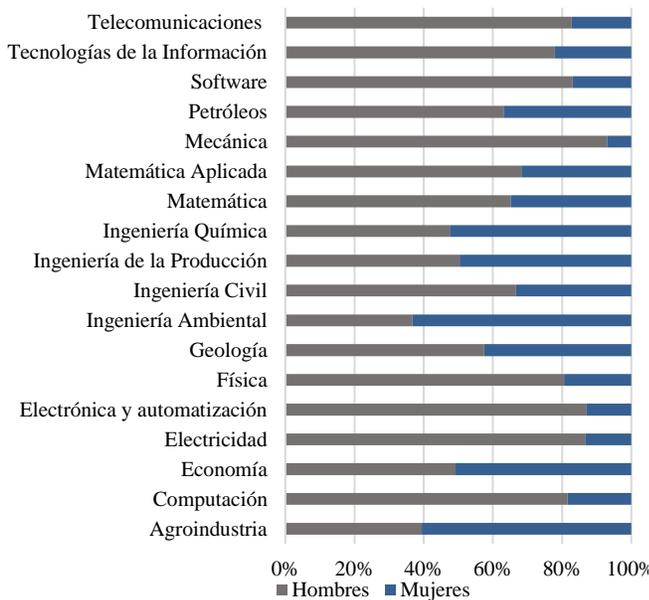


Fig. 6 Porcentaje de estudiantes del periodo 2019-B por género y carrera

Los diagramas de la Fig. 7 muestran el porcentaje del número de estudiantes por género de 1774 estudiantes tal que 518 son mujeres, y el porcentaje de mujeres por número de matrícula en el periodo 2019-B. De la población de estudio, se identifica que el 43.4% está cursando su primera matrícula y el 56.6% su segunda matrícula.

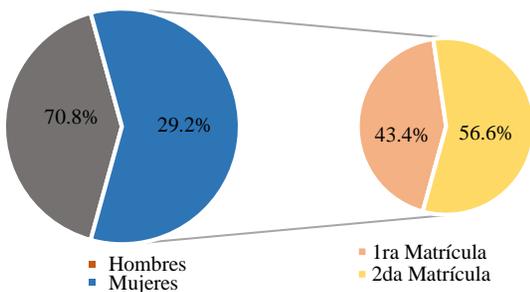


Fig. 7 Porcentaje de estudiantes por género de los 1 774 estudiantes. Porcentaje de mujeres por matrícula (518 mujeres).

C3. Pronósticos del abandono intersemestral en el periodo académico 2019-B

En la Fig. 8, se presenta el gráfico de secuencia de la serie Abandono, que representa el porcentaje de abandono de las estudiantes del CNIC de la EPN entre los periodos académicos 2013-A y 2019-B. Mediante un análisis preliminar se aprecia una tendencia decreciente, aunque en general se aprecia cierta estabilidad, como lo resalta de mejor manera la Fig. 9, no obstante, se observan dos picos, uno en el año 2013 y otro en el año 2017.

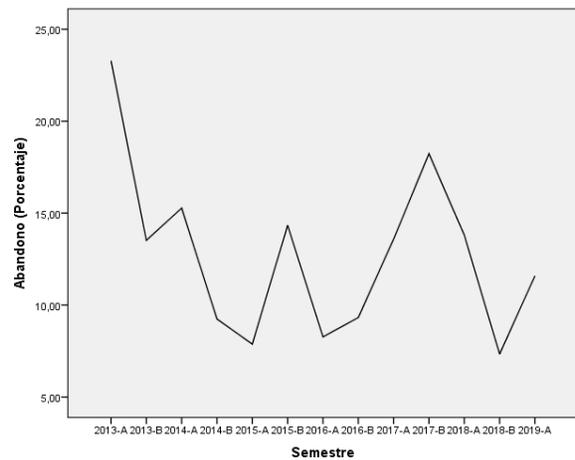


Fig. 8 Gráfico de secuencia de la serie Abandono. Periodos 2013-A a 2019-A.

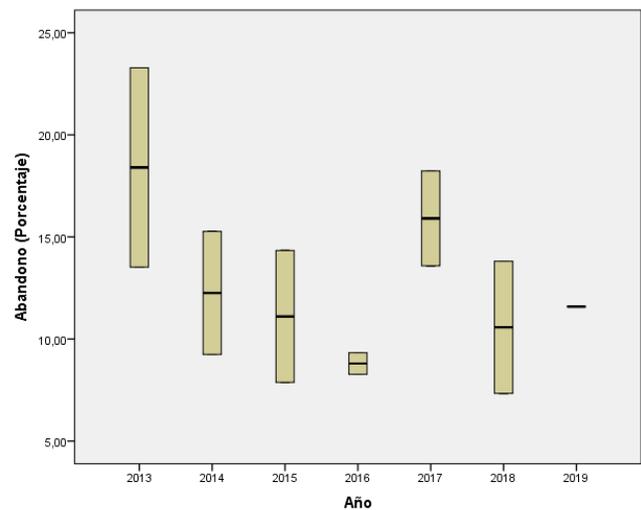


Fig. 9 Diagrama de cajas y bigotes por año de la serie Abandono

Estos picos afectan a la serie en cuanto a su estabilidad y a su tendencia. La naturaleza de estos picos podría ser estudiada desde un punto de vista circunstancial ya que, por ejemplo, en el semestre 2017-A se produjo una transición académica en la cual se consideró como estudiantes de primer ingreso a todos aquellos quienes se matricularon en dicho periodo, incluidos los estudiantes que reprobaban el CNIC, los cuales, en condiciones normales, hubiesen ingresado con segunda matrícula. Esta transición pudo haber provocado el pico en el porcentaje de abandono para el año 2017, ya que más del 40% de estudiantes de que ingresaron en 2017-A con una “pseudo-primer matrícula” abandonaron en 2017-B.

Un análisis preliminar de la estacionalidad, presentado en la Fig. 10, muestra que, aparentemente, no existen efectos de estacionalidad semestral en el abandono de las estudiantes del CNIC. Asimismo, se observa que el porcentaje de abandono del semestre 2013-A representa un valor atípico, este resultado es de sumo interés ya que, si no se considerara este punto, la serie presentaría un comportamiento mucho más estable y sin una

tendencia marcada. Por otro lado, en la Tabla III se presentan los resultados de los factores estacionales, los cuales se calcularon considerando un modelo multiplicativo. Se corrobora el comportamiento del análisis preliminar ya que los factores estacionales difieren entre ellos en apenas 0.8 puntos porcentuales, por lo tanto, para los pronósticos no se consideraron los efectos estacionales.

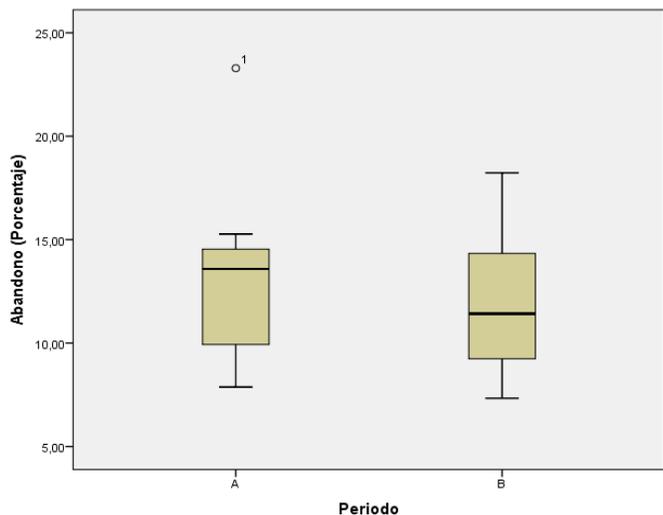


Figura 10. Diagrama de cajas y bigotes por semestre de la serie Abandono

Tabla III. Factores estacionales de la serie Abandono

Periodo	Factor Estacional (%)
A	100.4
B	99.6

La tendencia se analizó a través de un modelo de regresión lineal, los resultados se presentan en las Tablas IV a VI. Se observa que, de acuerdo con estos resultados y para un nivel de significancia de 0.05, la tendencia no puede representarse mediante un modelo lineal, este resultado permite corroborar el comportamiento relativamente estable de la serie descrito en el análisis preliminar. Por esta razón, se decidió hacer los pronósticos mediante un procedimiento de suavizamiento exponencial simple.

Tabla IV. Resumen del modelo de regresión lineal para la serie Abandono

R	R ²	R ² ajustado	Error estándar de la estimación
0.344	0.119	0.038	4.484

Tabla V. ANOVA del modelo de regresión lineal para la serie Abandono

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	29.748	1	29.748	1.480	0.249
Residuo	221.163	11	20.106		
Total	250.910	12			

Tabla VI. Significancia de los coeficientes del modelo de regresión lineal para la serie Abandono

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.
	B	Error estándar	Beta			
Tiempo	-0.404	.332	-0.344		-1.216	0.249
(Constante)	15.575	2.638			5.904	0.000

En la Tabla VII se presentan los resultados del suavizamiento exponencial de la serie de abandono. Se observa que el valor estimado de α fue 0.029, y el pronóstico del abandono de las estudiantes del CNIC para el periodo 2019-B resultó 12.20%.

Tabla VII. Parámetros del Modelo de Suavizado Exponencial para la serie Abandono

Modelo		Estimación	Sig.
Abandono (Porcentaje) -Modelo_1	Sin transformación	Alfa (nivel)	0.029 0
Año	Periodo	Predicción Abandono (Porcentaje)	LCS LCI
2019	2	12.2	22.41 1.99

De acuerdo con el pronóstico, el periodo 2019-B presentará un abandono intersemestral femenino de 63 mujeres. Con la información disponible de este periodo académico, aún en transcurso, se obtuvo el valor del abandono precoz por medio del registro del primer evento de evaluación en el SAEw y una aproximación al abandono temprano considerando la asistencia de los estudiantes a la Prueba II. De esta forma, se determinó que 28 mujeres abandonaron de manera precoz el CNIC, siendo 20 de primera matrícula y 8 de segunda matrícula. Además, se obtuvo que 27 personas abandonaron de manera temprana el CNIC, de las cuales 15 mujeres son de primera matrícula y 12 de segunda matrícula.

Con esto, tenemos un total de 55 mujeres que han abandonado el CNIC lo que representan el 10,62% del total de las estudiantes matriculadas. Por lo tanto, se estima que cuando termine el periodo 2019-B, identificando el registro de la segunda nota, se aproxime al valor pronosticado del 12,20%. De esta forma, el abandono intersemestral de las mujeres implica que, al culminar cada periodo académico, el número de mujeres que permanece estudiando se reduce. Por lo tanto, el

número de mujeres que aprueban el semestre y continúan a sus respectivas carreras se reduce notablemente, puesto que, tendrán un porcentaje alto de abandono entre el abandono intersemestral, que fue objeto de este estudio, y el abandono definitivo de quienes reprueban con segunda matrícula.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El porcentaje de mujeres respecto a la totalidad de la población estudiantil es el 29.2%. Este valor es inferior a los datos reportados en los estudios de la UNESCO a nivel Latinoamericano y el Caribe, y, muy lejano aún de un porcentaje que refleje la equidad de género esperada.

El porcentaje promedio de abandono intersemestral de las mujeres en el CNIC es del 13%, con un máximo del 23% y un mínimo del 7%, durante el período del 2013-A al 2019-A, respectivamente. Se resalta, además, que dicho porcentaje no difiere sustancialmente del porcentaje abandono intersemestral de los hombres.

El pronóstico de abandono para el semestre 2019-B fue del 12.20%, hasta este punto el 10.62% ha abandonado la EPN, por lo tanto, se estima que al terminar el periodo académico se aproxime al valor pronosticado.

La carrera de mayor preferencia de las mujeres en el EPN es Ingeniería Ambiental y la de menor preferencia es Ingeniería Mecánica.

Se evidencia que las estudiantes mujeres tienen preferencia hacia las carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería en Agroindustria, Ingeniería Química y Economía. Por lo que, se recomienda tomar políticas institucionales para promover la inserción de las mujeres en carreras de ingeniería que, generalmente, han sido vinculadas con el género masculino; rompiendo así, con los estereotipos de la sociedad.

El análisis del abandono intersemestral, el cual comprende el abandono temprano y precoz, permiten entender de manera más detallada éste fenómeno, sin embargo, para futuros estudios se recomienda que se considere otros tipos de abandono como: abandono inicial y el abandono definitivo, lo cual brindará una información más específica del abandono, que permitirá determinar las causas del abandono de las mujeres que siguen sus estudios en las carreras de Ingeniería y, optimizar los recursos institucionales.

Una mejor comprensión del abandono permitirá definir el perfil de las mujeres estudiantes de Ingeniería que estarían en riesgo de abandono, de tal manera que las instituciones puedan tomar las acciones pertinentes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Escuela Politécnica Nacional por el financiamiento del proyecto PIJ-17-12: "Implementación de un Curso Preparatorio Piloto para Estudiantes de Grupos Vulnerables - Política de Cuotas".

REFERENCIAS

- [1] D. Castro y M. Uquillas, "Disertación previa para la obtención del título de Psicólogo Educativo", p. 116.
- [2] N. Hinojosa, E. Silvia y M. Zambrano, Hilda, "Repitencia y deserción de estudiantes de pregrado de la Facultad de Ciencias Psicológicas y la Facultad de Ingeniería, Escuela de Ciencias, Carrera de Ingeniería Informática de la Universidad Central del Ecuador durante el período 2003-2009", Universidad Central del Ecuador, Quito, 2012.
- [3] A. Corena, P. Conde, y E. Mahecha, "Definiciones fundamentales sobre deserción estudiantil", *Criterio Jurid. Garantista*, vol. 4, sep. 2012, doi: 10.26564/21453381.410.
- [4] A. Abarca Rodríguez y M. A. Sánchez Vindas, "La deserción estudiantil en la educación superior: El caso de la Universidad de Costa Rica", *Actual. Investig. En Educ.*, vol. 5, n.º 4, mar. 2011, doi: 10.15517/aie.v5i4.9186.
- [5] E. Corominas, "La Transición a los estudios Universitario. Abandono o cambio en el primer año de Universidad", vol. 19, p. 25, 2001.
- [6] H. Viale, "Una aproximación Teórica a la Deserción estudiantil universitaria", *Rev. Digit. Investig. En Docencia Univ.*, pp. 59-76, 8, doi: 10.19083/ridu.8.366.
- [7] R. Passailaigue, O. Amechazurra, y J. Galarza, "La deserción y la repitencia en las instituciones de Educación Superior: algunas experiencias investigativas en el Ecuador.", *Univ. Soc.*, vol. 6, n.º 1, mar. 2014.
- [8] I. Sandoval, T. Sánchez, V. Velasteguí, y D. Naranjo, "Factores Asociados al Abandono en Estudiantes de Grupos Vulnerables. Caso Escuela Politécnica Nacional.", 2018.
- [9] G. Zambrano, K. Rodríguez, y L. Guevara, "Análisis de la deserción estudiantil en las universidades del Ecuador y América Latina", *Rev. Pertinencia Académica ISSN 2588-1019*, n.º 8, pp. 01-28, sep. 2018.
- [10] M. Panaia, "Virajes la inclusión de la mujer en la profesión de ingeniería", vol. 16, n.º 1, p. 25, 2014.
- [11] Unesco, "La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)". [En línea]. Disponible en: <https://es.unesco.org/themes/educacion-igualdadgenero/stem>
- [12] M. Espinoza y S. David, "Modelos de regresión para el pronóstico de series temporales con estacionalidad creciente", *Comput. Sist.*, vol. 18, n.º 4, pp. 821-831, dic. 2014, doi: 10.13053/cys-18-4-1552.
- [13] Unesco "Cracking the code: girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM) - Biblioteca Digital". [En línea]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253479>.
- [14] EPN, "Reglamento de Régimen Académico de la Escuela Politécnica Nacional", 2017.