



fives cail

# MillMax®: una tecnología revolucionaria en la extracción del jugo de caña por Fives Cail

Por Simon Trancart<sup>1</sup>

## Un diseño innovador

La industria azucarera de caña ha sido objeto de importantes desarrollos en los últimos años, en particular con el desarrollo de producción de etanol a partir de caña de azúcar y de energía por cogeneración. Esta evolución ha tornado al sector industrial más competitivo.

Como en otras industrias, la industria azucarera está enfrentando aumentos significativos de los costos de energía y de materia prima. El MillMax® (Figura 1), la innovación más reciente de Fives Cail en extracción de jugo de caña, por ser más pequeño y por consumir menor potencia, ofrece una solución interesante frente a este contexto.

El MillMax® tiene solamente dos mazas de presión (más una maza de alimentación) y no tiene ni cuchilla central ni presión hidráulica en la maza superior. El diseño del MillMax® es simplificado y el número de componentes es menor.

Por esta razón, el MillMax® no solamente es más competitivo en cuestión de costos de inversión pero comparado con un molino convencional su consumo de energía y los costos de instalación y de mantenimiento son inferiores.

Un dispositivo patentado llamado CAP® (Corredor Alta Presión, ver Figura 2), reduce el fenómeno de reabsorción y permite alcanzar el desempeño de los molinos convencionales cualquiera que sea su posición en la línea de extracción.

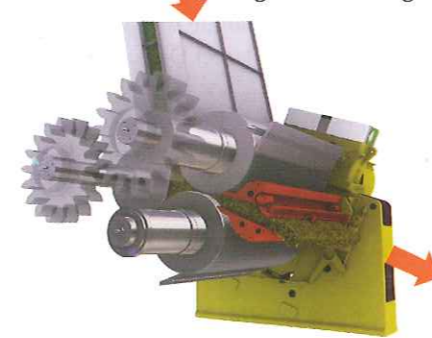
El jugo de caña es extraído en los puntos de presión. Sin embargo una parte de ese jugo extraído es sistemáticamente reabsorbido por succión cuando el bagazo se expande. La función del CAP® es mantener un alto índice de compactación del colchón de bagazo justo antes del punto de presión entre las mazas superior e inferior. Un alto índice de compactación limita la reabsorción y da más oportunidad y tiempo al jugo de caer por presión y gravedad a los deflectores y colectores previstos.

El dispositivo CAP® (componente rojo en la Figura 3) incluye los raspadores.

Figura 1 – Vista 3D del MillMax®



Figura 2 – Vista general del CAP®



<sup>1</sup> Gerente de Producto MillMax®, Fives Cail, Villeneuve d'Ascq, Francia

Tel +33 3 20 88 96 54; Email : [simon.trancart@fivesgroup.com](mailto:simon.trancart@fivesgroup.com)

Fives Cail Fletcher Mexico, Tel (55) 52 03 13 59 / 52 03 12 87; Email: [anakarina.huitron@fivesgroup.com](mailto:anakarina.huitron@fivesgroup.com)



Flap con pistón hidráulico



Maza de presión superior  
Flap ajustable  
Expansión controlada de la caña  
Maza de presión inferior

Figura 3 – Detalles del CAP®

Inicialmente los molinos convencionales tenían tres mazas de presión y consecuentemente dos puntos de presión. Una cuchilla central fija impone el camino al bagazo, donde la energía es desperdiciada (ver Figura 4).

Con el ímpetu de incrementar la capacidad de los molinos e incrementar la extracción creando más puntos de presión, los diseñadores de molinos agregaron tres mazas de presión más.

Como los molinos se volvieron más grandes, varios factores contribuyeron a un impacto negativo en el costo global de un molino, tanto para el comprador como para el usuario:

- Aumento de los costos de inversión,
- Aumento de los costos de mantenimiento (dado que tiene más componentes),
- Aumento del consumo de potencia (dado que el equipo es más pesado),
- Aumento del costo de inversión del accionamiento (dado que se necesita una potencia instalada más elevada),
- Aumento de los costos de obra civil e instalación.

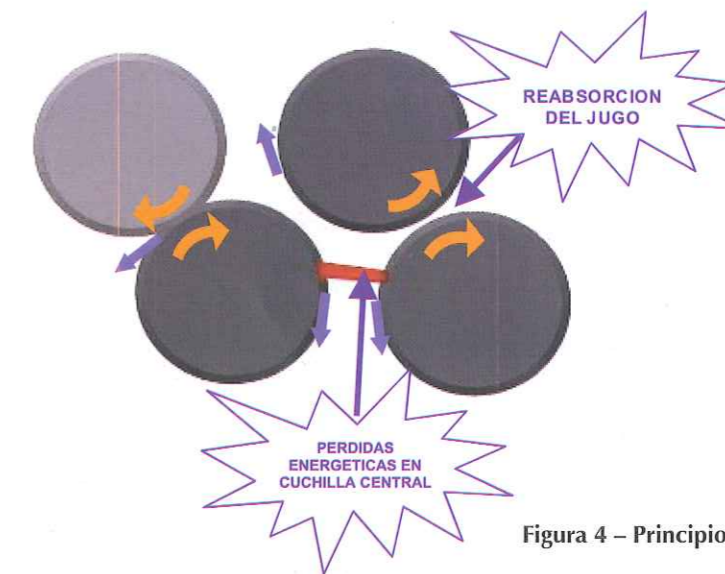


Figura 4 – Principio del molino convencional

El diseño del MillMax® invierte esta tendencia histórica. El MillMax® es en efecto una respuesta a las necesidades de la industria azucarera de caña de azúcar (una capacidad más elevada con costos de producción y operación más bajos) con un concepto sencillo con sólo dos mazas de presión. El desempeño se mantiene a los niveles requeridos gracias al dispositivo patentado CAP® (ver Tabla 1).

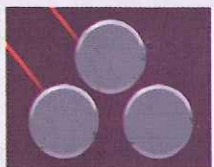
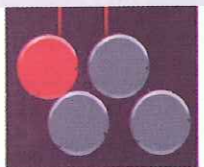
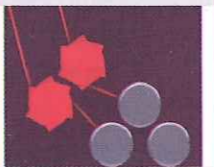
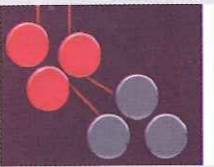
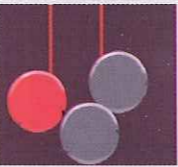
Diseño del molino	Convencional	Convencional	Convencional	Convencional	MillMax®
Mazas de presión	3	3	3	3	2
Mazas adicionales (alimentadora o de presión)	0	1	2	3	1
Configuración					
Evolución de capacidad	→				
Evolución del desempeño	→				
Evolución del consumo de potencia	→ ↘				
Evolución de los costos de inversión	→ ↘				
Evolución de los costos de mantenimiento	→ ↘				

Tabla 1 – Evolución de la tecnología de molinos

## Características clave del diseño del MillMax®

Las principales características del MillMax® son:

- Solamente dos mazas de presión.
- Sin cuchilla central.
- Sin presión hidráulica en la maza superior.
- Una maza alimentadora provee una alimentación correcta con una compactación correcta antes de que la caña pase a través de las mazas de presión.
- Las mazas de presión están maquinadas con ranuras Messchaert con el fin de incrementar la capacidad de drenado del jugo. Un dispositivo con raspadores ajustables Messchaert limpian esta ranuras (ver Figura 5).
- Un dispositivo patentado llamado CAP® limita la reabsorción del jugo.

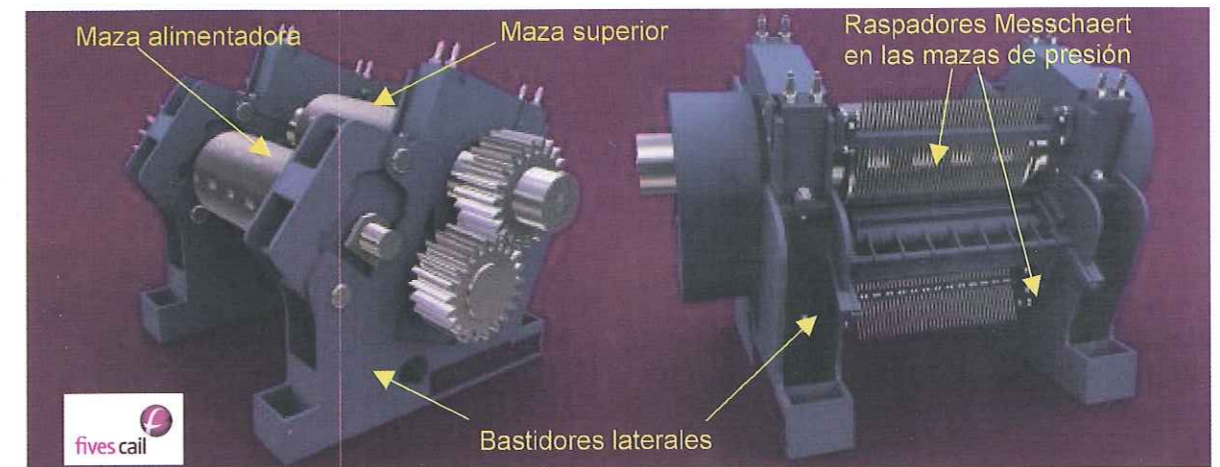


Figura 5 – Partes clave del MillMax®

El eje de la maza superior es inamovible (sin presión hidráulica) durante la operación, de la misma forma que el eje de la maza inferior.

La abertura de la maza de presión es ajustable por cuñas de posicionamiento bajo las chumaceras de la maza inferior. Las variaciones de la alimentación de la caña son compensadas con el ajuste de la velocidad de rotación del MillMax®.

## Aplicaciones y estudio de casos

Las aplicaciones del MillMax® son las mismas que las de molinos convencionales (ver Figura 6) en una planta de extracción:

- En cualquier posición de un tándem de molinos existente (sustitución de un molino convencional o incremento de la capacidad de molienda/desempeño).
- Para constituir un tándem completo de MillMax®.
- Como molino secador después de un difusor. ®
- Como un molino de pre-extracción antes de un difusor para incrementar su capacidad.

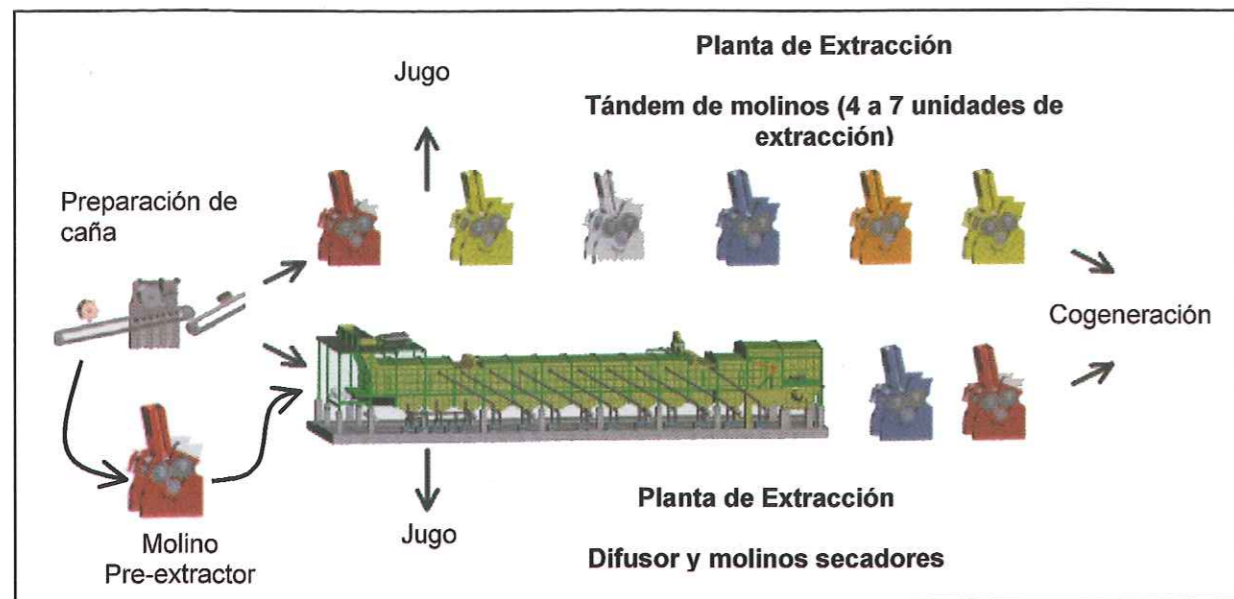


Figura 6 – Aplicaciones en un ingenio de caña de azúcar

Aunque el MillMax® está diseñado para procesar cualquier tipo de cañas preparadas, su desempeño es mejor cuando el Índice de Preparación (IP) es > 90%. Es por eso que Fives Cail diseña y suministra equipo para toda la cadena de extracción, incluyendo su desfibradora pesada en línea que ofrece altos índices de preparación.

El rango de MillMax® comprende 6 modelos con diferentes capacidades de proceso. La longitud de las mazas y los diámetros de cada estándar así como la capacidad para cada tamaño, diseñada para 15% de fibra en caña, se indican en la Tabla 2.

Equipo	Capacidad	Ancho	Diámetro de las Mazas
	(tch)	(pulgadas)	(pulgadas)
MillMax® 60	100 – 200	60"	32"
MillMax® 66	150 – 300	66"	36"
MillMax® 78	250 – 400	78"	38"
MillMax® 84	350 – 550	84"	45"
MillMax® 90	500 – 700	90"	48"
MillMax® 102	650 – 1 000	102"	54"

Tabla 2 – Rangos de tamaño del MillMax®

\* Rango de capacidad se da para un 15% de fibra en caña.

Actualmente, 23 MillMax® (21 con el diseño actual y 2 prototipos llamados "Unidades de Extracción") han sido instalados por Fives Cail (ver Tabla 3).

Equipo	Posición	Capacidad (tch)	Ingenio	País	Año
Unidad de extracción	#1	450	Le Gol	Isla de la Reunión	1991
Unidad de Extracción	#1	410	Riopaila	Colombia	1995
MillMax® 78	#5	280	Gardel	Guadalupe	2006
MillMax® 78	#1	280	Gardel	Guadalupe	2006
MillMax® 78	#1	180	EID Parry	India	2007
MillMax® 78	#1 a #4	230	Krishnaveni Sugars	India	2008
MillMax® 78	#1 y #5	230	Siruguppa*	India	2008
MillMax® 78	#1 a #4		Hemarus*	India	2008
MillMax® 84	DW#2	500	Guariroba	Brasil	2006
MillMax® 84	DW#2	500	Vale do Paraná	Brasil	2006
MillMax® 84	DW#2	500	Ouroeste	Brasil	2006
MillMax® 84	DW#2	500	Itumbiara	Brasil	2006
MillMax® 84	DW#2	500	Ituiutaba	Brasil	2006
MillMax® 84	#1	375	Al Abbas	Pakistán	2008
MillMax® 84	DW #2	530	Campina Verde	Brasil	2008
MillMax® 90	DW #2	530	Santa Vitória	Brasil	2008
MillMax® 90	DW #2	650	Vale do Paracatú	Brasil	2008
MillMax® 102	#1	900	Companhia Energética São José	Brasil	2006
MillMax® 102	#2 a #5	900	Companhia Energética São José	Brasil	2007

Tabla 3 – Referencias de MillMax®

\* En curso#n: posición en el tandem de molinos  
DW#2: Molino secador después del difusor y después del primer molino secador.

## Beneficios del MillMax®

Cuando comparamos con un molino convencional, el diseño innovador del MillMax® ofrece importantes beneficios: capacidad, desempeño, consumo de energía, instalación, inversión y mantenimiento.

De hecho la capacidad del MillMax® es la misma que la de un molino convencional de 5 mazas.

El desempeño del MillMax® es muy similar al del mejor molino convencional:

En primera posición, con el MillMax® la extracción es entre 72% y 79% compara con un rango de 60 a 75%<sup>2</sup> de extracción en el primer molino de tipo convencional.

En última posición (en un tandem o como molino secador), la humedad de bagazo es menor a 50%.

Con el MillMax® se esperan obtener los siguientes ahorros en comparación con la tecnología convencional:

- Consumo de potencia es 30% menor (ahorro en el consumo pero también en el costo del accionamiento).
- Costos de instalación se reducen también.
- Costos de inversión son 30% menores.
- Costos de mantenimiento son 40% menores.

<sup>2</sup>De acuerdo a Peter Rein (2007) Cane Sugar Engineering, Berlin, Germany: Verlag Dr. Albert Barttesn Kg. P 768.

La Tabla 4 resume los diferentes ahorros para el caso específico siguiente: comparación con un molino convencional de 4 mazas, en las mismas condiciones de operación y el mismo desempeño requerido (ingenio azucarero de una capacidad de 10,000 tcd, duración de la zafra = 200 días)

Todos los costos son relativos a la referencia (inversión = 1000).

Ingenio de 10000 tcd duración de la zafra: 200 días	Molino convencional de 4 mazas	MillMax®	Diferencial Absoluto	Diferencial Relativo
Inversión	1 000	700	300	-30%
Costos de electricidad (por año)	103	71	-32	-31%
Costos de mantenimiento (por año)	76	46	-30	-39%
Costos globales en 20 años	4 580	3 040	-1 540	-34%

\* Referencia para otros cálculos de costos  
Tabla 4 – Comparaciones de costos

Los primeros resultados del MillMax® a continuación ponen en evidencia los ahorros del consumo de potencia y su desempeño general, lo que es igual o superior cuando lo comparamos con molinos convencionales.

### Primeros resultados del MillMax®

Con excepción de pocos sitios repertoriados en la Tabla 3 donde el MillMax® se encuentra en operación, numerosos pedidos para el suministro de MillMax® están en proceso de fabricación o de instalación.

Sin embargo, nuestro análisis de estos casos referidos en la Tabla 5 indican que el desempeño del MillMax® está en línea con los resultados esperados mencionados anteriormente.




Resultados del MillMax®				
Datos del Ingenio	Ingenio	Gardel S.A.	Gardel S.A.	Companhia Energética São José
	País	Guadalupe (Francia)	Guadalupe (Francia)	Brasil
Planta de extracción	Alimentación caña	6 000 tcd	6 000 tcd	11 000 tcd
	Alimentación caña	250 tch	250 tch - max 300 tch	457 tch
	Duración de la zafra	Marzo a julio 2007	Marzo a junio 2008	Marzo a diciembre 2008
	Alimentación de caña final	280 tch	280 tch	950 tch
	Fibra	13.50%	14.50%	12.0%
	IP	> 90%	> 90%	> 90%
	Imbibición % fibra	180%		260%
	Tecnología	Tándem de molinos	Tándem de molinos	Tándem de molino
	Descripción	2 x 78" molinos convencionales	1 MillMax® 78"	1 MillMax® 102
		1 x 66" molino convencional	3 x 4-mazas 78" molinos	
1 x 78" molino convencional		convencionales		
1 MillMax® 78"		1 MillMax® 78"	6 x 66 x 34" Molinos convencionales	
Características del MillMax®	Posición del MillMax®	Ultima posición	Primer molino	Primer molino
	Ancho de las mazas	1 980 mm - 78"	1 980 mm - 78"	2 600 mm - 102"
	Diámetro de las mazas	960 mm - 38"	960 mm - 38"	1 370 mm - 54"
				
	Accionamiento	Motor eléctrico	Motor hidráulico (Häggglunds)	Motor eléctrico (Flender)
Desempeño del MillMax®	Velocidad de rotación	3.8 rpm	4.5 rpm	3.5 rpm
	Potencia absorbida promedio	200-250 kW (Otros molinos del tándem: 385kW)	273 kW	440 kW
		6.5 kWh/tf	7.5 kWh/tf	8.0 kWh/tf
		(estándar mundial: 10-13 kWh/tf)	(primer molino anterior 12 kWh/tf)	(estándar mundial: 10-13 kWh/tf)
		Ahorros de energía: 40 %	Ahorros de energía: 37 %	Ahorros de energía: 30%
	Extracción		75% +/- 1% - max. 79%	73.5%
Humedad de bagazo	48 % +/- 1%			

Tabla 5 – Resultados MillMax®