

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO DE MODELO DE ANALÍTICA

Autores

Julio César Alonso C.
Lina Marcela Quintero V.

**GUÍA DE BUENAS
PRÁCTICAS PARA
LA MITIGACIÓN DEL
RIESGO DE MODELO
DE ANALÍTICA**

Autores

Julio César Alonso C.
Lina Marcela Quintero V.

Guía de buenas prácticas para la mitigación del riesgo de modelo de analítica

© Julio César Alonso C. y Lina Marcela Quintero V.
Colección «Gestión del Big Data y Analytics», vol. 1

Cali. Universidad Icesi, 2021.
67 páginas; 17 x 24 cm.
Incluye referencias bibliográficas.
ISBN: 978-958-5184-01-5 (PDF).
DOI: <https://doi.org/10.18046/EUI/bda.g.1>

Palabras Clave: 1. Buenas prácticas | 2. Mitigación del riesgo | 3. Modelo de analítica | 4. Machine Learning | 5. Big Data Analytics

Clasificación Dewey: 545 ddc 21

Primera edición / Mayo de 2021

© **Universidad Icesi**
CIENFI - Centro de Investigación en Economía y Finanzas
www.icesi.edu.co/centros-academicos/cienfi/

Rector: Francisco Piedrahita Plata
Secretaría General: María Cristina Navia Klemperer
Director Académico: José Hernando Bahamón

Coordinador editorial: Adolfo A. Abadía
Corrección de estilo: Jasmín Elena Bedoya González
Diseño y diagramación: Sandra Moreno

Editorial Universidad Icesi
Calle 18 No. 122-135 (Pance), Cali – Colombia
Teléfono: +57 (2) 555 2334 | E-mail: editorial@icesi.edu.co
<http://www.icesi.edu.co/editorial>

Impreso en Colombia – *Printed in Colombia*

La publicación de este libro se aprobó luego de superar un proceso de evaluación doble ciego por dos pares externos.

Las instituciones editoras de esta obra no se hacen responsable de la ideas expuestas bajo su nombre, las ideas publicadas, los modelos teóricos expuestos o los nombres aludidos por las autoras. El contenido publicado es responsabilidad exclusiva de las autoras, no refleja la opinión de las directivas, el pensamiento institucional de los co-editores, ni genera responsabilidad frente a terceros en caso de omisiones o errores.

El material de esta publicación puede ser reproducido sin autorización, siempre y cuando se cite el título, el autor y la fuente institucional.

ÍNDICE

| | |
|---------------------|----------|
| Prólogo | 5 |
| Introducción | 9 |

01

| | |
|--------------------------------|-----------|
| CONCEPTOS FUNDAMENTALES | 13 |
| Modelo | 13 |
| Riesgo de modelo | 16 |
| Fuentes del Riesgo de modelo | 18 |

02

| | |
|--|-----------|
| ETAPAS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE MODELO | 21 |
| Diseño y construcción del modelo | 23 |
| Control del uso | 23 |
| Validación durante el uso | 24 |
| Gobernanza, políticas y controles | 24 |
| Documentación | 25 |

03

BUENAS PRÁCTICAS PARA MITIGACIÓN

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| DEL RIESGO DE MODELO | 27 |
| Diseño y construcción del modelo | 29 |
| Control del uso | 31 |
| Validación del Modelo | 32 |
| Gobernanza, políticas y controles | 35 |
| Documentación | 37 |

04

EVALUACIÓN CUALITATIVA DEL

| | |
|--------------------------|-----------|
| RIESGO DEL MODELO | 41 |
|--------------------------|-----------|

05

HERRAMIENTAS DE VALORACIÓN

| | |
|--|-----------|
| HERRAMIENTAS DE VALORACIÓN | 45 |
| Propuesta de estrategia de comunicación de resultados | 53 |
| Recomendaciones | 57 |

06

| | |
|----------------------------|-----------|
| COMENTARIOS FINALES | 59 |
|----------------------------|-----------|

| | |
|--------------------|-----------|
| Referencias | 61 |
|--------------------|-----------|

| | |
|--------------------------|-----------|
| sobre los autores | 63 |
|--------------------------|-----------|

PRÓLOGO

Las decisiones estratégicas de negocio han sido tomadas históricamente por los encargados de velar por los intereses de las empresas. Con la posibilidad de acceder a grandes volúmenes de datos, y con el desarrollo de nuevas técnicas de estadística y aprendizaje automático (*Machine Learning*), esta responsabilidad ha venido siendo delegada progresivamente a modelos diseñados para tal labor, con el fin de evitar el riesgo humano de equivocarse a causa de los sesgos, prejuicios y opiniones subjetivas de los tomadores de decisiones tradicionales, fundamentándose ahora en hechos objetivos inherentes a los datos operacionales de cada empresa, pero incurriendo entonces en un nuevo riesgo: que el modelo matemático delegado no logre elegir la mejor alternativa posible, o ni siquiera una adecuada.

Es usual encontrar que el foco de interés de las empresas que incursionan en la analítica de datos es el de obtener soluciones visibles a problemas complejos, invirtiendo en talento que domine las técnicas de aprendizaje automático y en infraestructura para soportar el procesamiento intensivo de grandes volúmenes de datos. Aunque se validen los modelos con protocolos de evaluación que permiten estimar el ajuste de los modelos evitando problemas como el *overfitting* o el *underfitting*, es poco común hallar organizaciones que analicen todos los demás posibles puntos de fallo en el ciclo de vida de los modelos implementados.

Puede que el modelo no considere los aspectos más importantes para la toma de decisiones debido a que esta información esencial no esté disponible, tenga mala calidad o presente fallas en el proceso de identificación y adquisición de datos fundamentales. También puede ser que para el desarrollo del modelo no se hayan tenido en cuenta supuestos primordiales para su aplicación y validez, que se esté evaluando de manera errada, introduciendo sesgos y/o llevando a malas interpretaciones de sus resultados. Las causas del riesgo de modelo son múltiples y de diferente naturaleza, es decir, que siempre existirá la posibilidad de que un modelo de analítica no cumpla completamente con el propósito para el que fue diseñado.

Se cuenta en el sector financiero con procesos de mitigación del riesgo de modelo, dado sus requerimientos regulatorios, pero se trata de modelos tradicionales estadísticos a

los que no aplican necesariamente las particularidades y complejidad de los modelos derivados de la inteligencia artificial, en contextos de big data, ni facilitan la evaluación de la capacidad de generalización de sus resultados.

Se requiere, entonces, de un marco de aplicación general para poder acceder a todas las promesas de la analítica; de esta manera, esta “Guía de buenas prácticas para la mitigación del riesgo de modelos de analítica” se convierte en una herramienta indispensable para poder generar valor a partir de los datos, permitiendo evaluar la madurez de las organizaciones en la adopción de estas técnicas, fomentando la confianza en los resultados de los modelos desarrollados y asegurando que su uso sea el adecuado.

Comenzando por una presentación de los componentes de los modelos, y por una identificación de las etapas (desarrollo, evaluación, monitoreo, gobernanza y documentación) a seguir para la gestión de sus riesgos, el presente documento procede a definir las buenas prácticas asociadas a cada etapa. Finalmente, de gran utilidad desde, el punto de vista de las empresas, establece una herramienta de valoración y seguimiento de estas buenas prácticas, permitiendo apreciar el nivel de madurez de las organizaciones frente al riesgo de modelos de analítica.

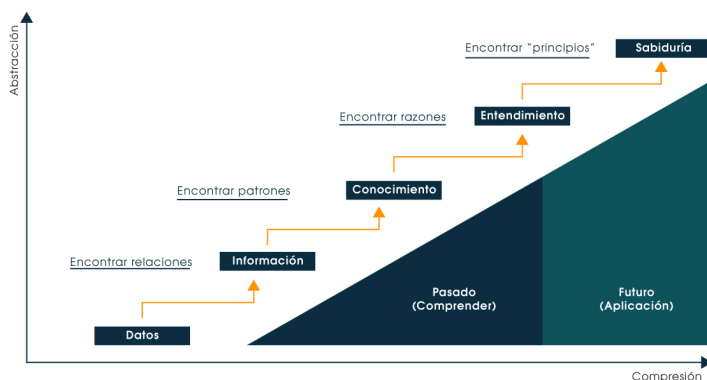
JAVIER GUSTAVO DIAZ CELY,

Chief Analytics Officer (Gerente de Analítica) en MO Technologies

INTRODUCCIÓN

Cada día es más común que las organizaciones hagan uso de la analítica para la toma de decisiones (Henke et al., 2018). El uso de herramientas estadísticas, matemáticas y algoritmos de inteligencia artificial se están convirtiendo en instrumentos rutinarios para el apoyo de la toma de decisiones, y facilitan encontrar relaciones, patrones razones o principios que permiten convertir los datos en información, conocimiento, entendimiento o sabiduría (Figura 1).

Figura 1
Pirámide del Conocimiento.



Fuente: adaptación de los autores de Frické (2018).

No obstante, el uso de modelos para transformar los datos no garantiza que las decisiones que se tomen serán totalmente acertadas y exitosas, ya que existen riesgos asociados al proceso de toma de decisiones empleando modelos. Por ejemplo, los modelos, por definición, son abstracciones de la realidad, por lo que implican el uso de supuestos explícita o implícitamente. Para no ir más lejos, los datos pueden tener problemas que hagan que el modelo nos lleve a tomar decisiones herradas. Los datos, el ciclo de vida de la analítica, y hasta la manipulación de los mismos datos, pueden ser fuentes de error que nos lleven a malas decisiones (The Institute of Internal Auditors (IIA), 2018), acarreando cuantiosas pérdidas o erróneas decisiones de cara al negocio, razón por la que, como en cualquier caso de riesgo, hay que tratar de mitigarlo.

Sectores como el financiero, el de telecomunicaciones, el público, el de la salud, entre otros, dependen cada vez más de los procesos de analítica; sin embargo, la adopción de buenas prácticas es aún incipiente, debido a la falta de regulaciones en estos ámbitos.

Por lo anterior, es necesario contar con una guía integral de buenas prácticas, que sea aplicable a cualquier tipo de organización, que cuente con modelos de analítica para la toma de decisiones, y que permita minimizar el riesgo asociado a su uso. Así pues, esta guía busca aumentar la atención a los riesgos de usar un modelo y en especial a la necesidad de adoptar buenas prácticas para mitigar el riesgo.

La presente guía surge, por un lado, de los lineamientos reguladores del sector financiero que se han venido construyendo para el uso de modelos estadísticos en el sector y, por el otro, de la experiencia de los autores en proceso de consultoría para la implementación de modelos de analítica para la toma de decisiones.

Antes de continuar, es importante reconocer que, si bien una organización puede apoyar su toma de decisiones en varios modelos de analítica, esta guía pone su foco en los modelos de forma individual, dejando como trabajo futuro el análisis de interacciones entre los mismos y la priorización de los riesgos identificados.

De manera que esta guía se puede entender como una propuesta para que las organizaciones que emplean modelos de analítica empiecen a gestionar el riesgo de modelo. Asimismo, no solo está orientada a los científicos de datos que construyen los modelos, sino también a la gerencia media y alta de las organizaciones que emplean los resultados de los modelos para la toma de decisiones. Esperamos que esta guía permita a las organizaciones identificar los riesgos de modelo y mapear las responsabilidades relacionadas con la mitigación del riesgo.

01

CONCEPTOS FUNDAMENTALES

MODELO

El Board of Governors of the Federal Reserve System (BGFR-SO), principal órgano encargado de generar políticas para el Sistema de la Reserva Federal de EEUU, define en su guía "Supervisory guidance on model risk management" (Reserve, 2011) el término modelo como un método cuantitativo, sistema o aproximación para procesar datos de entrada en valores cuantitativos estimados.

01

Con el fin de tener en cuenta un conjunto más amplio de técnicas analíticas, se podría ampliar dicha definición, señalando que **un modelo es un método cuantitativo, sistema o aproximación para procesar datos de entrada de tipo cuantitativo o cualitativo en valores cuantitativos estimados que soportan la toma de decisiones**. La Figura 1 ilustra un proceso de toma de decisiones en donde se emplea un modelo de analítica.

Figura 1
Proceso de toma de decisiones usando analítica.



Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, los modelos que cumplen con esta definición normalmente son empleados para actividades, tales como: analizar la estrategia de negocio, informar sobre decisiones de negocio, identificar y medir riesgos, valorar instrumentos o posiciones, cumplir con los requisitos de informes internos o regulatorios, entre otras.

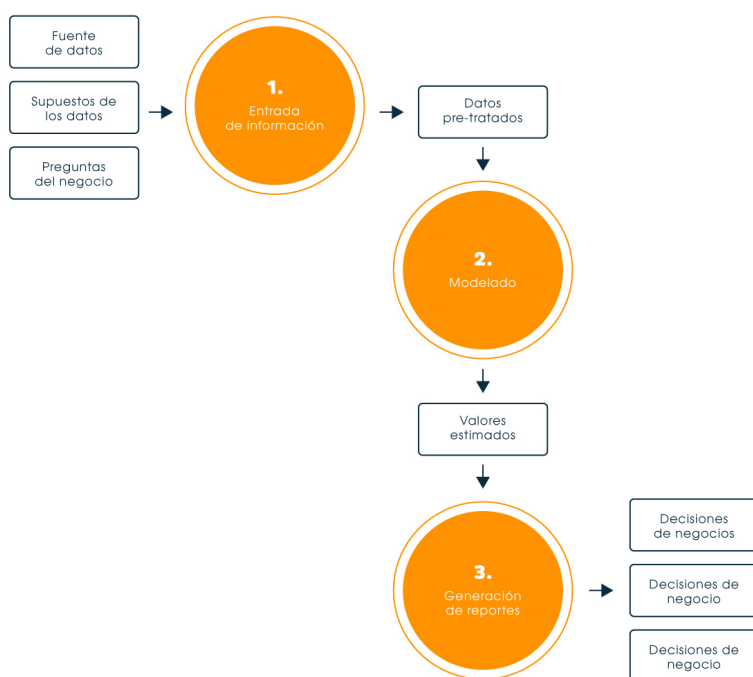
Sin embargo, en este contexto, el término modelo implica un conjunto de componentes articulados que no solo agrupan el desarrollo de un **data product**¹, a saber:

1. Un data product es una herramienta o aplicación que procesa datos y genera resultados.

- * Componente de Entrada de Información
- * Componente de Modelado
- * Componente de Generación de Reportes

Así pues, la definición y ejecución de cada uno de los componentes establece una etapa en el desarrollo del modelo, en donde, de forma lineal, la salida de un componente constituye la entrada del siguiente. La Figura 2 muestra la interacción entre componentes y el orden en que cada una debe ser ejecutada.

Figura 2
Componentes de un modelo ideal de gestión del riesgo de analítica



Fuente: Elaboración propia.

RIESGO DE MODELO

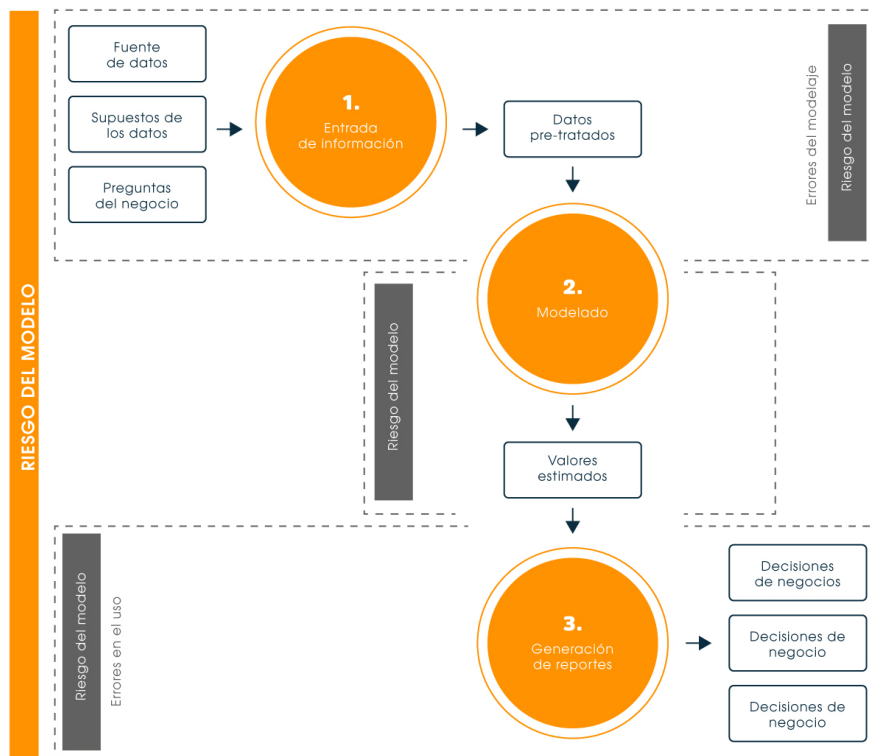
Al simplificar la realidad para construir modelos viables², es inevitable introducir riesgos en dicho proceso. Al ser un modelo la suma de componentes que se relacionan entre sí, el “riesgo” empieza a generarse en el desarrollo de cada subproceso y, finalmente, se amplía a lo que llamamos **Riesgo de modelo**.

En este sentido, se define el **Riesgo de modelo** como la posibilidad de tener consecuencias negativas fruto de decisiones basadas en salidas de modelos incorrectos, informes y/o su mal uso. La Figura 3 ilustra de manera esquemática las fuentes del riesgo de modelo.

Figura 3

2. La viabilidad de un modelo está relacionada con aspectos inherentes no solo a la implementación del mismo, sino también a la organización. Así pues, un modelo puede ser viable desde un punto de vista estadístico, computacional, regulatorio, entre otros.

Fuentes de riesgo de modelo



Fuente: Elaboración propia.

FUENTES DEL RIESGO DE MODELO

A continuación, se describen las posibles fuentes de riesgo por cada uno de los componentes involucrados en el desarrollo de un modelo.

Entrada de información

En la creación de un modelo de analítica para dar respuesta a cuestionamientos del negocio, se deben identificar las fuentes generadoras de información y seleccionar los datos adecuados para responder de la mejor manera posible a las preguntas de negocio realizadas por la organización.

A los datos recolectados directamente de las fuentes generadoras se les conoce como datos crudos, estos son, indiscutiblemente, una fuente generadora de errores y, por ende, de riesgo. Estos pueden pasar a llamarse datos sucios, pues pueden traer consigo errores que proceden del proceso mismo de recolección, tales como: espacios en blanco, duplicación de datos, datos faltantes, sesgo de medición, entre otros. Además, hacen parte de esta fuente los riesgos que se pueden adicionar si contamos con datos insuficientes para la alimentación del modelo.

En resumen, cuando se habla del riesgo asociado a la ***Entrada de información***, se hace referencia a aquellos derivados de errores fundamentales en los datos, la recolección y la cantidad de los mismos.

Modelado

En esta etapa se definen las hipótesis, las metodologías para el diseño y la implementación de modelos matemáticos, estadísticos o de inteligencia

artificial, para transformar los datos en valores estimados que provean información, conocimiento, entendimiento o sabiduría (Ver Figura 1).

De errar en alguno de estos pasos de modelado, se pueden producir resultados inexactos en comparación con los objetivos planeados. Entre los errores en los que se pueden incurrir se encuentran: establecer supuestos incorrectos, empleo de técnicas inadecuadas, selección de modelos errados, entre otros.

Incluso con un modelado adecuado y las validaciones apropiadas, el riesgo del modelo no se puede eliminar. Las condiciones bajo las que se estimó el modelo pueden cambiar y hacer que este no sea pertinente después de un tiempo de uso.

Generación de reportes

Finalmente, en esta etapa se traducen los valores estimados en información relevante para la toma de decisiones en el negocio. Aquí se pueden presentar situaciones en donde el modelo sea utilizado en un escenario diferente para el que fue creado, no contar con actualizaciones del modelo después de un periodo de tiempo significativo o los resultados pueden ser usados e interpretados de forma incorrecta.

02

ETAPAS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE MODELO

El uso de modelos estadísticos dentro de las instituciones financieras ha impulsado a reguladores del sector como el BGFRSO a formalizar las actividades que mitiguen el riesgo que proviene de las fuentes de riesgo anteriormente descritas. Además de definir ámbitos o etapas puntuales en las que se pueden generar riesgos, es importante extender estas actividades para gestionar el riesgo a cualquier organización que emplee modelos de analítica para la toma de decisiones. En organizaciones que emplean modelos de analítica, es importante adoptar un conjunto de principios a seguir para reducir el riesgo de las fuentes, es decir, para gestionar el riesgo de modelo.

02

La gestión del riesgo de modelo requiere adoptar acciones en las siguientes etapas de la implementación y uso del modelo:

- * Diseño y construcción.
- * Control del uso.
- * Validación durante el uso.
- * Gobernanza.
- * Documentación.

Estas etapas normalmente involucran a más de una persona y a diversos perfiles profesionales que juegan diferentes roles en la construcción y uso de los modelos de analítica para la toma de decisiones. En este contexto, es importante contar con procesos validados y documentados independientemente de si la organización es regulada o no. La Figura 4 ilustra las etapas de la gestión del riesgo de modelo.

Figura 4
Etapas de gestión de riesgo de modelo



Fuente: Elaboración propia.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

Esta etapa está relacionada con los componentes de entrada de información y modelado descritos anteriormente. Aquí se contempla la definición clara de los objetivos que se desean alcanzar con el modelo, los métodos matemáticos, estadísticos o de inteligencia artificial a emplear y los respectivos supuestos que implica el método, la definición de supuestos adicionales y la implementación de códigos.

Seguir buenas prácticas durante el Diseño y construcción ayuda a la organización a ser consistente en sus diferentes implementaciones, y a lograr que los procesos de analítica sean transparentes, sostenibles y escalables. Por otro lado, la validación de los supuestos asociados con la herramienta de modelado seleccionado permite garantizar que el modelo tenga la validez técnica adecuada. Es en este punto, donde se debe prestar especial atención a que los riesgos que introducen los datos, los procedimientos implementados durante el modelado y el mismo desarrollo de este no se incrementen debido al uso de malas prácticas.

CONTROL DEL USO

Esta etapa engloba las prácticas orientadas a la comprobación del desempeño del modelo durante su uso, un ejemplo de esto son los análisis de escalabilidad del modelo, comprobación de uso prudente y adecuado del mismo, entre otros.

En este sentido, se busca orientar a la organización a llevar procesos que garanticen un uso correcto del modelo dentro del contexto que fue defi-

nido. Además, es aquí donde se escucha al usuario final del modelo, recolectando sus recomendaciones como insumo para la mejora continua.

VALIDACIÓN DURANTE EL USO

Este ámbito está relacionado directamente con la validación constante del modelo para mitigar el riesgo asociado con los errores de modelaje, siendo fundamental contar con lineamientos para este tipo de procesos, de manera que se puedan generar alertas y evitar errores que se traduzcan en costos para el negocio. Un ejemplo de esto son las pruebas que monitorean las diferencias entre los resultados obtenidos por el modelo y los valores realmente observados durante el uso del modelo empleando diferentes métricas.

Aquí se busca cuestionar la efectividad del modelo, la sostenibilidad de este en el tiempo, y que el modelo siga alineado con los propósitos de la organización. Las buenas prácticas están orientadas a las valoraciones cualitativas y cuantitativas del desempeño del modelo a lo largo de su ciclo de desarrollo, implementación y funcionamiento. Además, constituye un conjunto de buenas prácticas la iteración periódica en los procesos de validación, siendo estos realizados por diferentes actores.

GOBERNANZA, POLÍTICAS Y CONTROLES

Dado que las fuentes de riesgo de modelo son múltiples, es esencial contar con lineamientos de gobierno, políticas y controles que den claridad y orienten a las personas involucradas, pero que, además, sean socializados y estén disponibles para consulta. Este ámbito engloba las prácticas que proponen garantizar que toda la organización cuente con una ruta clara en el uso de la analítica.

Si bien este conjunto de lineamientos es de total dominio de las organizaciones, existen mínimos viables que sugieren reglamentar marcos de gestión de modelo, políticas a seguir cuando se presentan fallas, guías para documentar, prácticas para controles, entre otras.

DOCUMENTACIÓN

La documentación constituye un ámbito que busca construir evidencias de las decisiones, supuestos, hallazgos, métricas, políticas y demás información que se desprenda del uso de la analítica para resolución de preguntas del negocio y toma de decisiones; este es, sin duda, fundamental para el control del riesgo de modelo.

El proceso de documentación no debe de ser una actividad que se realice al final del proceso, sino que se debe desarrollar desde el inicio y convertirse en un proceso incremental que permita llevar registro de una manera clara y consistente. Si bien las buenas prácticas de cara a la documentación representan sumar esfuerzos a lo laborioso del proceso de analítica, es primordial para facilitar y soportar las etapas ya descritas, pues es la documentación el primer lugar a donde se recurre cuando se presentan problemas en cualquiera de las demás fases.

03

BUENAS PRÁCTICAS PARA MITIGACIÓN DEL RIESGO DE MODELO

Esta sección presenta los lineamientos de buenas prácticas para organizaciones que emplean modelos de analítica para la toma de decisiones. Estas buenas prácticas están inspiradas en documentos publicados por entes reguladores tales como el BGFRSO (reconocidos mundialmente por ser los encargados de generar directrices para entidades reguladas como bancos), y en el aprendizaje y experiencia construida a través de la práctica de consultoría en la Universidad Icesi. El propósito de lo consignado aquí es llevar a todo tipo de organizaciones una manera de crear fortalezas en cada uno de los procesos y ámbitos que involucran el uso de la analítica.

Seguir este tipo de recomendaciones de una manera periódica y sistemática permitirá a la organización madurar en sus procesos de analítica. Prácticas sobre cómo llevar a cabo las tres actividades de la gestión del riesgo de modelo y las sub tareas que implican las cinco etapas descritas anteriormente son descritas a continuación.

Al igual que el apartado anterior, esta sección está dividida en cinco secciones acordes con las, ya mencionadas, cinco actividades. La Figura 5 indica la forma en que las buenas prácticas deberían rodear a un modelo de analítica. Para cada actividad las sub tareas deseables fueron identificadas, siguiendo los referentes ya enunciados.

Figura 5
Buenas prácticas para la gestión del riesgo de modelo



Fuente: Elaboración propia.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

Las buenas prácticas para esta etapa pueden ser agrupadas en cuatro sub-categorías evidenciando una metodología de desarrollo de modelo que involucra análisis, diseño, implementación y pruebas.

Metodologías, teorías y aproximaciones

- Respalda el modelo implementado con bases teóricas provenientes de investigaciones publicadas y prácticas de la industria.
- Explicar detalladamente la metodología seguida durante el proceso.
- Explicar detalladamente las especificaciones matemáticas, técnicas y aproximaciones que se siguieron para la implementación del modelo.
- Evidenciar especial atención a las ventajas y limitaciones de lo adoptado.
- Demostrar que los datos e información son adecuados para el modelo y consistentes con la teoría y metodología elegida.

Diseño y construcción

- Seguir un proceso de diseño lógico para la implementación del modelo.
- Comparar diferentes alternativas de modelamiento durante el desarrollo.
- Verificar la precisión, robustez y estabilidad del modelo durante su Diseño y construcción.
- Coordinar adecuadamente los cálculos del modelo con las capacidades y los requisitos de los sistemas de información (entrada de data recurrente, pipelines definidos, entre otros).
- En caso de contar con variables proxy, justificar, documentar y analizar su uso, el ajuste de los datos y de la información.

Evaluación

- Evaluar de manera rigurosa la calidad y relevancia de la información empleada de acuerdo con la metodología planteada.
- Evaluar el comportamiento del modelo con valores extremos de las variables de entrada para establecer los límites de la efectividad del modelo.
- Evaluar el impacto de los resultados del modelo, en otros modelos que dependen de estos.
- Emplear pruebas acordes al modelo, supuestos y características de los datos para realizar las evaluaciones de este.
- Evaluar objetivamente los costos y beneficios asociados a la implementación y puesta en marcha del modelo.

Figura 6
Buenas prácticas para el Diseño y construcción



Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DEL USO

Las buenas prácticas para esta etapa plantean una serie de acciones relativas a la definición de límites del modelo, uso prudente del mismo y pruebas antes de su lanzamiento a producción, entre las que están:

- Establecer los límites en el uso del modelo y procesos para monitorear que es usado conforme a los mismos.
- Observar y comparar el poder predictivo del modelo con los valores arrojados en el momento de su construcción.
- Comprobar el desempeño del modelo a través del *feedback* de los usuarios.
- Generar y almacenar los valores de los estimadores y de las salidas del modelo para diferentes conjuntos de entrada con el fin de disponer de indicadores de precisión, robustez y estabilidad de este.
- Hacer uso prudente del modelo, justificando el enfoque usado y las pruebas de stress que así lo hayan determinado.
- No usar el modelo en una población distinta a aquella con la que fue construido.
- Realizar pruebas piloto del modelo antes de su lanzamiento a producción.
- Realizar pruebas piloto del modelo tras un cambio sustancial antes de su re lanzamiento a producción.
- Usar modelos que se encuentren actualizados.

Figura 7......
Buenas prácticas para el control del uso



Fuente: Elaboración propia.

VALIDACIÓN DEL MODELO

Esta fase se compone de tres subcategorías en donde se busca establecer buenas prácticas para la validación de los procesos de entradas y modelaje, del monitoreo y, finalmente, de sus salidas:

Validación del proceso

- Realizar al menos una vez al año el proceso de validación de los *inputs*, el procesamiento y los reportes.
- Realizar una validación periódica sobre la elección del modelo, incluyendo su construcción teórica, los supuestos relevantes y las especificaciones matemáticas.

- Realizar una validación periódica a través de un análisis de sensibilidad, donde se verifique la robustez y estabilidad del modelo construido.
- Realizar una validación periódica comparando con modelos alternativos, donde se realicen análisis de Benchmarking para evaluar la bondad de ajuste del modelo construido.
- Realizar una validación periódica sobre las posibles limitaciones del modelo y de sus supuestos.
- Realizar una validación periódica sobre la comparación teórica del modelo elegido, con teorías o modelos alternativos usados durante la construcción del modelo.
- Realizar una validación periódica sobre la selección de las variables usadas en la construcción del modelo.
- Realizar una validación periódica sobre la relevancia de los datos empleados para construir el modelo.
- Realizar una validación periódica sobre el proceso de análisis de sensibilidad realizado en la construcción del modelo.
- Realizar una validación periódica donde se verifica que los datos aún son relevantes para el modelo construido.

Validación del monitoreo

- Contar con personal calificado (conocimiento, formación, competencias y experiencia adecuada) para realizar la validación del modelo.
- Realizar una validación periódica donde se verifique que los códigos implementados en el software para estimar el modelo son correctos y no pueden ser alterados por personas no autorizadas.
- Garantizar que quienes realicen el proceso de validación no son quienes emplean el modelo y lo desarrollan.

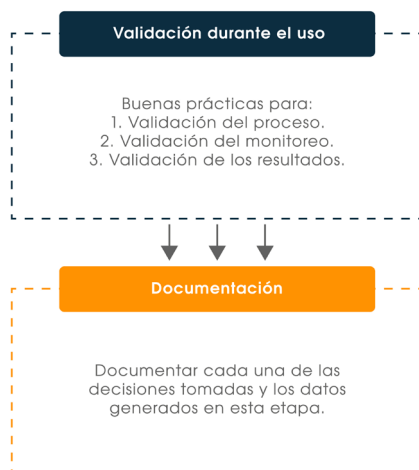
- Garantizar que el personal que realiza la validación cuente con la autoridad explícita para cuestionar (desafiar) a los desarrolladores y usuarios, y para elevar sus hallazgos, incluidos problemas y deficiencias.

Validación de los resultados

- Realizar una validación periódica donde se verifique que los sistemas de reportes son precisos, completos y presentan información apropiada.
- Si aplica al tipo de analítica que usa la organización, realizar un proceso de validación periódica donde se realicen análisis de *Backtesting* para evaluar la precisión de los pronósticos, fijando intervalos de confianza y comparando con modelos alternativos.

Figura 8

Buenas prácticas para la validación durante el uso



Fuente: Elaboración propia.

GOBERNANZA, POLÍTICAS Y CONTROLES

Las buenas prácticas asociadas a la gobernanza, políticas y controles al uso del modelo son:

Gobernanza

- La junta directiva y la alta gerencia del negocio deben establecer un marco de gestión del modelo de riesgo que se ajuste a la gestión de riesgo de la organización.
- Contar con un repositorio único y centralizado para toda la entidad en donde se consignen las políticas y procedimientos adecuados, referentes al desarrollo, implementación, aplicación durante el uso y validación del modelo.
- Contar con un inventario del modelo que describa el propósito y los productos para los cuales se diseñó, el uso real o previsto y las restricciones de uso.
- La alta gerencia debe asignar personal competente para el desarrollo y la implementación del modelo.
- Contar con procesos para seleccionar y mantener modelos, incluidas las personas que participan en tales decisiones.

Políticas

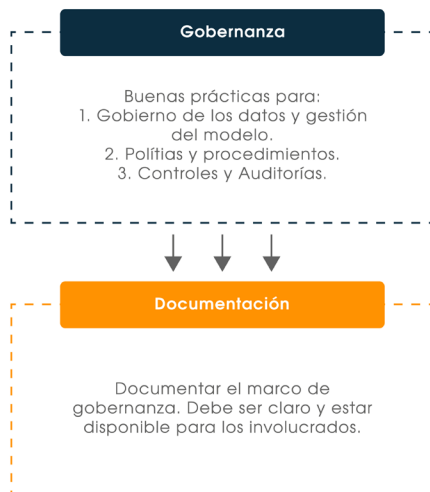
- La alta gerencia debe establecer políticas y procedimientos adecuados para garantizar el cumplimiento de las buenas prácticas para la reducción del riesgo de modelo.
- Definir políticas que enfatizen las pruebas y el análisis, y promuevan el desarrollo de objetivos.

- Definir políticas para reportar cualquier riesgo de modelo que resulte relevante para la entidad.
- Identificar los roles y asignar responsabilidades dentro del marco de gestión de modelos de riesgo con detalles claros sobre la experiencia del personal, la autoridad, las líneas de presentación de informes y continuidad.
- Garantizar que quienes realizan el proceso de validación no sean quienes emplean el modelo y lo desarrollan.

Controles

- La alta gerencia debe supervisar el desarrollo y la implementación del modelo.
- La alta gerencia debe evaluar los resultados del modelo.
- La alta gerencia debe revisar la validación y los hallazgos de la auditoría interna, y tomar medidas correctivas cuando sea necesario.
- Los procesos para establecer y monitorear los límites en el uso del modelo deben ser evaluados.
- La auditoría interna debe determinar si los procedimientos para actualizar los modelos están claramente documentados, y evaluar si esos procedimientos se están llevando a cabo según lo especificado.
- Contar con fechas de seguimiento y actualización para el modelo y sus artefactos.

Figura 9
Buenas prácticas para la gobernanza



Fuente: Elaboración propia.

DOCUMENTACIÓN

El proceso de documentación aparece como un factor esencial mediante el cual se construyen evidencias que dan cuenta de la aplicación de las buenas prácticas para la mitigación del riesgo de modelo de analítica.

A continuación, se dan recomendaciones de cara a la documentación de cada una de las etapas anteriormente abordadas.

Documentación del Diseño y construcción

- Documentar el proceso de diseño, evidenciando el proceso lógico que se ha seguido para la implementación del modelo.

- Documentar de manera clara el objetivo que se desea alcanzar con el modelo.
- Documentar de manera rigurosa la calidad y relevancia de la información empleada.
- Documentar el propósito y los productos para los que se diseñó el modelo, el uso real o previsto y las restricciones de uso del mismo.
- Documentar la discusión sobre cómo el modelo de analítica cumple con los objetivos fijados.

Documentación de la Aplicación durante el uso

- Documentar los procesos para establecer y monitorear los límites en el uso del modelo.

Documentación de la Validación durante el uso

- Documentar el proceso de validación periódica, mostrando:
 - * Por qué los datos aún son relevantes para el modelo construido.
 - * Cómo se verifica que los códigos implementados en el software para estimar el modelo son correctos y no pueden ser alterados por personas no autorizadas.
 - * Cómo se verifica que los sistemas de reportes son precisos, completos y presentan información apropiada.
 - * Cómo se verifica la robustez y estabilidad del modelo construido a través de un análisis de sensibilidad.
 - * Análisis de *Benchmarking* para evaluar la bondad de ajuste del modelo construido, comparando con modelos alternativos.
 - * Análisis de *Backtesting* para evaluar la precisión de los pronósticos, fijando intervalos de confianza y comparando con modelos alternativos.

- * Comparaciones teóricas del modelo elegido, con teorías o modelos alternativos, durante la construcción del modelo.
 - * Cómo se seleccionaron las variables en la construcción del modelo.
 - *Cuál es la relevancia de los datos empleados para construir el modelo.
 - * El proceso de análisis de sensibilidad en la construcción del modelo.
 - * Las posibles limitaciones del modelo y de sus supuestos.
- Documentar los procedimientos definidos para actualizar los modelos.
 - Documentar los aspectos del modelo que fueron revisados, destacando las deficiencias potenciales en un rango de condiciones financieras y económicas, y determinando si los ajustes u otros controles están garantizados.
 - Elaborar resúmenes ejecutivos claros, con una declaración del propósito del modelo y una sinopsis accesible de los resultados del modelo y la validación, incluida las principales limitaciones y supuestos clave.
 - Documentar los procesos de validación realizados, al menos una vez al año, de los inputs, el procesamiento y los reportes arrojados como parte del uso del modelo.

Documentación de la Gobernanza

- Realizar informes para la toma de decisiones que sean claros y comprensibles.
- Contar con un documento público en donde se consigne el marco de gestión del modelo de riesgo que se ajusta a la gestión de riesgo de la organización, establecido por la junta directiva y la alta gerencia del negocio.
- Contar con un documento en donde se consignent las políticas definidas por alta gerencia en cuanto a:
 - * Procedimientos adecuados.
 - * Asignación de personal.

- * Supervisión del Diseño y construcción del modelo.
- * Evaluación de resultados.
- * Revisión de validaciones.
- * Procedimientos de auditoría interna y toma de decisiones correctivas.
- Documentar las políticas que enfatizan en las pruebas y el análisis, y promuevan el desarrollo de objetivos.
- Documentar los procesos utilizados para seleccionar y mantener el modelo, incluyendo a las personas que participan en tales decisiones.
- Documentar los roles y la asignación de responsabilidades dentro del marco de gestión con detalles claros sobre la experiencia del personal, la autoridad, las líneas de presentación de informes y continuidad.

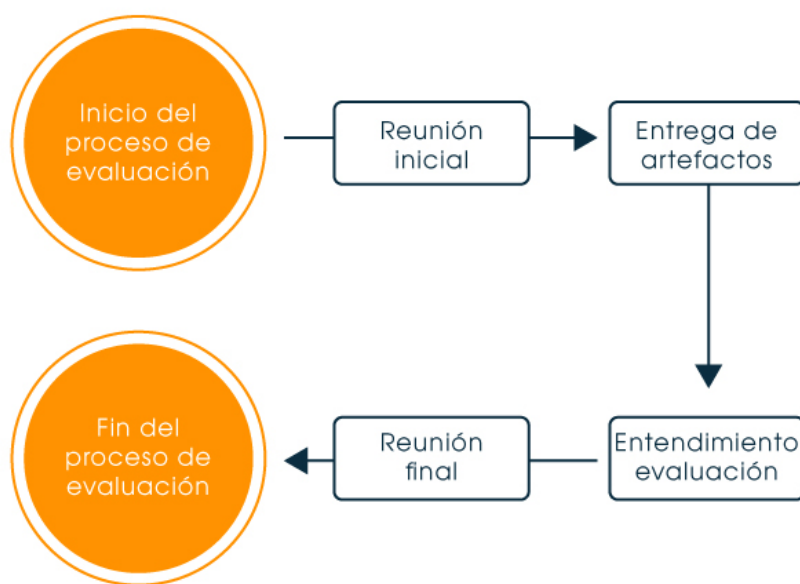
04

EVALUACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO DEL MODELO

Con el propósito de realizar una evaluación (*assesment*) cualitativo del seguimiento de las buenas prácticas presentadas anteriormente y, por consiguiente, del riesgo de modelo en una organización que hace uso de la analítica como herramienta para dar respuesta a sus preguntas de negocio, las secciones siguientes plantean una herramienta para dicha valoración.

Sin embargo, antes de llegar a la presentación de la herramienta, es necesario ilustrar el proceso mediante el que se lleva a cabo dicha evaluación cualitativa, sus momentos, sus actores, tiempos y protocolos, de manera que se pueda contextualizar al lector y, al tiempo, en que se guía en la implementación de dichas acciones. La Figura 10 esquematiza el flujo del proceso de la evaluación cualitativa.

Figura 10
Evaluación cualitativa del riesgo de modelo



Fuente: Elaboración propia.

Antes de definir el “cómo se hace”, hay que dejar claro el “quién lo hace” y “cuándo o cada cuánto se hace” este proceso. Es deseable que la persona que lidere esta labor sea un experto que entienda el negocio y los procesos de analítica, externo a la organización, que no tenga relación con el proceso, ni dependa de las mismas personas de las que depende la elaboración y puesta en marcha del modelo, más aún se espera que sea una persona sin conflicto de intereses de ningún tipo, asimismo, es recomendable que el encargado tenga comunicación directa con instancias superiores a los actores involucrados en el proceso evaluado.

Referente a “cuándo”, se sugiere definir desde el momento de la creación del modelo la periodicidad y cronograma para ejecutar estas tareas, teniendo en cuenta las restricciones, reglamentaciones y características propias de la organización. La frecuencia de esta actividad dependerá del modelo, de la importancia del mismo en la operación del negocio y de si existen o no regulaciones en el sector al que pertenece la organización. Finalmente, toda esta información debe de ser conocida por los entes relacionados.

De esta manera, un proceso de evaluación constará de cuatro fases:

- Reunión inicial: la parte evaluada realiza una presentación del proceso a los evaluadores. El/los expertos tienen la oportunidad de formular preguntas, consignar notas y opiniones iniciales. El evaluador presenta el cronograma e hitos dentro de su proceso y las partes establecen canales de comunicación.
- Entrega de artefactos: los evaluados entregan documentación, códigos, datos, informes pasados y cualquier otro elemento que constituya evidencia dentro del contexto definido.

- Entendimiento y evaluación: durante no más de un mes, el evaluador analiza los artefactos, ejecuta códigos, analiza fuentes de datos y notas. Como parte de esta fase, el evaluador hace uso de la herramienta propuesta en esta guía y desarrolla un informe de resultados y recomendaciones. También, emite un concepto final que más tarde será presentado. Se tiene como salida adicional una presentación que sintetiza el informe y comunica resultados.
- Reunión final: el evaluador presenta su retroalimentación frente a los interesados. Entrega documentación con acciones de mejora y nota de concepto global sobre la aplicación de las buenas prácticas.

05

HERRAMIENTAS DE VALORACIÓN

El propósito de desarrollar una herramienta de evaluación cualitativa o rúbrica es permitirles a los interesados valorar el nivel de alcance de las buenas prácticas y sus tareas asociadas. La rúbrica propuesta plantea una evaluación objetiva, dejando claro los elementos a valorar y el grado de desarrollo de cada uno de ellos.

Al igual que las buenas prácticas, esta herramienta está dividida en cinco secciones acordes con las actividades previamente descritas. Para cada indicador, el evaluador deberá realizar una valoración sobre el nivel de alcance y cumplimiento, el cual se refleja en una escala de cuatro niveles de proficiencia.

05

Nivel 1: no cumple con la buena práctica, Nivel 2: en estado muy inicial en el cumplimiento de la buena práctica, Nivel 3: se aproxima al cumplimiento de la buena práctica, Nivel 4: cumple la buena práctica. A continuación, se explica cada uno de los elementos que conforman la herramienta.

- Indicadores: tareas que evidencian el cumplimiento de la buena práctica.
- Niveles
 - * Nivel 1: existe una alerta inmediata, ya que no hay cumplimiento de la buena práctica. Las recomendaciones se orientan a correcciones prioritarias. Los indicadores que se marquen en este nivel tendrán especial atención en evaluaciones futuras.
 - * Nivel 2: al encontrarse en un estado muy inicial del cumplimiento de la buena práctica, se generan alertas sobre las mejoras inmediatas. El indicador necesita atenderse de forma urgente e inmediata.
 - * Nivel 3: cuenta con un entendimiento de la buena práctica. Necesita recomendaciones para cumplir a completitud. Las acciones de mejora apuntan a preocupaciones menores y se espera que en evaluaciones futuras se evidencie mejoría. La no atención podría implicar desmejora en el cumplimiento.
 - * Nivel 4: el cumplimiento de la práctica es consistente. Las recomendaciones se enfocarán en que la organización se mantenga en este nivel y no representa una alerta.
 - * No Aplica: esta opción deberá ser usada cuando el criterio evaluado no aplique, dado que no todos los indicadores aplican a todas las organizaciones.

A manera de ejemplo, la Figura 11 muestra las maquetas de la herramienta para cada uno de los ámbitos para un caso ficticio.

Figura 11

Maquetas herramienta de valoración para un caso ficticio

| | | INDICADOR DISEÑO Y CONTRUCCIÓN | NIVEL DE ALCANCE DEL INDICADOR | | | |
|----------------|---|--|--------------------------------|---|---|---|
| | | | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1 | 1 | <p>El modelo implementado es respaldado por bases teóricas respaldadas por investigaciones publicadas y prácticas de la industria.</p> <p>Como parte del proceso de desarrollo e implementación, se explica detalladamente la metodología seguida durante el proceso.</p> <p>Se explican detalladamente las especificaciones matemáticas, técnicas y aproximaciones que se siguieron para la implementación del modelo.</p> <p>Durante el desarrollo y la implementación del modelo, se evidencia especial atención en las ventajas y limitaciones del lo adoptado.</p> <p>Se demuestra que los datos e información son adecuados para el modelo y consistentes con la teoría y metodología elegida.</p> <p>El modelo implementado es el resultado de un proceso de diseño bien documentado, que sigue un proceso lógico.</p> <p>Durante el proceso de desarrollo del modelo, se comparan diferentes alternativas de modelamiento.</p> <p>Durante el proceso de desarrollo e implementación del modelo, se verifica la precisión, robustez y estabilidad del mismo.</p> <p>Los cálculos del modelo están coordinados adecuadamente con las capacidades y los requisitos de los sistemas de información (entrada de datos recurrente, pipelines definidos, entre otros).</p> <p>De existir presentarse, se justifica, documenta y analiza el uso de variables proxy o ajustes de los datos y de la información.</p> <p>Se evalúa de manera rigurosa la calidad y relevancia de la información empleada de acuerdo a la metodología planteada.</p> <p>Se evalúa el comportamiento del modelo con valores extremos de las variables de entrada para establecer los límites de la efectividad del modelo.</p> <p>Se evalúa el impacto de los resultados del modelo, en otros modelos que dependen de estos.</p> <p>Se emplean pruebas acordes al modelo, supuestos y características de los datos para realizar las evaluaciones del mismo.</p> <p>La organización evalúa objetivamente los costos y beneficios asociados a la implementación y puesta en marcha del modelo.</p> | x | | | |
| 2 | 1 | | | x | | |
| 3 | 1 | | | x | | |
| 4 | 1 | | | x | | |
| 5 | 1 | | | x | | |
| 6 | 2 | <p>Diseño, desarrollo e implementación</p> | x | | | |
| 7 | 2 | | x | | | |
| 8 | 2 | | x | | | |
| 9 | 2 | | | x | | |
| 10 | 2 | | x | | | |
| 11 | 3 | | x | | | |
| 12 | 3 | | | x | | |
| 13 | 3 | | | | x | |
| 14 | 3 | | x | | | |
| 15 | 3 | | | x | | |
| Nivel 4 | | Cumple la buena práctica. El cumplimiento de la práctica es consistente. Las recomendaciones se enfocan en continuar en este nivel. | | | | |
| Nivel 3 | | Se aproxima al cumplimiento de la buena práctica. Cuenta con un entendimiento de la buena práctica. Necesita recomendaciones para cumplir. | | | | |
| Nivel 2 | | En estado muy inicial del cumplimiento de la buena práctica. Necesita Ayuda-Recomendaciones. | | | | |
| Nivel 1 | | No cumple con la buena práctica. Necesita Ayuda-Recomendaciones. | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

| | | INDICADOR CONTROL DE USO | | | | NIVEL DE ALCANCE DEL INDICADOR | | NO APLICA |
|---------|--|---|---|---|---|--------------------------------|--|-----------|
| | | 4 | 3 | 2 | 1 | | | |
| 1 | 1 | Se establecen los límites en el uso del modelo. | x | | | | | |
| 2 | 1 | Se establecen procesos para monitorear que el modelo se use conforme a los límites definidos. | x | | | | | |
| 3 | 1 | Se observa y compara el poder predictivo del modelo con los valores arrojados en el momento de su construcción. | x | | | | | |
| 4 | 1 | Se generan y almacenan los valores de los estimadores y de las salidas del modelo para diferentes sets de entrada con el fin de disponer de indicadores de precisión, robustez y estabilidad del mismo. | | x | | | | |
| 5 | 1 | Se hace uso de prudente del modelo, en donde se justifica el enfoque usado y las pruebas de stress que así lo hayan determinado. | | x | | | | |
| 6 | 2 | El modelo no es usado en una población distinta a aquella con la que fue construido. | x | | | | | |
| 7 | 2 | El modelo usado se encuentra actualizado. | | x | | | | |
| 8 | 3 | Se comprueba el desempeño del modelo a través del feedback de los usuarios. | | x | | | | |
| 9 | 3 | Se realizan pruebas piloto del modelo antes de lanzarlo a producción. | | | x | | | |
| 10 | 3 | Se realizan pruebas piloto del modelo tras un cambio sustancial antes de lanzarlo a producción. | | | | x | | |
| Nivel 4 | Cumple la buena práctica. El cumplimiento de la práctica es consistente. Las recomendaciones se enfocan en continuar en este nivel. | | | | | | | |
| Nivel 3 | Se aproxima al cumplimiento de la buena práctica. Cuenta con un entendimiento de la buena práctica. Necesita recomendaciones para cumplir. | | | | | | | |
| Nivel 2 | En estado muy inicial del cumplimiento de la buena práctica. Necesita Ayuda-Recomendaciones. | | | | | | | |
| Nivel 1 | No cumple con la buena práctica. Necesita Ayuda-Recomendaciones. | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

| | | INDICADOR VALIDACIÓN DURANTE EL USO | | | | NIVEL DE ALCANCE DEL INDICADOR | | | NO APLICA |
|----------------|---|--|---|---|---|--------------------------------|--|--|-----------|
| | | 4 | 3 | 2 | 1 | | | | |
| 1 | 1 | El proceso de validación de los inputs, el procesamiento y los reportes, se realiza al menos una vez al año. | | | | | | | |
| 2 | 1 | Se evidencia un proceso de validación periódica, donde se verifica la robustez y estabilidad del modelo construido, a través de un análisis de sensibilidad. | | | | | | | |
| 3 | 1 | Se evidencia un proceso de validación periódica, donde se realizan análisis de Back-testing para evaluar la precisión de los pronósticos, fijando intervalos de confianza y comparando con modelos alternativos. | | | | | | | |
| 4 | 1 | Se evidencia un proceso de validación periódica, sobre la elección del modelo, incluyendo la construcción teórica, los supuestos relevantes y la especificación matemática. | | | | | | | |
| 5 | 1 | Validación del proceso | | | | | | | |
| 6 | 1 | Se evidencia un proceso de validación periódica, sobre las posibles limitaciones del modelo y de sus supuestos. | | | | | | | |
| 7 | 1 | Se evidencia un proceso de validación periódica, sobre la comparación teórica del modelo elegido, con teorías o modelos alternativos, durante la construcción del modelo. | | | | | | | |
| 8 | 1 | Se evidencia un proceso de validación periódica, sobre la selección de las variables en la construcción del modelo. | | | | | | | |
| 9 | 1 | Se evidencia un proceso de validación periódica, sobre la relevancia de los datos empleados para construir el modelo. | | | | | | | |
| 10 | 1 | Se evidencia un proceso de validación periódica, sobre el proceso de análisis de sensibilidad en la construcción del modelo. | | | | | | | |
| 11 | 2 | Se evidencia un proceso de validación periódica, donde se verifica que los datos aún son relevantes para el modelo construido. | | | | | | | |
| 12 | 2 | Se cuenta con personal calificado (conocimiento, formación, competencias y experiencia adecuada) para realizar la validación del modelo. | | | | | | | |
| 13 | 2 | Se evidencia un proceso de validación periódica, donde se verifica que los códigos implementados en el software para estimar el modelo son correctos y no pueden ser alterados por personas no autorizadas. | | | | | | | |
| 14 | 2 | Se garantiza que quienes realizan el proceso de validación no son quienes emplean el modelo y lo desarrollan. El personal que realiza la validación cuenta con la autoridad explícita para cuestionar (desafiar) a los desarrolladores y usuarios y para elevar sus hallazgos, incluidos problemas y deficiencias. | | | | | | | |
| 15 | 3 | Validación de los resultados | | | | | | | |
| 15 | 3 | Se evidencia un proceso de validación periódica, donde se verifica que los sistemas de reportes son precisos, completos y presentan información apropiada. | | | | | | | |
| | | Se evidencia un proceso de validación periódica, donde se realizan análisis de Benchmarking para evaluar la bondad de ajuste del modelo construido, comparando con modelos alternativos. | | | | | | | |
| Nivel 4 | | Cumple la buena práctica. El cumplimiento de la práctica es consistente. Las recomendaciones se enfocan en continuar en este nivel. | | | | | | | |
| Nivel 3 | | Se aproxima al cumplimiento de la buena práctica. Cuenta con un entendimiento de la buena práctica. Necesita recomendaciones para cumplir. | | | | | | | |
| Nivel 2 | | En estado muy inicial del cumplimiento de la buena práctica. Necesita Ayuda-Recomendaciones. | | | | | | | |
| Nivel 1 | | No cumple con la buena práctica. Necesita Ayuda-Recomendaciones. | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

| | | INDICADOR GOBERNANZA | | | | NIVEL DE ALCANCE DEL INDICADOR | | | NO APLICA |
|---------|---|---|---|---|---|--------------------------------|--|---|-----------|
| | | 4 | 3 | 2 | 1 | | | | |
| 1 | 1 | Se evidencia que la junta directiva y la alta gerencia del negocio establecen un marco de gestión del modelo de riesgo que se ajusta a la gestión de riesgo de la organización. | x | | | | | | |
| 2 | 1 | Se evidencia que la alta gerencia asigna personal competente para el desarrollo y la implementación del modelo. | x | | | | | | |
| 3 | 1 | El inventario del modelo describe el propósito y los productos para los cuales se diseñó, el uso real o previsto y las restricciones de uso. | | | x | | | | |
| 4 | 1 | Se establecen procesos para seleccionar y mantener modelos, incluidas las personas que participan en tales decisiones. | | | x | | | | |
| 5 | 1 | Se cuenta con un repositorio único y centralizado para toda la entidad en donde se consignan las políticas y procedimientos adecuados, referentes a el desarrollo, implementación, aplicación durante el uso y validación del modelo. | x | | | | | | |
| 6 | 2 | Se evidencia que la alta gerencia establece políticas y procedimientos adecuados, para garantizar el cumplimiento de las buenas prácticas para la reducción del riesgo de modelo. | x | | | | | | |
| 7 | 2 | Se garantiza que quienes realizan el proceso de validación no son quienes emplean el modelo y lo desarrollan. | | | | | | x | |
| 8 | 2 | Se encuentran políticas que enfatizan las pruebas y el análisis, y promueven el desarrollo de objetivos. | | | | | | x | |
| 9 | 2 | Se identifican los roles y asignan responsabilidades dentro del marco de gestión modelos de riesgo con detalles claros sobre la experiencia del personal, la autoridad, las líneas de presentación de informes y continuidad. | | | | | | x | |
| 10 | 2 | Se cuenta con políticas para reportar cualquier riesgo de modelo que resulte relevante para la entidad. | x | | | | | | |
| 11 | 3 | Se evidencia que la alta gerencia supervisa el desarrollo y la implementación del modelo. | | | | | | x | |
| 12 | 3 | Se evidencia que la alta gerencia evalúa los resultados del modelo. | | | | | | x | |
| 13 | 3 | Se evidencia que la alta gerencia revisa la validación y los hallazgos de la auditoría interna y toma medidas correctivas cuando es necesario. | | | | | | x | |
| 14 | 3 | Se evalúan los procesos para establecer y monitorear los límites en el uso del modelo. | | | | | | | x |
| 15 | 3 | La auditoría interna determina si los procedimientos para actualizar los modelos están claramente documentados, y evalúa si esos procedimientos se están llevando a cabo según lo especificado. | | | | | | | x |
| 16 | 3 | Se evalúan los procesos para establecer y monitorear los límites en el uso del modelo. | | | | | | | x |
| 17 | 3 | Se evidencian fechas de seguimiento y actualización para el modelo y sus artefactos. | x | | | | | | |
| Nivel 4 | | Cumple la buena práctica. El cumplimiento de la práctica es consistente. Las recomendaciones se enfocan en continuar en este nivel. | | | | | | | |
| Nivel 3 | | Se aproxima al cumplimiento de la buena práctica. Cuenta con un entendimiento de la buena práctica. Necesita recomendaciones para cumplir. | | | | | | | |
| Nivel 2 | | En estado muy inicial del cumplimiento de la buena práctica. Necesita Ayuda-Recomendaciones. | | | | | | | |
| Nivel 1 | | No cumple con la buena práctica. Necesita Ayuda-Recomendaciones. | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

| | | INDICADOR GOBERNANZA | | | | NIVEL DE ALCANCE DEL INDICADOR | | | NO APLICA |
|---------|--|---|---|---|---|--------------------------------|---|---|-----------|
| | | 4 | 3 | 2 | 1 | | | | |
| 1 | 1 | Se documenta de manera clara el objetivo que se desea alcanzar con el modelo. | | | | | | | X |
| 2 | 1 | Se documenta de manera rigurosa la calidad y relevancia de la información empleada. | | | | | | | X |
| 3 | 1 | Se documenta el propósito y los productos para los cuales se diseñó, el uso real o previsto y las restricciones de uso del modelo. | | | | | | | X |
| 4 | 1 | Se documenta la discusión sobre cómo el modelo estadístico cumple con los objetivos fijados. | | | | | | | X |
| 5 | 2 | Se documentan los procesos para establecer y monitorear los límites en el uso del modelo. | | | | | | | X |
| 6 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, donde se verifica que los datos aún son relevantes para el modelo construido. | | | | | X | | |
| 7 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, donde se verifica que los códigos implementados en el software para estimar el modelo son correctos y no pueden ser alterados por personas no autorizadas. | | | | | X | | |
| 8 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, donde se verifica que los sistemas de reportes son precisos, completos y presentan información apropiada. | | | | | X | | |
| 9 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, donde se verifica la robustez y estabilidad del modelo construido, a través de un análisis de sensibilidad. | | | | | X | | |
| 10 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, donde se realizan análisis de Benchmarking para evaluar la bondad de ajuste del modelo construido, comparando con modelos alternativos. | | | | | X | | |
| 11 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, donde se realizan análisis de Back-testing para evaluar la precisión de los pronósticos, fijando intervalos de confianza y comparando con modelos alternativos. | | | | | X | | |
| 12 | 3 | Los procedimientos para actualizar los modelos están claramente documentados. | | | | | X | | |
| 13 | 3 | Los informes de validación articulan los aspectos del modelo que fueron revisados, destacando las deficiencias potenciales en un rango de condiciones financieras y económicas, y determinando si los ajustes u otros controles están garantizados. | | | | | X | | |
| 14 | 3 | Los informes de validación incluyen resúmenes ejecutivos claros, con una declaración del propósito del modelo y una sinopsis accesible de los resultados del modelo y la validación, incluida las principales limitaciones y supuestos clave. | | | | | | X | |
| 15 | 3 | Se documentan los procesos de validación realizados al menos una vez al año de los inputs, el procesamiento y los reportes arrojados como parte del uso del modelo. | | | | | | X | |
| 16 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, sobre la elección del modelo, incluyendo la construcción teórica, los supuestos relevantes y la especificación matemática. | | | | | | X | |
| Nivel 4 | Cumple la buena práctica. El cumplimiento de la práctica es consistente. Las recomendaciones se enfocan en continuar en este nivel. | | | | | | | | |
| Nivel 3 | Se aproxima al cumplimiento de la buena práctica. Cuenta con un entendimiento de la buena práctica. Necesita recomendaciones para cumplir. | | | | | | | | |
| Nivel 2 | En estado muy inicial del cumplimiento de la buena práctica. Necesita Ayuda-Recomendaciones. | | | | | | | | |
| Nivel 1 | No cumple con la buena práctica. Necesita Ayuda-Recomendaciones. | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

| INDICADOR GOBERNANZA | | NIVEL DE ALCANCE DEL INDICADOR | | | | NO APLICA |
|----------------------|---|---|---|---|---|-----------|
| | | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 17 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, sobre las posibles limitaciones del modelo y de sus supuestos. | | | x | |
| 18 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, sobre la comparación teórica del modelo elegido, con teorías o modelos alternativos, durante la construcción del modelo. | x | | | |
| 19 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, sobre la selección de las variables en la construcción del modelo. | | x | | |
| 20 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, sobre la relevancia de los datos empleados para construir el modelo. | | | x | |
| 21 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, sobre el proceso de análisis de sensibilidad en la construcción del modelo. | x | | | |
| 22 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, donde se verifica que los datos aún son relevantes para el modelo construido. | | | | |
| 23 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, donde se verifica que los códigos implementados en el software para estimar el modelo son correctos y no pueden ser alterados por personas no autorizadas. | | | | x |
| 24 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, donde se verifica que los sistemas de reportes son precisos, completos y presentan información apropiada. | | | x | |
| 25 | 3 | Se evidencia documentación del proceso de validación periódica, donde se verifica la robustez y estabilidad del modelo construido, a través de un análisis de sensibilidad. | | x | | |
| 26 | 4 | Los informes para la toma de decisiones son claros y comprensibles. | | x | | |
| 27 | 4 | Se cuenta con un documento público en donde se consigna el marco de gestión del modelo de riesgo que se ajusta a la gestión de riesgo de la organización, establecido por la junta directiva y la alta gerencia del negocio. | | x | | |
| 28 | 4 | Se cuenta con un documento en donde se consignan las políticas definidas por alta gerencia en cuanto a: procedimientos adecuados, asignación de personal, supervisión del desarrollo e implementación del modelo, evaluación de resultados, revisión de validaciones, procedimientos de auditoría interna y toma de decisiones correctivas. | | x | | |
| 29 | 4 | Las políticas que entizan las pruebas y el análisis, y promueven el desarrollo de objetivos, se encuentran debidamente documentadas. | | | x | |
| 30 | 4 | Existe documentación sobre los procesos utilizados para seleccionar y mantener el modelo, incluidas las personas que participan en tales decisiones. | | | x | |
| 31 | 4 | Existe documentación sobre los roles y la asignación de responsabilidades dentro del marco de gestión con detalles claros sobre la experiencia del personal, la autoridad, las líneas de presentación de informes y continuidad. | | | x | |
| Nivel 4 | | Cumple la buena práctica. El cumplimiento de la práctica es consistente. Las recomendaciones se enfocan en continuar en este nivel. | | | | |
| Nivel 3 | | Se aproxima al cumplimiento de la buena práctica. Cuenta con un entendimiento de la buena práctica. Necesita recomendaciones para cumplir. | | | | |
| Nivel 2 | | En estado muy inicial del cumplimiento de la buena práctica. Necesita Ayuda-Recomendaciones. | | | | |
| Nivel 1 | | No cumple con la buena práctica. Necesita Ayuda-Recomendaciones. | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

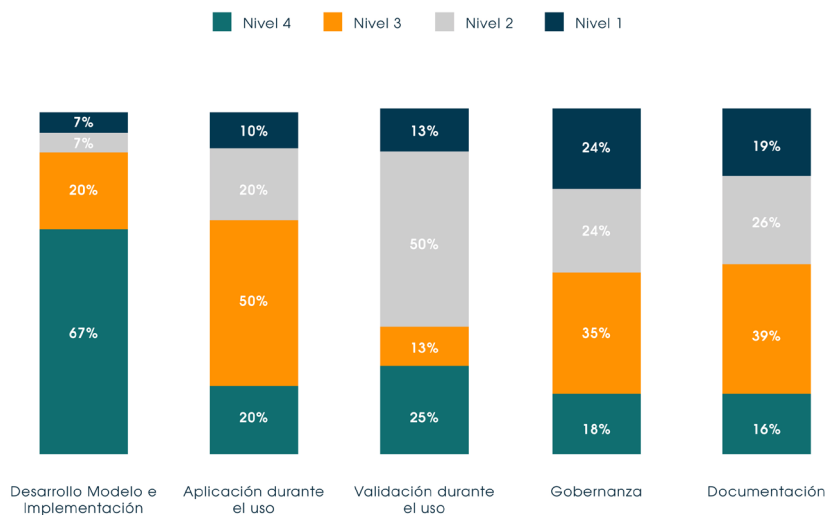
Una vez que se haya hecho uso de esta herramienta, se espera que los resultados arrojados permitan crear un perfil de fortalezas y debilidades específicas de cada uno de los sistemas, y lleve a las organizaciones a realizar este tipo de actividades de forma periódica y sistemática.

PROPUESTA DE ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

Después de utilizar la herramienta diseñada se producen resultados que orientan el proceso de valoración sobre el nivel de cumplimiento de las buenas prácticas para la gestión del riesgo de modelo.

Se propone comunicar los resultados haciendo uso de dos tipos de gráficos. El primero (Figura 12) constituye un panorama global de las cinco etapas en donde se cuantifica el alcance de los indicadores en cada uno de los niveles. Dependerá del evaluador poder dar sentido a cada resultado, siendo el Nivel 4 el estado ideal en el que se deberían observar todos los ámbitos.

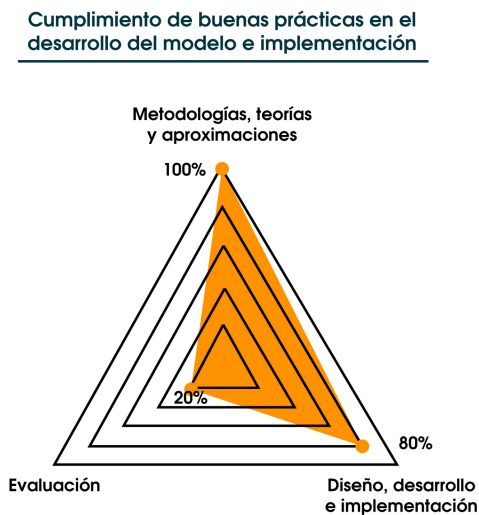
Figura 12
Propuesta de estrategia de comunicación de resultados globales para el caso ficticio



Fuente: Elaboración propia.

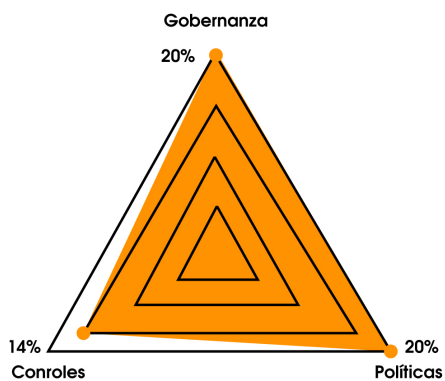
Una vez presentada la información anterior, se procede a desglosar las valoraciones individuales de cada etapa. Dado que cada conjunto de buenas prácticas fue agrupado en subcategorías, la propuesta de comunicación se orienta a manera de gráfico de radar, permitiendo observar la forma en que las sub categorías están impactando de forma negativa a su conjunto de indicadores. La Figura 13 ilustra lo dicho, para un caso ejemplo.

Figura 13
Propuesta de estrategia de comunicación de resultados por categoría para el caso ficticio

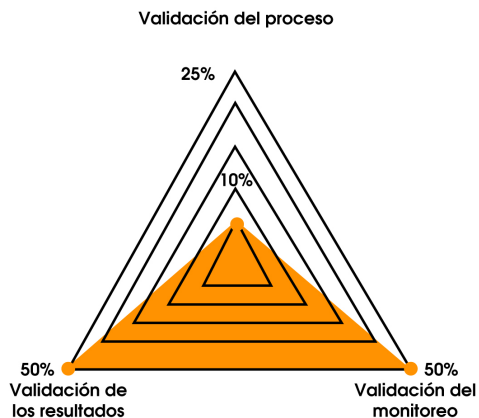


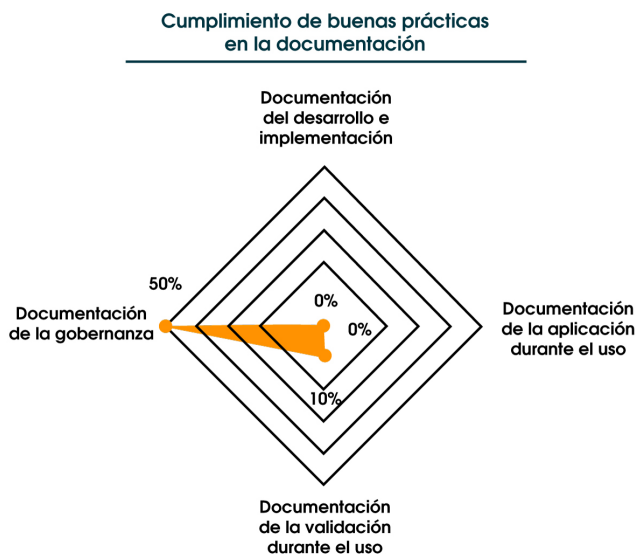
Fuente: Elaboración propia.

Cumplimiento de buenas prácticas
en la gobernanza



Cumplimiento de buenas prácticas
en la validación durante el uso





RECOMENDACIONES

El proceso de valoración planteado culmina cuando a la organización se le pueden realizar recomendaciones que promuevan la mejora continua y la adopción de buenas prácticas. Recordemos que este proceso es cíclico e iterativo, que busca potenciar los procesos de analítica dentro de una organización a través de la adopción de prácticas consistentes que puedan reducir el riesgo de modelo. Así pues, la Figura 14 ejemplifica algunas de las recomendaciones que se entregarían en la etapa de desarrollo del modelo e implementación.

Figura 14
Maqueta de recomendaciones finales para el caso ficticio

| Desarrollo del Modelo e implementación | | | |
|--|--------------------|---|---|
| Resultado | Categoría Afectada | Acciones - Recomendaciones | Rol Responsable |
| No se evidencia la evaluación del comportamiento del modelo con valores extremos de las variables de entrada para establecer los límites de la efectividad del modelo. | Evaluación | <ul style="list-style-type: none"> Definir los valores extremos de las variables de entrada. Definir los límites de la efectividad del modelo. Correr el modelo con los valores definidos y evaluar su comportamiento. | Desarrollador del modelo (Científico de datos-programador) |
| Se evidencia en un nivel muy bajo la evaluación del impacto de los resultados del modelo, en otros modelos que dependen de este. | Evaluación | <ul style="list-style-type: none"> Identificar los modelos dependientes. Seleccionar las salidas para la evaluación del impacto. | Desarrollador del modelo (Científico de datos-programador) |

Fuente: Elaboración propia.

06

COMENTARIOS

FINALES

Las organizaciones buscan transformar sus datos en información, conocimiento y sabiduría que permita tomar mejores decisiones. En este sentido los datos se han convertido en un gran activo de las organizaciones que deben ser explotados de manera correcta para poder ser monetizados. Al ser los datos un activo explotable que le permite a la empresa basar sus decisiones en ellos, el uso de la analítica es cada vez mayor en todo tipo de organizaciones.

06

Teniendo en cuenta lo anterior, la presente guía se propone entregar, a quién la consulte, buenas prácticas para reducir el riesgo de modelo, además, entrega una herramienta para validar que los modelos implementados sean sólidos, se encuentren en funcionamiento, sean pertinentes para el proceso y apoyen la toma de decisiones del negocio, al tiempo que valida el proceso de Gobierno, políticas y controles en relación con el diseño, implementación, seguimiento y mantenimiento de los modelos de analítica.

Esta guía no constituye una camisa de fuerza para la implementación de lo que en ella se encuentra, sino que, por el contrario, traza una ruta flexible para que, dependiendo de la madurez en que se encuentre la implementación de la analítica dentro de cada organización, se pueda adoptar y adaptar.

Finalmente, es indispensable tener presente que el riesgo de modelo de analítica no podrá ser eliminado por completo, que puede tener impactos negativos y llevar a la organización a tomar decisiones equivocadas. Razón por la que se hace fundamental que las entidades que hagan uso de la analítica como parte de sus procesos de negocio, puedan llevar a su operación continua el cumplimiento de las buenas prácticas para monitorear y mitigar dicho riesgo de manera efectiva.

REFERENCIAS

Henke, N., Levine, J., y McInerney, P. (2018). Analytics translator: The new must-have role. Harvard Business Review.

Frické, M. H. (2018). Data-Information-Knowledge-Wisdom (DIKW) Pyramid, Framework, Continuum. Encyclopedia of Big Data, 1–4. doi:10.1007/978-3-319-32001-4_331-1

The Institute of Internal Auditors. (IIA). (2018). Auditoria a la Gestión de Riesgos de Modelo. Indicar editorial o página web donde se encuentre el archivo.

Reserve, F. (2011). Supervisory guidance on model risk management. <https://www.federalreserve.gov/boarddocs/srletters/2011/sr1107a1.pdf>

SOBRE LOS AUTORES

**JULIO C. ALONSO C.
LINA M. QUINTERO V.**

JULIO CÉSAR ALONSO C.

Economista de la Universidad del Valle; magíster en Economía de la Universidad Estatal de Iowa en los Estados Unidos, magíster en Estadística y doctor en Economía de la misma universidad . Ha sido investigador en Fedesarrollo (Colombia), investigador en el Center for Agricultural and Rural Development (CARD) y profesor titular de la Universidad Icesi desde 2002.

En el transcurso de su trayectoria, no solo ha hecho numerosas publicaciones académicas, sino que también ha sido consultor de diferentes organizaciones privadas y públicas, y, en especial, ha desarrollado proyectos de analítica para organizaciones como Nutresa, Asocaña, Coomeva Medicina Pre-pagado, la Secretaría de Hacienda Distrital de Bogotá y Tecnoquímicas.

Actualmente, es el director del Cienfi, Centro de Investigación de Economía y Finanzas, de Icesi, donde también dicta el curso de Business Analytics, en pregrado, en la Especialización de Analítica para los Negocios, en MBA y en la Maestría en Ciencia de Datos. Además de ser docente, participa en el Centro de Excelencia y apropiación en Big Data y Data Analytics – Alianza CAOBA.

LINA MARCELA QUINTERO V.

Ingeniería Telemática de la Universidad, Icesi magíster en Informática y Telecomunicaciones, magíster en Ciencia de Datos de la misma Universidad y AWS Certified Cloud Practitioner. Ha sido parte del grupo de investigación en diseño Leonardo y, actualmente, del grupo de investigación I2T de Icesi.

Actualmente, es directora del programa de pregrado en Ingeniería Telemática de la Universidad Icesi, misma institución donde lidera los programas AWS Academy, AWS Educate, entre otras iniciativas Cloud, y donde también se desempeña como profesora de los cursos de Computación en la nube, Analítica de Datos, Introducción a las TIC y Técnicas de Analítica aplicadas al mercadeo.

Sus principales intereses son la computación en la nube, la visión por computador, el ML y la educación en ingeniería, lo que la ha llevado a desarrollar proyectos de telemedicina para organizaciones como La Fundación Valle del Lili y CIDEIM.



Este libro se terminó de editar en Febrero de 2021. En su preparación, realizada desde la Editorial Universidad Icesi, se utilizaron tipos TeX Gyre Adventor en 10/17 y 11/14.

Las decisiones estratégicas de negocio han sido tomadas históricamente por los encargados de velar por los intereses de las empresas. Con la posibilidad de acceder a grandes volúmenes de datos, y con el desarrollo de nuevas técnicas de estadística y aprendizaje automático (Machine Learning), esta responsabilidad ha venido siendo delegada progresivamente a modelos diseñados para tal labor, con el fin de evitar el riesgo humano de equivocarse a causa de los sesgos, prejuicios y opiniones subjetivas de los tomadores de decisiones tradicionales, fundamentándose ahora en hechos objetivos inherentes a los datos operacionales de cada empresa, pero incurriendo entonces en un nuevo riesgo: que el modelo matemático delegado no logre elegir la mejor alternativa posible, o ni siquiera una adecuada.