

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento de Matemáticas y Física

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

**Programa de modelación matemática para el desarrollo de planes y
proyectos de negocios**



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

**PAP4J07: Modelos de predicción en empresas y gobierno mediante
aprendizaje estadístico**

**Aproximación de impactos de la inversión sobre el empleo de Jalisco: Una
aproximación empírica y un análisis formal a través de la MIP**

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Ingeniería Financiera: Rodolfo Del Castillo Wilches

Ingeniería Financiera: Ximena Herrera Valdez

Ingeniería Financiera: Alejandro Salinas Jimenez

Ingeniería Financiera: Joaquín Uriel Ramírez Pérez

Ingeniería Financiera: Sergio Iván Vargas Quezada

Profesor PAP: Maria del Rosario Ruiz Hernández

Tlaquepaque, Jalisco, Mayo 2026

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	2
Resumen	0
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....	0
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	0
1.2 Caracterización de la organización.....	3
1.3 Identificación de la(s) problemática(s)	4
1.4. Planeación de alternativa(s).....	6
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora	9
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	16
1.7. Bibliografía y otros recursos	18
1.8. Anexos generales	18
2. Productos	18
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	19
3.1 Sensibilización ante las realidades	20
3.2 Aprendizajes logrados	20

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son experiencias socio-profesionales de los alumnos que desde el currículo de su formación universitaria- enfrentan retos, resuelven problemas o innovan una necesidad sociotécnica del entorno, en vinculación (colaboración) (co-participación) con grupos, instituciones, organizaciones o comunidades, en escenarios reales donde comparten saberes.

El PAP, como espacio curricular de formación vinculada, ha logrado integrar el Servicio Social (acorde con las Orientaciones Fundamentales del ITESO), los requisitos de dar cuenta de los saberes y del saber aplicar los mismos al culminar la formación profesional (Opción Terminal), mediante la realización de proyectos profesionales de cara a las necesidades y retos del entorno (Aplicación Profesional).

El PAP es un proceso acotado en el tiempo en que los estudiantes, los beneficiarios externos y los profesores se asocian colaborativamente y en red, en un proyecto, e incursionan en un mundo social, como actores que enfrentan verdaderos problemas y desafíos traducibles en demandas pertinentes y socialmente relevantes. Frente a éstas transfieren experiencia de sus saberes profesionales y demuestran que saben hacer, innovar, co-crear o transformar en distintos campos sociales.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

El Reporte PAP consta de tres componentes:

El primer componente se refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de este y la valoración de las incidencias en el entorno.

El segundo componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología.

El tercer componente es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

El Programa de Modelación Matemática para el Desarrollo de Planes y Proyectos de Negocio y tuvo como propósito desarrollar herramientas de análisis económico para apoyar la toma de decisiones de la Planeación, Evaluación y Seguimiento de la Coordinación de Crecimiento y Desarrollo Económico del estado de Jalisco. El proyecto se enfocó en la construcción de modelos matemáticos y económicos capaces de estimar el impacto de inversiones sectoriales y la generación de empleo mediante aproximaciones a una Matriz Insumo-Producto regional.

Durante el periodo de participación, se desarrollaron modelos econométricos, procesos de regionalización económica y un simulador interactivo que permite analizar distintos escenarios de inversión por sector. La metodología utilizada combinó análisis de datos, programación en Python, modelos de regresión, métodos FLQ y ajuste RAS, utilizando información del INEGI, IMSS y Censos Económicos.

Entre los principales resultados se encuentra la construcción de una Matriz Insumo Producto para el estado de Jalisco con 34 y 62 sectores económicos, así como el desarrollo de un HTML interactivo para visualizar el impacto de las inversiones de manera contundente. El proyecto permitió generar una herramienta útil para el análisis económico regional y para apoyar decisiones estratégicas relacionadas con el desarrollo económico y la distribución eficiente de recursos.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

El PAP es una experiencia de aprendizaje y de contribución social integrada por estudiantes, profesores, actores sociales y responsables de las organizaciones, que de manera colaborativa construyen sus conocimientos para dar respuestas a problemáticas de un contexto específico y en un tiempo delimitado. Por tanto, la experiencia PAP supone un proceso en lógica de proyecto, así como de un estilo de trabajo participativo y recíproco entre los involucrados.

El ciclo de trabajo se desarrolló en etapas secuenciales que combinaron el diagnóstico de la problemática, el diseño metodológico, la construcción de los modelos y la entrega de productos.

El proyecto inició con una fase de diagnóstico y contextualización, en la que el equipo identificó la carencia de una MIP regional oficial para Jalisco y analizó las fuentes de información disponibles: la MIP nacional 2018 del INEGI, el PIBE estatal, los Censos Económicos 2024 y los registros de empleo formal del IMSS. Esta etapa permitió delimitar el alcance del proyecto y definir las dos líneas de trabajo a desarrollar.

A continuación se llevó a cabo la exploración y preparación de datos, que incluyó la limpieza y homologación de las bases del IMSS e INEGI, el mapeo entre clasificaciones sectoriales distintas (grupos IMSS vs. sectores SCIAN) y la agregación de la MIP nacional de 78 a 34 sectores compatibles con la información disponible para Jalisco. Esta etapa fue especialmente intensiva en trabajo técnico y representó uno de los mayores retos del proyecto, dado que las fuentes no comparten una clasificación sectorial común.

Con los datos preparados, el equipo desarrolló en paralelo las dos aproximaciones metodológicas. Por un lado, se estimaron las regresiones LASSO sobre series de tiempo de actividad laboral, se construyó la matriz de coeficientes econométricos y se implementó la lógica de Leontief para calcular el multiplicador de empleo. Por otro, se aplicó el método FLQ para regionalizar los coeficientes técnicos nacionales, se realizó un análisis exhaustivo del parámetro δ mediante grid search, y se ejecutó el ajuste RAS con los Censos Económicos 2024 como vectores objetivo.

Una vez obtenidas las matrices, se calcularon los multiplicadores de producción, empleo y valor agregado por sector, se construyeron escenarios de impacto ante choques de inversión y se realizó una validación externa contrastando los resultados con datos del IMSS 2024 independientes del modelo, obteniendo una correlación de $\rho = 0.690$ ($p < 0.001$).

Finalmente, el ciclo cerró con la construcción del simulador interactivo y la presentación de resultados, donde se entregaron las matrices, los multiplicadores y la herramienta de visualización como insumos para la toma de decisiones en materia de desarrollo económico regional.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

El presente proyecto se desarrolló en el marco del Programa de Modelación Matemática para el desarrollo de planes de proyecto de negocio, durante el periodo enero–mayo de 2026, con el propósito de construir una aproximación a una Matriz de Insumo Producto (MIP) mediante métodos alternativos de modelación. El punto de partida del trabajo fue reconocer la relevancia que tiene una MIP dentro del análisis económico, ya que este tipo de matriz permite estudiar las relaciones entre sectores productivos, identificar encadenamientos económicos y comprender de qué manera la actividad de un sector puede incidir sobre otros. Sin embargo, también se identificó que la construcción de una MIP formal requiere información contable muy específica y altamente estructurada, la cual no siempre se encuentra disponible de manera oportuna, suficiente o desagregada.

A partir de esta situación, el proyecto se enfocó en el desarrollo de una alternativa metodológica que permitiera aproximarse a la lógica de una MIP sin pretender sustituirla en su sentido contable tradicional. En lugar de buscar una matriz insumo-producto formal, la orientación conceptual del proyecto consistió en diseñar un modelo que captara relaciones empíricas entre sectores a partir de datos observados. Esta decisión metodológica fue clave, ya que permitió replantear el problema no como la reconstrucción de flujos contables directos, sino como la identificación de patrones de co-movimiento sectorial que pudieran ofrecer una lectura útil de las interdependencias económicas.

El ámbito de aplicación del proyecto fue el estado de Jalisco, cuya estructura económica diversa y dinámica vuelve especialmente relevante el análisis sectorial. Desde el inicio, el contexto jalisciense fue el foco principal del trabajo, tanto por la disponibilidad relativa de información económica y laboral como por la pertinencia de generar herramientas analíticas que contribuyeran a comprender su funcionamiento económico. En este sentido, el estudio se ubicó dentro de una perspectiva de análisis económico regional, en donde el empleo formal y otros indicadores observables pueden utilizarse como aproximaciones de la actividad económica sectorial.

Desde una perspectiva teórica, el proyecto se relaciona con temas como el análisis sectorial, la economía regional, la modelación matemática aplicada y el uso de variables proxy para

representar fenómenos económicos complejos. La idea central fue asumir que, aun sin contar con una MIP contable, es posible aproximar ciertas relaciones intersectoriales mediante técnicas cuantitativas que identifiquen asociaciones estadísticas entre actividades económicas. Bajo esta lógica, el uso de datos observados permitió construir una herramienta exploratoria que, si bien no reproduce la estructura formal de una MIP oficial, sí aporta una base empírica para analizar la sensibilidad relativa entre sectores.

En términos metodológicos, el proyecto se apoyó en el uso de datos provenientes de fuentes oficiales y en la aplicación de modelos econométricos y de aprendizaje que permitieran estimar relaciones entre sectores. En particular, se trabajó con información del IMSS y del INEGI, entendiendo que dichas fuentes podían complementar el análisis al ofrecer una aproximación del comportamiento económico desde distintas perspectivas. La intención no fue únicamente aplicar una técnica estadística, sino adaptar el modelo a las condiciones reales de los datos disponibles, considerando limitaciones como la estacionalidad, la necesidad de depuración de series y la dificultad inherente de traducir datos administrativos en relaciones económicas interpretables.

En suma, el contexto del proyecto estuvo determinado por una necesidad metodológica concreta: desarrollar una aproximación funcional a una MIP ante la ausencia de información suficiente para construir una versión contable tradicional. Esta necesidad dio origen a una investigación aplicada que integró fundamentos de análisis económico, uso de datos oficiales, modelación cuantitativa y adaptación metodológica, con el fin de generar una herramienta útil para el estudio exploratorio de las relaciones sectoriales en Jalisco.

1.2 Caracterización de la organización

La organización vinculada al desarrollo del proyecto fue Planeación, Evaluación y Seguimiento de la Coordinación de Crecimiento y Desarrollo Económico del estado de Jalisco, instancia cuyo propósito general es impulsar el crecimiento económico, la competitividad y la inversión, fomentando un entorno propicio para la creación de empleos y el fortalecimiento de las empresas. En este sentido, su naturaleza institucional se relaciona directamente con el análisis del entorno económico, la promoción del desarrollo productivo

y la generación de condiciones favorables para el dinamismo empresarial. Esta vinculación hizo especialmente pertinente el desarrollo de un proyecto orientado al estudio de relaciones sectoriales, ya que una aproximación de este tipo puede aportar herramientas analíticas útiles para comprender mejor la estructura económica estatal.

El escenario de trabajo del PAP se ubicó, por tanto, en una intersección entre la modelación matemática y el análisis económico aplicado. La participación de Planeación, Evaluación y Seguimiento de la Coordinación de Crecimiento y Desarrollo Económico del estado de Jalisco dio al proyecto un marco institucional alineado con la necesidad de producir insumos de análisis que pudieran contribuir a la comprensión del comportamiento sectorial de Jalisco. Más que tratarse de una intervención operativa dentro de procesos internos de la organización, el proyecto se orientó a generar una propuesta técnica con valor analítico, relacionada con la observación de la economía estatal y el estudio de sus interdependencias.

En cuanto a la dinámica de trabajo, el proyecto se desarrolló con acompañamiento académico dentro del PAP y bajo una lógica colaborativa entre el equipo de estudiantes y la profesora responsable. Nuestra función consistió en buscar y trabajar con datos adecuados, discutir distintas alternativas metodológicas y desarrollar modelos que asemejen una MIP a partir de información disponible. En nuestro caso particular, la contribución se concentró principalmente en el desarrollo del modelo, la elaboración del código y la documentación técnica del proyecto, dejando fuera únicamente la búsqueda inicial de datos en sitios gubernamentales, actividad que fue realizada por otros integrantes del equipo.

La razón de ser de la organización y su vinculación con el proyecto resultan congruentes, ya que una institución enfocada en el crecimiento económico y la competitividad requiere instrumentos que permitan interpretar de forma más clara la articulación entre sectores productivos. Aunque el producto desarrollado no corresponde a una MIP formal, sí representa una aproximación técnica que puede enriquecer el análisis económico al ofrecer una visión alternativa de las relaciones sectoriales a partir de datos observados. Por ello, la organización se puede entender como el espacio institucional que dio pertinencia y orientación práctica al trabajo desarrollado.

Asimismo, el proyecto involucró la participación de distintos actores con roles diferenciados. Por un lado, la profesora desempeñó una función de validación metodológica y orientación conceptual, particularmente al delimitar que el objetivo no debía ser buscar o reconstruir una MIP contable tradicional, sino diseñar una aproximación que la asemejara mediante métodos alternativos. Por otro lado, el equipo de estudiantes participó en la construcción técnica del proyecto, desde la discusión del modelo hasta la elaboración de productos de visualización y documentación. Esta articulación entre guía académica, trabajo colaborativo y pertinencia institucional definió el funcionamiento general del proyecto.

En consecuencia, la caracterización de la organización no solo se limita a describir su propósito, sino también a mostrar cómo su enfoque en desarrollo económico, empleo y fortalecimiento empresarial se relaciona de manera directa con el objetivo del PAP. El proyecto encontró sentido dentro de este marco porque buscó aportar una herramienta analítica capaz de aproximar la estructura de relaciones sectoriales en Jalisco, asunto estrechamente vinculado con la comprensión de la competitividad y del crecimiento económico regional.

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

La problemática principal identificada en el proyecto fue la ausencia de una Matriz de Insumo Producto contable disponible, así como la falta de los datos necesarios para construirla de manera formal. Esta limitación representó un obstáculo importante, ya que una MIP constituye una herramienta fundamental para estudiar la estructura productiva de una economía, analizar las relaciones entre sectores y observar los posibles efectos de arrastre o dependencia entre actividades económicas. No contar con esta información implicó la necesidad de explorar rutas metodológicas alternativas que permitieran aproximarse a esa lógica analítica sin depender de una base contable completa.

A partir de esta problemática central, se detectó una segunda dificultad estrechamente relacionada: la escasez o insuficiencia de datos compatibles con la elaboración tradicional de una MIP. Durante el desarrollo del proyecto se investigó en distintas fuentes oficiales, tanto del ámbito estatal como federal, con el fin de identificar información que pudiera sustentar el análisis. Esta búsqueda confirmó que, aunque existían datos económicos y laborales

relevantes, no se contaba con todos los insumos necesarios para llenar una matriz de insumo-producto en su versión formal. En consecuencia, el reto del proyecto dejó de ser la reconstrucción de una MIP contable y pasó a ser la creación de una aproximación metodológica viable a partir de la información efectivamente disponible.

Además de estas limitaciones de información, se identificaron problemáticas de carácter metodológico. Una de ellas fue la estacionalidad de los datos, la cual exigía cuidado en el tratamiento de las series y en la interpretación de los resultados. Dado que el proyecto buscaba modelar relaciones sectoriales a partir de información observada, era necesario reconocer que el comportamiento de los datos podría estar influido por patrones temporales que no necesariamente responden a relaciones estructurales de fondo. Esto obligó a adaptar el modelo y a tomar decisiones analíticas que permitieran trabajar con los datos de una manera consistente y útil para el objetivo planteado.

Otra problemática importante fue la adaptación del modelo mismo. Desde el inicio se reconoció que no bastaba con elegir cualquier técnica cuantitativa, sino que era necesario encontrar un enfoque que se ajustara a las necesidades del proyecto, a la naturaleza de la información disponible y al objetivo de asemejar una MIP sin reproducirla formalmente. Por ello, una parte relevante del diagnóstico consistió en discutir qué tipo de modelo utilizar, cómo tratar los datos y de qué forma interpretar los resultados sin caer en afirmaciones que excedieran el alcance real del ejercicio. Esta problemática metodológica fue tan importante como la falta de datos, ya que condiciona directamente la calidad y utilidad de la aproximación desarrollada.

En este sentido, las problemáticas identificadas pueden entenderse en dos niveles complementarios. Por un lado, existió una problemática estructural asociada a la falta de información contable suficiente para trabajar con una MIP formal. Por otro lado, se presentó una problemática técnica vinculada con la selección, adaptación y validación de un modelo alternativo que permitiera aproximarse a la lógica intersectorial buscada. Ambas dimensiones fueron detectadas mediante una revisión sistemática de fuentes oficiales, el análisis de los

datos encontrados y la discusión académica sobre la viabilidad de distintos enfoques metodológicos.

De manera general, el diagnóstico permitió concluir que el proyecto no debía orientarse a suplir de manera exacta una MIP tradicional, sino a desarrollar una herramienta empírica que captará, en la medida de lo posible, relaciones entre sectores mediante modelos de aprendizaje y técnicas econométricas. La problemática, por tanto, no era únicamente la falta de una base de datos, sino también la necesidad de transformar esa ausencia en una oportunidad de modelación alternativa. Esta identificación fue determinante para delimitar el alcance del proyecto y para justificar la solución metodológica finalmente adoptada.

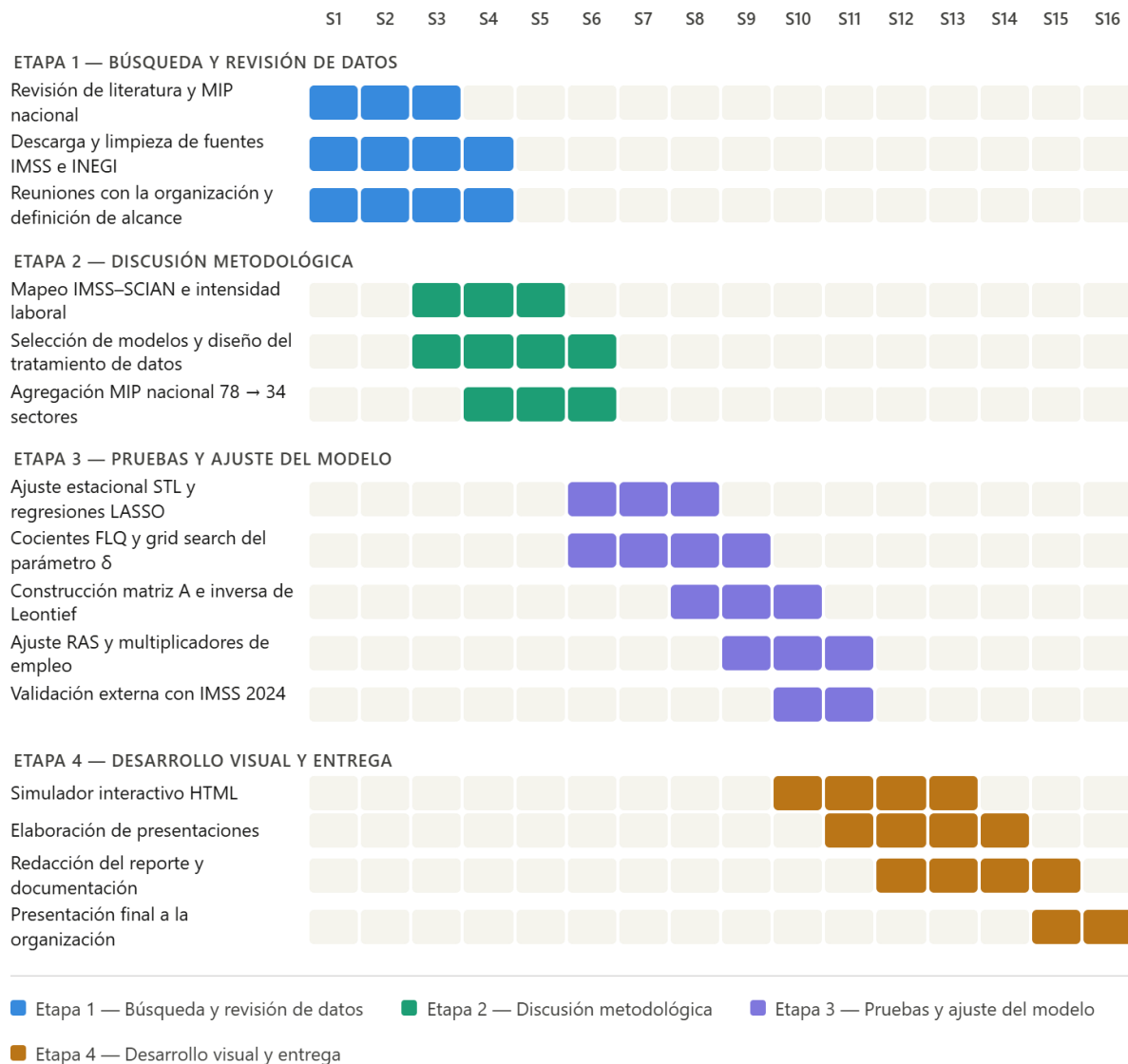
1.4. Planeación de alternativa(s)

Una vez identificada la falta de una Matriz de Insumo Producto contable y la insuficiencia de datos para construirla de forma tradicional, se planteó la necesidad de diseñar una alternativa metodológica que permitiera aproximarse a dicha herramienta mediante métodos cuantitativos. Desde el inicio se tuvo claro que la solución no debía consistir en buscar una MIP ya elaborada ni en forzar una reconstrucción incompleta de una matriz formal, sino en desarrollar un modelo que la asemejara a partir de la información disponible. Esta orientación fue validada por la profesora responsable del PAP, quien delimitó conceptualmente el proyecto y confirmó la pertinencia de trabajar bajo una lógica de aproximación empírica.

Durante la planeación se consideraron distintas alternativas, especialmente en relación con el tipo de modelo a utilizar y la manera adecuada de tratar los datos. La discusión metodológica se centró en identificar qué enfoque permitía responder mejor a las necesidades del proyecto, manteniendo un equilibrio entre rigor analítico, viabilidad técnica e interpretación económica. En este proceso se evaluaron opciones sobre la estructura del modelo, el tratamiento de las series y la forma de traducir los datos observados en relaciones sectoriales comparables. La alternativa finalmente seleccionada fue aquella que mejor se adaptó a las condiciones reales del proyecto y al objetivo de construir una aproximación funcional de una MIP.

La propuesta elegida consistió en utilizar datos del IMSS y del INEGI, junto con modelos basados en Python, regresiones OLS con regularización y otras herramientas de aprendizaje, para estimar relaciones empíricas entre sectores. Esta alternativa se consideró adecuada porque permitía aprovechar información oficial disponible, generar una estructura de análisis replicable y producir un resultado interpretable dentro del alcance del proyecto. Asimismo, ofrecía una manera razonable de aproximarse a la lógica de interdependencias sectoriales sin afirmar que se trataba de una matriz contable oficial. En otras palabras, la alternativa fue pertinente porque respondía al problema real identificado y podía desarrollarse de forma consistente con los recursos y tiempos del PAP.

La planeación del trabajo siguió una secuencia clara de actividades. En una primera etapa se realizó la búsqueda y revisión de datos, con énfasis en fuentes oficiales estatales y federales. Posteriormente, se llevó a cabo una discusión metodológica para determinar qué tipo de modelo utilizar y cómo adaptar el tratamiento de los datos a las necesidades del proyecto. Después se desarrollaron diversas pruebas del modelo, con el objetivo de observar su comportamiento, evaluar su utilidad y ajustar su diseño conforme a los hallazgos obtenidos. Una vez consolidada la propuesta técnica, se avanzó en el desarrollo visual del proyecto, tanto mediante presentaciones como a través de una página interactiva que permitiera facilitar la visualización de los resultados.



Los productos planeados desde esta lógica fueron varios y complementarios entre sí. El principal fue la aproximación de una MIP, entendida no como una matriz contable tradicional, sino como una representación elaborada mediante modelos de aprendizaje y herramientas cuantitativas.

A ello se sumó el código del modelo, la documentación técnica y una página para visualización, todos ellos concebidos como entregables que permitieran no solo desarrollar el proyecto, sino también comunicar su lógica y facilitar su consulta. Esta combinación de productos fue importante porque permitió integrar una dimensión analítica, una dimensión técnica y una dimensión de presentación de resultados.

Nuestra participación dentro de esta planeación y ejecución se concentró particularmente en el desarrollo del modelo y en la documentación técnica. Colaboramos en la construcción metodológica, la implementación en código y la formalización escrita del proyecto, aportando a la consolidación del producto final desde una perspectiva técnica y académica. De esta manera, la alternativa seleccionada no solo fue viable, sino que también permitió ordenar el trabajo colectivo en torno a un objetivo común: generar una aproximación útil, fundamentada y comunicable de una MIP para el análisis sectorial de Jalisco.

En conclusión, la planeación de alternativas se orientó a responder de manera realista a una limitación concreta de información. En lugar de asumir como inviable el proyecto por la ausencia de una MIP formal, se optó por construir una solución metodológica adaptada al contexto, validada académicamente y sustentada en datos oficiales. Esta decisión permitió transformar una carencia de datos en una oportunidad de modelación aplicada, y dio lugar a un proceso de trabajo coherente con los propósitos del PAP y con las necesidades analíticas del proyecto.

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

Iniciando por el desarrollo de la aproximación de la MIP se utilizó una metodología estructurada, a continuación se muestra un texto con lo más destacado de la misma (si se desea profundizar más dar [click en el Anexo](#) para ver la metodología completa y ahí mismo se encuentra el código del desarrollo de la misma):

Este enfoque no busca reconstruir flujos físicos o monetarios de insumo–producto, sino identificar patrones de co-movimiento y dependencia estadística entre sectores, bajo el supuesto de que dichas correlaciones pueden reflejar vínculos económicos subyacentes.

De manera más específica el ejercicio pretende:

- Estimar la sensibilidad de la actividad económica de un sector respecto a la evolución de otros sectores.
- Construir una estructura matricial de coeficientes econométricos que capture estas interrelaciones.

- Evaluar si dicha estructura puede interpretarse como una aproximación reducida a una matriz de relaciones sectoriales.

IMSS vs INEGI

La comparación entre las series del IMSS y del INEGI se utiliza como un ejercicio de validación preliminar sobre el uso de información administrativa como proxy de la actividad económica sectorial.

En este ejercicio, se contrasta la evolución del empleo formal registrado ante el IMSS con un indicador de actividad económica proveniente de cuentas oficiales del INEGI, mediante una regresión lineal simple y el análisis de su correlación y capacidad explicativa. La función de esta comparación no es evaluar el desempeño del modelo sectorial multivariado ni validar la matriz de coeficientes obtenida, sino verificar que ambas fuentes presentan un grado razonable de co-movimiento, lo cual respalda el uso del IMSS como insumo empírico en el análisis.

En este sentido, la comparación cumple un rol descriptivo y de consistencia estadística, más que una función de validación predictiva o estructural del modelo estimado.

Por tanto, la expresión analítica del modelo no responde a una hipótesis estructural previa, sino a una traducción formal del procedimiento de estimación empleado; el modelo es una regresión lineal multivariada (OLS) con regulación, en donde se genera una estimación independiente para cada sector.

Para cada sector i , se estima un modelo de la forma:

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{j=1}^N \beta_{i,j} y_{j,t} + \varepsilon_{i,t}$$

$y_{i,t}$ = Indicador de actividad económica del sector i en el periodo t .

α_i = El nivel promedio de actividad del sector i no explicado por los demás sectores.

$\beta_{i,j}$ = Coeficiente que mide la relación estadística entre el sector j y en el sector i .

$\varepsilon_{i,t}$ = Término de error.

Flujo de estimación:

- Se selecciona un sector como dependiente.
- Se construye una matriz de regresores con los sectores restantes.
- Se estima la regresión.
- Se almacenan los coeficientes estimados.
- El proceso se repite para cada sector.

Además de la lógica de regresión lineal multivariada, se incorporó la metodología Lasso como herramienta de regularización para mejorar la estimación de las relaciones entre sectores. Lasso, permite estimar modelos lineales penalizando la magnitud absoluta de los coeficientes. Esto ayuda a reducir el riesgo de sobreajuste y, al mismo tiempo, permite seleccionar las variables más relevantes dentro del modelo.

Su inclusión fue importante debido a que el análisis sectorial trabaja con múltiples variables explicativas que pueden presentar relaciones entre sí, lo que puede generar problemas de multicolinealidad o coeficientes difíciles de interpretar. Mediante la penalización L1, Lasso puede reducir algunos coeficientes hasta cero, lo que facilita identificar qué sectores tienen una relación estadística más significativa con el sector dependiente analizado.

En el contexto del proyecto, Lasso se utilizó como una herramienta para construir una matriz de relaciones sectoriales más depurada e interpretable. Para cada sector i , el modelo estima la relación entre su actividad económica y la actividad de los demás sectores, conservando principalmente aquellos coeficientes que aportan mayor capacidad explicativa. De esta manera, la matriz resultante no solo refleja asociaciones estadísticas, sino que también evita incluir relaciones débiles o poco relevantes que podrían distorsionar la interpretación económica.

La expresión general del modelo con regularización Lasso puede representarse como:

$$\min_{\beta} \sum_{t=1}^T (y_{i,t} - \alpha_i - \sum_{j \neq i} \beta_{i,j} x_{j,t})^2 + \lambda \sum_{j \neq i} |\beta_{i,j}|$$

donde λ representa el parámetro de regularización. Cuando λ aumenta, la penalización sobre los coeficientes es mayor, por lo que el modelo tiende a conservar únicamente las relaciones

más relevantes. En cambio, cuando λ es menor, el modelo se aproxima más a una regresión lineal tradicional.

En este proyecto, la utilidad principal de Lasso fue aportar una estructura más ordenada y parsimoniosa para la matriz de coeficientes. Esto permitió trabajar con una aproximación de la MIP que no dependiera únicamente de todas las relaciones posibles entre sectores, sino de aquellas que el modelo identificó como más relevantes a partir de los datos disponibles.

Descripción de la Matriz

La naturaleza de la matriz resultante tiene como resultado del ejercicio una matriz cuadrada de coeficientes econométricos, donde cada elemento representa una asociación estadística entre sectores.

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} \beta_{1,1} & \beta_{1,2} & \cdots & \beta_{1,N} \\ \beta_{2,1} & \beta_{2,2} & \cdots & \beta_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{N,1} & \beta_{N,2} & \cdots & \beta_{N,N} \end{bmatrix}$$

Interpretación económica de los coeficientes:

- $\beta_{i,j} > 0$ indica relación positiva.
- $\beta_{i,j} < 0$ indica relación negativa.
- Magnitud: Intensidad de la relación.
- No representa flujos directos de insumos.

Por ejemplo, un coeficiente $\beta(\text{Elaboración de alimentos, Pesca}) = 0.68$ se interpreta de la siguiente manera: cuando el sector de Pesca registra un incremento en su actividad, el modelo estima que el sector de Elaboración de Alimentos tiende a crecer en 0.68 unidades en la misma dirección. Esto refleja un vínculo estadístico positivo y de magnitud considerable entre ambos sectores, lo cual es económicamente coherente: la pesca provee materias primas que la industria alimentaria transforma, por lo que una mayor actividad pesquera se asocia con una mayor demanda de procesamiento en el sector de alimentos.

La forma funcional del modelo surge directamente de la especificación econométrica implementada en el código, la cual estima regresiones lineales multivariadas donde la variable dependiente es la actividad de un sector y las variables explicativas son las actividades de los demás sectores en el mismo periodo.

De la matriz B a la matriz A

Una vez obtenidos los coeficientes estimados para cada sector, estos se apilaron en una matriz cuadrada denominada B , donde cada elemento $B_{i,j}$ representa la relación estadística estimada entre el sector j y el sector i . Sin embargo, para que esta matriz pudiera utilizarse dentro del marco de Leontief y garantizar la consistencia económica e interpretabilidad del modelo, fue necesario aplicar dos transformaciones sobre ella.

En primer lugar, se establecieron en cero todos los elementos de la diagonal principal de B . Esto responde a un criterio económico fundamental: en una matriz de coeficientes técnicos, un sector no se abastece a sí mismo como insumo propio, por lo que la autopresencia en la diagonal no tiene interpretación válida dentro del modelo y debe excluirse.

En algunos casos, el modelo arroja coeficientes negativos, lo que indicaría que el crecimiento de un sector se asocia estadísticamente con una contracción en otro. Si bien este tipo de relación puede tener sentido en ciertos contextos económicos no es compatible con la lógica de una matriz de coeficientes técnicos de Leontief, donde todos los encadenamientos productivos son por definición positivos: ningún sector puede requerir una cantidad negativa de insumos de otro para producir. Por esta razón, también todos los coeficientes negativos fueron reemplazados por cero, conservando únicamente las relaciones que reflejan encadenamientos productivos en la dirección esperada y que pueden interpretarse de manera consistente dentro del marco teórico del modelo.

En segundo lugar, se verificó la condición de estabilidad del modelo a través del análisis del radio espectral de la matriz, es decir, el valor absoluto máximo de sus eigenvalores. Para que la inversa de Leontief $(I - A)^{-1}$ exista y la serie de efectos encadenados converja, es necesario que dicho radio espectral sea estrictamente menor que 1, condición conocida como el criterio de Hawkins-Simon. En los casos en que esta condición no se cumplió de manera

natural, la matriz fue reescalada proporcionalmente para garantizar su cumplimiento sin alterar la estructura relativa de las relaciones entre sectores.

Estas modificaciones —la eliminación de la diagonal y negativos y la verificación del eigenvalor dominante— transformaron la matriz B en la matriz de coeficientes técnicos A , que es el insumo central para el cálculo de la inversa de Leontief y, por ende, del multiplicador de empleo.

Intensidad laboral

Para traducir los resultados de la matriz de coeficientes econométricos en impactos concretos sobre el empleo, se incorpora el concepto de intensidad laboral, que mide cuánta fuerza de trabajo requiere cada sector para generar una unidad de valor agregado. Formalmente, se expresa como un coeficiente técnico de trabajo:

$$l_i = \text{Empleo registrado en el sector } i / \text{PIB del sector } i$$

Un coeficiente alto indica que el sector es trabajo-intensivo (como los servicios o la agricultura tradicional); un coeficiente bajo señala sectores capital-intensivos (como la generación de energía o la manufactura tecnológica). Este vector de intensidades laborales, permite posteriormente transformar cambios en la demanda final en estimaciones de empleos generados.

Construcción del vector de intensidad laboral: mapeo IMSS–INEGI

Un reto técnico central en la construcción de este indicador es que las fuentes de empleo (IMSS) y de valor agregado (PIB del INEGI) no comparten la misma clasificación sectorial. Para resolverlo se implementó un proceso de mapeo en tres pasos:

1. **Correspondencia de grupos:** Se construyó una matriz de transposición que alinea los grupos del IMSS con los sectores del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) utilizados en las cuentas del INEGI.
2. **Cálculo de participación relativa:** Para cada sector del PIB que agrupa varios grupos del IMSS, se calculó qué porcentaje del empleo total del sector aporta cada

grupo. Por ejemplo, si el grupo g_i representa el 40 % del empleo del Sector A, se le asigna el 40 % del PIB de ese sector.

3. **Distribución proporcional:** Bajo el supuesto de que la productividad media del trabajo es constante entre los subgrupos que integran un mismo sector, el PIB se distribuye en proporción al empleo. Esto permite obtener un PIB coherente y comparable para cada uno de los grupos de empleo del IMSS.

El vector resultante recoge, para cada sector, la intensidad con la que el trabajo participa en la generación de valor, y sirve como insumo directo en el cálculo del multiplicador de empleo.

Matriz de Leontief y multiplicador de empleo

Una vez construida la matriz de coeficientes A y el vector de intensidades laborales L , se implementa la lógica del modelo de Leontief para estimar el impacto total sobre el empleo ante un vector de inversión sectorial f . Es importante destacar que la matriz A utilizada en este paso es el resultado directo de las modificaciones hechas anteriormente.

La inversa de Leontief —también conocida como matriz de multiplicadores— se obtiene como: $(I - A)^{-1}$

donde I es la matriz identidad. Esta expresión captura no solo el efecto directo de una inversión en un sector, sino también los efectos indirectos que se propagan a través de los encadenamientos con el resto de la economía: cuando un sector recibe inversión, demanda insumos de otros sectores, los cuales a su vez demandan de otros, y así sucesivamente. La serie converge siempre que el radio espectral de A sea menor que 1 —condición que se verificó y garantizó durante la construcción de la matriz.

El multiplicador de empleo se expresa entonces como:

$$E = \text{diag}(L) \cdot (I - A)^{-1} \cdot f$$

donde:

- $diag(L)$ es la matriz diagonal construida a partir del vector de intensidades laborales, que pondera la producción de cada sector por su requerimiento de trabajo.
- $(I - A)^{-1}$ es la inversa de Leontief, que distribuye los efectos de la inversión a lo largo de toda la cadena productiva.
- f es el vector de inversión sectorial, que indica cuánto se invierte en cada sector.
- E es el vector resultante de empleos generados, tanto directos como indirectos, desagregado por sector.

Simulador interactivo

Con base en esta formulación se desarrolló un simulador interactivo que permite al usuario ingresar montos de inversión por sector y obtener en tiempo real una estimación del empleo que dicha inversión generaría. La herramienta opera directamente sobre la matriz A estimada y el vector L construido para Jalisco, sin requerir conocimiento técnico del modelo subyacente para su operación. Su propósito es facilitar el análisis de escenarios de inversión y apoyar la toma de decisiones en Planeación, Evaluación y Seguimiento de la Coordinación de Crecimiento y Desarrollo Económico del estado de Jalisco de manera ágil y accesible.

Aproximación de un multiplicador de empleo

Ingresar inversión (MDP) por sector

$$E = diag(L) \cdot (I - A)^{-1} \cdot f$$

8

Sector Primario

MDP 0 >

1

Minería

MDP 0 >

2

Industria Manufactura I

MDP 0 >

3

Industria Manufactura II

MDP 0 >

4

Construcción

MDP 0 >

5

Energía y Agua

MDP 0 >

6

Comercio

MDP 0 >

7

Transporte y Comunicaciones

MDP 0 >

8

Servicios Financieros y Profesionales

MDP 0 >

9

Servicios Sociales y Públicos

MDP 0 >

PANEL DE CONTROL

TOTAL EMPLEADOS GENERADOS

0

$\sum diag(L) \cdot (I - A)^{-1} \cdot f$

TOTAL INVERSIÓN (MDP)

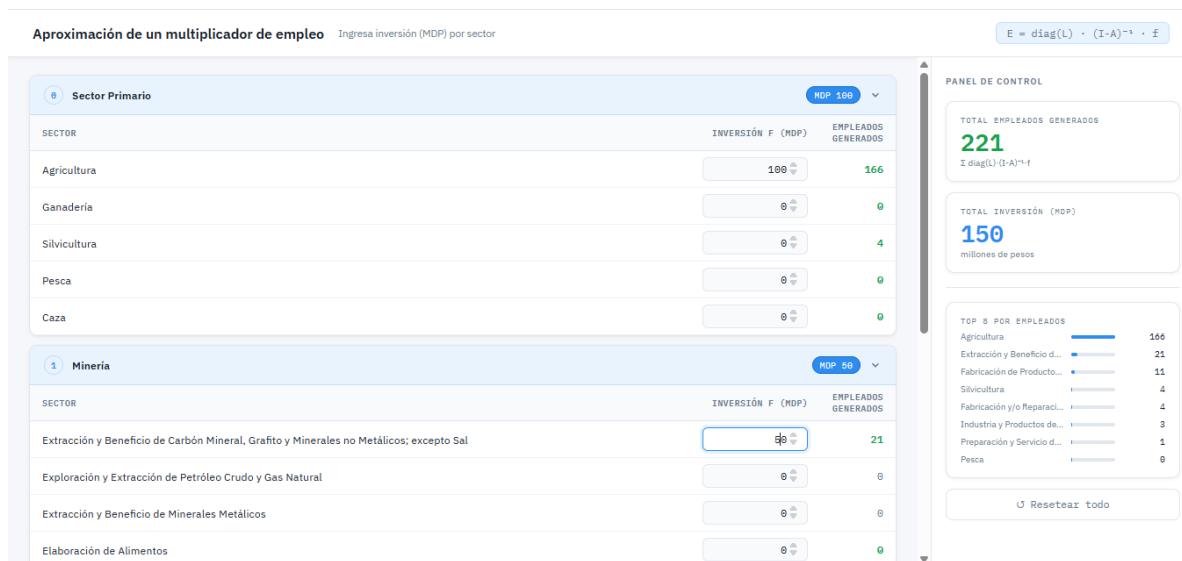
0

millones de pesos

TOP 5 POR EMPLEADOS

Agricultura	0
Ganadería	0
Silvicultura	0
Pesca	0
Caza	0
Extracción y Beneficio d...	0
Explotación y Extracción...	0
Extracción y Beneficio d...	0

Resetear todo



Resultados

Distinciones con una matriz insumo-producto formal

Característica	MIP Actual	MIP Formal
Base Teórica	Empírica	Contable
Tipo de Relación	Estadística	Flujo Real
Interpretación	Correlacional	Contable

Alcance de la matriz

- Una matriz de dependencias empíricas.
- Una herramienta exploratoria.
- Un insumo para análisis comparativo o de redes sectoriales.
- No como sustituto directo de una MIP oficial.

La matriz resultante refleja relaciones estadísticas condicionadas al periodo, la transformación de datos y la especificación del modelo. Por lo tanto, sus coeficientes no deben interpretarse como parámetros estructurales ni como elasticidades económicas formales.

Proyecto 2: Construcción de MIP Regional Jalisco 2023 mediante FLQ y Ajuste RAS

De manera paralela al enfoque econométrico, se desarrolló un segundo proyecto orientado a la construcción de una Matriz de Insumo-Producto (MIP) regional para el estado de Jalisco con año de referencia 2023, siguiendo una metodología formal de regionalización non-survey ampliamente documentada en la literatura internacional. A diferencia del primer proyecto, que aproxima relaciones sectoriales a partir de co-movimientos empíricos, este enfoque parte de la MIP nacional publicada por el INEGI (año base 2018) y la ajusta sistemáticamente para reflejar la estructura productiva específica de Jalisco, utilizando como insumos los Censos Económicos 2024 y los registros del IMSS 2024.

Metodología aplicada

El pipeline metodológico del proyecto se estructuró en seis etapas secuenciales. En primer lugar, se agregó la MIP nacional de 78 a 34 sectores productivos compatibles con la disponibilidad de datos regionales. Posteriormente, se calcularon los cocientes de localización SLQ, CILQ y FLQ utilizando datos del Producto Interno Bruto Estatal (PIBE) 2023, con los cuales se regionalizaron los coeficientes técnicos nacionales. El método FLQ incorpora un factor de penalización que ajusta los coeficientes según el tamaño relativo de la región, siendo el parámetro δ el que controla la intensidad de dicho ajuste. A continuación, se aplicó el método RAS biproporcional para actualizar la matriz a condiciones de 2023, utilizando los totales de consumo intermedio de los Censos Económicos como vectores objetivo; el algoritmo converge en 24 iteraciones. Finalmente, a partir de la inversa de Leontief se calcularon multiplicadores de producción, empleo y valor agregado para los 34 sectores. Para mayor detalle sobre el procedimiento completo, fórmulas y tablas de resultados, consultar el archivo [MIP_Jalisco_Reporte.docx](#).

Contribución metodológica: el análisis del parámetro δ

Una aportación original del trabajo fue el análisis empírico del parámetro δ del FLQ, cuya selección en la literatura suele ser arbitraria. Mediante un grid search exhaustivo sobre el intervalo $[0.01, 0.99]$ se documentó que la función de error (WMAPE) es monótonamente creciente en todo el rango evaluado, sin mínimo interior identificable con los datos de Censos para Jalisco. Este hallazgo constituye evidencia metodológicamente relevante: la señal estadística contenida en los datos disponibles es insuficiente para identificar δ de forma

puramente estadística para una región de tamaño mediano y estructura diversificada como Jalisco. Con base en ello, se adoptó $\delta = 0.25$, valor respaldado por Flegg y Webber (2000) y Tohmo (2004) para regiones que representan entre 5% y 10% del PIB nacional, rango en que se ubica Jalisco (7.5%).

Resultados principales

La MIP final de Jalisco 2023 cubre 34 sectores y es contablemente consistente con los Censos Económicos 2024. Entre los hallazgos más relevantes destaca lo que el proyecto denominó la “paradoja industrial de Jalisco”: el sector de maquinaria y electrónica, el más visible de la economía estatal, registra un multiplicador de producción de 1.93 (puesto 17 de 34 sectores), por debajo de sectores como energía eléctrica (2.66), bebidas y tabaco (2.25) o construcción (2.19). La explicación es estructural: la industria electrónica opera en gran medida con insumos importados del exterior, lo que limita sus encadenamientos productivos locales. En contraste, la industria tequilera tiene una cadena de valor local densa que retiene una fracción significativa del valor generado dentro del estado.

El análisis de cuatro escenarios de impacto ante un choque de demanda de 10,000 millones de pesos mostró que la elección del sector prioritario depende del objetivo de política: para maximizar producción total, los sectores alimentario y de construcción son los más eficientes; para maximizar empleo formal, los servicios profesionales generan 32,695 empleos por choque, superando ampliamente a los demás sectores. La validez externa del modelo fue verificada mediante la correlación de rangos de Spearman entre multiplicadores de producción y multiplicadores de empleo implícitos derivados de datos del IMSS 2024, obteniendo $\rho = 0.690$ ($p < 0.001$). Para las tablas completas de multiplicadores y el detalle de los escenarios, consultar el archivo MIP_Jalisco_Reporte.docx.

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

La experiencia en este PAP permitió dar una respuesta técnica y funcional a la problemática central: la carencia de una Matriz de Insumo Producto (MIP) formal para el estado de Jalisco. A través de la modelación alternativa, se logró transformar una limitación de datos en una

oportunidad de innovación metodológica, entregando una herramienta que permite visualizar interdependencias sectoriales de manera empírica.

Resultados e Impactos:

- **Capacidad Analítica:** Se dotó a Planeación, Evaluación y Seguimiento de la Coordinación de Crecimiento y Desarrollo Económico del estado de Jalisco de un instrumento que, si bien no es contable, ofrece una lectura basada en datos observados del IMSS e INEGI para identificar patrones de co-movimiento económico en la región.
- **Innovación Metodológica:** El uso de Python y modelos de regresión con regularización demostró que es posible generar inteligencia económica incluso ante la ausencia de fuentes tradicionales de información.
- **Visualización Efectiva:** La creación de una página interactiva permite que los resultados complejos de la modelación sean accesibles para la toma de decisiones estratégicas en el ámbito del desarrollo económico.

Aspectos Pendientes:

- **Refinamiento de Datos:** Queda abierta la posibilidad de integrar fuentes de datos privadas o microdatos que permitan una desagregación aún mayor de los sectores productivos.
- **Tratamiento de Estacionalidad:** En futuras etapas se podría profundizar en modelos de series de tiempo más robustos para mitigar los efectos estacionales identificados durante el diagnóstico.
- **Escalabilidad:** El modelo desarrollado es replicable, por lo que podría adaptarse para analizar otras regiones o estados con problemáticas similares de información.

Futuras Etapas

A pesar de los logros, se identifican áreas que podrían fortalecerse en ciclos posteriores del PAP o por parte de la organización:

1. **Tratamiento Avanzado de la Estacionalidad:** Aunque se reconoció la influencia de patrones temporales, futuras iteraciones podrían implementar técnicas de

depuración de series más profundas para aislar con mayor precisión las relaciones estructurales de fondo.

2. Ampliación del Espectro de Datos: Existe la oportunidad de incorporar microdatos o fuentes adicionales que permitan una desagregación sectorial más fina, superando las limitaciones de información que originalmente motivaron el uso de aproximaciones.
3. Validación de Resultados en Tiempo Real: Sería valioso contrastar las estimaciones del modelo con el comportamiento económico observado en semestres posteriores para ajustar los parámetros de aprendizaje y mejorar la precisión de la herramienta.

Valoración del Proyecto 2: MIP Regional Jalisco 2023 (FLQ + RAS)

El segundo proyecto logró construir un instrumento de análisis económico regional que no existía para Jalisco: una MIP regionalizada, metodológicamente transparente y contablemente consistente con datos observados de 2023. La combinación FLQ + RAS demostró ser viable para el contexto mexicano, donde ningún estado cuenta con una MIP oficial actualizada. Los multiplicadores obtenidos permitieron identificar qué sectores generan mayor derrama productiva y de empleo por peso de inversión, información directamente aplicable a decisiones de política industrial.

Resultados e impactos: Se entregó a Planeación, Evaluación y Seguimiento de la Coordinación de Crecimiento y Desarrollo Económico del estado de Jalisco una MIP regional de 34 sectores actualizada a 2023, junto con los multiplicadores sectoriales y cuatro escenarios de impacto que cuantifican la generación de producción, empleo y valor agregado ante diferentes decisiones de inversión. El hallazgo sobre la paradoja industrial que el cluster electrónico tiene menor arrastre local que sectores menos visibles como la industria tequilera ofrece evidencia empírica concreta para orientar políticas de desarrollo de proveedores locales.

Aspectos pendientes: La MIP podría actualizarse con la MIP nacional 2023 cuando el INEGI la publique, ampliarse hacia un modelo multiregional Jalisco / Resto de México para capturar derrames interestatales, e integrarse con datos de nearshoring 2022–2025 para modelar el impacto del boom de inversión en el cluster electrónico jalisciense.

1.7. Bibliografía y otros recursos

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). *Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC)*. <https://www.inegi.org.mx/app/saic/default.html>
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2024). *Datos abiertos del IMSS*. <https://datos.imss.gob.mx>
- Leontief, W. (1936). Quantitative Input-Output Relations in the Economic System of the United States.
- Miller, R., & Blair, P. (2009). Input-Output Analysis: Foundations and Extensions.
- Stone, R. (1961). Input-Output and National Accounts.
- Tibshirani, R. (1996). Regression Shrinkage and Selection via the Lasso.
- Acemoglu, D. et al. (2012). The Network Origins of Aggregate Fluctuations.
- Carvalho, V. (2014). From Micro to Macro via Production Networks.
- Hastie, Tibshirani & Friedman (2009), The Elements of Statistical Learning.
- Stock & Watson (2015), Introduction to Econometrics.
- Hyndman & Athanasopoulos (2018), Forecasting: Principles and Practice.
- Acemoglu et al. (2012), The Network Origins of Aggregate Fluctuations.
- Flegg, A. T., Webber, C. D., y Elliott, M. V. (1995). On the appropriate use of location quotients in generating regional input-output tables. *Regional Studies*, 29(6), 547–561.
- Flegg, A. T., y Webber, C. D. (2000). Regional size, regional specialization and the FLQ formula. *Regional Studies*, 34(6), 563–569.
- Tohmo, T. (2004). New developments in the use of location quotients to estimate regional input-output coefficients and multipliers. *Regional Studies*, 38(1), 43–54.
- Bacharach, M. (1970). Biproportional matrices and input-output change. Cambridge University Press.

- INEGI. (2019). Matriz de Insumo-Producto de México, año base 2018. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
<https://www.inegi.org.mx/programas/mip/2018/>
- Kowalewski, J. (2015). Regionalization of national input-output tables: Empirical evidence on the use of the FLQ formula. *Regional Studies*, 49(2), 240–250.
- Miller, R. E., y Blair, P. D. (2009). *Input-output analysis: Foundations and extensions* (2.^a ed.). Cambridge University Press.

1.8. Anexos generales

Regionalizacion

PAP4J07: Modelos de predicción en empresas y gobierno mediante aprendizaje estadístico
Aproximación de impactos de la inversión sobre el empleo de Jalisco: Una aproximación
empírica y un análisis formal a través de la MIP

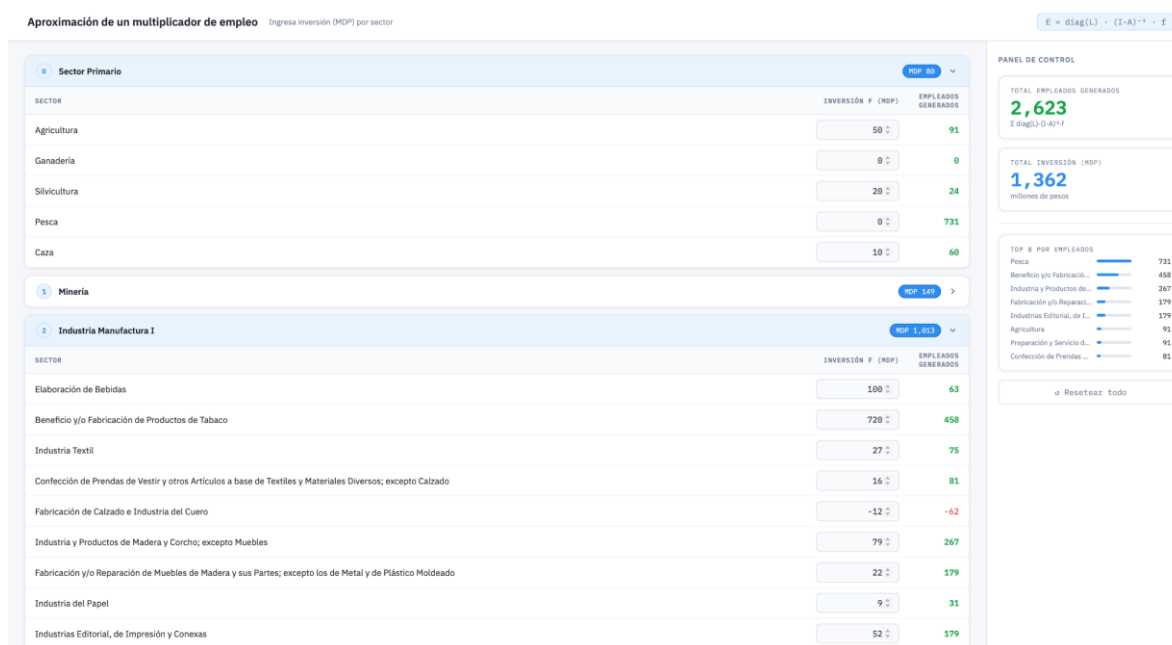
Github

2. Productos

Los productos derivados de este PAP han sido diseñados como un ecosistema de herramientas técnicas y analíticas destinadas a fortalecer la capacidad de diagnóstico económico de Planeación, Evaluación y Seguimiento de la Coordinación de Crecimiento y Desarrollo Económico del estado de Jalisco. El enfoque principal fue la creación de una solución integral que combina el rigor matemático con la funcionalidad tecnológica, permitiendo no solo la estimación de relaciones sectoriales, sino también su interpretación y consulta eficiente.

A continuación, se presentan los entregables que componen la propuesta final, los cuales transitan desde la arquitectura lógica del modelo hasta su implementación en interfaces digitales para el usuario final:

Aproximación de un multiplicador de empleo



La imagen muestra un aproximador de un multiplicador del empleo diseñado para estimar el impacto económico y la generación de empleos a partir de distintas cantidades de inversión en sectores productivos. La visualización permite ver cómo se distribuyen los recursos, qué sectores generan mayor empleo y el total de inversión aplicada.

3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

El RPAP tiene también como propósito documentar la reflexión sobre los aprendizajes en sus múltiples dimensiones, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto para compartir una comprensión crítica y amplia de las problemáticas en las que se intervino.

3.1 Sensibilización ante las realidades

Uriel: Durante el desarrollo de este PAP pude sensibilizarme ante una realidad que muchas veces no es tan visible desde el ámbito académico: la toma de decisiones públicas y económicas depende en gran medida de la disponibilidad, calidad e interpretación de los datos. Al trabajar en una aproximación a una Matriz de Insumo Producto para Jalisco, comprendí que la falta de información suficiente o actualizada puede limitar la capacidad de las instituciones para analizar con precisión la estructura económica de una región.

Esta experiencia me permitió ver que detrás de los modelos, las bases de datos y los resultados estadísticos existen problemáticas reales relacionadas con el desarrollo económico, la generación de empleo y la competitividad de los sectores productivos. Entendí que el trabajo técnico no debe realizarse de manera aislada, sino considerando el impacto que puede tener en la sociedad y en las decisiones que afectan a empresas, trabajadores e instituciones.

También me hizo reflexionar sobre la responsabilidad ética que implica construir herramientas cuantitativas. Un modelo puede ser útil para orientar decisiones, pero también puede generar interpretaciones equivocadas si no se explican claramente sus alcances y limitaciones. Por ello, considero importante actuar con honestidad profesional, reconociendo que la aproximación desarrollada no sustituye una MIP formal, sino que representa una herramienta exploratoria basada en la información disponible.

En lo personal, este PAP me ayudó a entender que mi formación como ingeniero financiero puede contribuir al análisis de realidades económicas complejas. Me sensibilizó sobre la importancia de utilizar los conocimientos técnicos no solo para obtener resultados numéricos, sino para aportar soluciones responsables, claras y útiles ante problemas reales del entorno.

Ximena: El trabajar en este proyecto y pensar en las realidades a mi alrededor me hizo reflexionar de lo importante que temas como estos pueden llegar a ser, el hecho de que Jalisco al ser un estado tan importante en México no cuente con su propia matriz insumo-producto es algo a lo que se le debería prestar más atención, es decir, las decisiones en inversión pública parecen ser tomadas con información limitada o desactualizada lo que puede afectar ya no solo la economía en general sino a muchísimas personas.

El hecho de que los datos con los que trabajamos detrás de estos hay personas concretas y no son solo números es algo también que impacta, pues un cálculo erróneo puede cambiar todo el análisis, además si estamos tomando en cuenta que lo que realizamos era para Planeación, Evaluación y Seguimiento de la Coordinación de Crecimiento y Desarrollo Económico del estado de Jalisco se siente una responsabilidad mayor, pues es una institución pública que las decisiones que toma impactan al estado.

El trabajar con estos modelos y aplicarlos, es decir, el utilizar ciencia de datos para la política pública en mi profesión implica ser muy responsable con cómo se manejan los datos, pues como ya mencioné antes esto será utilizado e impactará al estado y a las personas por eso creo que se vuelve mayor la sensibilización, porque se piensa en que ya no son solo simples modelos, es algo que el gobierno necesita y debería implementar.

Alejandro: Durante el desarrollo de este proyecto me encontré con una realidad que no esperaba: la ausencia de información económica regional accesible y actualizada no es un detalle técnico menor, sino una limitación estructural con consecuencias concretas para la toma de decisiones públicas. Que ninguna entidad federativa en México cuente con una Matriz de Insumo-Producto oficial actualizada significa que las decisiones sobre dónde invertir, qué sectores priorizar o cómo evaluar el impacto de una política industrial se toman, en el mejor de los casos, con supuestos de proporcionalidad respecto a la estructura nacional, y en el peor, sin ningún sustento cuantitativo. Esa brecha entre la herramienta que existe y la que se necesita fue el punto de partida del proyecto, pero también se convirtió en algo que me hizo pensar más allá del ejercicio académico.

Trabajar con datos reales de Jalisco como los Censos Económicos, el PIBE, los registros del IMSS me llevó a entender que detrás de cada cifra hay sectores productivos concretos, empresas, trabajadores y cadenas de valor que sostienen la economía del estado. El hallazgo de que la industria electrónica, tan celebrada en el discurso de desarrollo regional, tiene encadenamientos locales más limitados que la industria tequilera no es solo un resultado numérico: es una señal sobre quiénes se benefician realmente del crecimiento y en qué medida ese crecimiento se queda dentro de la economía local. Eso me parece relevante desde una perspectiva ética y de responsabilidad profesional, porque sugiere que no basta con atraer inversión o generar exportaciones si los vínculos con la economía regional son débiles. Como profesional en formación, me llevo la idea de que los instrumentos cuantitativos tienen mayor valor cuando se usan para hacer visibles esas asimetrías y para orientar decisiones hacia un desarrollo más integrado e incluyente.

Rodolfo: Al realizar este proyecto, comprendí la gran importancia que tienen los modelos matemáticos para evaluar inversiones y analizar proyectos antes de que se presente un escenario real. Además, confirmé que la Ingeniería Financiera proporciona herramientas

fundamentales para construir este tipo de modelos y simular distintos comportamientos económicos.

Durante el desarrollo, me percaté de dos problemáticas importantes. La primera fue la falta de información disponible para alimentar y validar correctamente el modelo. La segunda, y quizá una de las más relevantes, fue la necesidad de contar con una herramienta capaz de desarrollar y ejecutar una plataforma funcional en un entorno real. El objetivo no solo era crear un simulador, sino diseñar una experiencia en la que el usuario no percibiera directamente las matemáticas o los modelos detrás del sistema, sino que pudiera enfocarse en aspectos más intuitivos, como las cantidades invertidas y la forma en que se distribuye la riqueza. Esto representó un gran reto, ya que implicaba transformar resultados puramente matemáticos en información clara, útil y comprensible para cualquier usuario.

Finalmente, este proyecto despertó en mí un mayor interés por entender el funcionamiento de los factores económicos y analizar cómo distintos escenarios pueden impactar los resultados. Esto me motivó a seguir aplicando este tipo de análisis tanto en mi formación académica como en el ámbito laboral.

3.2 Aprendizajes logrados

El desarrollo de este proyecto representó un reto significativo que integró dimensiones técnicas, profesionales y personales. A continuación, se detallan los aprendizajes más relevantes:

Competencias Disciplinarias y Profesionales:

- **Modelación Avanzada:** Logramos profundizar en el uso de Python para la implementación de regresiones OLS con regularización, aprendiendo a ajustar modelos matemáticos a la naturaleza imperfecta de los datos reales disponibles.
- **Análisis Económico Regional:** Desarrollamos la capacidad de interpretar variables proxy, como el empleo formal, para construir representaciones de fenómenos económicos complejos como la interdependencia sectorial.
- **Documentación Técnica:** La responsabilidad de formalizar el código y la lógica del modelo reforzaron nuestra habilidad para comunicar procesos cuantitativos de manera clara y estructurada para audiencias académicas e institucionales.

Competencias Sociales y Universitarias:

- Trabajo Colaborativo: El reto principal fue la articulación del equipo para integrar la búsqueda de datos con el desarrollo del modelo. Buscamos mejorar en los procesos de validación mutua y en la guía académica para mantener el rumbo del proyecto ante las dificultades metodológicas.
- Adaptabilidad: Uno de los momentos de mayor aprendizaje ocurrió al aceptar que no podíamos construir una MIP contable. Responder a este obstáculo con una solución creativa y técnicamente sustentada nos demostró nuestra capacidad para resolver problemas complejos en entornos de incertidumbre y que no llevan rumbo, buscando generar hipótesis y ponerlas en práctica

Aprendizaje personal

Sergio: Este trabajo me ayudó a poner en práctica mis conocimientos tanto matemáticos como de programación que he adquirido a lo largo de la carrera, buscando crear herramientas que sean útiles para la sociedad y sobre todo para lograr cambios, buscar que lo que desarrollamos tenga un impacto positivo y satisfacer necesidades.

Enfrentar este desafío de no contar con datos actualizados y buscar la manera de estandarizar fuentes para posteriormente adaptarlos a lo que ya existía representó un reto que jamás imaginé que iba a tener y que me sirve de guía para en un futuro mostrarme a mí mismo que soy un ingeniero que busca soluciones y las logra plasmar en resultados efectivos.

El participar en este PAP me permite entender que la carrera es un conjunto de aprendizajes que vamos llevando día a día y que no solo son habilidades adquiridas, si no que nos convertimos en una herramienta que transforma el entorno, llevándome este aprendizaje para el resto de mi vida laboral y buscando ofrecer las mejores soluciones en un futuro, siendo así un exitoso ingeniero y una persona confiable ante la sociedad.

Ximena: El participar en este proyecto fue un proceso de aprendizaje que consideraría muy enriquecedor, logré poner en práctica las habilidades y conocimientos que durante mi carrera he ido adquiriendo, aplicarlos a un problema real y trabajar en conjunto con Planeación, Evaluación y Seguimiento de la Coordinación de Crecimiento y Desarrollo Económico del estado de Jalisco creo que es algo muy valioso, me permitió observar el impacto que puede tener todo lo aprendido hasta este momento y cómo podemos llegar a soluciones que valen la pena. Además en este proyecto fue indispensable el trabajo en equipo, lo que me permitió escuchar diferentes puntos de vista buscando lo mejor para el desarrollo del trabajo.

Como se ha mencionado previamente, en este PAP nos enfrentamos a algunos problemas como la falta de información o no tenerla actualizada, sin duda fueron retos en los que

tuvimos que adaptarnos a lo que se presentaba y buscar soluciones diferentes que pudieran responder todavía a nuestro problema, además para el simulador de empleo fue necesario buscar la mejor manera en que se pudiera visualizar implementando correctamente la metodología por lo que igual fue todo un reto.

Con este PAP logramos desarrollar distintas soluciones a pesar de los problemas enfrentados, desarrollando así nuestra manera de ver los retos, lo que me llevo para implementar en mi vida laboral y poder contribuir a la sociedad.

Uriel: Participar en este PAP fue una experiencia muy enriquecedora, ya que me permitió aplicar conocimientos de Ingeniería Financiera en un proyecto real relacionado con el análisis económico y la modelación matemática. A través del desarrollo del proyecto pude comprender cómo la programación, el análisis de datos y los modelos cuantitativos pueden utilizarse para resolver problemas complejos más allá del ámbito financiero tradicional.

Uno de los principales retos fue trabajar con información limitada, ya que no se contaba con los datos necesarios para construir una Matriz de Insumo Producto formal. Esto me enseñó que en la práctica profesional no siempre existen condiciones ideales, por lo que es necesario adaptarse, proponer alternativas y construir soluciones viables con la información disponible.

El proyecto fortaleció mis habilidades en análisis de datos, interpretación de modelos, uso de Python y documentación técnica. También me permitió valorar la importancia de comunicar resultados complejos de forma clara, especialmente cuando estos pueden apoyar la toma de decisiones institucionales.

En lo personal, este PAP me ayudó a confirmar que la Ingeniería Financiera puede aportar herramientas útiles para el análisis económico y social. Me llevo como aprendizaje que los conocimientos técnicos tienen mayor valor cuando se aplican con responsabilidad, creatividad y compromiso para generar soluciones que puedan tener un impacto positivo.

Alejandro: Participar en este proyecto representó una experiencia de aprendizaje que integró de forma concreta los fundamentos teóricos de la economía regional con herramientas matemáticas y computacionales aplicadas a un problema real. A lo largo del desarrollo del trabajo aprendí que construir un instrumento de análisis económico riguroso no es únicamente un ejercicio técnico, sino también un ejercicio de juicio: decidir qué método usar, cómo justificar la selección de un parámetro cuando los datos no son suficientes para identificarlo estadísticamente, y cómo comunicar resultados complejos de forma honesta sobre sus alcances y limitaciones. El análisis del parámetro δ del FLQ fue particularmente revelador en ese sentido, porque documentar que no existía un mínimo interior identificable fue tan valioso metodológicamente como haberlo encontrado. En términos profesionales, este PAP me permitió comprender que la economía de Jalisco tiene una estructura productiva propia que no puede asumirse proporcional a la nacional, y que instrumentos como la MIP

regional son precisamente los que permiten tomar decisiones de política industrial con evidencia específica del estado.

Rodolfo: Durante el PAP, la experiencia me gustó mucho en general porque constantemente nos impulsaba a pensar fuera de la caja. Gran parte del trabajo consistía en investigar por nuestra cuenta y desarrollar una mentalidad autodidacta con el objetivo de crear algo valioso e innovador para Planeación, Evaluación y Seguimiento de la Coordinación de Crecimiento y Desarrollo Económico del estado de Jalisco, algo que no existía previamente.

Uno de los aspectos más interesantes del proyecto fue entender que, aunque los conocimientos técnicos y los modelos matemáticos eran importantes, lo verdaderamente relevante era analizar cuánto invertir en cada sector y cuántos empleos podrían generarse a partir de esas decisiones. Todo esto con un enfoque tanto social como económico, considerando que los recursos son finitos y, por lo tanto, deben invertirse de manera estratégica e inteligente.

También aprendí sobre la importancia de las visualizaciones y de presentar la información de una forma clara y útil. En este caso, desarrollamos un HTML interactivo para Planeación, Evaluación y Seguimiento de la Coordinación de Crecimiento y Desarrollo Económico del estado de Jalisco que, considero, tuvo una gran aceptación. Lo más valioso del proyecto fue la posibilidad de utilizar esta herramienta para anticipar cómo podrían comportarse las inversiones antes de que sucedieran en la realidad, permitiendo simular distintos escenarios para apoyar la toma de decisiones.

En lo personal, este proyecto confirmó algo que ya creía: un ingeniero financiero tiene la capacidad de desenvolverse en muchas áreas. Desde construir modelos matemáticos y limpiar bases de datos, hasta comprender factores macroeconómicos y desarrollar visualizaciones que faciliten el análisis y la interpretación de la información. Espero que parte de este trabajo pueda aplicarse en Jalisco y que, de alguna manera, contribuya a comprender mejor la economía y apoyar la toma de decisiones que benefician al estado.

3.3 Congruencia con perfil de egreso

Selecciona de cada una de la(s) carrera(s) que colaboraron en el desarrollo de este PAP la competencia que más se puso en práctica y/o se desarrolló:

Humanidades	☐ Arquitectura	Choose an item.
	☐ Arte y creación	Choose an item.
	☐ Ciencias de la comunicación	Choose an item.
	☐ Ciencias de la educación	Choose an item.
	☐ Comunicación y artes audiovisuales	Choose an item.
	☐ Derecho	Choose an item.
	☐ Desarrollo Inmobiliario Sustentable	Choose an item.
	☐ Diseño	Choose an item.
	☐ Diseño de indumentaria y moda	Choose an item.
	☐ Diseño urbano y arquitectura del paisaje	Choose an item.
	☐ Gestión Cultural	Choose an item.
	☐ Gestión Pública	Choose an item.
	☐ Nutrición	Choose an item.
	☐ Periodismo y comunicación pública	Choose an item.
	☐ Psicología	Choose an item.
	☐ Publicidad y comunicación estratégica	Choose an item.
	☐ Relaciones internacionales	Choose an item.
	☐ Traducción e interpretación	Choose an item.
Ingenierías	☐ Ingeniería ambiental/ y tecnologías sustentables	Choose an item.

	☐ Ingeniería Civil	Choose an item.
	☐ Ingeniería de Alimentos	Choose an item.
	☐ Ingeniería Electrónica	Choose an item.
	☐ Ingeniería en Biotecnología	Choose an item.
	☐ Ingeniería en Ciberseguridad	Choose an item.
	☐ Ingeniería en Desarrollo de Software	Choose an item.
	☐ Ingeniería en Inteligencia Artificial	Choose an item.
	☐ Ingeniería en Mecatrónica	Choose an item.
	☐ Ingeniería en Nanotecnología	Choose an item.
	☐ Ingeniería en Negocios y Servicios Digitales	Choose an item.
	☐ Ingeniería en Sistemas Computacionales	Choose an item.
	☒ Ingeniería Financiera	Choose an item.
	☐ Ingeniería Industrial	Choose an item.
	☐ Ingeniería Industrial	Choose an item.
	☐ Ingeniería Mecánica	Choose an item.
	☐ Ingeniería Química	Choose an item.
	☐ Ingeniería y Ciencia de Datos	Choose an item.
Negocios	☐ Administración de Empresas y Emprendimiento	Choose an item.
	☐ Comercio y Negocios Globales	Choose an item.
	☐ Contaduría y Gobierno Corporativo	Choose an item.
	☐ Finanzas	Choose an item.
	☐ Hospitalidad y Turismo	Choose an item.
	☐ Mercadotecnia y Dirección Comercial	Choose an item.
	☐ Negocios y Mercados Digitales	Choose an item.
	☐ Recursos Humanos y Talento Organizacional	Choose an item.