

POTENCIALIDADES DE ESTABLECIMIENTO DE UNA PLANTA DE BLOQUES DE MADERA MINERALIZADA

DRA. KATIA MANZANARES AYALA,¹ DR. RAFAEL MOLINA MANCEBO² E ING. DIGNA VELÁSQUEZ VIERA¹

¹ Instituto de Investigaciones Forestales Calle 174 no.1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, digna@forestales.co.cu

² Unión Investigación-Desarrollo Celulosa del Bagazo Cuba-9, Minaz, Quivicán, La Habana

RESUMEN

Se estudian las posibilidades de establecimiento de una planta de bloques mineralizados de madera a partir de la utilización de residuos maderables de la industria del aserrío basado en un estudio económico-financiero. Se determinó el costo de producción del producto final, así como los indicadores económicos internacionales: valor actualizado neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR). Se concluye que el proyecto resulta atractivo desde el punto de vista económico-financiero, ya que la inversión se recupera en un tiempo muy breve y se obtienen beneficios de alta estima para la población local.

Palabras claves: *residuos, reciclado, productos compuestos mineralizados.*

ABSTRACT

The possibilities of establishment of a plant of wood mineralized blocks are studied that has basic inputs the use of wood residuals of the sawmill industries starting from a financial economic study. The cost of production of the end product was determined as well as the international economic indicators: net up-to-date Value (VAN) and rate interns of return (TIR). It is concluded that it is an attractive project since from the financial economic point of view because the investment recovers at one cheats very brief and discharge benefits are obtained it estimates for the local population.

Key words: *residues, recycled, composite wood products.*

INTRODUCCIÓN

La industria forestal en Cuba está dedicada solamente a la transformación mecánica de la madera, que se expresa en la industria del aserrío [García *et al.*, 2004]. Esta circunstancia ha minimizado la orientación hacia otras importantes industrias

de la madera como la química, la de aceites esenciales, productos aglomerados, entre otras; sin embargo, en los planes de desarrollo del sector forestal hasta el 2015 se ha valorado la perspectiva de introducir la tecnología de los compuestos mine-

realizados en la provincia de Pinar del Río [Carpio, 2003], lo cual es un importante paso en la diversificación del sector industrial forestal para brindarle a la población mayores productos, así como permitir otorgarle mayor valor agregado al recurso forestal; pero estimaciones recientes revelan que la mitad de las trozas procesadas en el aserradero de Pons, Minas de Matahambre, se convierten en desperdicios aun después de haber instalado la sierra de banda auspiciada por la Nueva Forestal S.A. [Sánchez, 2001]. Teniendo en cuenta que la cantidad de residuos totales aumentará con respecto a la producción de madera aserrada, se podría obtener un volumen abundante de granulometría en forma de partículas maderables con posibilidades de ser empleadas como materia prima en la fabricación de productos con valor agregado, como los bloques de madera-cemento de 40 x 20 x 12, 5 cm. El objetivo del trabajo es estimar las potencialidades de la instalación de una planta de productos mineralizados para la fabricación de viviendas ecológicas a partir del reciclado de residuos maderables industriales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La base de cálculo para los costos de operaciones de la planta de bloques de madera, de una capacidad instalada de un millón de prototipos anuales, se detalla a continuación:

Costos variables: Materias primas y materiales, combustibles y energía. Se reflejan los índices de consumo

correspondientes, así como los precios tomados para cada insumo, en moneda total y en divisas. Para el precio de los desperdicios de madera por metro cúbico estéreo se tomó un valor de 6,25 pesos, de ellos corresponde 6,01 CUC. Se añadió el costo de transporte por camiones para una distancia promedio de 30 km. Los índices de cemento y cal son los correspondientes al aglutinante alternativo de la tecnología. Se estimó el consumo de combustible (diesel y gasolina) y lubricantes para los equipos de transporte, así como la lubricación de ese parque y de los equipos tecnológicos. El consumo de energía eléctrica se calculó con un estimado de potencia instalada en los equipos tecnológicos, de 35 kwh, un factor de carga promedio de 0, 8 y 7 h de funcionamiento por turno.

Costos fijos: Salarios directos y seguridad social (14% del salario básico), impuesto sobre utilización de la fuerza de trabajo (25%), gastos generales, gastos de mantenimiento, otros gastos, y gastos de distribución y ventas. Los gastos generales (gastos de dirección y de administración), y la partida de otros se estimaron con un coeficientes de 0,2 de los gastos de salarios directos. Los costos de mantenimiento se aplicaron con un índice del 5% anual en moneda total y en divisas con respecto al valor total de los activos fijos.

Costos totales: La depreciación se calculó a razón del 6% anual sobre equipos y maquinarias, el 3% anual sobre edificaciones y otras obras constructivas, en moneda nacional y en divisas directas. Los gastos fi-

nancieros atañen a los pagos anuales por concepto de intereses. La viabilidad del proyecto se calcula mediante las ecuaciones siguientes:

$$VAN = -C_0 \sum_{t=0}^n CT / (1 + TD)^t$$

donde:

VAN: Valor actualizado neto

t = 0

TD: Tasa de actualización y descuento

C₀: Desembolso inicial de la inversión de la variante analizada

CT: Flujo de fondo, como diferencias entre ingresos y costos en cada uno de los *t* años del horizonte de análisis de la decisión de la inversión.

$$PR = tn + |SA_1| / SA_1 + SA_2 - m$$

donde:

R: Período de recuperación

tn: Número de años con saldo acumulado negativo en el flujo de caja

SA₁: Valor del último año con efecto negativo en el saldo acumulado del flujo de caja

SA₂: Valor del primer año con efecto positivo en el saldo acumulado del flujo de caja

m: Período de construcción y montaje (momento cero de la inversión esperado en años).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Disponibilidad estadística de la materia prima

De acuerdo con la estructura del aprovechamiento promedio de la madera [Velázquez *et al.*, 2000] y la proyección de los planes de desarrollo del sector forestal hasta el 2015, el volumen de residuos de coníferas de la provincia de Pinar del Río es considerable (*Tabla 1*). Se analizó la posibilidad de emplear una parte de estos residuos en la fabricación de bloques de madera-cemento para el levantamiento de paredes. Esta propuesta cobra mayor importancia si se valora que la reparación y construcción de viviendas en la provincia pinareña tiene como prioridad concentrar la atención en el mayor número de casos pendientes de las afectaciones ocasionadas por derrumbes parciales y totales de los fenómenos meteorológicos [Mayoral, 2004].

TABLA 1
Pronóstico de generación de residuos maderables en Pinar del Río

Tipos de residuos (m ³)	Años			
	2005	2007	2010	2015
Totales	137 300	145 000	176 000	210 000
Costaneras	45 400	47 946	57 550	68 670
Otros:	41 190	43 500	50 690	60 480
Varillas	13 730	14 500	17 600	20 000
Recortes	10 984	11 600	14 083	16 800
Tacos	16 476	17 400	19 000	23 350

En cambio, si los residuos remanentes clasificados como *otros* (Tabla 1) se convirtieran en astillas para la producción de bloques de xilo-cemento, se pudiera remplazar la cadena de abastecimiento de madera por extracción [Simula y Borger, 2003] por el nuevo material de construcción para el levantamiento de viviendas emergentes, como recomiendan Soriano *et al.* (2002) en situaciones de desastres naturales, y redificar ágilmente núcleos familiares completos acorde con las posibilidades del país [Costales y Carvajal, 2005].

Planta de producción perspectiva de bloques de maderas

Capacidad de producción máxima

La capacidad instalada que se propone asciende a un millón de bloques anuales con un tiempo de operación de 300 días efectivos (250 días contratados). El personal directo a la producción consta de un jefe de planta y seis obreros por turno, a razón de dos turnos de trabajo, que equivale a un total de 13 trabajadores. El fondo de salario básico asciende a 44,8 MP anuales. La productividad máxima es de $1\ 000\ 000/300 = 4000$ bloques diarios, y la productividad máxima por turno 2000 bloques. Las horas de trabajo efectivo por turno son de seis, y la productividad máxima por hora será de 330 bloques/hora.

Inversión

La inversión fija necesaria se estima en 39,8 MP, de los cuales 28,2 MCUC son en divisas directas. La inversión en activos fijos es de 49,3 MP, de los cuales 36,5 MCUC son en divisas directas (Tabla 2). La dura-

ción de la inversión (período de preoperación) se estima en un año, y el de evaluación económica sería de 11 años desde el inicio de los gastos (10 años de operación).

Proyección de la producción y asimilación de capacidad

La producción de bloques durante el primer año de operación se estimó en 500 000 unidades, el 50% de la capacidad instalada; e irá aumentando paulatinamente hasta llegar a un valor de 9500 M de unidades en el año 10 de producción (año 11 de la inversión).

Costos de producción y sus componentes

El desglose de los costos unitarios de producción para el primer año de operación (año 2 de la inversión) aparece en *Anexo 1*. Se tomó como base para el costo unitario 100 unidades de producto (100 bloques). Los costos totales resumidos para los seis años de operación (años 2 al 7 de la inversión) se presentan en el *Anexo 2*. La estructura de los costos a plena capacidad se refleja en la *Fig. 1*.

Financiamiento de los gastos de la inversión

Se asumió que la inversión sería financiada mediante préstamos bancarios o créditos financieros, con un trimestre de capital de explotación y un año de período de gracia, bajo las siguientes condiciones generales: moneda nacional: 18,1 MP, con el 6% de interés anual, tres años de plazo de pago. Moneda libremente convertible: divisas (CUC): 43,3 MCUC, con el 10% de interés anual, tres años de plazo de pago.

TABLA 2
Estimación de los costos de inversión de la planta
de bloques de madera

<i>Bloques huecos y macizos a partir de residuos industriales</i>				
Capacidad efectiva : 10000		100 u		
UM: Miles		Fecha: 28/10/2005		
		<i>Costo de inversión</i>		
Concepto	<i>Total</i>	<i>MN</i>	<i>MLC</i>	
Equipos	30,0	7,0	23,0	
Construcción	8,0	4,0	4,0	
Otros	1,8	0,7	1,2	
Costos previos a la explotación	39,8	11,7	28,2	
Costo de inversión en activos fijos	9,5	1,1	8,4	
Costo de inversión en activos fijos	49,3	12,8	36,5	

Evaluación de la rentabilidad económica y financiera de la inversión

Las condiciones generales para la evaluación económica y financiera de la inversión presentan un período de análisis de 11 años, y son las siguientes: tasa de actualización o de descuento: 10%; impuesto sobre utilidades: 35%; fondo de estimulación y desarrollo: 1%; reserva para contingencias: 5%.

Resultados del análisis de viabilidad económica y financiera del proyecto

Los indicadores para evaluar la viabilidad económica de una instalación productiva con materia prima a partir de biomasa forestal son los tres criterios clásicos empleados en el estudio de inversiones: VAN, TIR y PR (Tabla 3). El saldo acumulado del flujo de caja de la planta se incre-

menta con el tiempo a medida que crecen las ventas (Fig. 2, Anexo 3). La alternativa tiene una buena efectividad económica, expresada en términos de VAN (valor actualizado neto) como expresión en el tiempo de los ahorros. Desde el punto de vista económico la implementación de la tecnología a partir de los desechos maderables es prometedora, ya que crecerán los ingresos por concepto de valor añadido y beneficios netos para las entidades que apliquen este procedimiento a escala de pequeña empresa [Tissari, 2001] (Fig. 3).

La zona de viabilidad expresada en el TIR está valorada como muy favorable, así como la recuperación de la inversión, la cual se realiza en un tiempo breve. Durante el 2003-2004 se han preparado diferentes documentos por la Nueva Forestal S.A. y el Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña (GEAM), que incluyen la

perspectiva de inversión de plantas de tableros mineralizados en la zona de Pinar del Río [Carpio, 2003], pro-

grama que representa una excelente oportunidad para desarrollar esta industria.

TABLA 3
Rendimiento de la inversión de la planta de bloques a base de madera

Indicador	UM	Total	CUC
Valor actual neto (VAN)	Miles	582,4	293,8
Tasa interna de rendimiento (TIR)	Por ciento	136	103
Período de recuperación	Años	2,00	2,26

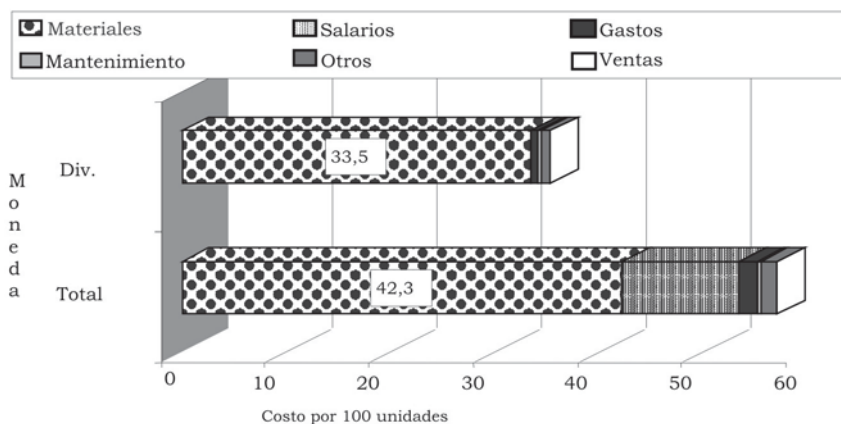


Fig. 1. Estructura de los costos de operación a plena capacidad de la planta de producción de bloques con residuos maderables

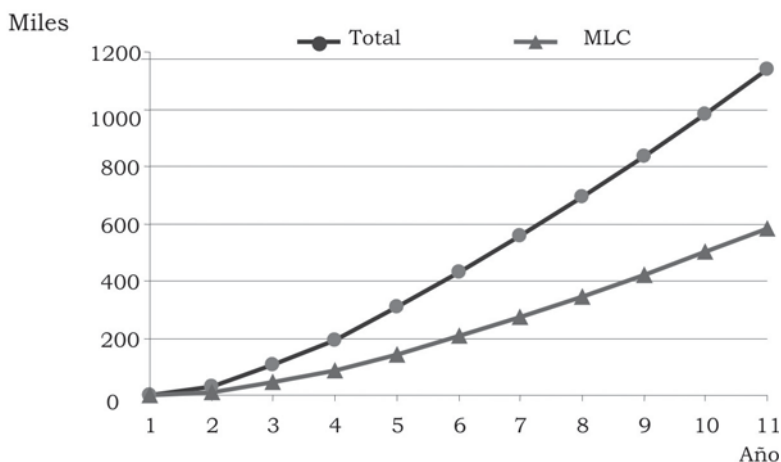


Fig. 2. Saldo acumulado del flujo de caja para la planificación financiera de la planta de bloques a partir de residuos maderables

CONCLUSIONES

- La fabricación de bloques de madera mineralizada resulta un proyecto atractivo desde el punto de vista económico-financiero, ya que constituye una solución constructiva ramal que permite agre-

gar valor a la producción primaria forestal mediante un procedimiento tecnológico de cadena corta que tributa beneficios de carácter social y ecológicos a la población local.

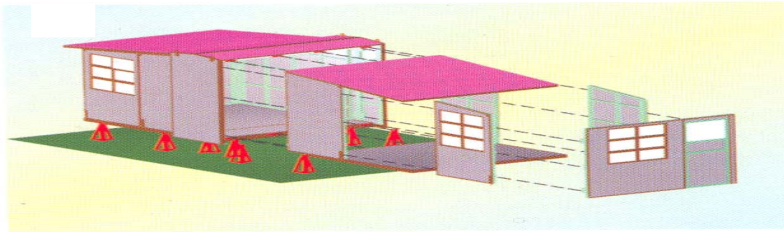


Fig. 3. Viviendas fabricadas para situaciones de emergencia con productos mineralizados [Soriano *et al.*, 2002]

BIBLIOGRAFÍA

- CARPIO, C.: «Algunas consideraciones sobre la calidad de la madera aserrada. Propuesta de discusión», Nueva Forestal S.A., La Habana, 2003.
- COSTALES, R.; O. CARVAJAL: «Paneles de bagazo cemento. Excelencia en la construcción», Seminario Iberoamericano de Tecnología de Materiales, Cytel, La Habana, 2005.
- GARCÍA, J. M.; P. P. HENRY; C. CARPIO: «Estado actual y perspectiva de la industria del aserrado en Cuba», revista *Baracoa*, número especial del III Congreso Forestal:109-114, 2004.
- MAYORAL, M.: «Vivienda debe prestar mayor servicio al pueblo», periódico *Juventud Rebelde*, La Habana, 17 de marzo del 2004.
- SÁNCHEZ, E.: «Embalajes realizados con costaneras», tesis en opción del título de Máster en Ciencias, Universidad de Pinar del Río, Cuba, 2001.
- SIMULA, M; D. BURGER: «Misión brasilera para lograr OFS», revista *Actualidad Forestal Tropical* 116:5-8, 2003.
- SORIANO, F.; T. R. E. RONDERO; A. C. MANALO; C. R. CARINO; E. A. BONAAGUA: «Application of Wood Wool Cement Boards for Shop-Fabricated Emergency Shelters in the Philippines», Proceeding of Workshop Wood Cement Composites in the Asia-Pacific Region. Canberra, ACIAR, 2002.
- TISSARI, R.: «Elaboración secundaria: ¿un proceso dinámico o sin rumbo?», revista *Actualidad Forestal Tropical* 9(1):3-7, 2001.
- VELÁZQUEZ, D.; K. MANZANARES; MA. A. GUYAT: «Potencialidades del uso de los residuos maderables», Instituto de Investigaciones Forestales, DTPN, 2000.

ANEXO 1
Costo unitario de la producción de bloques de madera mineralizada

FICHA DE COSTO UNITARIO DE PRODUCCION		PLANTA: BLOQUES DE CONSTRUCCIÓN		ANO: 2				
PRODUCTO:		Bloques de construcción a partir de residuos de madera						
Producción:		5000		UM: 100 U				
Concepto	U.M.	Indice de consumo	Precio		COSTOS			
			Total	Divisas directas	Costo Total	Totales	Directas	Indirectas
Materias primas y materiales:					39.95	31.23	31.23	0.00
Recorteria de madera de aserradero	m3	0.30208	7.01	6.63	2.12	2.00	2.00	0.00
Cemento	TM	0.22000	71.65	51.43	15.76	11.31	11.31	0.00
Hidróxido de calcio	TM	0.29000	56.25	42.76	16.31	12.40	12.40	0.00
Paletas de madera	U	0.05000	10.00	5.00	0.50	0.25	0.25	0.00
					0.00	0.00	0.00	0.00
					0.00	0.00	0.00	0.00
					0.00	0.00	0.00	0.00
					0.00	0.00	0.00	0.00
Otras materias primas					0.00	0.00	0.00	0.00
Lubricantes	TM	0.00094	850.00	850.00	0.80	0.80	0.80	0.00
Gas oil total	TM	0.00552	426.35	426.35				
Gasolina	TM	0.00457	461.46	461.46				
Combustible total					4.46	4.46	4.46	0.00
Electricidad de la red	kWh	24	0.09183	0.09183				
Electricidad cogenerada	kWh	0	0.02	0.01				
Energía total	kWh	24			2.16	2.16	2.16	0.00
Agua	m3	2.00000	0.10	0.05	0.20	0.10	0.10	0.00
Total gastos materiales					42.31	33.49	33.49	0.00
Salarios					8.96	2.99	0.00	2.99
Seguridad social					1.25	0.42	0.00	0.42
Impuesto sobre la fuerza de trabajo					2.24	0.75	0.00	0.75
Gastos generales					1.79	0.90	0.00	0.00
Gastos de mantenimiento					0.40	0.35	0.28	0.06
Otros gastos					1.79	0.90	0.90	0.00
Gastos distribución y ventas					0.00	0.00	0.00	0.00
Costos de operación					58.75	39.77	35.56	4.22
Depreciación					0.43	0.31	0.31	0.00
Costos financieros					0.77	0.61	0.61	0.00
Costo total de producción					59.95	40.70	36.49	4.22

ANEXO 2

Modelo resumen de los costos de producción de la planta de bloques de madera mineralizada

PLANTA: BLOQUES DE CONSTRUCCIÓN									
RESUMEN DE LOS COSTOS UNITARIOS									
Bloques de construcción		CAPACIDAD EFECTIVA:					10000		
TIPO DE MONEDA:		TOTAL (PESOS Y CUC)					UM:		
ANO	2	3	4	5	6	7			
PRODUCCION, unidades/año	5000	5500	6000	6500	7000	7500			
COSTOS UNITARIOS									
Materias primas y materiales	39.95	39.95	39.95	39.95	39.95	39.95			
Energía	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36			
Total gastos materiales	42.31	42.31	42.31	42.31	42.31	42.31			
Salarios	8.96	8.15	7.47	6.89	6.40	5.97			
Seguridad social	1.25	1.14	1.05	0.96	0.90	0.84			
Impuesto utilización fuerza trabajo	2.24	2.04	1.87	1.72	1.60	1.49			
Gastos generales	1.79	1.63	1.49	1.38	1.28	1.19			
Gastos de mantenimiento	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40			
Otros gastos	1.79	1.63	1.49	1.38	1.28	1.19			
Gastos de distribución y ventas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Costos de operación	58.75	57.29	56.07	55.05	54.17	53.40			
Depreciación	0.43	0.39	0.36	0.33	0.31	0.29			
Costos financieros	0.77	0.37	0.03	0.00	0.00	0.00			
Costo total de producción	59.95	58.05	56.47	55.38	54.47	53.69			
DIVISAS DIRECTAS (CUC)									
COSTOS UNITARIOS									
UM:									
Materias primas y materiales	31.23	31.23	31.23	31.23	31.23	31.23			
Energía	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26			
Total gastos materiales	33.49	33.49	33.49	33.49	33.49	33.49			
Salarios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Seguridad social	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Impuesto utilización fuerza trabajo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Gastos generales	0.90	0.81	0.75	0.69	0.64	0.60			
Gastos de mantenimiento	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28			
Otros gastos	0.90	0.81	0.75	0.69	0.64	0.60			
Gastos de distribución y ventas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Costos de operación	35.56	35.40	35.26	35.15	35.05	34.96			
Depreciación	0.31	0.29	0.26	0.24	0.22	0.21			
Costos financieros	0.61	0.29	0.02	0.00	0.00	0.00			
Costo total de producción	36.49	35.97	35.55	35.39	35.27	35.17			

ANEXO 3

Flujo de caja para la planificación financiera de la planta de bloques de madera mineralizada

<u>- FLUJO DE CAJA PARA LA PLANIFICACION FINANCIERA -</u>											
<u>TITULO: BLOQUES CONSTRUCCION</u>											
Localización: Pinar del Río		Fecha: 28/10/05		Util. actuales:		MP					
Organismo: IIF/MINAGRI		Año Base: 1		Per. Anál:		11					
Preparado por:		Tasa Act (%): 10.00		UM: MP		A		B		C	
CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A. ENTRADAS DE EFECTIVOS	61.5	449.6	465.9	508.2	539.9	572.0	604.0	636.0	668.1	700.1	732.1
- Recursos financieros	61.5										
..Capital Social (Aportes)	61.5										
- Prestamos											
- Ingresos	5,875.8	449.6	465.9	508.2	539.9	572.0	604.0	636.0	668.1	700.1	732.1
B. SALIDAS DE EFECTIVOS	4,719.2	417.4	391.9	421.1	425.3	450.5	475.7	500.8	526.0	551.1	576.3
- Inversión Total	134.3	48.5	2.0	4.2	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
.. Capital Fijo	56.0										
.. Iner. Capital de Trabajo	78.3	48.5	2.0	4.2	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
- Costos de Operación	3,898.3	293.7	315.1	336.4	357.8	379.2	400.5	421.9	443.2	464.6	485.9
- Impuestos	679.2	49.8	51.3	58.7	63.0	66.7	70.5	74.2	77.9	81.7	85.4
- Dividendos											
- Servicio de la Deuda	72.3	24.1	22.3	20.5							
.. Intereses	10.8	3.6	1.8								
.. Reembolso del Principal	61.5	20.5	20.5	20.5							
- Fondo Estimul. y Desarrollo	12.6	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
- Servicios Bancarios	0.7	0.2	0.2	0.2							
C. SALDO ANUAL (A-B)	1,218.1	0.0	32.2	74.0	87.1	114.6	121.5	128.3	135.2	142.1	148.9
D. SALDO ACUMULADO	1,139.8	0.0	32.2	106.2	193.3	307.9	429.4	557.7	692.9	835.0	984.0