ESQUEMAS DE REESTRUCTURACION DE PASIVOS ANTE DIVERSOS ESCENARIOS DE TASAS DE INTERES Y DE INFLACION

Abdón Sánchez Arroyo¹

Julio 1995

Documento de Investigación No. 9503

¹ El autor es Investigador Económico en la Dirección de Estudios Económicos de la Dirección General de Investigación Económica en el Banco de México. Los puntos de vista expresados en este trabajo son atribuibles exclusivamente al autor y no representan el punto de vista del Instituto Central. Este es un artículo de investigación y el autor recibirá con agrado comentarios sobre el texto.

ESQUEMAS DE REESTRUCTURACION DE PASIVOS ANTE DIVERSOS ESCENARIOS DE TASAS DE INTERES Y DE INFLACION

ABDÓN SANCHEZ ARROYO

JULIO 1995

DOCUMENTO DE INVESTIGACIÓN NO. 9503

RESUMEN

En economías con alta inflación los esquemas tradicionales de amortización de crédito resultan en un pago acelerado del capital en términos reales. Para evitar esto último, en la década de los 80s se diseñaron esquemas de amortización de pagos crecientes, que se fijaban de antemano. Ejemplos de estos esquemas son los "créditos aficorcados" que garantizan pagos constantes a valor presente, los esquemas de crédito para la vivienda que garantizan pagos constantes en términos de la tasa salarial, y finalmente los esquemas de pago que garantizan amortizaciones reales determinadas. En este artículo se discuten diversos esquemas de liquidación de créditos incluyendo los arriba mencionados, con el objetivo de proporcionar mecanismos de reestructuración de la cartera crediticia del sistema bancario nacional, lo cual puede llegar a ser necesario debido a las altas tasas de interés que imperan en el mercado nacional hoy en día. Además, se introduce un esquema de pago que en términos generales engloba a todos los esquemas de pagos descritos con anterioridad y que en situaciones como la que hoy atraviesa la economía mexicana puede ser de gran utilidad en las tareas de reestructuración de la deuda tanto interna como externa.

ESQUEMAS DE REESTRUCTURACION DE PASIVOS ANTE DIVERSOS ESCENARIOS DE TASAS DE INTERES Y DE INFLACION

ABDÓN SÁNCHEZ ARROYO

JULIO 1995

DOCUMENTO DE INVESTIGACIÓN No. 9503

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. EL ESQUEMA TRADICIONAL	5
3. ESQUEMAS DE LIQUIDACIÓN DE CRÉDITOS ALTERNATIVOS	9
3.1 EL ESQUEMA DE PAGOS CONSTANTES A VALOR PRESENTE TRADICIONAL	10
3.2 EL ESQUEMA DE PAGOS CONSTANTES A VALOR PRESENTE SALARIAL.....	15
3.3. UN ESQUEMA DE PAGOS CON AMORTIZACIONES REALES CONSTANTES	17
4. VARIANTES DE LOS ESQUEMA DE PAGOS DETERMINADOS EX-ANTE.....	21
4.1 ESQUEMA DE PAGOS CONSTANTES POR TRAMOS	22
4.2 ESQUEMA PAGOS CON AMORTIZACIÓN REAL CONSTANTE POR TRAMOS	24
4.3 UN ESQUEMA DE PAGOS PARA LA DEUDA EXTERNA	25
5. UN MODELO GENERAL.....	27
BIBLIOGRAFÍA.....	30
APÉNDICE 1. LAS MATEMÁTICAS DE LOS ESQUEMAS DE PAGOS.....	31
APÉNDICE 2. LOS ESQUEMAS DE PAGOS EN DIFERENTES ECONOMÍAS.....	36

ESQUEMAS DE REESTRUCTURACION DE PASIVOS ANTE DIVERSOS ESCENARIOS DE TASAS DE INTERES Y DE INFLACION

1. Introducción

En economías con alta inflación los esquemas tradicionales de amortización de crédito resultan en un pago acelerado del capital en términos reales. Para evitar esto último en los créditos hipotecarios de interés social, varios investigadores del Banco de México se abocaron a resolver este problema a mediados de 1982. El resultado de esos estudios fueron esquemas de pago de créditos con una característica general: el perfil de pagos del acreditado se determinaba de antemano.

Curiosamente no fue en los créditos para vivienda donde primero se aplicaron los referidos esquemas, sino en el Fideicomiso para la Cobertura de Riesgos Cambiarios (FICORCA). La característica del esquema adoptado por ese fideicomiso fue que el desembolso periódico que realizaba el acreditado era constante, cuando el pago se medía en términos de valor presente. Lo anterior contrasta con el esquema que se ha venido utilizando para los créditos a la vivienda, en los cuales el referido desembolso se mantiene constante al medirse en términos del poder salarial del acreditado.

En julio de 1986, el Banco de México, en su telex-circular 47/86, recomendó a las instituciones de banca múltiple la adopción de fórmulas de pago que evitaran la amortización acelerada, en términos reales, de créditos a favor de dichas instituciones. Sin embargo esta recomendación no tuvo eco en la banca debido a diversos problemas de tipo contable y financiero.

La objeción financiera más importante con respecto al esquema de pagos utilizado por el FICORCA se presenta en situaciones cuando la tasa real es muy alta. Si este es el caso, el esquema de pagos constantes a valor presente no sólo evita la amortización real acelerada del crédito, sino que produce pagos tan pequeños que el saldo real llega a crecer o bien decrecer bastante menos rápido que en el esquema tradicional. Por otro lado, el esquema de pagos utilizado para los créditos hipotecarios de interés social también estuvo sujeto a críticas, sobre todo por su sensibilidad a incrementar el plazo en situaciones en que la tasa real de incremento salarial es muy pequeña o negativa.

Ante esta situación se desarrolló un esquema de pago que garantizara amortizaciones reales determinadas en cada período (Calvillo (1988)). Esto quiere decir que el desembolso que efectúa el acreditado es lo suficientemente grande para garantizar que se amortice una porción constante del saldo real. Este esquema de pagos es muy parecido al utilizado por el FICORCA, inclusive la fórmula que describe la amortización difiere a la que se utilizó en ese Fideicomiso sólo en el parámetro de capitalización. En términos generales, se puede afirmar que la fórmulas de cálculo son idénticas.

Un esquema de pagos bajo el cual se liquida un crédito esta completamente determinado al establecer reglas transparentes para el cálculo de: el desembolso periódico realizado

por el acreditado (P_t); los intereses sobre saldos insolutos que se cobran al acreditado (I_t); la amortización de capital (A_t); y por último, el saldo insoluto del crédito (S_t). En la práctica actual, cuando las partes convienen los términos de un crédito se establece el plazo total en períodos (n) para liquidarlo. Sin embargo, es posible que al especificar la forma del desembolso periódico no se involucre a este parámetro, quedando así como resultado endógeno del esquema de pagos.

Los parámetros de la economía que se utilizan en los esquemas de pagos que se estudiarán en este artículo son: la tasa de interés nominal de mercado, (i_t); la tasa de interés real (r_t); y la tasa de inflación de la economía (p_t). Una identidad económica muy importante que será utilizada a lo largo del documento expresa la relación entre estas variables.

$$(1 + i_t) = (1 + r_t)(1 + p_t). \quad (1.1)$$

Así, la tasa de interés real en la economía esta determinada por la expresión:

$$r_t = \frac{(1 + i_t)}{(1 + p_t)} - 1. \quad (1.2)$$

La notación descrita en la página anterior para los elementos de un esquema de pagos y para las variables de la economía será usada consistentemente en cada uno de los esquemas que se revisen en este trabajo. En caso de que se necesite introducir notación extra, ésta será de uso exclusivo a la sección en que aparezca.

El artículo esta organizado como sigue: después de esta sección introductoria, en la siguiente se describe a detalle el esquema tradicional de pagos. En la sección 3 se analizan los esquemas alternativos de pago que resuelven los problemas asociados al esquema tradicional en economías con alta inflación. Posteriormente, la sección 4 presenta algunas variantes de los esquemas presentados en la sección 3.

Finalmente, la sección 5 introduce un esquema de pagos que en términos generales engloba a todos los descritos con anterioridad. Esto sucede por su estructura paramétrica, ya que es posible reproducir cualquier esquema de pagos para la liquidación de un crédito, al asignar valores específicos a los parámetros del modelo. Se incluyen dos Apéndices, en el primero se realizan las demostraciones formales de los principales resultados teóricos obtenidos en este trabajo, y en el segundo se presenta una interpretación de la relación entre algunos esquemas de pago cuando son utilizados en economías distintas.

2. El Esquema Tradicional

En general, el esquema más común para liquidar un crédito bancario considera períodos de pago homogéneos (es decir mensuales, trimestrales, semestrales anuales, etc), en cada uno de los cuales se pagan los intereses devengados sobre saldos insolutos, más una amortización determinada del capital. Los intereses sobre saldos insolutos en cada

período se calculan en base a la tasa de interés nominal de mercado, (i_t) , aplicada al saldo insoluto del crédito en el período, (S_t) , es decir:

$$I_t = i_t S_{t-1}. \quad (2.1)$$

Tradicionalmente, al concertar el crédito se determina el número de períodos o plazo, (n) , con el que cuenta el acreditado para liquidar el préstamo obtenido. Una vez fijado el plazo del crédito, se calcula la amortización periódica por concepto de capital como el cociente del monto del crédito y el plazo, en términos algebraicos la amortización es:

$$A_t = \frac{S_0}{n}. \quad (2.2)$$

De esta forma, el desembolso periódico que realiza el acreditado queda determinado por la suma de los intereses devengados en el período y la amortización de capital:

$$P_t = I_t + A_t. \quad (2.3)$$

Finalmente, el saldo insoluto al final del período en consideración es el resultado de la diferencia entre el saldo insoluto del crédito al inicio del período y el monto de la amortización:

$$S_t = S_{t-1} - A_t. \quad (2.4)$$

Las expresiones (2.1) a la (2.4) conforman lo que se conoce como el Esquema Tradicional de pagos para la liquidación de un crédito. La ecuación (2.2) muestra que los pagos por concepto de capital se realizan a partir del primer período del crédito. Sin embargo, existen situaciones en las cuales el acreedor otorga al acreditado un período de gracia para el pago del capital

Lo anterior quiere decir que, si g denota el número de períodos de gracia para pagar el capital, entonces desde el primer período hasta el número g el acreditado sólo realiza pagos por concepto de intereses devengados y no se incluye pago alguno por concepto de capital. Esto último, se realiza a partir del período $(g+1)$. Para este caso, la fórmula del pago por concepto de capital se transforma en la siguiente expresión:

$$A_t = 0, \text{ si } t \leq g, \text{ y } A_t = \frac{S_0}{(n-g)} \text{ si } t = g+1, \dots, n. \quad (2.2')$$

En una economía de baja inflación, si un crédito se liquida bajo un esquema tradicional, el saldo real se comporta muy similar al saldo nominal y el esquema de pagos cumple con los objetivos para los que fue diseñado. Por el contrario, en una economía con una inflación alta, el saldo real se comporta de una manera muy diferente al saldo nominal, en estas condiciones el saldo real se amortiza de una forma muy acelerada. Lo anterior se puede apreciar en la Gráfica 1.

En este ejercicio, se muestra el saldo real de un crédito de 1000.00 nuevos pesos que se liquida a un plazo de 10 años con el esquema tradicional de pagos, y donde el acreedor no

otorga al acreditado un plazo de gracia para el pago de capital. Se realizaron los cálculos para liquidar este crédito, considerando diferentes escenarios de inflación, dejando la tasa real de interés de la economía a un nivel del 3.0 por ciento.

GRAFICA 1

Los desembolsos que realizaría el acreditado cuando éstos son medidos en términos reales en los escenarios descritos en el comentario del párrafo anterior, se presentan en el cuadro 1. Este cuadro nos permite precisar la distorsión que introduce el fenómeno inflacionario a la liquidación de un crédito con el esquema tradicional.

Por ejemplo, observe que en una economía con inflación 60.0 por ciento anual (columna (4) del cuadro 1), al efectuar el segundo pago el acreditado ha cubierto en términos reales el 73.4 por ciento del monto inicial del crédito. Este fenómeno desvirtúa el crédito, pues un crédito que se suponía se iba a pagar en 10 años en realidad se está liquidando, en términos reales, casi completamente en sólo los dos primeros años.

CUADRO 1

DESEMBOLSO TOTAL DEL ACREDITADO QUE LIQUIDA UN PRESTAMO CON EL ESQUEMA TRADICIONAL DE PAGOS CON DIFERENTES ENTORNOS INFLACIONARIOS Medido en Términos Reales

TASAS DE:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Inflación	0.0%	10.0%	30.0%	60.0%	100.0%
Interés(*)	3.0%	13.3%	33.9%	64.8%	106.0%
Año					
1	130.00	211.82	337.69	467.50	580.00
2	127.00	181.57	239.70	266.88	263.50
3	124.00	155.07	168.96	150.98	118.50
4	121.00	131.89	118.10	84.47	52.63
5	118.00	111.64	81.71	46.62	23.00
6	115.00	93.98	55.83	25.27	9.84
7	112.00	78.62	37.55	13.38	4.09
8	109.00	65.26	24.73	6.85	1.63
9	106.00	53.69	15.82	3.34	0.61
10	103.00	43.68	9.71	1.50	0.20

(*) resultado de aplicar fórmula (1.1)

Al considerar escenarios con una inflación mayor la situación se agrava, por ejemplo si la inflación anual es del 100.0 por ciento (columna (5) del cuadro 1), el porcentaje del crédito inicial liquidado durante los dos primeros años se incrementa al 84.3 por ciento. Como resultado, se obtiene una situación indeseable para el acreditado así como para el acreedor.

La experiencia de una alta inflación en México, originó que se estudiaran nuevos esquemas de pago para la liquidación de créditos ya que, como se mencionó anteriormente, el esquema tradicional ante este fenómeno inflacionario resulta en un pago acelerado del capital en términos reales.

Lo anterior sucede porque al utilizar el esquema de pagos tradicional el impacto inflacionario se incorpora totalmente a los intereses devengados durante el período. Esto puede observarse en el Cuadro 2, donde se presenta la simulación de un crédito que se liquida con este esquema de pagos en un entorno inflacionario.

A mediados de 1982, se creía que la inflación en el país evolucionaría a niveles cercanos al supuesto descrito en el Cuadro 2, por ello, había que resolver el problema de la amortización acelerada para los créditos otorgados para la adquisición de vivienda de interés social. Los esquemas de pagos que surgieron de esos estudios se presentarán en la siguiente sección.

CUADRO 2

SIMULACION DE UN CREDITO QUE SE LIQUIDA BAJO EL ESQUEMA TRADICIONAL DE PAGOS

Datos y supuestos					
Principal		N\$ 1000.00			
Plazo		10 Años			
Amortización		10 cuotas			
Tasa de Inflación		60.0% Anual			
Tasa real		3.0% Anual			
Tasa Nominal (a)		64.8% Anual			
Pago de capital e intereses:		al final del año			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Año	Saldo del Crédito al inicio del año (S_{t-1})	Amortiza- ción del Período (A_t)	Intereses devengados en el año (I_t)	Pago total del acreditado (P_t)	Pago total en términos reales
1	1,000.00	100.00	648.00	748.00	467.50
2	900.00	100.00	583.20	683.20	266.88
3	800.00	100.00	518.40	618.40	150.98
4	700.00	100.00	453.60	553.60	84.47
5	600.00	100.00	388.80	488.80	46.62
6	500.00	100.00	324.00	424.00	25.27
7	400.00	100.00	259.20	359.20	13.38
8	300.00	100.00	194.40	294.40	6.85
9	200.00	100.00	129.60	229.60	3.34
10	100.00	100.00	64.80	164.80	1.50

(a) resultado de aplicar la fórmula (1.1)

3. Esquemas de liquidación de créditos alternativos

La investigación emprendida se concentró en atacar la problemática de la cartera hipotecaria. Sin embargo, no fue en los créditos a la vivienda donde se aplicaron los resultados obtenidos sino en el Fideicomiso para la Cobertura de Riesgos Cambiarios (FICORCA). El impacto de las operaciones del FICORCA fue tal, que el esquema de pago de créditos utilizado por este fideicomiso se hizo famoso a nivel nacional y en algunos círculos internacionales se les conoce con el nombre genérico de **Créditos Aficorcados**.

La idea básica utilizada en los estudios realizados consistía en encontrar un esquema de liquidación de créditos en el cual **el desembolso periódico que debería realizar el acreditado quedara determinado al momento de la concertación del crédito, cuando el referido desembolso fuera medido en términos reales o a valor presente.**

La tasa de descuento utilizada en la valuación del pago en la fecha de concertación del crédito puede ser diferente para distintos usuarios del crédito. Al variar la tasa de descuento se obtienen diversos esquemas de pagos. Ejemplos de las tasas que pueden ser utilizadas son: la tasa de interés nominal del mercado, la tasa de incremento salarial (inflación más tasa salarial real), y la tasa de inflación. Para cada una de estas tasas el término utilizado por la comunidad financiera para denotar los resultados obtenidos son el valor presente tradicional, el valor presente salarial, y el valor real, respectivamente.

Así, si se desea que los pagos del acreditado medidos a valor presente tradicional tengan un perfil determinado, el esquema funcionaría de la siguiente forma: si denotamos con $p_1, p_2, \dots, p_n$ a los pagos deseados en el esquema a valor presente al inicio del crédito, se obtendría que para liquidar totalmente el crédito será necesario que se cumpla la siguiente igualdad:

$$p_1 + p_2 + \dots + p_n = S_0. \quad (3.0.1)$$

Por otro lado, el desembolso nominal que realizará el acreditado en cada período queda determinado por la siguiente expresión:

$$P_t = p_t \prod_{j=1}^t (1 + i_j). \quad (3.0.2)$$

Con esta última expresión, el desembolso del acreditado quedaría completamente definido para este ejemplo. En otros casos, una descripción completa del pago se obtiene al especificar la forma que tendrá el pago cuando es medido en términos reales o en términos salariales. Precisamente, toda la sección 3 se dedica a la descripción de los esquemas de liquidación de créditos en los cuales el pago deflactado es constante en las diversas formas del deflactor, es decir utilizando tasas de interés nominales, tasas nominales de incremento salarial y tasas de inflación.

Así, en la sección 3.1 se analizará el esquema de pagos constantes en términos del valor presente tradicional, mientras que en la sección 3.2 se describe el esquema de liquidación de créditos con desembolsos constantes medidos en términos del valor presente salarial. En la sección 3.3, se presenta una esquema de pagos en el cual el desembolso del acreditado es suficiente para cubrir una amortización real de capital constante en cada período.

3.1 El esquema de pagos constantes a valor presente tradicional

El caso particular adoptado por el FICORCA consistió en que el desembolso periódico del acreditado fuera constante cuando se medía a valor presente, esto quiere decir que $p_1 = p_2 = \dots = p_n = p_0$, lo cual al ser sustituido en la expresión (3.0.1) implica que el pago constante es el resultado de dividir el monto del crédito inicial entre el plazo total en períodos, es decir, $p_0 = \frac{S_0}{n}$..

Con este comentario es posible describir completamente el desembolso que realiza el acreditado. El desembolso periódico en términos nominales se obtiene de la expresión (3.0.2) al sustituir la forma del pago en ella:

$$P_t = \frac{S_0}{n} \prod_{i=1}^t (1+i_i), \quad (3.1.1)$$

Una expresión alternativa a (3.1.1) para calcular el desembolso del acreditado fue descubierta en 1983 cuando se iniciaron las operaciones del FICORCA². Esta fórmula expresa el desembolso periódico en términos del saldo insoluto del crédito, la tasa de interés nominal y el plazo del crédito:

$$P_t = \frac{S_{t-1}(1+i_t)}{n-t+1}. \quad (3.1.1')$$

Una de las implicaciones inmediatas de esta expresión es la garantía de que el crédito se liquida al efectuar el pago número n , puesto que en ese período se liquida el saldo insoluto más los intereses devengados, es decir, la expresión (3.1.1') se convierte en: $P_n = S_{n-1}(1+i_n)$.

Los intereses devengados en cada período se calculan de la forma tradicional, es decir con la tasa de interés nominal de mercado, aplicada sobre saldos insolutos:

$$I_t = i_t S_{t-1}. \quad (3.1.2)$$

Recuérdese que al momento de la concertación del crédito se decidió fijar, en pesos del inicio del primer período, el monto del desembolso que realiza el acreditado al final de cada período. Esto ocasiona que el capital incluido en el pago o amortización de capital quede determinado por la diferencia entre el desembolso y el monto de los intereses, es decir :

$$A_t = P_t - I_t. \quad (3.1.3)$$

Esta forma de determinar la amortización periódica de capital puede ocasionar que en algunos períodos el desembolso del acreditado no alcance a cubrir el monto de los intereses devengados. En caso de que esto último suceda, en un período determinado, será necesario que el acreedor otorgue al acreditado un crédito adicional por esa diferencia, en ese período. Así fue como este concepto fue considerado e instrumentado en la reglas de operación del FICORCA, Banco de México (1983).

Finalmente, el saldo insoluto del crédito al final del período se obtiene con la expresión tradicional: la diferencia entre el saldo inicial del período y la amortización.

$$S_t = S_{t-1} - A_t = S_{t-1}(1+i_t) - P_t. \quad (3.1.4)$$

²En el Apéndice 1, se incluye una demostración formal de la equivalencia de las fórmulas (3.1.1) y (3.1.1').

Las fórmulas (3.1.1), (3.1.2), (3.1.3), y la (3.1.4) determinan completamente el esquema de pagos utilizado por el FICORCA, y será llamado el “esquema de pagos constantes a valor presente”.

Este esquema de pagos resuelve el problema de la amortización no deseada del crédito en términos reales, que se presenta en el esquema de pagos tradicional cuando la inflación es alta. Esto último se puede observar en el Cuadro 3, donde se presenta la liquidación de crédito utilizando el esquema de pagos descrito.

CUADRO 3

**SIMULACION DE UN CREDITO QUE SE LIQUIDA CON EL ESQUEMA DE PAGOS
CONSTANTES A VALOR PRESENTE**

Datos y supuestos						
Principal		N\$ 1000.00				
Plazo		10 Años				
Amortización		10 Cuotas anuales				
Tasa de Inflación		60.0% Anual				
Tasa Real de interés		3.0% Anual				
Tasa Nominal		64.8% Anual				
Fecha de Pago de capital e intereses:		al final de cada año				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Año	Saldo del Crédito al inicio del año (S_t)	Pago total del acreditado (P_t)	Intereses Devengados En el Año (I_t)	Amortización del Período (A_t)	Pago total en términos reales	Saldo real del crédito al inicio del año
1	1,000.00	164.80	648.00	-483.20	103.00	1,000.00
2	1,483.20	271.59	961.11	-689.52	106.09	927.00
3	2,172.72	447.58	1,407.92	-960.34	109.27	848.72
4	3,133.07	737.61	2,030.23	-1,292.61	112.55	764.91
5	4,425.68	1,215.59	2,867.84	-1,652.25	115.93	675.31
6	6,077.93	2,003.29	3,938.50	-1,935.21	119.41	579.64
7	8,013.15	3,301.42	5,192.52	-1,891.10	122.99	477.62
8	9,904.25	5,440.74	6,417.96	-977.22	126.68	368.96
9	10,881.47	8,966.33	7,051.19	1,915.14	130.48	253.35
10	8,966.33	14,776.52	5,810.18	8,966.33	134.39	130.48

Las columnas (6) y (7) presentan el desembolso periódico del acreditado y el saldo del crédito al inicio del período cuando estos se miden en términos reales. Se puede observar en la tabla que el comportamiento del saldo del crédito en términos reales, bajo el esquema descrito, es muy parecido al que se presenta cuando el crédito se liquida bajo el Esquema Tradicional en una economía sin inflación (ver columna (1) del cuadro 1). Más importante aún es el hecho de que, al modificar el supuesto de inflación que se presenta en el Cuadro 3, entonces las dos últimas columnas no sufren variaciones, es decir, en términos reales este esquema es insensible a la tasa de inflación.

Sin embargo, como se mencionó líneas arriba, el hecho de mantener el pago del acreditado constante, cuando se mide en términos de valor presente, puede generar que el acreditado obtenga un crédito adicional en algunos períodos. Lo anterior origina que el saldo insoluto del crédito en términos nominales sea creciente durante los primeros períodos del crédito, y que después sea decreciente. Esto último también se puede observar en los ejemplos que se muestran en la Gráfica 2, en donde el saldo nominal de un crédito que se liquida con el esquema manteniendo los supuestos del cuadro 3 en diferentes escenarios de inflación.

En julio de 1986, el Banco de México recomendó, en su telex-circular 47/86, a las instituciones de banca múltiple la adopción de fórmulas de pago que evitaran la amortización acelerada en términos reales, de los créditos a favor de dichas instituciones, como por ejemplo la fórmula (3.1.1). Esta recomendación no tuvo eco en la banca debido a diversos problemas de tipo contable y financiero.

GRAFICA 2

SALDO NOMINAL DE UN CREDITO QUE SE LIQUIDA CON EL ESQUEMA DE PAGOS CONSTANTES A VALOR PRESENTE

La objeción financiera más importante apuntada por los bancos se presenta en situaciones cuando la tasa real es muy alta. Si este es el caso, el esquema de pagos constantes a valor presente no sólo evita la amortización real acelerada del crédito, sino que produce pagos tan pequeños que el saldo real llega a crecer o bien decrecer bastante menos rápido que en el esquema tradicional. Esta observación se ilustra en la Gráfica 3, en donde se muestra

el saldo real de un crédito que se liquida con el esquema de pagos constantes a valor presente bajo los supuestos descritos en el Cuadro 3 en diferentes escenarios de la tasa real de interés de la economía.

De la gráfica 3 se puede concluir que para tasas reales pequeñas, por ejemplo entre el -2.0 y el 2.0 por ciento, el saldo real disminuye de manera muy similar al saldo real del crédito tradicional en economías sin inflación. Sin embargo, cuando la tasa real se incrementa al 20.0 por ciento el saldo real se incrementa durante los primeros seis años, en lugar de disminuir.

GRAFICA 3.

La principal conclusión de esta sección respecto al esquema aquí descrito, es que a pesar de que este esquema es insensible a la tasa de inflación, resulta ser muy sensible cambios en la tasa real de interés.

3.2 El esquema de pagos constantes a valor presente salarial

Como ya se mencionó, los créditos aficorcados tuvieron su origen al buscar esquemas alternativos para la liquidación de créditos a la vivienda de interés social. El esquema de pagos adoptado para los créditos a la vivienda que otorgaba el Fondo a la Vivienda (FOVI) de Banco de México, se basó en el deseo de las autoridades de determinar el desembolso periódico que realizaría el acreditado en términos de la capacidad de pago del acreditado.

Una vez determinada la capacidad de pago del acreditado, ésta debería mantenerse constante en términos del ingreso del acreditado (otra descripción de este esquema de pagos se puede encontrar en Maydon(1988)). Así, el perfil de pagos de crédito fue determinado por los siguientes factores:

1. El pago que efectúa el acreditado debe estar estrechamente relacionado a su nivel de ingreso. Estimaciones hechas por el Fondo a la Vivienda (FOVI) consideran que el porcentaje de ingreso destinado a vivienda es del **25 por ciento**. En base a lo anterior y a estudios del mercado, el FOVI determinó que el factor del pago mensual, fijado al inicio del crédito, debería ser de 9.5 nuevos pesos por cada mil del monto del crédito. Este factor de pagos inicial ha sido revisado por el FOVI, por ejemplo en 1993 el factor se redujo al 7.5 nuevos pesos al millar a fin de que personas de menores ingresos tuvieran acceso a una vivienda.
2. La segunda consideración consiste en actualizar el factor de pago inicial, considerado en el punto anterior, con la tasa de incremento salarial de cada período. Es decir, en términos de los ingresos del acreditado, el monto del pago se mantendría constante durante la vigencia del crédito. Observe que la tasa nominal de incremento salarial en el período j , (denotada por s_j), cumple la igualdad:

$$(1 + s_j) = ((1 + p_j)(1 + w_j)),$$

donde π denota a la inflación y w la tasa real de incremento salarial.

Así, si f es el factor de pago mensual que determinó el FOVI en el primer comentario ($f = \frac{9.5}{1000}$) y si se utiliza la notación introducida en el segundo comentario, obtendríamos que el desembolso del acreditado en el período t se obtiene al actualizar la capacidad de pago por la tasa nominal de incremento salarial:

$$P_t = fS_0 \prod_{j=1}^t ((1 + p_j)(1 + w_j)). \quad (3.2.1)$$

Como los créditos hipotecarios se concertan a tasas de mercado, los intereses devengados, el capital contenido en el pago y el saldo insoluto del crédito al final del período que resultan en este esquema de pagos, pueden ser calculados con las mismas expresiones que

se utilizaron en el esquema de pagos constante a valor presente descrito en la sección anterior. Por completez las listamos a continuación en el mismo orden:

$$I_t = i_t S_{t-1}, \quad (3.2.2)$$

$$A_t = P_t - I_t, \quad (3.2.3)$$

$$S_t = S_{t-1}(1 + i_t) - P_t = S_{t-1} + I_t - P_t \quad (3.2.4)$$

Estas fórmulas representan en conjunto el esquema de pagos para la liquidación de créditos hipotecarios seguido por el FOVI (ver Banco de México(1993) y Maydon(1988)). Como en el caso del esquema de pagos constantes a valor presente, se debe mencionar que la fórmula (3.2.3) describe una amortización sólo en el caso de que el pago efectuado sea mayor que los intereses devengados en el período, en caso contrario se incurre en un crédito adicional.

A diferencia de los esquemas de pagos descritos con anterioridad, en los cuales se determinaba el plazo al concertar el crédito, en el esquema de pagos para la liquidación de créditos descrito por las expresiones (3.2.1) a la (3.2.4) el plazo es un resultado del modelo. Lo anterior se debe a que el desembolso periódico que efectúa el acreditado se determina en términos del monto del crédito inicial y de la tasa de incremento salarial del acreditado.

Por esta razón es de esperarse que, en situaciones macroeconómicas distintas a las utilizadas como supuestos en el diseño del crédito, se obtenga un plazo total para la liquidación del crédito diferente al que originalmente se planeó. Esto quiere decir, que en estos esquemas de pagos el plazo para liquidar el crédito queda indeterminado. De la expresión (3.2.1) se concluye que la modificación del factor de pago inicial o del comportamiento de la tasa real de incremento salarial, origina que necesariamente se modifique el plazo de liquidación del crédito.

Los resultados obtenidos para diferentes alternativas de los parámetros descritos en el párrafo anterior se presentan en la Gráfica 4 para un crédito de 1000 nuevos pesos que se liquida con el esquema de pagos a una tasa de interés real del 3.0 por ciento.

En esta gráfica se muestra el comportamiento del saldo del crédito para diferentes factores de pago inicial y diferentes tasas reales de incremento salarial. Así, podemos observar que si la tasa de incremento salarial real es del 3.0 por ciento y el factor de pago inicial es de 9.5 al millar, entonces el plazo resultante es 10 años, mientras que si se reduce el factor al 8.5 al millar entonces el plazo se incrementa a 11 años. Por otro lado si la tasa real de incremento salarial es del -3.0 por ciento, entonces en el primer caso el plazo que resulta es 15 años y en el segundo, factor de pago de 8.5, el plazo es de 17 años.

El problema que se presenta en un esquema de pagos cuando el plazo no se determina al inicio del crédito, es decir que el plazo dependa de ciertas condiciones macroeconómicas, fue considerado por las autoridades del Banco de México en la descripción de las reglas de operación del FOVI.

GRAFICA 4

SALDO NOMINAL DE UN CREDITO QUE SE LIQUIDA BAJO UN ESQUEMA DE PAGOS TIPO FOVI

Para evitar que un crédito perdure por tiempo ilimitado, este fondo otorga una garantía al acreditado que establece que si el factor de pago inicial del crédito es de 9.5 nuevos pesos al millar, entonces después de quince años de crédito el fondo asume el saldo insoluto del crédito y el bien pasa a ser del acreditado. Este esquema también ha estado sujeto a críticas por parte del sistema bancario, las cuales están basadas en los comentarios realizados con anterioridad.

3.3. Un esquema de pagos con amortizaciones reales constantes

En esta sección se presenta un esquema de pagos que resuelve los problemas asociados a los esquemas descritos en 3.1, y 3.2, es decir que si la tasa real es significativamente alta, entonces el saldo real crece mucho, o bien que si el salario se rezaga, esto resulte en un plazo muy amplio.

La diferencia de este esquema de pagos con aquellos que se revisaron en 3.1 y 3.2 consiste básicamente en que no se requiere que el pago periódico que realiza el acreditado sea constante en términos del valor presente o en términos salariales reales, sino **que el desembolso del acreditado garantice que se efectúen amortizaciones en términos reales en cada período y que éstas sigan un patrón determinado.**

La idea principal en el desarrollo de este esquema, es que el desembolso que efectúa el acreditado en cada período es lo suficientemente grande para garantizar que se amortice una porción constante del saldo real (la descripción de este esquema de pagos fue presentado en Calvillo(1988)).

Al garantizar que la amortización real sea constante, digamos en un monto a , nos conduce a afirmar que ésta quedaría determinada por el cociente entre el monto del crédito y el plazo total en períodos, es decir $a = \frac{S_0}{n}$. Así, al evaluar esta expresión en moneda del período t se obtiene la siguiente fórmula:

$$A_t = \frac{S_0}{n} \prod_{j=1}^t (1 + p_j), \quad (3.3.1)$$

Utilizando el Teorema A.1.1 del Apéndice 1 se puede concluir que esta expresión puede reescribirse de la siguiente forma:

$$A_t = \frac{S_{t-1}(1 + p_t)}{n - t - 1}. \quad (3.3.1')$$

Los intereses devengados en el período deberán ser calculados a la tasa de mercado, lo cual implica que las fórmulas para determinar los intereses y el saldo insoluto del crédito al final del período son:

$$I_t = i_t S_{t-1}, \quad (3.3.2)$$

$$S_t = S_{t-1}(1 + i_t) - P_t, \quad (3.3.4)$$

donde P_t , denota el desembolso en términos nominales que realiza el acreditado en el período.

Sin embargo, para determinar el monto del pago que realizará el acreditado será necesario realizar algunas operaciones algebraicas de la variables medidas en términos reales. Así, puesto que la amortización real en cada período es $a = \frac{S_0}{n}$, se sigue que el saldo del crédito en términos reales cumple con la siguiente expresión:

$$s_t = s_{t-1} - \frac{S_0}{n}, \quad (3.3.a)$$

en donde s_t denota el saldo real del crédito en el período t . Ahora bien, al evaluar la expresión (3.3.4) en términos reales se obtiene:

$$s_t = s_{t-1} \left[\frac{(1+i_t)}{(1+p_t)} \right] - p_t, \quad (3.3.b)$$

en donde p_t denota el pago que realiza el acreditado en el período t medido en términos reales. Igualando las expresiones (3.3.a) y (3.3.b) y despejando el desembolso real p_t , se obtiene que dicho pago queda determinado por la fórmula:

$$p_t = s_{t-1} \left[\frac{(1+i_t)}{(1+p_t)} - 1 \right] + \frac{S_0}{n}.$$

Observe que la expresión que se encuentra entre paréntesis cuadrados es la fórmula que define la tasa real de interés de la economía, como se describió en la primera sección (fórmula (1.2)). Esto quiere decir, que el desembolso del acreditado medido en términos reales resulta ser:

$$p_t = r_t s_{t-1} + \frac{S_0}{n}.$$

Finalmente, al evaluar esta última expresión para el período t en términos nominales se obtiene la expresión:

$$P_t = r_t S_{t-1} (1+p_t) + \left(\frac{S_0}{n} \right) \prod_{j=1}^t (1+p_j),$$

o utilizando la expresión (3.3.1) para la amortización se obtiene:

$$P_t = r_t S_{t-1} (1+p_t) + A_t, \quad (3.3.3)$$

Con esta formulación para el desembolso periódico, es posible encontrar una versión alternativa de la expresión (3.3.4), la cual se obtiene al sustituir la expresión (3.3.3) en (3.3.4) para obtener:

$$S_t = S_{t-1} (1+p_t) - A_t. \quad (3.3.4')$$

Observe que la ecuación (3.3.1) garantiza que el saldo real del crédito se decremente linealmente como en una economía sin inflación al liquidar un crédito bajo el esquema tradicional, lo cual se puede apreciar en el Cuadro 4. Por otro lado, el primer término de la fórmula (3.3.3) representan los intereses reales del crédito en ese período, mientras que el segundo corresponde a la amortización real.

Los comentarios anteriores conducen a la afirmación siguiente: la liquidación de un crédito con este esquema de pagos cuando se mide en términos reales, puede ser

interpretada como la liquidación de un crédito con el esquema tradicional en una economía en la que la moneda esta indizada a la inflación (ver Apéndice 2).

CUADRO 4

SIMULACION DE UN CREDITO QUE SE LIQUIDA BAJO EL ESQUEMA DE PAGOS CON AMORTIZACION REAL CONSTANTE

Datos y supuestos						
Principal	N\$ 1000.00		Tasa Real	3.0% Anual		
Plazo	10 Años		Tasa interés	64.8% Anual		
Inflación	60.0% anual		Desembolsos	al final de cada año		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Año	Saldo del Crédito al inicio del año (S_{t-1})	Amortización del Período (A_t)	Intereses devengados en el año (I_t)	Pago total del acreditado (P_t)	Pago total en términos reales	Saldo real del crédito al inicio del año
1	1,000.00	160.00	48.00	208.00	130.00	1,000.00
2	1,440.00	256.00	69.12	325.12	127.00	900.00
3	2,048.00	409.60	98.30	507.90	124.00	800.00
4	2,867.20	655.36	137.63	792.99	121.00	700.00
5	3,932.16	1,048.58	188.74	1,237.32	118.00	600.00
6	5,242.88	1,677.72	251.66	1,929.38	115.00	500.00
7	6,710.89	2,684.35	322.12	3,006.48	112.00	400.00
8	8,053.06	4,294.97	386.55	4,681.51	109.00	300.00
9	8,589.93	6,871.95	412.32	7,284.26	106.00	200.00
10	6,871.95	10,995.12	329.85	11,324.97	103.00	100.00

Se debe mencionar que cuando la tasa nominal de interés es igual a la tasa de inflación, el primer término de (3.3.3) desaparece y la fórmula se reduce a la (3.1.1) de los créditos con pagos constantes a valor presente. De lo anterior se concluye que para tasas reales muy pequeñas las fórmulas (3.3.3) y (3.1.1) producen resultados muy similares, sin embargo cuando la tasa real es muy alta se obtienen diferencias considerables.

En la Gráfica 5 se muestra el comportamiento de los pagos de los acreditados, medidos en términos reales, en los diferentes esquemas de pago para el crédito de 1000 nuevos pesos, cuando la tasa real es del 3.0 por ciento. Es posible que el esquema de pago descrito por las ecuaciones (3.3.1) a (3.3.4) reciba críticas de indización, puesto que el pago se calcula utilizando la tasa de inflación, sin embargo se debe hacer énfasis que el crédito sigue devengando intereses a la tasa de mercado y que la inflación sólo se utiliza para calcular el valor del desembolso del acreditado.

Otra ventaja de utilizar este esquema de pagos consiste en el hecho de que el saldo nominal del crédito no crece desmesuradamente como en el caso de los créditos que se liquidan con el esquema de pagos constantes a valor presente.

GRAFICA 5

**LOS DESEMBOLSOS DEL ACREDITADO EN TERMINOS REALES EN
DIFERENTE ESQUEMAS DE LIQUIDACION DE CREDITOS**

(*) TRAD:= Esquema tradicional,
CTE VP= Esquema de pagos constantes a valor presente, y
M CTE= Esquema de pagos con amortización real constante.

4. Variantes de los esquema de pagos determinados ex-ante

Cuando se solicita un crédito bancario, o bien cuando se lleva a cabo una reestructuración, es necesario realizar un análisis profundo de la situación macroeconómica por la que atraviesa la economía del país. En algunas ocasiones los esquemas de pagos descritos en la sección 3 no son los suficientemente atractivos a los potenciales usuarios del crédito, debido principalmente a la situación prevaleciente en la economía.

En estas condiciones, es pertinente introducir algunas modificaciones a los esquemas de liquidación de créditos descritos en secciones anteriores. Precisamente, en esta sección se presentan algunas variantes de los esquemas presentados, las cuales pueden ser utilizadas en las reestructuraciones de créditos, o por cualquier usuario del crédito con problemas de liquidez, para afrontar sus compromisos.

Curiosamente la falta de liquidez puede afectar a una economía como le sucedió a la mayoría de los países Latinoamericanos en la "década perdida", debido al fenómeno de la deuda externa. Durante esa década, estudiosos del tema consideraban que la solución a este problema requería de esquemas menos ortodoxos que los que se habían utilizado por la comunidad financiera internacional. Por esta razón, también se presenta un esquema de pagos heterodoxo que puede ser utilizado para enfrentar renegociaciones de deuda externa de la economía. A continuación se presentan los esquemas mencionados.

4.1 Esquema de pagos constantes por tramos

Al iniciar las operaciones del FICORCA, funcionarios de esta dependencia descubrieron que la fórmula del pago del crédito del esquema de pagos constantes a valor presente, (fórmula 3.1.1), podía expresarse en términos del saldo insoluto, (la expresión (3.1.1') de la sección (3.1), ver Apéndice 1). Esa expresión para el desembolso fue muy útil para el desarrollo de los contratos especiales instrumentados por el fideicomiso, tales contratos tuvieron su origen por de la falta de liquidez de los potenciales acreditados.

Algunas empresas que intentaban ingresar al FICORCA argumentaban que a pesar de que el pago resultante, en un esquema de pagos constantes a valor presente, era reducido, en la situación que atravesaban en ese momento el desembolso referido resultaba ser muy grande para ellos. Lo anterior originó que se estudiaran algunas variantes de los esquemas de pagos constantes a valor presente.

En particular, se desarrolló una modificación que consiste en reemplazar el plazo del crédito en la expresión (3.1.1') por una serie de parámetros, llamados parámetros de escalonamiento. El objetivo de los parámetros de escalonamiento era reducir la carga financiera que afrontaban las empresas por concepto del pago periódico.

Esto permitió que con pocos parámetros se obtuvieran pagos variables en valor presente pero constante por tramos. La fórmula que describe el desembolso del acreditado es:

$$P_t = \frac{S_{t-1}(1+i_t)}{k_j - t + 1}, \quad (4.1.1)$$

A los parámetros $k_j, j = 1, \dots, m$ se les llama parámetros de escalonamiento. Observe que cuando $m=1$, es decir sólo hay un parámetro de escalonamiento, éste debe ser igual al plazo del crédito ($k_1 = n$) y en este caso la fórmula (4.1.1) es idéntica a la expresión (3.1.1).

La descripción completa de esta modificación al esquema de pagos constantes a valor presente incluye las fórmulas para los intereses devengados, la amortización contenida en el pago y el saldo insoluto del crédito en cada período. Estas fórmulas son idénticas a las expresiones (3.1.2), (3.1.3) y (3.1.4), respectivamente.

La idea utilizada para introducir los contratos especiales del FICORCA fue que algunos parámetros de escalonamiento fueran mayores que el plazo del crédito a fin de reducir el monto del desembolso del acreditado, y con ello reducir la carga financiera para el acreditado por concepto del pago. Esto último sucedía en aquellos períodos donde estuvieran vigentes los parámetros "grandes".

En general, los parámetros de escalonamiento deben de cumplir con dos condiciones: que el último parámetro sea igual al plazo ($k_m = n$) y que si k_j esta vigente en el período t , entonces $k_j > t$. La primera condición garantiza que el crédito se liquida en el período convenido, mientras que las otras condiciones simplemente garantizan que el crédito no se liquida antes de lo pactado. En el cuadro 5 se presenta la simulación de un crédito que se liquida con este esquema.

Cuadro 5

**SIMULACION DE UN CREDITO QUE SE LIQUIDA CON EL ESQUEMA DE PAGOS
CONSTANTES POR TRAMOS A VALOR PRESENTE**

Datos y supuestos							
		Principal	N\$ 1000.00				
		Plazo	10 Años				
		Tasa de Inflación	30.0% Anual				
		Tasa Real	3.0% Anual				
		Tasa Nominal	33.9%				
		Fecha de Pago de capital	e intereses: al final de cada año				
		Parámetros :	$k_1 = 20$, años 1 a 5, y $k_2 = 10$, años 6 a 10				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Año	Saldo del Crédito al inicio del año (S_{t-1})	Pago total del Acreditado (P_t)	Intereses devengados en el año (I_t)	Amortiza- ción del Período (A_t)	Pago total en términos reales(p_t)	Saldo real del crédito al inicio del año	Pago total A valor presente
1	1,000.00	66.95	339.00	-272.05	51.50	1,000.00	50.00
2	1,272.05	89.65	431.22	-341.58	53.05	978.50	50.00
3	1,613.63	120.04	547.02	-426.98	54.64	954.81	50.00
4	2,040.61	160.73	691.77	-531.04	56.28	928.82	50.00
5	2,571.65	215.22	871.79	-656.58	57.96	900.41	50.00
6	3,228.23	864.52	1,094.37	-229.85	179.11	869.46	150.00
7	3,458.08	1,157.59	1,172.29	-14.70	184.48	716.43	150.00
8	3,472.77	1,550.01	1,177.27	372.74	190.02	553.44	150.00
9	3,100.03	2,075.47	1,050.91	1,024.56	195.72	380.03	150.00
10	2,075.47	2,779.05	703.58	2,075.47	201.59	195.72	150.00

Los pagos periódicos del esquema medidos a valor presente se encuentran en la columna (8) del Cuadro 5, y se puede observar que éstos son constantes por tramos, así para los

períodos del 1 al 5 el pago medido en valor presente resulta ser de 50.00, mientras que para el tramo del período del 6 al 10 el desembolso asciende a 150.00. Esto quiere decir que el acreditado recibe un apoyo durante los primeros cinco años para afrontar su problema de liquidez, a cambio de que compense la reducción del pago en ese período con un incremento en sus pagos correspondientes a los últimos cinco años de vigencia del crédito.

4.2 Esquema pagos con amortización real constante por tramos

De igual manera, como se introdujeron los parámetros de escalonamiento a la fórmula que describe al desembolso nominal del esquema de pagos constantes a valor presente, es posible introducir el mismo tipo de parámetros a la expresión que describe la amortización real constante en el esquema de pagos presentado en la sección (3.3). Si este es el caso, la fórmula que describiría la amortización con parámetros de escalonamiento sería:

$$A_t = \frac{S_{t-1}(1 + p_t)}{k_j - t - 1}, \quad (4.2.1)$$

Este esquema cumple el mismo objetivo que el esquema de pagos constantes por tramos presentado en la sección 4.1, es decir los parámetros de escalonamiento son una herramienta que permite reducir durante los primeros períodos la amortización real que paga el acreditado.

En el cuadro 6 se presenta una simulación de un crédito que se liquida bajo esta modalidad. Los datos y supuestos son iguales a los que se utilizaron en el cuadro 5.

Cuadro 6

SIMULACION DE UN CREDITO QUE SE LIQUIDA CON EL ESQUEMA DE PAGOS QUE GARANTIZAN AMORTIZACIONES REALES Y CONSTANTES POR TRAMOS

Año	Saldo del Crédito al inicio del año (S_{t-1})	Amortización del Período (A_t)	Intereses devengados en el año (I_t)	Pago total del acreditado (P_t)	Pago total en términos reales (p_t)	Saldo real del crédito al inicio del año
1	1,000.00	65.00	39.00	104.00	80.00	1,000.00
2	1,235.00	84.50	48.17	132.67	78.50	950.00
3	1,521.00	109.85	59.32	169.17	77.00	900.00
4	1,867.45	142.81	72.83	215.64	75.50	850.00
5	2,284.88	185.65	89.11	274.76	74.00	800.00
6	2,784.70	724.02	108.60	832.62	172.50	750.00
7	2,896.09	941.23	112.95	1,054.18	168.00	600.00
8	2,823.68	1,223.60	110.12	1,333.72	163.50	450.00
9	2,447.19	1,590.67	95.44	1,686.12	159.00	300.00
10	1,590.67	2,067.88	62.04	2,129.91	154.50	150.00

4.3 Un esquema de pagos para la deuda externa

En esta sección se presenta un esquema de pagos para el problema de la deuda externa mediante ideas más heterodoxas que las que se han utilizado por la comunidad financiera internacional. Dentro de las ideas heterodoxas que se incorporan al esquema de pagos se pueden distinguir tres conceptos con amplio fundamento económico:

1. La necesidad de imponer un tope a las tasas de interés aplicables a la deuda.
2. Procurar que el período de amortización de la deuda se asocie al potencial exportador de la economía deudora.
3. Que se hagan depender los desembolsos por servicio de la deuda del marco que ofrezcan las economías acreedoras para una sana evolución del comercio internacional.

La siguiente propuesta, Zedillo(1985) incorpora los tres conceptos anteriores. La notación adicional que será utilizada en esta sección es la siguiente:

Π_t	tasa representativa de la inflación internacional.
i'_t	tasa nominal de interés tope,
r'_t	tasa real de interés tope,
g_t	tasa de crecimiento de la comunidad internacional acreedora,
g'_t	tasa objetivo de crecimiento de la comunidad internacional.

Para este caso será necesario considerar las siguiente supuestos económicos:

$$(1 + i_t) = (1 + r_t)(1 + \Pi_t), \text{ y} \quad (4.3.1)$$

$$(1 + i'_t) = (1 + r'_t)(1 + \Pi_t). \quad (4.3.2)$$

El plazo convenido para liquidar la deuda se puede determinar en términos de las exportaciones de la economía, es decir como el cociente del saldo de la deuda externa y un porcentaje de las exportaciones, el cual sería negociado con los acreedores. La fórmula para el plazo sería:

$$n = \frac{S_0}{aX_0}, \quad (4.3.3)$$

donde X_0 denota el valor de las exportaciones de la economía al efectuarse la negociación y a denota la porción de ellas dedicada al pago de la deuda externa, porción negociada con los acreedores.

Los desembolsos periódicos a los acreedores se determinarían con la fórmula:

$$P_t = \frac{S_{t-1}(1+i'_t)}{n-T_t+1} \left(\frac{g_t}{g'_t} \right), \text{ si se cumple que } P_t < S_{t-1}(1+i_t), \quad (4.3.4)$$

en caso contrario, el desembolso será:

$$P_t = S_{t-1}(1+i_t), \quad (4.3.5)$$

donde la función de reestructuración automática T_t , es una función en términos de las tasas de interés y el producto, es decir:

$$T_t = T(t, i_t, i'_t, g_t, g'_t), t = 1, \dots, N.$$

Un ejemplo de esta función se puede construir generando los multiplicadores de la forma:

$$\mathbf{a}_j = \left(\frac{i_j}{i'_j} \right) \left(\frac{g_j}{g'_j} \right), \text{ y definiendo, } T_t = \sum_{j=1}^t \mathbf{a}_j. \quad (4.3.6)$$

Un caso particular de esta ecuación sucede cuando $\mathbf{a}_j = 1$, para todo t , por ejemplo cuando $i_j = i'_j$, y además $g_j = g'_j$. Si este es el caso, el desembolso a los acreedores (ecuación 4.3.5) se transforma en la fórmula ya conocida del esquema de pagos utilizado por el FICORCA, es decir la expresión (3.1.1):

$$P_t = \frac{S_{t-1}(1+i'_t)}{n-t+1}. \quad (4.3.7)$$

En este caso, el esquema resultante es exactamente igual al esquema de pagos descrito en la sección 3.1.

Las principales características de este esquema de pagos son: el interés del crédito se devenga a una tasa de mercado, lo cual haría más aceptable el esquema a los acreedores; los desembolsos efectivos en cada año dependen no de la tasa de mercado sino de la tasa real de interés tope; y el plazo de la amortización total es, por lo tanto, endógeno.

Originalmente, existiría un plazo inicial negociado, pero las partes deben acordar que desviaciones en las tasas reales de interés y en el crecimiento de la economía internacional, respecto a las tasas objetivo provocaría que el plazo efectivo se alargara o se redujera de acuerdo al signo y el tamaño de las referidas desviaciones (ecuaciones (4.3.4) y (4.3.5)).

5. Un modelo General

La estructura del modelo del FOVI presentado en la sección 3.2 sugiere un modelo general para la liquidación de créditos. El modelo incluye sólo tres conceptos: el desembolso del acreditado, los intereses devengados y el saldo insoluto del crédito.

El desembolso inicial que realiza el acreditado se encuentra determinado por un factor de pago aplicado al monto del crédito. Para los períodos posteriores se actualiza dicho pago por la inflación, es decir el pago es:

$$P_t = f_t S_0 \prod_{j=1}^t (1 + p_j), \quad (5.1)$$

los intereses devengados siguen la fórmula tradicional de tasas de mercado:

$$I_t = i_t S_{t-1}. \quad (5.2)$$

Finalmente, el saldo sigue la fórmula descrita en todos los esquemas de pagos descritos en la secciones 3 y 4:

$$S_t = S_{t-1} (1 + i_t) - P_t. \quad (5.3)$$

Lo novedoso en este modelo radica en la introducción en la ecuación (5.1) de los parámetros f_t , los cuales al ser definidos apropiadamente inducen implicaciones muy importantes acerca de todos los esquemas de pagos descritos en este trabajo. Es posible afirmar en general que, cualquier esquema de pagos para la liquidación de créditos existente en el mercado puede ser reproducido por esta formulación general.

En particular, es posible generar todos los esquemas de pago descritos en este documento. Lo anterior es una conclusión que emana de la libertad que otorga el modelo general para la determinación de los factores f_t en la fórmula (5.1), ya que haciendo uso de este hecho sólo se necesita buscar la estructura de los factores para cada uno de los esquemas.

Precisamente, el Teorema A1.2 establece formalmente la estructura de los factores de pago que, al ser utilizados en el esquema general, reproducen los principales esquemas de pago presentados en el presente trabajo. A continuación se resumen cada una de las afirmaciones del Teorema A1.2 así como su interpretación financiera:

- Si en el modelo general se usa el factor $f_t = (\frac{9.5}{1000}) * \prod_{j=1}^t (1 + w_j)$ para toda t en la ecuación (5.1), entonces los pagos generados por el esquema general son iguales a los pagos del esquema de pagos utilizado por el FOVI (ecuaciones (3.2.1) a (3.2.4)).

Esta primera afirmación del Teorema A1.2 surge de manera natural, puesto que la estructura del esquema de pagos utilizado por el FOVI es usada como la estructura del modelo general. La interpretación de los factores de pago del modelo general es que representan la capacidad de pago del acreditado, formulada como el factor $f_0 = \left(\frac{9.5}{1000}\right)$, actualizada por el poder salarial real del acreditado. La segunda afirmación del Teorema es la siguiente:

- Si en el modelo general se usa el factor $f_t = \left[\frac{1}{n}\right] \prod_{j=1}^t (1+r_j)$, entonces se obtiene el esquema de los créditos que se liquidan con un esquema de pagos constantes a valor presente, descrito por las ecuaciones (3.1.1) a (3.1.4).

La interpretación financiera del factor de pago para este caso es interesante. Recuerde que en el esquema de pagos constantes a valor presente, se establece de antemano el plazo que tiene el acreditado para liquidar el crédito. Este hecho implica la aceptación explícita del acreditado de que le es posible pagar, en cada período, la n -ésima parte del monto del crédito. Así, el factor de pago periódico es simplemente la capacidad de pago del acreditado al inicio del crédito, actualizada por las tasas reales de interés de la economía. Otra consecuencia de este modelo es la siguiente:

- Si en el modelo general se usa el factor $f_t = \left[\frac{1}{n} + \left(\frac{n-t+1}{n}\right)r_t\right]$ en cada período, entonces se obtiene el esquema de pagos de amortizaciones reales constantes descrito por las ecuaciones (3.3.1) a (3.1.4).

La estructura de los factores de pago para el esquema de pagos con amortizaciones reales constantes descrita en la afirmación anterior, nos permite establecer la diferencia fundamental entre ese esquema con el de pagos constantes a valor presente. Observe que el factor de pago es la suma de la n -ésima parte del monto inicial y la porción del saldo que falta por amortizar multiplicado por la tasa real. Así, se puede afirmar que en el esquema de amortizaciones reales se incluye el pago de los intereses reales aplicado sobre el saldo insoluto real del crédito, lo cual no sucede en el esquema de pagos constantes a valor presente. Finalmente, la última afirmación del Teorema A1.2 se refiere al esquema tradicional de pagos:

- Si en el modelo general se utiliza el factor $f_t = \left(\frac{1}{\prod_{j=1}^t (1+p_j)}\right) \left[\frac{1}{n} + i_t \left(\frac{n-t+1}{n}\right)\right]$, entonces se obtiene el esquema tradicional de pagos descrito por las ecuaciones (2.1) a (2.4).

Observe que la interpretación financiera de los factores de pago para el esquema tradicional es el multicitado problema de la amortización acelerada de los créditos puesto

que se incluye en el pago periódico la tasa de interés nominal de mercado, la cual contiene la inflación.

Las afirmaciones anteriores indican que la estructura del modelo permite generar cualquier esquema de pagos en el cual se pague una tasa de interés de mercado como (5.2) y que permita, en caso de ser necesario el refinanciamiento de los intereses. Esta virtud del modelo permitiría que en situaciones como la que hoy atraviesa la economía del país, sea posible llevar a cabo la reestructuración de la cartera del sistema bancario nacional en renegociaciones caso por caso. Puesto que es muy importante considerar el pago inicial que el acreditado pueda hacer como la capacidad de pago.

Lo que resulta obvio, es que en la situación actual es necesario que el acreditado vea reducido considerablemente el desembolso que realizará en los próximos meses, para así poder hacer frente a sus obligaciones sin caer en cartera vencida. Lo anterior indica que, independientemente de la estructura del esquema de pagos de los créditos concedidos con anterioridad, es necesario reestructurar esos créditos para que se liquiden con otro esquema de pagos.

Es en este punto donde el modelo puede ser de gran utilidad, pues al determinar la capacidad de pago de los acreditados, se cuenta con un indicador para la elección del esquema de pagos que se debe utilizar.

Bibliografía

Banco de México, "Reglas de Operación del FICORCA", Circular No. 1897/83, Abril 25, 1983.

FICORCA, Banco de México, "Notas explicativas acerca de un esquema para evitar la amortización no deseada de los créditos", Manuscrito, Junio 1986.

Banco de México, "Reglas de Operación del Fondo de Operación y Financiamiento Bancario a la Vivienda (FOVI)", Mayo de 1993.

Calvillo Vives G., "Un esquema de pagos de crédito con amortizaciones reales constantes", IV CLAIO, *Instituto Mexicano de Sistemas e Investigación de Operaciones. México D.F. 1988.*

Maydon Garza M., "La inflación y el financiamiento de la vivienda --Precios relativos y nuevos sistemas de pago--", *Comercio Exterior Vol. 38, No 10, pp 911-922, Octubre 1988.*

Zedillo Ponce de León E., "Una síntesis racional de las propuestas heterodoxas sobre el problema de la deuda externa", *El Trimestre Económico Vol. LII(4), No 208, pp1165-1167, Oct-Dic 1985.*

APÉNDICE 1. Las matemáticas de los esquemas de pagos

En este Apéndice se presentan las demostraciones formales de la equivalencia entre las fórmulas (3.1.1) y (3.1.1') de la Sección 3, y del Teorema A1.2 descrito en la Sección 5.

Teorema A1.1. Suponga que la serie B_t sigue un proceso gobernado por la expresión:

$$B_t = B_{t-1}(1+a_t) - D_t, \quad (\text{A.1.1})$$

en donde la variable D_t esta definida como :

$$D_t = \left(\frac{B_0}{n} \right) \prod_{j=1}^t (1+a_j). \quad (\text{A.1.2})$$

donde n y a son variables mayores que cero. Entonces se cumple que:

1. $D_t = \frac{B_{t-1}(1+a_t)}{n-t-1}$, y
2. $B_t = \left(\frac{n-t}{n} \right) B_0 \prod_{j=1}^t (1+a_j).$

Demostración. Para acortar un poco la demostración, se definen primero dos variables intermedias:

$$d_t = \frac{D_t}{\left(\prod_{j=1}^t (1+a_j) \right)}, \text{ y } b_t = \frac{B_t}{\left(\prod_{j=1}^t (1+a_j) \right)},$$

(para $t=0$, $b_0 = B_0$ y $d_0 = D_0$), con las cuales será más fácil trabajar . En términos de estas variables, se tiene que al dividir las expresiones (A.1.1) y (A.1.2) por $\prod_{j=1}^t (1+a_j)$, estas se pueden escribir como:

$$b_t = b_{t-1} - d_t, \text{ y } d_t = \left(\frac{B_0}{n} \right), \quad (\text{A.1.3})$$

respectivamente. Al sustituir la segunda fórmula en la primera, es posible concluir que:

$$b_t = b_{t-1} - \left(\frac{B_0}{n} \right), \text{ para todo } t = 1, \dots, n.$$

Obsérvese que si se sustituye esta última expresión en sí misma de manera recursiva, se obtendría que:

$$b_t = b_0 \left(\frac{n-t}{n} \right), \text{ para todo } t = 1, \dots, n. \quad (\text{A.1.4})$$

En particular, al combinar la expresión (A.1.4) para el período $t-1$ con la segunda parte de (A.1.3) ($d_t = \frac{b_0}{n}$) se obtiene:

$$d_t = \frac{b_{t-1}}{n-t+1}.$$

Finalmente, al multiplicar esta última expresión por $\prod_{j=1}^t (1+a_j)$ en ambos lados de la igualdad se obtiene la primera parte del Teorema, es decir

$$D_t = \frac{B_{t-1}(1+a_t)}{n-t-1}.$$

Para demostrar la segunda parte del Teorema multiplíquese la expresión (A.1.4) por $\prod_{j=1}^t (1+a_j)$ para obtener el resultado:

$$B_t = \left(\frac{n-t}{n} \right) B_0 \prod_{j=1}^t (1+a_j). \quad \blacklozenge$$

A continuación se presenta un teorema que establece la estructura de los parámetros del modelo general para liquidar un crédito, con los cuales es posible reproducir los esquemas de pagos que se describieron en este trabajo con el modelo presentado en la sección 5.

Teorema A1.2. El modelo general, para liquidar un crédito, descrito por las ecuaciones (5.1) a (5.3) reproduce:

1. el esquema de pagos utilizado por el FOVI (ecuaciones (3.2.1) a (3.2.4)) si y sólo si, se cumple que $f_t = f_0(1+w_R)^t$, para todo t .

2. el esquema de pagos utilizado por el FICORCA descrito por las ecuaciones

(3.1.1) a (3.1.4) si y sólo si, se cumple que, en (5.1) $f_t = \frac{\prod_{j=1}^t (1+r_j)}{n}$, para todo t .

3. el esquema de pagos de amortizaciones reales constantes descrito por las ecuaciones (3.3.1) a (3.1.4) si y sólo si, se cumple que, en (5.1),

$$f_t = \left[\frac{1}{n} + \left(\frac{n-t+1}{n} \right) r_t \right], \text{ para todo } t.$$

4. esquema tradicional de pagos descrito por las ecuaciones (2.1) a (2.4) si y

sólo si, se cumple que en (5.1), $f_t = \left(\frac{1}{\prod_{j=1}^t (1+p_j)} \right) \left[\frac{1}{n} + i_t \left(\frac{n-t+1}{n} \right) \right]$, para todo t .

Demostración. Obsérvese que la demostración de (A1.2.1) es inmediata, pues la estructura del esquema de pagos utilizado por el FOVI es la misma que la del esquema de pagos construido en la Sección 5.

2. Para demostrar (A1.2.2), supóngase que el pago del acreditado obedece a la ecuación

(5.1), con $f_t = \frac{\prod_{j=1}^t (1+r_j)}{n}$.

Utilizando la expresión (1.1) $[(1+i_t) = (1+r_t)(1+\pi_t)]$ en la fórmula (5.1), y reorganizando términos en la expresión del pago que realiza el acreditado, se obtiene:

$$P_t = \frac{\prod_{j=1}^t (1+r_j)}{n} * S_0 * \prod_{j=1}^t (1+p_j) = \frac{S_0}{n} * \prod_{j=1}^t (1+p_j) * (1+r_j) = \frac{S_0}{n} * \prod_{j=1}^t (1+i_j),$$

esta última expresión es la fórmula descrita en (3.1.1). Observe que todas las relaciones anteriores son igualdades por lo tanto (A1.2.2) se cumple.

3. Para demostrar (A1.2.3), se supondrá que el pago del acreditado obedece a la ecuación

(5.1), con $f_t = \left[\frac{1}{n} + \left(\frac{n-t+1}{n} \right) r_t \right]$. Al sustituir este parámetro en (5.1) se obtiene:

$$P_t = \left[\frac{1}{n} + \left(\frac{n-t+1}{n} \right) r_t \right] * S_0 * \prod_{j=1}^t (1+p_j).$$

Ahora bien, al distribuir la expresión en corchetes se llega a la fórmula:

$$P_t = \frac{S_0}{n} * \left(\prod_{j=1}^t (1 + p_j) \right) + \left(\frac{n-t+1}{n} \right) r_t S_0 * \left(\prod_{j=1}^t (1 + p_j) \right).$$

En esta última expresión se puede escribir el segundo término de otra manera. Para ello, se debe recordar que la expresión (A1.4) utilizada en la demostración del Teorema A1.1 establece que el saldo real del crédito, s_t , cumple con:

$$s_{t-1} = s_0 \left(\frac{n-t+1}{n} \right),$$

la cual es el resultado de la evaluación de (A1.4) en el período $(t-1)$. Finalmente, al expresar esta expresión en términos nominales y aplicando la primera conclusión del Teorema A1, es posible concluir que el desembolso que realizaría el acreditado es:

$$P_t = \frac{S_{t-1}(1 + p_j)}{n-t+1} + r_t * S_{t-1}(1 + p_j).$$

Sin embargo, se debe observar que esta última expresión es la fórmula descrita en (3.3.3), con lo cual se concluye la demostración de (A1.2.3).

4. Finalmente, para demostrar (A2.4), suponga que el pago del acreditado obedece a la

ecuación (5.1), con $f_t = \left(\frac{1}{\prod_{j=1}^t (1 + p_j)} \right) \left[i_t \left(\frac{n-t+1}{n} \right) + \frac{1}{n} \right]$. Primero se sustituirán estos

factores en la fórmula (5.1):

$$P_t = \left(\frac{1}{\prod_{j=1}^t (1 + p_j)} \right) \left[\frac{1}{n} + \left(\frac{n-t+1}{n} \right) i_t \right] * S_0 * \prod_{j=1}^t (1 + p_j).$$

En esta ecuación se pueden cancelar los productos y distribuir la expresión entre corchetes, para obtener:

$$P_t = \frac{S_0}{n} + \left(\frac{n-t+1}{n} \right) i_t S_0.$$

Finalmente, se debe recordar que bajo el esquema tradicional el saldo decrece linealmente (es decir, que $S_t = \left(\frac{n-t}{n}\right) * S_0$), lo cual al aplicarse en la última fórmula conduce a:

$$P_t = \frac{S_0}{n} + i_t * S_{t-1}.$$

Esta expresión es la fórmula descrita en (2.3), para el desembolso que realiza el acreditado cuando se utiliza el esquema de pagos tradicional. Así, la afirmación (A1.2.4) también es cierta, concluyendo la demostración del Teorema. ♦

Apéndice 2. Los esquemas de pagos en diferentes economías

En este apéndice se describen algunos resultados interesantes que relacionan a diferentes esquemas de pago en economías con diferentes condiciones macroeconómicas. Esta relación se lleva a cabo a través del Teorema A1.1.

El primer resultado establece la equivalencia entre dos esquemas de pagos para la liquidación de un crédito en dos economías diferentes, las cuales denotaremos con E_1 y E_2 respectivamente. Las condiciones iniciales son idénticas para las dos economías en estudio es decir, cuentan con la misma moneda y la misma tasa nominal de interés.

Sin embargo, las autoridades monetarias de la economía E_2 deciden cambiar su moneda indizándola a la tasa de interés nominal de la economía E_1 . Esto quiere decir, que al momento de introducir la nueva moneda se fija la paridad uno a uno y que en el período número t la paridad de la moneda en la economía E_2 esta determinada por la expresión:

$$\$E_2 1 = \$E_1 \prod_{j=1}^t (1 + i_j). \quad (\text{A.2.1})$$

En esta expresión una unidad de la moneda de la economía E_2 se denota por $\$E_2 1$. Bajo estas condiciones el Teorema A1.2.2 puede reescribirse de la siguiente forma:

Teorema A2.1. Considere dos economías E_1 y E_2 respectivamente. Suponga que las autoridades monetarias de la economía E_2 deciden cambiar su moneda, indizándola a la tasa de interés nominal, de la economía E_1 (es decir se rige por la expresión A.2.1). En estas condiciones se tiene que *el esquema de pagos utilizado para liquidar un crédito tradicional, (descrito por las expresiones 2.1 a 2.4), a una tasa de interés cero en la economía E_2 produce un flujo de pagos, valuados en pesos de la economía E_2 , exactamente igual al flujo de pagos que genera un crédito que se liquida con el esquema de pagos constantes a valor presente, (descrito por las fórmulas 3.1.1 a 3.1.4), en la economía E_1 .* ♦

La afirmación establecida en este Teorema se ilustra en el Cuadro A2.1, donde se muestra como se liquidaría un crédito en la economía E_2 usando el esquema tradicional. En el cuadro, también se presenta la evaluación en términos de la moneda de la economía E_1 .

Cuadro A2.1

**SIMULACIÓN DE UN CRÉDITO QUE SE LIQUIDA CON
EL ESQUEMA TRADICIONAL DE PAGOS EN LA
ECONOMÍA E_2**

Datos y supuestos							
* Principal		1000 \$E ₁					
* Plazo		10 Años					
* Pago de principal		10 cuotas anuales iguales					
* Tasa de Inflación		60.0% Anual en E_1					
* Tasa Real		3.0% Anual en E_1					
* Tasa de Interés Nominal		64.8% Anual en E_1					
* Tasa de Interés Nominal		0.0% Anual en E_2					
* Fecha de Pago de capital e intereses		al final de cada año					
* Valor de \$E ₂ al inicio del año 1:		1.0 \$E ₁					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Año	Tipo de Cambio	Saldo del crédito al inicio del año		Pago de capital		Pago de intereses	
	en E_1	en \$E ₂	en \$E ₁	en \$E ₂	en \$E ₁	en \$E ₂	en \$E ₁
1	1.6480	1,000.00	1,000.00	100.00	164.80	0.00	0.00
2	2.7159	900.00	1,483.20	100.00	271.59	0.00	0.00
3	4.4758	800.00	2,172.72	100.00	447.58	0.00	0.00
4	7.3761	700.00	3,133.07	100.00	737.61	0.00	0.00
5	12.1559	600.00	4,425.68	100.00	1,215.59	0.00	0.00
6	20.0329	500.00	6,077.93	100.00	2,003.29	0.00	0.00
7	33.0142	400.00	8,013.15	100.00	3,301.42	0.00	0.00
8	54.4074	300.00	9,904.25	100.00	5,440.74	0.00	0.00
9	89.6633	200.00	10,881.47	100.00	8,966.33	0.00	0.00
10	147.7652	100.00	8,966.33	100.00	14,776.52	0.00	0.00

Observe que las columnas (3) y (5) fueron generadas con las fórmulas del esquema tradicional de pagos tomando como tasa de interés nominal de la economía E_2 una de 0.0 por ciento. Es interesante observar que al evaluar esas columnas en pesos de E_1 , éstas columnas se transforman en las columnas (2) y (3) que se presentaron en el Cuadro 3 de la sección 3.1, el cual presentaba la liquidación de un crédito con el esquema de pagos constantes a valor presente.

Lo anterior quiere decir, que para el caso en que las economías bajo estudio sean las mismas, es decir $E_2 = E_1$, el Teorema A2.1 presenta las implicaciones que conlleva, en términos de los esquemas de liquidación de los créditos, el cambio de moneda en un país indizada a la tasa de interés nominal.

Así, desde el punto de vista de los esquemas de crédito involucrados en el Teorema A2.1 es posible afirmar que la introducción del FICORCA en 1983 fue equivalente a cambiar la moneda en que se denominaban los créditos de los acreditados del fideicomiso.

La presencia de una tasa de interés nominal igual a cero en una economía implica que el costo del dinero en ella sería nulo, lo cual desde un punto de vista económico conduce a una situación ilógica. Por esta razón, será necesario buscar otras formas de la indización.

Un mecanismo ya utilizado en el pasado por varios países consiste en considerar la misma situación de las economías bajo estudio, con la diferencia que ahora, las autoridades monetarias de la economía E_2 deciden indizar su nueva moneda la tasa de inflación de la economía E_1 . Lo anterior fue puesto en práctica por las autoridades chilenas y las colombianas.

En términos de la nueva moneda, la indización de la moneda en la economía E_2 a la inflación quiere decir que al momento de introducir la nueva moneda se fija la paridad uno a uno y que en el período número t la paridad de la moneda en la economía E_2 esta determinada por la expresión:

$$\$E_2 1 = \$E_1 \prod_{j=1}^t (1 + p_j). \quad (\text{A.2.2})$$

Bajo estas condiciones el Teorema A2.1 puede reescribirse de la siguiente forma:

Teorema A2.2. Considere dos economías E_1 y E_2 respectivamente. Suponga que las autoridades monetarias de la economía E_2 deciden cambiar su moneda, indizándola a la tasa de inflación de la economía E_1 (es decir se rige por la expresión A.2.2). En las condiciones anteriores se tienen los siguientes resultados:

a). *La tasa de interés de la economía E_2 corresponde a la tasa de interés real de la economía E_1 .*

b). *El esquema tradicional de pagos utilizado para liquidar un crédito, (descrito por las expresiones 2.1 a 2.4), en la economía E_2 produce un flujo de pagos exactamente igual al flujo de pagos que genera un esquema de pagos que liquida un crédito con amortizaciones reales constantes, (descrito por las fórmulas 3.3.1 a 3.3.4), en la economía E_1 , **cuando estos flujos son** valuados en pesos de la economía E_1 . ♦*

Para mostrar las afirmaciones que se realizan en el teorema anterior, se presenta en el Cuadro A2 la simulación de un crédito tradicional en la economía E_2 , la cual indizó su moneda a la inflación de la otra economía.

Cuadro A2.2

**SIMULACIÓN DE UN CRÉDITO QUE SE
LIQUIDA CON EL ESQUEMA TRADICIONAL DE
PAGOS EN LA ECONOMÍA E2 Y SU
VALUACION EN PESOS DE LA ECONOMIA E1**

Datos y supuestos									
Principal	1000 \$E ₁								
Plazo	10 Años								
Pago de capital	10 cuotas anuales iguales								
Tasa de Inflación	60.0% Anual en E ₁								
Tasa Real	3.0% Anual en E ₁								
Tasa de Interés Nominal	64.8% Anual en E ₁								
Fecha de Pago de capital e intereses	al final de cada año								
Valor de \$E ₂ al inicio del año 1:	1.0 \$E ₁								
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Año	Tipo de Cambio	Saldo del crédito al inicio	del año	Pago de capital		Pago de intereses		Pago Total	
	en E ₁	en \$E ₂	en \$E ₁	en \$E ₂	en \$E ₁	en \$E ₂	en \$E ₁	en \$E ₂	en \$E ₁
1	1.6000	1,000.00	1,000.00	100.00	160.00	30.00	48.00	130.00	208.00
2	2.5600	900.00	1,440.00	100.00	256.00	27.00	69.12	127.00	325.12
3	4.0960	800.00	2,048.00	100.00	409.60	24.00	98.30	124.00	507.90
4	6.5536	700.00	2,867.20	100.00	655.36	21.00	137.63	121.00	792.99
5	10.4858	600.00	3,932.16	100.00	1,048.58	18.00	188.74	118.00	1,237.32
6	16.7772	500.00	5,242.88	100.00	1,677.72	15.00	251.66	115.00	1,929.38
7	26.8435	400.00	6,710.89	100.00	2,684.35	12.00	322.12	112.00	3,006.48
8	42.9497	300.00	8,053.06	100.00	4,294.97	9.00	386.55	109.00	4,681.51
9	68.7195	200.00	8,589.93	100.00	6,871.95	6.00	412.32	106.00	7,284.26
10	109.951	100.00	6,871.95	100.00	10,995.12	3.00	329.85	103.00	11,324.97

Observe que las columnas (3), (5), (7) y (9) fueron generadas con las fórmulas del esquema tradicional de pagos tomando como tasa de interés nominal de la economía E₂ la tasa de interés real de la economía E₁. Por otro lado, podemos observar que al evaluar el saldo insoluto, la amortización, los intereses devengados y el pago total, en pesos de E₁ se obtienen las columnas (2), (3), (4), y (5) que se presentaron en Cuadro 4 se la sección 3.

Para el caso en que las economías bajo estudio sean las mismas, es decir $E_2 = E_1$, el Teorema A2.2 presenta las implicaciones que conlleva, en términos de los esquemas de liquidación de los créditos, el cambio de moneda en un país, o bien la introducción de una unidad de cuenta indizada a la inflación. Como lo hicieron las autoridades monetarias de economía chilena en la década de los sesentas, la de la economía colombiana en los ochentas y las de la economía mexicana en abril del presente año.

Así, desde el punto de vista de los esquemas para la liquidación de créditos es posible afirmar que la introducción de las unidades de inversión (UDIs) en la economía mexicana significa solamente cambiar de esquemas de pago. Sin embargo, se debe de afirmar que desde otros puntos de vista, por ejemplo del ahorro o la productividad de la economía, la introducción de esta unidad de cuenta tiene implicaciones muy importantes que serán analizadas en trabajos de investigación futuros.