COVER PAGE IN ENGLISH
(solo para artículos en español)

Access or completion: female representation in engineering enrolment and graduation in Colombia, 2018-2024

William de Jesus Manjarres, Ph.D candidate [1] 0000-0003-0478-5311 and David Julian Molina, Ph.D [2] 0000-0001-8128-4778

[1,2]*Escuela Superior de Administración Pública, Colombia* , william.manjarres@esap.edu.co, *davidj.molina*@esap.edu.co.

Abstract– In Colombia women are the majority of higher education enrolment, yet engineering remains the only major field with a male majority. This work in progress compares female representation in engineering enrolment and graduation over 2018-2024, disaggregated by core knowledge area, and contrasts it with the other fields. Using SNIES administrative records, the female share at each stage and its differential in percentage points are computed and tested with a binomial generalised linear model with standard errors clustered by institution. Women make up only 31.7 % of engineering enrolment, compared with about 53 % across the system, and their share ranges from 9 % in mechanical and 11 % in electrical engineering to about 58 % in environmental and sanitary engineering. This underrepresentation carries over almost unchanged to graduation: women account for 34.2 % of engineering graduates, a differential of +2.5 pp (95 % CI: 1.4–3.7), similar to that of the system as a whole (≈ +3 pp) and positive across alternative specifications. In no core area is the female share among graduates significantly lower than among enrolled students; in mechanical and electrical engineering it remains at the same minimal level. Given the aggregated, cross-sectional nature of the data, the findings are descriptive and do not constitute graduation rates or individual probabilities of graduation.

Acceso o titulación: representación femenina en la matrícula y la graduación de ingeniería en Colombia, 2018-2024

William de Jesus Manjarres, Ph.D candidate. [1] 0000-0003-0478-5311 and David Julian Molina, Ph.D. [2] 0000-0001-8128-4778

[1,2]*Escuela Superior de Administración Pública, Colombia,* william.manjarres@esap.edu.co*, davidj.molina*@esap.edu.co.

Resumen - En Colombia las mujeres son mayoría en la matrícula de educación superior, pero la ingeniería sigue siendo el único gran campo con mayoría masculina. Este trabajo en progreso compara la representación femenina en la matrícula y en la graduación de ingeniería durante 2018-2024, desagregada por núcleo básico de conocimiento, y la contrasta con los demás campos. Con registros administrativos del SNIES se calcula la proporción femenina en cada etapa y su diferencial en puntos porcentuales, que se contrasta con un modelo lineal generalizado binomial con errores agrupados por institución. Las mujeres representan apenas el 31,7 % de la matrícula de ingeniería, frente a cerca del 53 % en el conjunto del sistema, y su participación oscila entre el 9 % en mecánica y el 11 % en eléctrica a cerca del 58 % en ambiental y sanitaria. Esta subrepresentación se mantiene casi intacta hasta la graduación: las mujeres son el 34,2 % de los graduados, un diferencial de +2,5 pp (IC 95 %: 1,4–3,7) similar al del sistema en su conjunto (≈ +3 pp) y que se conserva positivo bajo distintas especificaciones. En ningún núcleo la proporción femenina entre los graduados es significativamente menor que en la matrícula; en mecánica y eléctrica permanece en el mismo nivel mínimo. Por la naturaleza agregada y transversal de los datos, los resultados son descriptivos y no constituyen tasas ni probabilidades individuales de graduación.

Palabras clave– educación superior, graduación, mujeres en ingeniería, segregación horizontal.

I. INTRODUCCIÓN

La presencia de las mujeres en la educación superior ha aumentado significativamente y de forma constante, de tal manera que en la actualidad constituye la mayoría de la matricula en algunos países latinoamericanos.

A pesar de este avance persiste una segregación horizontal, es decir, la distribución de mujeres y hombres entre campos de formación carece de equidad, con una concentración femenina en salud, educación y ciencias sociales, y una presencia reducida en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas [1].

Colombia es un claro ejemplo de este comportamiento y la ingeniería es el área con menor representación de mujeres. La evidencia disponible registra una brecha entre graduados y graduadas de programas de ingeniería la cual no se modificó en gran medida entre 2001 y 2018, y su magnitud varía drásticamente según el campo específico, es decir, desaparece en ingeniería ambiental, biomédica y química, donde las mujeres superan la mitad de los titulados, y se agudiza en eléctrica, electrónica y mecánica, con representaciones femeninas inferiores al 20% [2]. Esta falta de homogeneidad interna es el punto de partida del presente trabajo. En el plano institucional, la preocupación por el problema se ha articulado regionalmente a través de iniciativas como la Cátedra Abierta Latinoamericana "Matilda y las Mujeres en Ingeniería" [3].

La literatura se ha ocupado sobre todo de cuántas mujeres ingresan a la ingeniería y de los factores vocacionales que lo explican, y mucho menos de lo que ocurre entre el ingreso y la titulación. La metáfora de la "tubería con fugas" supone una pérdida diferencial de mujeres en cada etapa, pero las revisiones recientes encuentran evidencia inconsistente sobre la persistencia tras el ingreso: unos estudios reportan mayor abandono femenino, otros ninguna diferencia y otros mayor persistencia de las mujeres, según el diseño, la clasificación de campos y el nivel de agregación [4].

Distinguir un problema de acceso de uno de permanencia importa porque cada diagnóstico conduce a políticas distintas. Si la brecha se origina en el ingreso, la intervención se sitúa en la formación de vocaciones y la orientación escolar. Si se origina en la trayectoria universitaria, corresponde a las condiciones institucionales de permanencia.

Este trabajo aporta evidencia sobre esa pregunta para el caso colombiano, sin pretender resolverla, a partir de los registros del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES). Compara la representación femenina en la matrícula y en la graduación durante 2018-2024, con énfasis en la ingeniería y sus núcleos básicos de conocimiento, y la contrasta con los demás campos. Se examinan dos hipótesis descriptivas. H1: la subrepresentación femenina en ingeniería se observa ya en la composición de la matrícula y varía sustancialmente entre núcleos. H2: la proporción femenina entre los graduados no es menor que entre los matriculados, tanto en el campo como en sus núcleos. Si H2 no se sostuviera, la comparación señalaría posibles barreras de permanencia; su cumplimiento es compatible con la ausencia de tales barreras, pero no la demuestra. La contribución es doble: incorpora la comparación entre etapas, ausente en la evidencia nacional previa, y desagrega el análisis por núcleo

para que el promedio del campo no oculte su heterogeneidad interna.

Los registros son agregados y carecen de identificador individual. Por eso la comparación entre etapas mide una diferencia de composición entre dos poblaciones distintas, y no la trayectoria de una cohorte ni tasas de graduación.

II. Datos y Métodos

Se utilizan los registros administrativos del SNIES, a cargo del Ministerio de Educación Nacional. Su reporte es obligatorio para las instituciones de educación superior (IES), de modo que su cobertura es censal sobre los programas con registro calificado [5].

La base de matriculados abarca 2015-2024 (676.828 registros) y la de graduados 2018-2024 (307.582); ambas se extrajeron el 28 de julio de 2026. Cada registro es un conteo por institución, programa, municipio de oferta, sexo, semestre y año, sin identificador de persona. Los datos son, por tanto, cortes transversales anuales apilados y no un panel en sentido estricto. El periodo común a las dos fuentes es 2018-2024.

A. Armonización. Los nombres de columna, las grafías de las etiquetas y algunas categorías varían entre vigencias. Se estandarizaron los campos y se mapearon las categorías a una nomenclatura única.

B. Unidad de análisis. Los conteos se suman hasta la celda institución × campo (o núcleo) × año × etapa, que consigna el número de mujeres y el total de personas. Para 2018-2024 y las categorías Femenino y Masculino resultan 19.268 celdas de 338 IES.

C. Variable de interés. La proporción femenina se calcula sobre las categorías Femenino y Masculino. Las categorías No binario y Trans se reportan solo desde 2023 y con conteos muy reducidos, por lo que no admiten un tratamiento analítico solvente. Su exclusión obedece al dato disponible y no a una posición conceptual.

D. Indicador. El indicador es el diferencial en puntos porcentuales (pp) entre la proporción femenina de graduación y la de matrícula. Un valor positivo indica mayor peso de las mujeres entre quienes se titulan.

E. Niveles de desagregación. Se analizan el agregado nacional, los grandes campos y, dentro de la ingeniería, los núcleos básicos de conocimiento (NBC). Los NBC distinguen mecánica, eléctrica, civil o ambiental, y no se ven afectados por las discontinuidades que la adopción de la CINE-A.C. introdujo desde 2020 en la clasificación por área [5]. En esa clasificación, la categoría residual "Sin información" pasa de unos 7.000 matriculados en 2020 a 277.000 en 2023 y 139.000 en 2024. En cambio, toda la matrícula y la graduación de los núcleos de ingeniería figuran en el área de ingeniería en todos los años. La categoría residual se omite de la Tabla II y se conserva en el modelo.

F. Incertidumbre y sensibilidad. Los diferenciales descriptivos llevan intervalos de confianza del 95 % por remuestreo de instituciones (bootstrap por conglomerados, B = 1.999). La sensibilidad se evalúa con efectos fijos de año, núcleo e institución; con controles de nivel de formación, modalidad, sector y departamento; con la restricción a programas universitarios, y comparando la graduación con la matrícula de años anteriores.

III. Especificación del Modelo

Para contrastar los diferenciales se estima un modelo lineal generalizado binomial con enlace logit. La unidad es la celda j (institución × campo o núcleo × año × etapa). Matrícula y graduación se apilan, de modo que cada combinación institución-campo-año aparece dos veces. En cada celda se observan el número de mujeres, y_j, y el total de personas, n_j:

$$y_j \sim \text{Binomial}\,(n_j, p_j)$$

donde p_j es la probabilidad ajustada de que una persona de la celda sea mujer. Modelar los conteos, y no una proporción por mínimos cuadrados, tiene tres ventajas: restringe las predicciones a (0, 1), incorpora la heterocedasticidad de una proporción y pondera cada celda por su tamaño [6]. La especificación es:

$$logit(p_j) = \alpha + \beta \cdot Grad_j + \sum_k \gamma_k \cdot Campo_{jk} + \sum_k \delta_k \cdot (Campo_{jk} \times Grad_j)$$

donde $Grad_j$ vale 1 en las celdas de graduación y 0 en las de matrícula, y $Campo_{jk}$ son indicadoras de campo con una categoría de referencia. γ_k capta el nivel de representación femenina del campo k y β, el diferencial entre etapas de la referencia. δ_k mide cuánto difiere de β el diferencial del campo k, un contraste de diferencias en diferencias; el diferencial propio del campo k es, por tanto, $\beta + \delta_k$. Los coeficientes se expresan como razones de odds (OR), y un OR mayor que 1 en el término de etapa indica mayor representación femenina en la graduación. Las siete vigencias se estiman agrupadas, de modo que β y δ_k son promedios de 2018-2024. Los errores estándar se agrupan por institución, porque una IES aporta celdas en varios campos, años y etapas [7].

Se estiman dos modelos: (a) entre grandes campos, con ingeniería como referencia, y (b) interno a la ingeniería, con sus núcleos y con sistemas y telemática, el de mayor matrícula, como referencia.

IV. Resultados Preliminares

A. Agregado nacional. La representación femenina es estable a lo largo de la serie y sistemáticamente mayor en la graduación que en la matrícula: alrededor del 53 % de los matriculados y del 56 % de los graduados, con un diferencial próximo a +3 pp sostenido durante siete vigencias (Tabla I). En 2024 el diferencial desciende a +2,2 pp, el menor de la serie y el único cuyo IC 95 % incluye el cero (−0,8 a 4,3). Este

dato debe leerse con cautela, pues la última vigencia disponible está sujeta a ajustes retroactivos en la fuente; su confirmación requiere observar las vigencias siguientes.

TABLA I
Representación femenina agregada, matrícula vs. graduación

Año	% fem. matrícula	% fem. graduación	Diferencial (pp)
2018	53,0	56,2	+3,1 [2,1; 4,2]
2019	52,7	56,0	+3,3 [2,6; 4,1]
2020	53,0	55,9	+2,9 [1,3; 4,0]
2021	53,6	56,6	+3,0 [2,0; 3,9]
2022	53,6	56,9	+3,3 [1,7; 4,5]
2023	53,2	56,5	+3,3 [1,7; 4,6]
2024	53,2	55,4	+2,2 [-0,8; 4,3]

*B. Por gran campo***.** La estabilidad agregada coexiste con una segregación horizontal severa (Tabla II). La ingeniería es el único campo con mayoría masculina en la matrícula (31,7 % de participación femenina), en el extremo opuesto a ciencias de la salud (68,8 %) y ciencias de la educación (62,8 %). El resultado a destacar es que el diferencial de la ingeniería es positivo (+2,5 pp): incluso en el campo más masculinizado, las mujeres representan una fracción mayor entre quienes se titulan que entre quienes se matriculan. La subrepresentación del campo se observa, por tanto, ya en la composición de la matrícula y no es mayor en la de los graduados.

TABLA II
REPRESENTACIÓN FEMENINA POR CAMPO (PROMEDIO 2018-2024), ORDENADA POR MATRÍCULA

Campo de conocimiento	% fem. matr.	% fem. grad.	Dif. (pp)
Ingeniería, arquitectura y afines	31,7	34,2	+2,5 [1,7; 3,8]
Matemáticas y ciencias naturales	50,6	51,7	+1,2 [-1,1; 3,6]
Agronomía, veterinaria y afines	52,2	50,1	-2,1 [-4,4; -0,8]
Bellas artes	52,6	53,8	+1,2 [0,1; 2,3]
Economía, administración, contaduría y afines	60,8	63,7	+2,9 [1,9; 3,7]
Ciencias sociales y humanas	62,3	59,6	-2,8 [-7,2; 0,8]
Ciencias de la educación	62,8	66,1	+3,2 [0,6; 5,6]
Ciencias de la salud	68,8	70,2	+1,4 [0,9; 2,0]

*C. Dentro de la ingeniería***.** El promedio del campo esconde una heterogeneidad considerable entre núcleos (Tabla III). En un extremo, ingeniería mecánica (9,3 % de participación femenina en la matrícula) e ingeniería eléctrica (11,1 %) combinan la menor presencia de mujeres con diferenciales cercanos a cero. En el otro, química (50,8 %), agroindustrial y alimentos (54,7 %), biomédica (55,0 %) y ambiental y sanitaria (58,0 %) alcanzan o superan la paridad en la matrícula. La baja representación femenina no caracteriza, pues, a la ingeniería como bloque, sino a un subconjunto identificable de núcleos.

TABLA III
REPRESENTACIÓN FEMENINA POR NÚCLEO DE INGENIERÍA (PROMEDIO 2018-2024).

Núcleo de ingeniería (NBC)	% matr.	% grad.	Dif. (pp)
Mecánica y afines	9,3	8,8	-0,5 [-1,0; 1,1]
Eléctrica y afines	11,1	10,4	-0,7 [-1,3; 1,1]
Electrónica y telecomunicaciones	13,8	14,7	+0,8 [-0,1; 1,8]
Sistemas y telemática	22,6	23,7	+1,2 [-0,5; 4,1]
Civil y afines	30,2	31,4	+1,1 [-0,3; 2.4]
Minas y metalurgia	32,6	32,0	-0,6 [-2,3; 1,4]
Industrial y afines	43,8	45,9	+2,1 [1,1; 3,1]
Arquitectura y afines	43,6	44,4	+0,8 [-0,1; 1,6]
Química y afines	50,8	55,9	+5,1 [1,2; 8,2]
Agroindustrial y alimentos	54,7	57,9	+3,2 [1,7; 4,8]
Biomédica y afines	55,0	57,2	+2,2 [0,7; 3,4]
Ambiental y sanitaria	58,0	60,1	+2,1 [1,2; 3,0]

Tablas II y III: IC 95 % por bootstrap de instituciones (B = 1.999). Se omiten ingeniería administrativa, agronómica, agrícola y otras ingenierías, de menor matrícula; ninguna presenta un diferencial propio negativo y significativo.

D. *Administración pública*. Como contraste, los programas de administración pública, adscritos al núcleo de administración y con cerca de 120.000 matriculados al año, son de mayoría femenina (53,9 % de la matrícula), pero su diferencial entre etapas, aunque positivo (+1,6 pp; +0,9 pp en Administración Pública Territorial, el programa más grande), es menor que el del gran campo de economía y administración que los contiene (+2,9 pp).

E. *Contraste inferencial*. El modelo confirma los patrones descriptivos (Tabla IV). Como los registros son censales, los contrastes deben leerse como inferencia basada en el modelo, y los valores p indican compatibilidad con la hipótesis nula, no un criterio de aceptación o rechazo [9].

En el modelo entre grandes campos, el diferencial propio de la ingeniería, categoría de referencia, es positivo ($\beta = 0{,}115$; OR = 1,12; IC 95 %: 1,07–1,18), equivalente a +2,5 pp (IC 95 %: 1,4–3,7). El de economía y administración es de magnitud similar (OR = 1,13) y no se distingue del de la ingeniería ($p = 0{,}83$). Solo agronomía y veterinaria presenta un diferencial propio negativo (−2,1 pp; $p = 0{,}019$). El de ciencias sociales y humanas se aparta del de la ingeniería ($p = 0{,}016$), pero no se distingue de cero ($p = 0{,}21$). El diferencial positivo entre etapas es, entonces, un rasgo general del sistema y no una peculiaridad de la ingeniería (Tabla IV).

En el modelo interno a la ingeniería conviene separar dos contrastes: si el diferencial propio de cada núcleo difiere de cero y si difiere del de sistemas y telemática, la referencia. La

heterogeneidad de la Tabla III corresponde sobre todo al nivel de participación en la matrícula, que va del 9 % al 58 %, mientras los diferenciales entre etapas se mueven entre −0,7 y +5,1 pp. Ninguno de los dieciséis núcleos presenta un diferencial propio negativo y distinguible de cero, y siete lo presentan positivo, entre ellos química (OR = 1,23; IC 95 %: 1,08–1,40), agroindustrial, industrial, ambiental, biomédica, ademas, arquitectura y agronómica en el límite de la significancia. Mecánica y eléctrica son los únicos núcleos cuyo diferencial se sitúa por debajo del de sistemas (OR de la interacción = 0,88, p = 0,003, y 0,87, p = 0,020). Sin embargo, su diferencial propio no se distingue de cero (OR = 0,94, IC 95 %: 0,83–1,07; OR = 0,93, IC 95 %: 0,85–1,03). En esos núcleos, la participación femenina, ya mínima en la matrícula, se mantiene en un nivel similar entre los graduados. Las cifras en pp se calculan a partir de las probabilidades ajustadas de cada categoría, con errores por el método delta, ya que en modelos no lineales el coeficiente de interacción no equivale al efecto en la escala de probabilidades [8].

F. *Sensibilidad.* El diferencial de la ingeniería se reestimó bajo especificaciones alternativas, y el OR se mantiene mayor que 1 en todas ellas:

- 1,12 (IC 95 %: 1,07-1,18) con efectos fijos de año;
- 1,07 (IC 95 %: 1,02-1,12) con efectos fijos de núcleo;
- 1,06 (1,00-1,11) con efectos fijos de institución;
- 1,07 (1,03-1,11) con controles de nivel de formación, modalidad, sector y departamento;
- 1,09 (1,06-1,12) en programas universitarios, con efectos fijos de año y núcleo.

La reducción al comparar dentro de cada núcleo indica que una parte del diferencial agregado obedece a composición: los graduados se concentran relativamente más en núcleos con mayor participación femenina.

Para aproximar el desfase entre cohortes, se comparó la graduación de cada año con la matrícula de 1 a 5 años antes, sobre los mismos años de graduación (2020–2024 para k = 5). El diferencial dentro de cada núcleo no disminuye; aumenta con el rezago (OR entre 1,09 y 1,13; entre 1,11 y 1,12 en programas universitarios). El diferencial descriptivo se mantiene positivo en todos los casos: prácticamente estable con todos los niveles (entre +2,4 y +2,6 pp) y entre +2,1 y +3,3 pp en programas universitarios, donde desciende con el rezago por cambios en la composición por núcleo de la matrícula.

TABLA IV

DIFERENCIAL GRADUACIÓN–MATRÍCULA ESTIMADO POR CAMPO Y NÚCLEO (GLM BINOMIAL, ERRORES AGRUPADOS POR IES)

Categoría	Dif. (pp) [IC 95 %]	OR [IC 95 %]	*p*	OR vs. ref. (*p*)
Entre grandes campos (ref.: ingeniería)				
Ingeniería, arquitectura y afines (ref.)	+2,5 [1,4; 3,7]	1,12 [1,07; 1,18]	< 0,001	—
Economía, administración, contaduría y afines	+2,9 [2,0; 3,8]	1,13 [1,09; 1,18]	< 0,001	1,01 (*p* = 0,827)
Agronomía, veterinaria y afines	−2,1 [−3,8; −0,3]	0,92 [0,86; 0,99]	0,019	0,82 (*p* < 0,001)
Ciencias sociales y humanas	−2,8 [−7,2; 1,6]	0,89 [0,74; 1,07]	0,205	0,79 (*p* = 0,016)
Interno a la ingeniería (ref.: sistemas)				
Sistemas, telemática y afines (ref.)	+1,2 [−1,3; 3,7]	1,07 [0,92; 1,24]	0,382	—
Mecánica y afines	−0,5 [−1,4; 0,5]	0,94 [0,83; 1,07]	0,370	0,88 (*p* = 0,003)
Eléctrica y afines	−0,7 [−1,5; 0,2]	0,93 [0,85; 1,03]	0,164	0,87 (*p* = 0,020)
Química y afines	+5,1 [1,8; 8,4]	1,23 [1,08; 1,40]	0,002	1,15 (*p* = 0,258)

Dif. (pp): diferencial propio de cada categoría (proporción femenina entre graduados menos entre matriculados), calculado con las probabilidades ajustadas y errores por el método delta. OR: razón de odds del diferencial propio; p contrasta que ese diferencial sea nulo. OR vs. ref.: razón de odds de la interacción categoría × etapa frente a la referencia, con su p. Modelo entre campos: 19.268 celdas, 338 IES; modelo interno: 15.015 celdas, 277 IES

V. DISCUSIÓN

Los resultados indican que, en la ingeniería colombiana, la subrepresentación femenina se observa ante todo en la composición de la matrícula. En casi todos los campos y núcleos examinados, la proporción de mujeres entre los graduados iguala o supera la registrada entre los matriculados, y ningún núcleo muestra una proporción significativamente menor. La variación pronunciada corresponde a la matrícula: mecánica no alcanza el 10 % de participación femenina, mientras ambiental y sanitaria bordea el 58 %. Este patrón no permite afirmar que las mujeres que ingresan tengan igual o mayor probabilidad de graduarse que los hombres. En términos de las hipótesis planteadas, los resultados respaldan H1 y son consistentes con H2.

La comparación involucra poblaciones de cohortes distintas, afectadas por el tamaño de las cohortes de ingreso, la duración de los programas, el rezago, las interrupciones y el tiempo hasta la titulación. Los análisis de sensibilidad acotan dos de esas explicaciones. En cuanto a la duración, el diferencial persiste dentro del nivel universitario y no proviene de programas cortos de posgrado (en las especializaciones universitarias el diferencial es de apenas +0,7 pp). En cuanto al desfase entre cohortes, comparar la graduación con la matrícula de años anteriores no reduce el diferencial dentro de cada núcleo, sino que lo aumenta; el agregado desciende ligeramente por cambios en la composición por núcleo de la matrícula, pero conserva su signo. Ninguno de estos análisis sustituye el seguimiento de cohortes: el rezago y los tiempos hasta el grado diferenciales por sexo siguen sin poder observarse.

Mecánica y eléctrica exigen una lectura más cuidadosa. Estos dos núcleos no registran el leve avance hacia el título que sí aparece en el resto de la ingeniería, y su diferencial se aproxima a cero. El modelo detecta que su diferencial se sitúa

por debajo del de sistemas, pero no que difiera de cero, ni que las mujeres retrocedan respecto de la matrícula. Cabe conjeturar la incidencia del clima institucional o del aislamiento que supone estudiar en un entorno tan masculinizado, pero se trata de una hipótesis por explorar y no de algo que estos datos permitan sostener.

Con esas reservas, los resultados sugieren priorizar la formación de vocaciones, la orientación escolar y el ingreso, de manera diferenciada por núcleo, sin descartar intervenciones sobre la permanencia, que estos datos no permiten evaluar. Mecánica, eléctrica y electrónica concentran la menor participación femenina; química y ambiental, que ya alcanzan la paridad en la matrícula, enfrentan un problema de naturaleza distinta.

El patrón por núcleos coincide con el reportado para los graduados de ingeniería en Colombia entre 2001 y 2018 [2], en el que eléctrica, electrónica y mecánica registran participaciones femeninas inferiores al 20 % mientras ambiental, biomédica y química superan la paridad, lo que sugiere una segregación horizontal persistente. En el plano internacional, la evidencia sobre la persistencia femenina es heterogénea. En Estados Unidos, con registros longitudinales, las mujeres que ingresan a ingeniería se gradúan en proporciones similares a las de los hombres [10], mientras que en el conjunto de STEM su persistencia descriptiva es menor, diferencia que se explica en buena medida por la preparación previa [11]. En Alemania, la brecha se amplía en la educación superior porque más hombres eligen esas carreras, no por una mayor salida de mujeres [4]. Los resultados aquí presentados son coherentes con este último patrón, aunque, a diferencia de esos estudios, no siguen trayectorias individuales.

VI. Limitaciones

La restricción principal es la naturaleza del dato. Sin identificador de persona ni de cohorte, no es posible saber qué fracción de los matriculados se titula: el diferencial describe la composición de cada grupo, no cuántos culminan o abandonan sus estudios. Además, los coeficientes son promedios del periodo y los diferenciales de los núcleos con menor matrícula deben leerse con cautela. Las fuentes tampoco incluyen variables socioeconómicas ni individuales, y las comparaciones rezagadas usan la matrícula total, que acumula varias cohortes, y no la de primer ingreso. El seguimiento longitudinal de cohortes con registros individuales, como los del SPADIES, queda como siguiente etapa.

VII. Conclusiones

La ingeniería es el único gran campo con mayoría masculina en la matrícula colombiana (31,7 % de mujeres), y esa subrepresentación varía entre núcleos del 9 % en mecánica al 58 % en ambiental y sanitaria.

La proporción de mujeres entre los graduados de ingeniería es mayor que entre los matriculados (+2,5 pp; IC 95 %: 1,4-3,7). El resultado se mantiene con controles de nivel de formación, modalidad, sector y departamento, dentro del nivel universitario y al comparar con la matrícula de años anteriores. Su magnitud se reduce al comparar dentro de cada núcleo, y con efectos fijos de institución el OR baja a 1,06 (IC 95 %: 1,00-1,11), en el límite de la significancia. Ningún núcleo muestra una proporción femenina significativamente menor entre graduados que entre matriculados.

Estos resultados describen composiciones de población y no probabilidades individuales de graduación. Son compatibles con que la desigualdad se configure principalmente antes del ingreso y orientan la atención hacia la formación de vocaciones en los núcleos más masculinizados, pero su confirmación requiere el seguimiento de cohortes.

Referencias

[1] A. Bello, *Las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas en América Latina y el Caribe*. Ciudad de Panamá, Panamá: ONU Mujeres, 2020. [Online]. Available: https://lac.unwomen.org/sites/default/files/Field%20Office%20Americas/Documentos/Publicaciones/2020/09/Mujeres%20en%20STEM%20ONU%20Mujeres%20Unesco%20SP32922.pdf

[2] N. E. Hamid-Betancur and M. C. Torres-Madroñero, "La brecha de género en los programas de ingeniería en Colombia," *Ing. Investig.*, vol. 41, no. 2, e104, 2021, doi: 10.15446/ing.investig.v41n2.86758.

[3] ACOFI, CONFEDI y LACCEI, "Cátedra Abierta Latinoamericana Matilda y las Mujeres en Ingeniería," 2020. [Online]. Available: https://catedramatilda.org

[4] A. Stefani, R. Minor, K. Leuze and S. Strauss, "Empirical challenges in assessing the 'leaky STEM pipeline': How the research design affects the measurement of women's underrepresentation in STEM," *Int. J. STEM Educ.*, vol. 11, no. 1, art. 54, 2024, doi: 10.1186/s40594-024-00512-4.

[5] Ministerio de Educación Nacional, "Bases consolidadas de población estudiantil y recurso humano," Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), Bogotá, Colombia. [Online]. Available: https://snies.mineducacion.gov.co/portal/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/ [Accessed: Jul. 28, 2026].

[6] P. McCullagh and J. A. Nelder, *Generalized Linear Models*, 2nd ed. London, U.K.: Chapman & Hall, 1989.

[7] A. C. Cameron and D. L. Miller, "A practitioner's guide to cluster-robust inference," *J. Human Resour.*, vol. 50, no. 2, pp. 317–372, 2015, doi: 10.3368/jhr.50.2.317.

[8] C. Ai and E. C. Norton, "Interaction terms in logit and probit models," *Econ. Lett.*, vol. 80, no. 1, pp. 123–129, 2003, doi: 10.1016/S0165-1765(03)00032-6.

[9] R. L. Wasserstein and N. A. Lazar, "The ASA's statement on *p*-values: Context, process, and purpose," *Amer. Statist.*, vol. 70, no. 2, pp. 129–133, 2016, doi: 10.1080/00031305.2016.1154108.

[10] S. M. Lord, M. Camacho, R. A. Layton, R. A. Long, M. W. Ohland, and M. Wasburn, "Who's persisting in engineering? A comparative analysis of female and male Asian, Black, Hispanic, Native American, and White students," J. Women Minor. Sci. Eng., vol. 15, no. 2, pp. 167–190, 2009, doi: 10.1615/JWomenMinorScienEng.v15.i2.40.

[11] A. L. Griffith, "Persistence of women and minorities in STEM field majors: Is it the school that matters?," Econ. Educ. Rev., vol. 29, no. 6, pp. 911–922, Dec. 2010, doi: 10.1016/j.econedurev.2010.06.010