

## Priorización de demandas y conciliaciones óptimas del Estado

Diego Jara\*, Juan P. Lozano† y Emilio Silva‡

### Introducción

Cientos de miles de demandas en contra del Estado colombiano que suman pretensiones del orden de cientos de billones de pesos: las magnitudes explican la necesidad de crear una agencia gubernamental con la misión de robustecer la defensa jurídica de la Nación, realidad materializada en el 2011. En esta línea, la Agencia Nacional de Defensa Jurídica del Estado (ANDJE) busca la optimización de recursos públicos mediante la gestión eficiente de estos procesos. Es natural definir la posibilidad de predicción de fallos finales como un elemento estratégico necesario en este esfuerzo; en efecto, una herramienta matemática cuyo objeto sea estimar la probabilidad de éxito de un proceso dado, considerando únicamente variables características de la naturaleza y el estado del proceso, permitiría (i) priorizar eficientemente, (ii) reducir costos mediante el diseño de ofertas óptimas de conciliación y (iii) estimar el valor esperado de este pasivo contingente.

Precisamente buscando fortalecer sus herramientas cuantitativas, la ANDJE ha trabajado con Quantil en el análisis estadístico de procesos históricos en contra del Estado. El esfuerzo ha sido secuencial, primero desarrollando un modelo probabilístico del éxito de una demanda, segundo desarrollando un modelo de optimización de conciliaciones de estos procesos, y tercero implementando estas funciones mediante una herramienta tecnológica para el potencial uso de todos los apoderados y responsables de los procesos. Antes de describir cada uno de estos tres puntos, es importante resaltar el potencial impacto que dicha herramienta podría traer en la optimización de recursos del Estado, razón por la cual la ANDJE ha asumido el compromiso de masificar el uso de estos modelos como apoyo fundamental en el análisis de los abogados que defienden al Estado.

\*Ph.D. en Matemáticas Financieras y M.S. en Matemáticas de la Universidad de Carnegie Mellon. CoDirector General y Director de Matemáticas Financieras en Quantil.

†Matemático de la Universidad de los Andes. Investigador en Matemáticas Financieras en Quantil.

‡Ingeniero de Sistemas de la Universidad de los Andes y Lingüista de la Universidad Nacional. Director de Desarrollo y Tecnologías de Información Quantil.

**No. 1**

17 de febrero de 2017

### Resumen

La defensa del Estado es una actividad que puede apoyarse en técnicas matemáticas. Así lo reconoció la Agencia Nacional de Defensa Jurídica del Estado (ANDJE), quien pidió a Quantil el desarrollo de un modelo de estimación de la probabilidad de éxito de cada demanda. El modelo diseñado parte de las características de cada proceso (entidad demandada y causa, entre otras) y estima, mediante un modelo de *boosting de árboles*, la probabilidad de que el Estado tenga un fallo favorable.

El modelo tiene utilidad en priorización de casos, pero fundamentalmente es utilizable para optimizar las conciliaciones que debe ofrecer el Estado: partiendo de la probabilidad de fallo favorable, tiempos esperados y costos de prolongación del juicio, se implementa un modelo de negociación para calcular y minimizar los costos esperados del Estado.

Los modelos fueron implementados en una herramienta computacional integrada al Sistema Único de Información Litigiosa de la ANDJE - eKogui -, para que apoderados y Comités de Conciliación puedan alimentarse de sus resultados al plantear estrategias de conciliación.

*Boletín de Matemáticas Aplicadas a la Industria* es una publicación de Quantil S.A.S. Las opiniones expresadas en los artículos son las de sus autores y no necesariamente reflejan el parecer y la política de la compañía o de su junta directiva.

## Modelo Probabilístico

Diversas técnicas de aprendizaje de máquinas fueron diseñadas para competir en la capacidad de predicción del fallo final de procesos en contra del Estado. Para calibrar los modelos, se contó con una base de datos preliminar de más de 600,000 casos históricos. Sin embargo, después de varios filtros (se consideraron solo procesos terminados que tuvieran información de todas las variables consideradas - algunas de las cuales fueron introducidas de forma relativamente reciente), se escogió un conjunto de cerca de 12,000 datos para el entrenamiento y evaluación de los modelos. Las variables consideradas son aquéllas de obligatoria documentación en el sistema eKogui de la ANDJE por parte de los apoderados que gestionan los procesos; estos son: entidad demandada, fechas de admisión de la demanda y del fallo final (e intermedios, si hubiere), la jurisdicción, la causa de la demanda, el sentido del fallo (o los fallos cuando sea aplicable), y la valoración del apoderado del proceso (cuatro calificaciones subjetivas), entre otras. En total se consideraron 30 campos. Un reto destacable fue la agrupación de más de 300 causas de demandas en 10 grupos, segmentación basada en sus acciones jurídicas.

En la construcción del modelo probabilístico es necesario determinar las variables con más influencia para predecir el sentido del fallo final de un proceso. Esto se hace en dos pasos: (i) eliminando las variables cuya ganancia de información sea cero, y (ii) utilizando el método de *boosting* de árboles para encontrar la influencia relativa de las variables restantes. Este último procedimiento ordena las variables por su influencia y se escogen aquéllas que acumulen el 99%. La escogencia de variables es sensible al estado en el que se encuentra el proceso, ya que su importancia cambia si el caso ya tiene un fallo de primera instancia. Por esta razón, al momento de extraer las variables se hace la distinción entre procesos que cumplan esta condición y los que no; en particular, en el Cuadro 1 se exhiben las cinco más importantes para un proceso que no tiene fallo de primera instancia.

**Cuadro 1.** Tabla de las primeras 5 variables seleccionadas por *boosting* para un proceso nuevo.

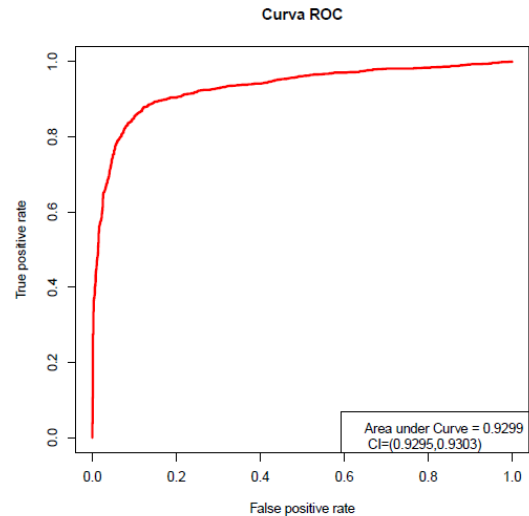
Variables
dummyEntidad1
dummyEntidad2
fortalezadefensa
fortalezapruebas
riesgoprocesal

Fuente: ANDJE; cálculo de los autores.

El análisis supervisado buscó la comparación de varios tipos de modelos, resaltando redes neuronales, *boosting* de árboles, y regresiones logísticas. Los modelos lograron ajustes muy buenos de forma homogénea, como se muestra en la curva ROC exhibida, lo cual puede evidenciar una naturaleza

repetitiva en los fallos de demandas contra el Estado. La evaluación se complementa con la medida H mostrada en el Cuadro 2.

**Figura 1.** Curva ROC del conjunto de validación para el modelo de *boosting* de un proceso recién comenzado.



Fuente: cálculo de los autores.

**Cuadro 2.** Comparación de *Medida H* para los tres métodos de clasificación para un proceso recién iniciado.

Modelo	Medida H	
	Entrenamiento	Validación
Logit	0.605	0.590
Boosting	0.683	0.645
Redes neuronales	0.675	0.644

Fuente: Cálculo de los autores.

El modelo probabilístico final toma como insumo el conjunto de características de un proceso en contra del Estado, distinguiendo los procesos que acaban de ser definidos de los procesos que llevan en su etapa judicial un periodo considerable - incluyendo la posibilidad de haber sido fallado en una primera o segunda instancia. La salida del modelo es la probabilidad de que el Estado tenga un fallo final negativo (que incluye otorgamiento total o parcial de pretensiones).

## Modelo de Conciliaciones

El incentivo del Estado a conciliar se fundamenta en evitar la agregación de costos de mantener un proceso activo (y en la reducción de la incertidumbre de pagos contingentes futuros). Estos costos consisten principalmente en el tiempo de los apoderados de los procesos, y secundariamente en

costos administrativos. Luego una estimación, no solo de los costos unitarios, sino del tiempo esperado de duración del proceso, es necesaria para robustecer el cálculo del nivel óptimo de conciliación.

Las conciliaciones pueden darse de forma prejudicial, o judicial, dependiendo del momento en que se lleva a cabo la audiencia. Según el tipo de proceso, la existencia de audiencias de conciliación pueden tener carácter obligatorio en distintas etapas del proceso. El Estado faculta a los Comités de Conciliación para determinar si se debe buscar una conciliación, y en caso positivo el monto a ofrecer. En general, infortunadamente, hay poca evidencia de negociaciones sobre los montos durante las audiencias, y la información de posibles contrapropuestas del demandante no son documentadas para posterior análisis.

El modelo de conciliación óptima desarrollado por Quantil se basó en literatura académica relacionada con negociaciones con información asimétrica, en las cuales una parte propone un monto de conciliación mientras la otra toma la decisión de aceptar o rechazar la oferta (ver por ejemplo *Bebchuk (1984)* y *Fudenberg y Tirole (1984)*). Los supuestos planteados buscan modelar los detalles idiosincráticos del entorno litigioso en contra del Estado, entre los que se resaltan:

- El modelo supone que, adicional a la audiencia analizada, a lo sumo existirá otra en el futuro (independiente del número de audiencias anteriores).
- *Dinámica Asimétrica.* En cada ronda el Estado propone un monto y el demandante lo toma o lo deja.
- *Información Asimétrica.* El demandante tiene información privada del proceso, representada por la suposición de la probabilidad de éxito (obtenida del modelo probabilístico). El Estado reconoce tener información parcial (solo de las características), y llega a una distribución de la probabilidad de éxito, que puede actualizarse al conocer el resultado de audiencias de conciliación fallidas.
- Se supone independencia entre el fallo final del proceso y su duración.
- Se supone determinística la duración del proceso, calibrado según sus características a la historia observada.
- Se supone que el horizonte del pago coincide con el término del proceso (en general el Estado puede incurrir en demoras en este pago, sufriendo costos de intereses).
- Las pretensiones en fallos negativos para el Estado se otorgan totalmente: la alternativa de otorgar parcialmente no cuenta con datos documentados para ser modelados.

Para buscar el mínimo costo esperado para el Estado, el modelo parte de la información de la audiencia actual (número de “ronda”), de las características del proceso (resumidas en las variables relevantes descritas anteriormente) y de los parámetros definidos: monto pretendido, funciones de utilidad del Estado y del demandante, tasas de descuento, costos (fijos y variables, administrativos y de apoderados), duración y función de distribución del Estado sobre la probabilidad

de éxito del demandante (cantidad que se supone conocida por el demandante).

Suponiendo un monto de conciliación sugerido por el Estado, se llega a una probabilidad de que el demandante acepte la propuesta, la cual es idéntica a 0 para montos por debajo de un umbral inferior, que es función de los parámetros del problema. Análogamente, la probabilidad es idéntica a 1 para montos superiores a un umbral superior. Estos umbrales definen un rango en el cual la probabilidad incrementa continuamente de 0 a 1. Al considerar las posibilidades de futuras audiencias de conciliación, el Estado puede minimizar sus costos **esperados** mediante su variable de control, que es el monto ofrecido en la conciliación.

Como ejemplo para ilustrar la optimización, se toma el caso simplificado de neutralidad al riesgo de los agentes, de distribución uniforme para la probabilidad de éxito del proceso, de igualdad en tasa de descuento para el Estado y el demandante, y de una única audiencia de conciliación. En ese caso, el monto óptimo resulta ser

$$N^{opt} = e^{-r\tau}W \times \text{máx}\left(a, \text{mín}\left(a + \frac{C_V^E\tau}{W}, b\right)\right),$$

donde  $r$  es la tasa de descuento (del demandante y del Estado),  $W$  es el monto pretendido,  $\tau$  es la duración supuesta para el proceso (desde la audiencia de conciliación hasta el fallo final) en caso de ser rechazada la conciliación por parte del demandante,  $C_V^E$  son los costos variables (por unidad de tiempo) del Estado y  $(a, b)$  representa el intervalo donde el Estado supone que se encuentra la probabilidad de éxito de la demanda.

El caso  $N^{opt} = e^{-r\tau}bW$  corresponde al caso en que se ofrece lo mínimo necesario para asegurar que el demandante acepta la oferta de conciliación, y en este caso, por construcción, el costo para el Estado es  $e^{-r\tau}bW$ .

El caso  $N^{opt} = e^{-r\tau}aW$  corresponde al caso en que se ofrece un monto muy bajo, y con certeza el demandante no la acepta (en cuyo caso sería equivalente a ofertar 0). En situaciones normales, este caso no debería darse. No obstante, en este caso el costo para el Estado sería el valor esperado del costo de mantener el proceso vivo:  $e^{-r\tau}\left(W\left(\frac{a+b}{2}\right) + C_V^E\tau\right)$ .

El caso

$$N^{opt} = e^{-r\tau}aW + e^{-r\tau}C_V^E\tau$$

corresponde a una oferta intermedia. En este caso el costo esperado para el Estado es

$$\frac{q(N^{opt}) - a}{b - a}N^{opt} + e^{-r\tau}\frac{b - q(N^{opt})}{b - a}\left(W\left(\frac{q(N^{opt}) + b}{2}\right) + C_V^E\tau\right).$$

Finalmente, el ingreso esperado del demandante es

$$e^{-r\tau}W(1 - C_V^D)\text{máx}\left(p, \text{máx}\left(a, \text{mín}\left(a + \frac{C_V^E\tau}{W}, b\right)\right)\right).$$

Casos más generales pocas veces cuentan con solución analítica, requiriendo de esquemas computacionales para encontrar los puntos óptimos.

## Herramienta

La ANDJE desarrolló un portal web llamado eKogui, en el cual los abogados defensores de todas las entidades del Estado pueden consultar los procesos judiciales que tienen asignados, así como agregarles información con los últimos acontecimientos. La base de datos de eKogui, de la cual se extrajeron los datos de los casos históricos con los que se entrenaron los modelos, es también la fuente más actualizada de información sobre los casos judiciales en contra del Estado. Esto la convierte en el insumo ideal para ejecutar los modelos en tiempo real.

Buscando propender por un amplio uso del modelo, Quantil diseñó, desarrolló e implementó una herramienta que cuenta con una interfaz sencilla, funcional y de fácil acceso para los apoderados. Esta herramienta es una calculadora de conciliaciones integrada a eKogui, que permite simulaciones en ciertas variables, exhibe los resultados buscando facilitar la lectura e interpretación, y permite descargar reportes para facilitar consultas futuras.<sup>4</sup>

El usuario accede al Conciliador cuando está trabajando sobre un proceso dado, y encuentra un formulario vacío y una tabla con los datos del proceso judicial en cuestión, como se puede ver en la Figura 2.

Figura 2. Formulario Inicial.

**eKOGUI** | Sistema Único de Gestión e Información Litigiosa del Estado

**Simulador de Conciliaciones Quantil**

**Proceso** **XXXXXX**

contra **Administración Judicial Nacional**

contra **Departamento Administrativo de Seguridad - Caso de Extradición**

contra **Departamento Administrativo de Seguridad - Expediente 149999999**

por \$735 millones

**Básico** **Avanzado**

**Datos Obligatorios**

Todos los campos marcados con **asterisco (\*)** son de carácter obligatorio.

El abogado defensor es: \*  
 Seleccione...

Ronda de conciliación actual: \*  
 Seleccione...

**Datos Opcionales**

Usar los valores calculados por el simulador

Probabilidad de pérdida del Estado (%):  
 Usar valor calculado por el simulador

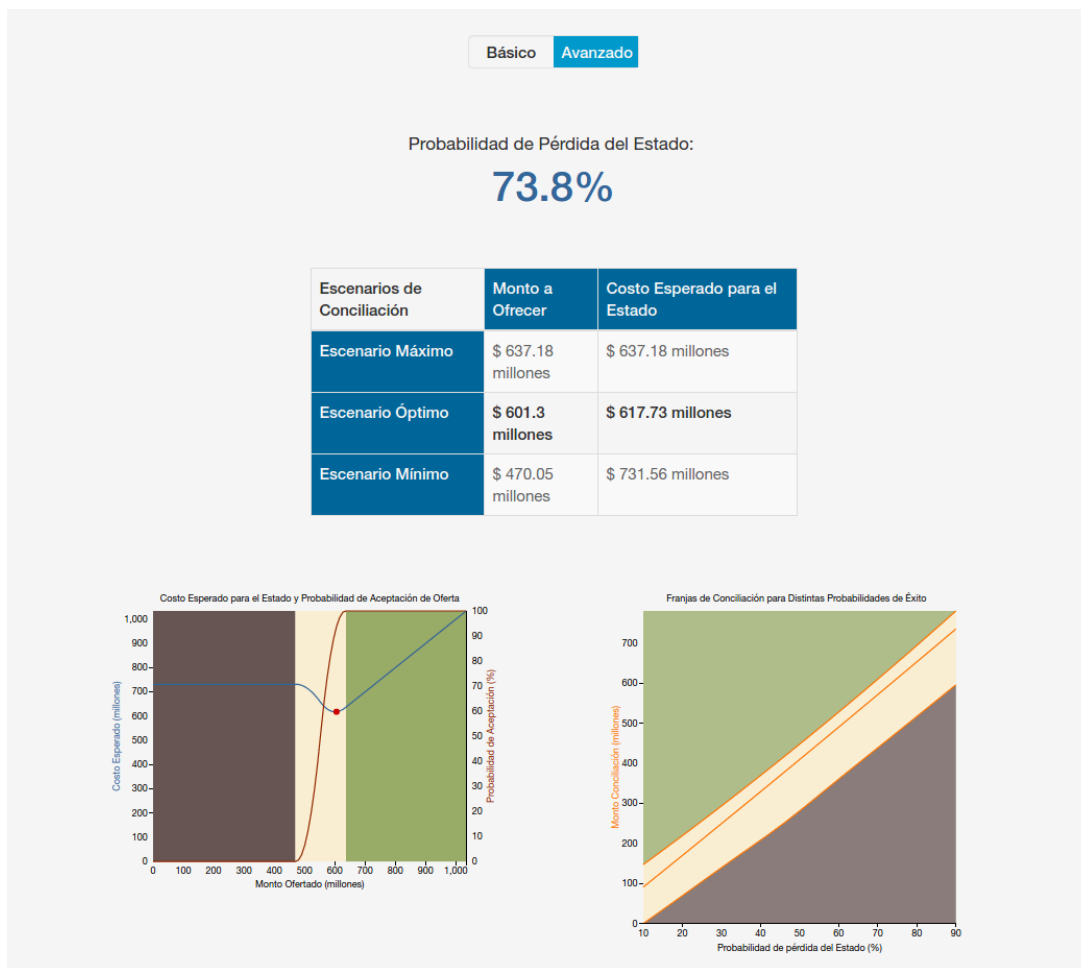
Duración del proceso a partir de hoy (meses estimados):  
 Usar valor calculado por el simulador

Valor de la pretensión, o de la condena (millones de pesos):  
 947.4

**Calcular** **PDF**

<sup>4</sup>La Herramienta del Conciliador está escrita en Python 2.7, usando el *Django Web Framework*.

Figura 3. Resultados de la Herramienta.



El Conciliador genera una tabla con los resultados correspondientes y unas gráficas auxiliares que permiten visualizar ampliamente los resultados, como se puede apreciar en la Figura 3.

## Consideraciones Finales

El trabajo desarrollado para analizar matemáticamente las conciliaciones evidencia el interés de la ANDJE en incorporar análisis científico para el uso de servicios legales. En esta línea, la ANDJE ha sido pionera, y la expectativa es que haya una alta difusión del modelo en las entidades del Estado para ser usado por apoderados y Comités de Conciliación, lo cual se esperaba redundara en una reducción de costos esperados para el Estado.

## Referencias

Bebchuk, L. A. (1984). Litigation and settlement under imperfect information. *Rand Journal of Economics*.  
 Fudenberg, D., y Tirole, J. (1984). Sequential bargaining with incomplete information. *The Review of Economic Studies*.

### Comité editorial:

- Francisco Barreras, director Minería de Datos
- Natalia Iregui, directora Administración y Finanzas
- Diego Jara, CoDirector General y director Matemáticas Financieras
- Juan Pablo Lozano, Investigador Matemáticas Financieras
- Juan David Martín, Investigador Modelos Económicos
- Álvaro J. Riascos, CoDirector General y director Modelos Económicos
- Natalia Serna, Investigadora Modelos Económicos
- Emilio Silva, director Desarrollo y Tecnologías de Información

### Publicado bajo licencia:



Atribución – Compartir igual  
 Creative Commons: <https://co.creativecommons.org>