

# Estimación de la demanda y planeación de la producción de billetes en Banco de México

Jorge de la Vega Góngora  
jvega@banxico.org.mx

Banco de México

ICCOS Americas Marzo 11-14 Miami



BANCO DE MÉXICO



# Introducción

- ▶ Una de las principales funciones de todo banco central es la de proveer de liquidez a la economía.
- ▶ Para realizar la función anterior, de manera eficiente, el Banco de México se ha propuesto realizarlo cumpliendo además con los siguientes criterios:
  - ▶ Contar con una cantidad adecuada de billetes en circulación para realizar transacciones en todas las regiones del país
  - ▶ Contar con una mezcla adecuada de denominaciones de billetes y monedas
  - ▶ Que la calidad de los billetes y monedas sea tal que facilite la identificación de los elementos de seguridad y reduzca la falsificación.



# Introducción

Los dos primeros criterios se ligan a la demanda regional en cantidad de piezas y en denominaciones. Para lograr este objetivo se debe mantener un **sistema de distribución eficiente**.

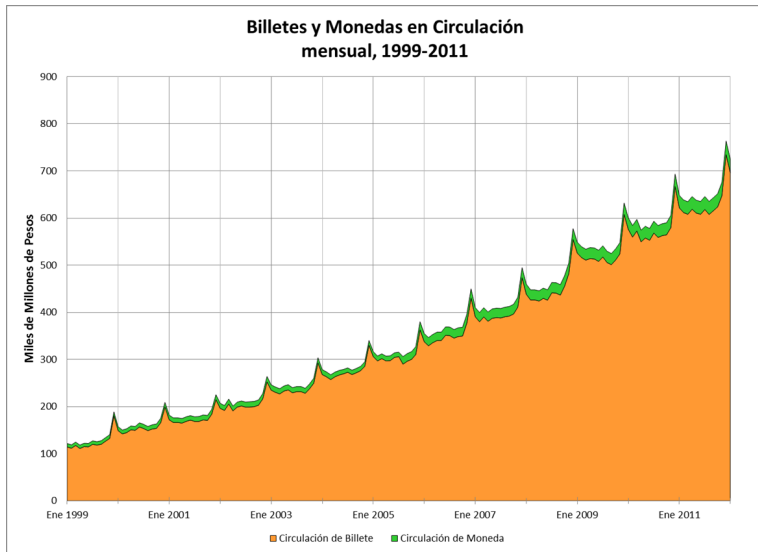
El tercer criterio se relaciona con la **velocidad de circulación del efectivo**, así como a los **usos y costumbres de manejo de efectivo de la sociedad** respecto al manejo de efectivo. Para medir la percepción de la calidad se utilizan encuestas de opinión.

Una estimación adecuada de la demanda de dinero y de los factores económicos que la afectan, así como el conocimiento de las preferencias y usos y costumbres del público, contribuyen a una planeación adecuada de los requerimientos de billetes y monedas.

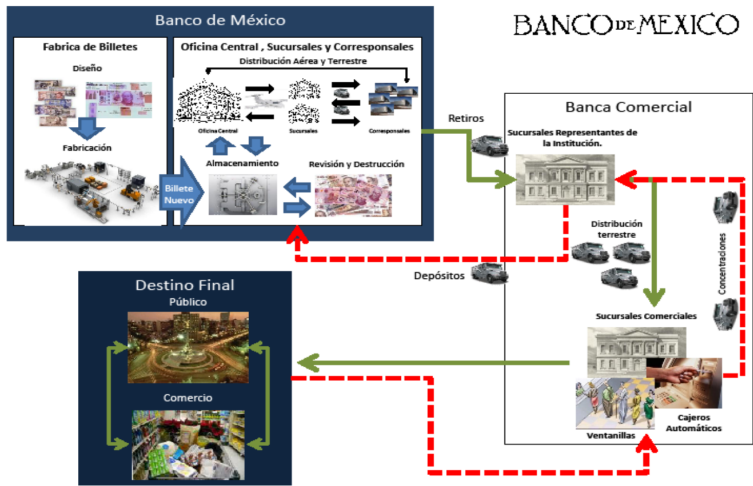
En esta presentación nos concentraremos en la planeación para la fabricación de billetes.



# Composición de Billetes y Monedas



# Ciclo del efectivo





# Proceso de Planeación

El proceso de planeación es un proceso que tiene dos temporalidades principales:

- ▶ La definición del presupuesto anual.
- ▶ Las actualizaciones de pronóstico de demanda trimestrales para tomar en consideración la información más reciente sobre la evolución de las condiciones económicas.

Cada ciclo presupuestal, el proceso de planeación inicia con el pronóstico macroeconómico del Monto de Billetes y Monedas en Circulación, que se realiza para un horizonte de cinco años con revisiones trimestrales.



# Proceso de Planeación





# Proceso de Planeación







# Demanda de billetes

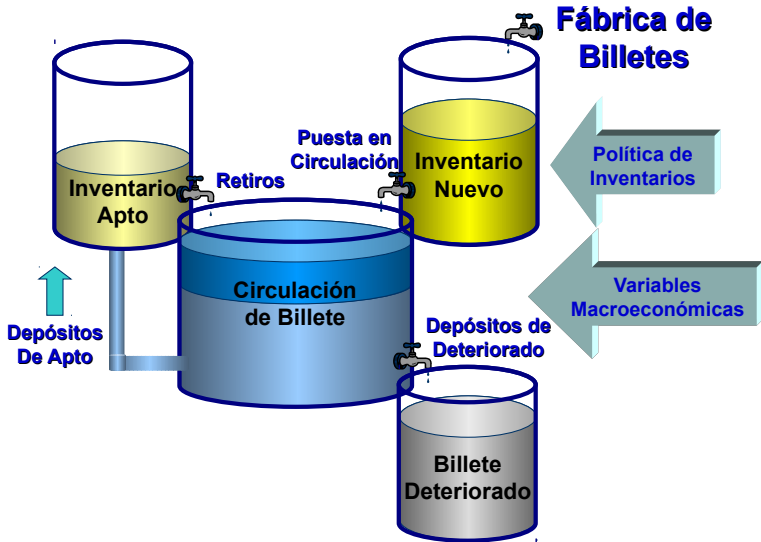
La estimación de los requerimientos de fabricación de billete nuevo se basa en tres fuentes:

- ▶ **El incremento de la circulación de billetes**, por efectos económicos y estacionales.
- ▶ **El reemplazo de billete no apto para circular**: representa la parte más demandante de billete nuevo. El billete deteriorado se puede estimar directamente o indirectamente a través de un modelo de duración de los billetes.
- ▶ **La política de inventario**. De acuerdo a esta política, las existencias de billete nuevo y usado se ajustan para cumplir las metas.

Estas tres fuentes se estiman para cada denominación y se integran en un modelo general.

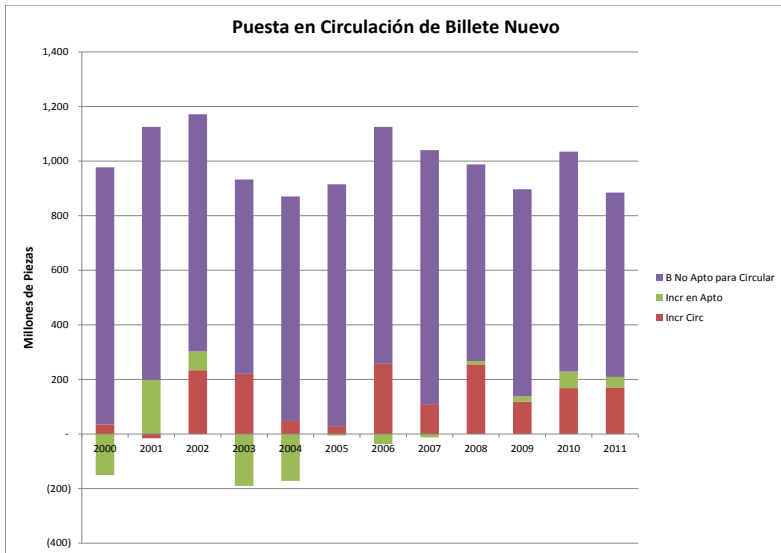


# Demanda de billetes





# Puesta en circulación de Billete Nuevo





# Restricciones y políticas

## Restricciones:

- ▶ Temporal: La fabrica de billetes planea sus requerimientos de producción con un horizonte de año y medio. La fabricación de los billetes a entregarse en 2012 se inicia desde 2011, con base en las estimaciones de circulación realizadas en 2009 y 2010.
- ▶ Presupuestales.
- ▶ Capacidades del sistema: almacenamiento, producción, transporte.

CONCEPTO	2010							2011							2012													
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	
Información para pronósticos																												
Pronóstico de Demanda																												
Presupuesto																												
Compras																												
Arribo de Papel o Polímero																												
Impresión																												
Entrega a Caja																												

Fecha actual



# Restricciones y Políticas

## Políticas:

- ▶ Nivel de calidad del billete en circulación
- ▶ Orden de prioridad en las entregas a bancos comerciales: billete nuevo vs billete apto
- ▶ Velocidad de sustitución cuando se introduce una nueva denominación
- ▶ Políticas de inventarios: Aminorar riesgos de:
  - ▶ Fluctuaciones en la demanda de efectivo, de manera agregada, regional y por denominación
  - ▶ Riesgos de naturaleza industrial
  - ▶ Riesgos logísticos
  - ▶ Ataques de falsificaciones



# Política de inventarios

La política propuesta considera tres componentes principales en atención a distintos factores y/o riesgos:

- ▶ **Mínimo para distribución:** Atenuar el impacto de escasez en plazas Banxico y sus corresponsales, ocasionado por una distribución desequilibrada de existencias. Para cada sitio, día y denominación, se calculó el inventario con base en el número de piezas necesario para cubrir la demanda en la región durante períodos de 10 o 15 días hábiles, dependiendo del sitio.
- ▶ **Errores de pronóstico:** Amortiguar el impacto de los errores en el pronóstico. Basado en intervalos de confianza sobre un modelo STL (Cleveland, et al, 1990)
- ▶ **Contingencia:** Mitigar los riesgos no relacionados con la demanda tales como:
  - ▶ Falta de abastecimiento de insumos necesario para la fabricación del billete.
  - ▶ Problemas en la cadena de producción y distribución.
  - ▶ Desastres naturales o de origen humano.

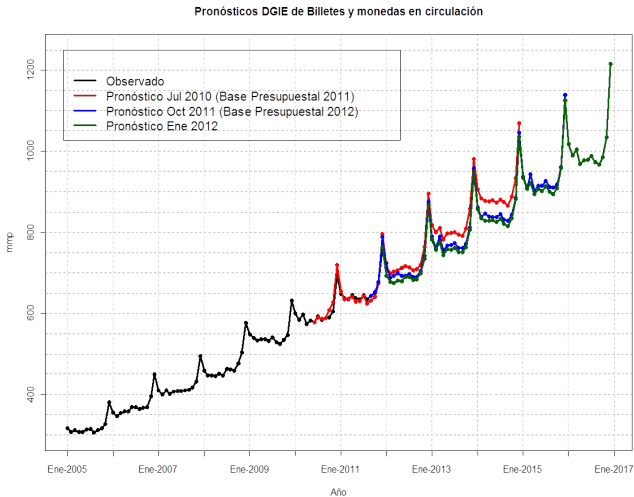
Toma en consideración el máximo tiempo de respuesta para restablecer el servicio, convertido a meses de demanda.

El total de inventario es el resultado de la suma de los tres inventarios antes descritos y debe estar colocado en los centros de distribución considerando La importancia relativa de cada plaza o región, los costos de transporte y la capacidad de almacenamiento de las bóvedas.



# Pronóstico para la circulación: agregada

Circulación agregada: se realiza a través de un modelo de corrección de errores.





# Pronóstico para la circulación: desagregada

Circulación por denominación: La estimación de la circulación por denominación se basa en tres modelos que compiten.

## Modelos

1. Modelo univariado: (SARIMA y suavizamiento exponencial: Holt-Winters).
2. Modelo multivariado: VAR restringido.
3. Modelo semiparamétrico STL (Seasonal-trend based in loess)



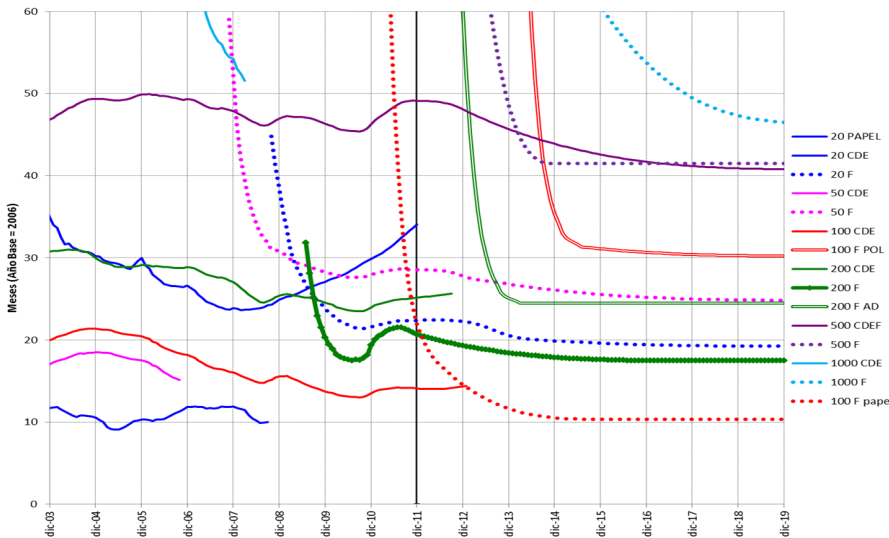


## Pronóstico para el billete no apto

- ▶ Para obtener un pronóstico de la cantidad de billetes no aptos para circular (billetes deteriorados), se consideran modelos que estiman la duración y vida media de los billetes.
- ▶ Estos modelos consideran la cantidad de billetes que sobreviven de las diferentes puestas en circulación a lo largo del tiempo, a través de una función de sobrevivencia.
- ▶ Es importante realizar una transformación a la escala temporal para tomar en cuenta el tiempo que efectivamente se ha puesto a circular el billete, y descontar el efecto del tiempo que se ha mantenido estacionado. Adicionalmente, se toma en cuenta la velocidad de circulación.



# Duración de los billetes $\tau$





## Estimación de la puesta en circulación de billete nuevo

$$\hat{E}_t = \hat{C}_t + \hat{A}_t - \sum_{i=t-1}^{-\infty} S(\hat{\tau}) E_i$$

donde:

$\hat{C}_t$  = Circulación al final del mes actual

$\hat{A}_t$  = Existencias de billete apto al final del mes actual

$\hat{E}_t$  = Puesta en circulación de billete nuevo durante el mes actual

$S$  = Función de sobrevivencia

$\hat{\tau}$  = tiempo estandarizado de circulación de la emisión  $E_i$



# Distribución: Sistema de Gestión

Con la finalidad de planear adecuadamente la distribución, se ha definido un sistema de gestión de inventarios regionales.

El problema de optimización es de la forma:

**min** Costo total = Costos del saldo promedio + envíos + seguros  
momento, cantidad a enviar

**sujeto a:**

1. Satisfacer la demanda regional
2. Objetivo de inventario mínimo por denominación

El problema es complejo dadas las restricciones y el comportamiento de la demanda, por lo que el problema se resuelve de manera heurística.



## Distribución: Sistema de competencia

- ▶ En cada Sucursal hay al menos un experto en programación de los envíos y recepciones de billetes. Sus decisiones están en función de su nivel de aversión al riesgo: los que toman riesgos mantienen saldos bajos, arriesgando quedarse sin billetes, mientras que los más conservadores mantienen saldos más altos, lo que resulta en altos costos en comisiones.
- ▶ Se definió un sistema de competencia entre especialistas para minimizar sus costos totales, pero con la restricción de mantener niveles mínimos de inventario, por lo que se establecieron límites diarios para los inventarios mínimos, en cada corresponsal, para cada denominación.
- ▶ Al final de cada periodo, el costo total observado en cada Sucursal, se compara con una solución óptima **a posteriori** dada por el modelo heurístico.
- ▶ En términos generales, se observa una reducción de costos sin arriesgar el abasto de billetes en las diferentes regiones.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



  
BANCO DE MEXICO