



USO DE TECNOLOGÍAS DE CLARIFICACIÓN DINÁMICA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA EN PLANTAS EXTRACTORAS

Conferencista: Ing. Carlos A. Vargas O.

Uso de tecnologías de clarificación dinámica para la optimización de la eficiencia en plantas extractoras.

Conferencista: Carlos A. Vargas O.

- Principios de la clarificación dinámica.
- Tecnologías.
- Configuraciones.
- Infraestructura.
- Costos de operación.
- Eficiencia de proceso.
- Otros beneficios.
- Resultados.



La importancia de la clarificación

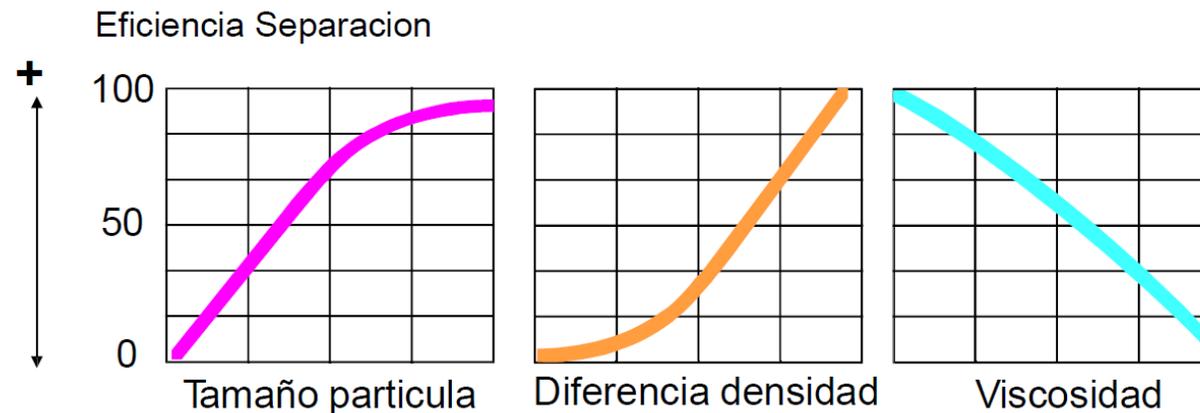
El proceso de clarificación es uno de los procesos más relevantes en la producción de CPO por:

- Es fundamental para maximizar la recuperación de CPO del proceso de extracción.
- Define en gran medida la calidad del CPO producido y el cumplimiento de los requisitos requeridos por los clientes.
- Requiere de control de proceso permanente para garantizar y monitorear la eficiencia de proceso.
- Su evolución tecnológica impacta la competitividad y rentabilidad del negocio.



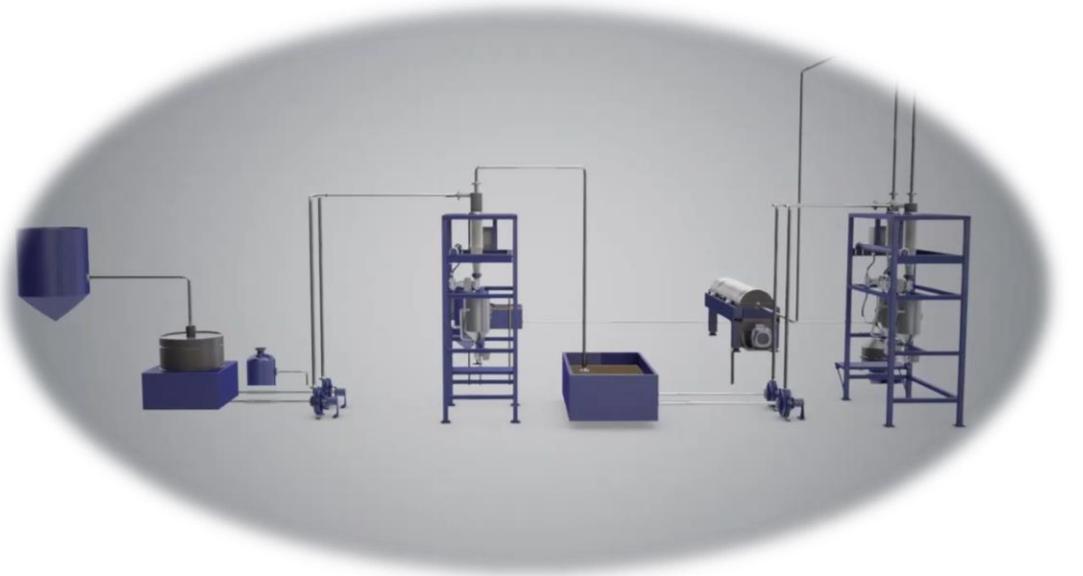
Principios de la clarificación dinámica

- Los componentes individuales deben ser inmiscibles.
- Se requiere una diferencia en las densidades.
- Hay fuerza por gravedad (sedimentación) o centrífuga (centrifugación).
- Aprovecha la fuerza G para aumentar la velocidad de separación.
- Reduce al mínimo el consumo de agua de dilución.
- Reduce al mínimo la generación de efluente.
- Sistema que se enfoca en calidad de aceite y bajas pérdidas.



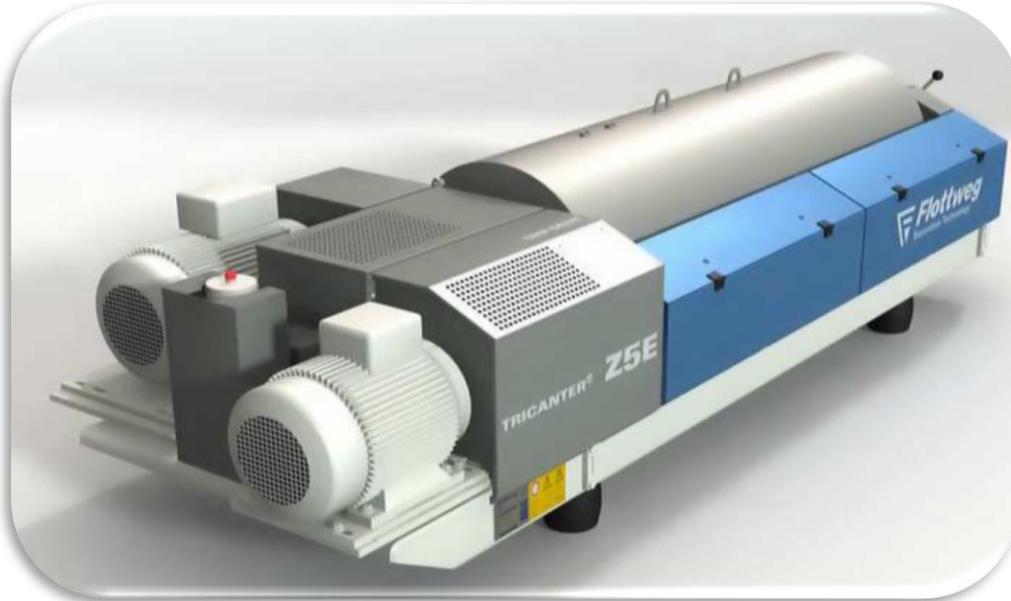
Tecnologías de clarificación dinámica

- Decantador de tres fases (tridecanter).
- Centrífuga de alta velocidad.
- Sistemas auxiliares para la clarificación dinámica.



Tecnologías

▪ Tridecanter:



- Equipo centrífugo horizontal, con funcionamiento continuo con principio de la fuerza centrífuga (hasta 10.000 veces más fuerte que la ejercida por la gravedad).
- Alcanza separación más rápida y eficiente que la estática.
- Sección cilíndrica para la separación del aceite inmisible en el agua.
- Sección cónica para secar los sólidos recuperados.
- Transportador tipo tornillo sin fin, para el transporte de sólidos fuera del equipo.



FASE: ACEITE



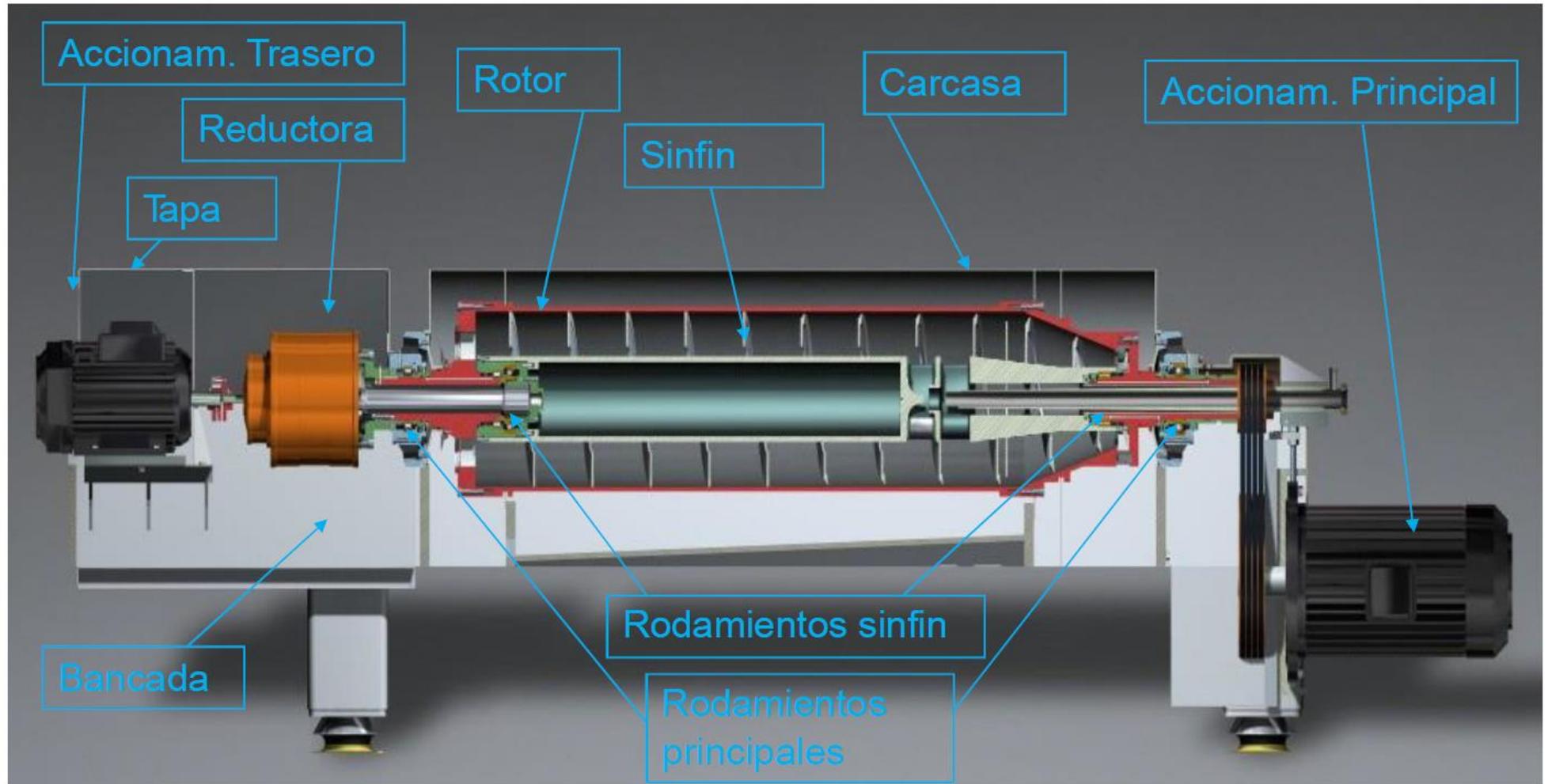
FASE: AGUAS LODOSAS



FASE: SOLIDA

Tecnologías

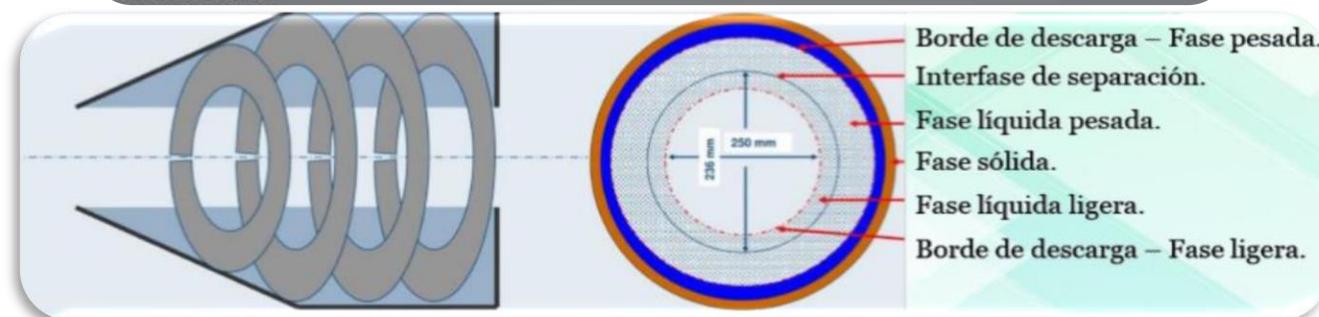
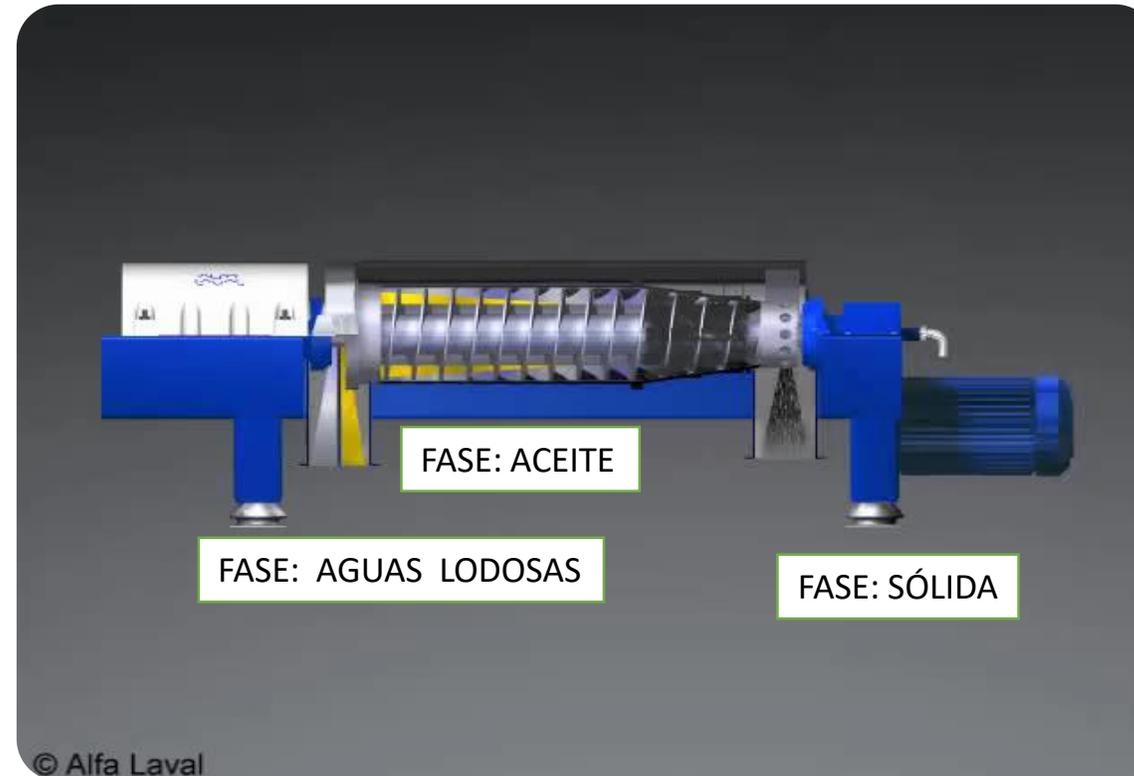
- Componentes principales del tridecanter:



Tecnologías

- Decantador de tres fases (tridecanter):

Fuente: Alfa Laval

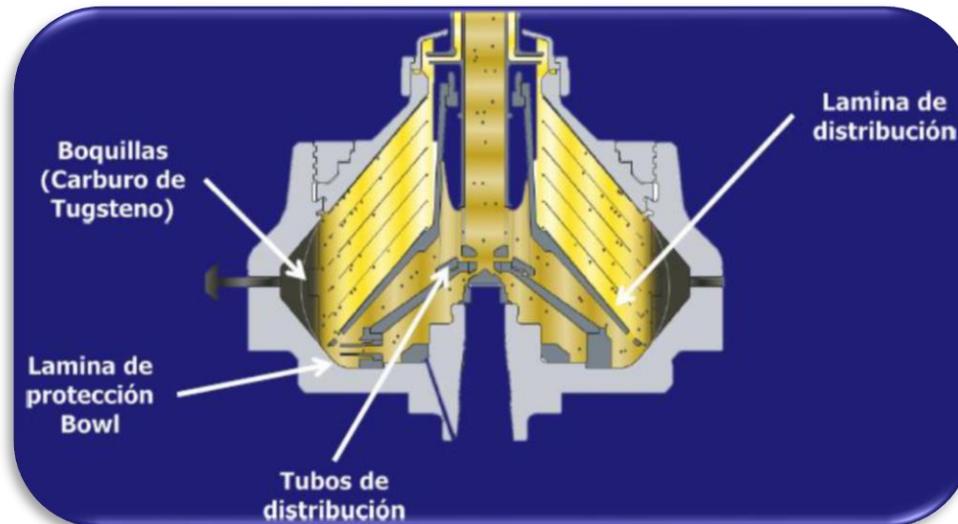


Tecnologías

▪ Centrífuga de platos:

Diseñada con una capacidad hidráulica de 8 a 16 m³ /h para recuperar aceite proveniente de la fase pesada del decantador, entregar bajas pérdidas en su descarga de fase pesada, mediante arreglo interno de discos y bowl que permite realizar separación eficiente.

Cuenta con un sistema de autorregulación con agua para protegerse de una operación en seco (agua de balance) y dirigir la interface hacia el centro del equipo, teniendo así una alta recuperación de aceite.

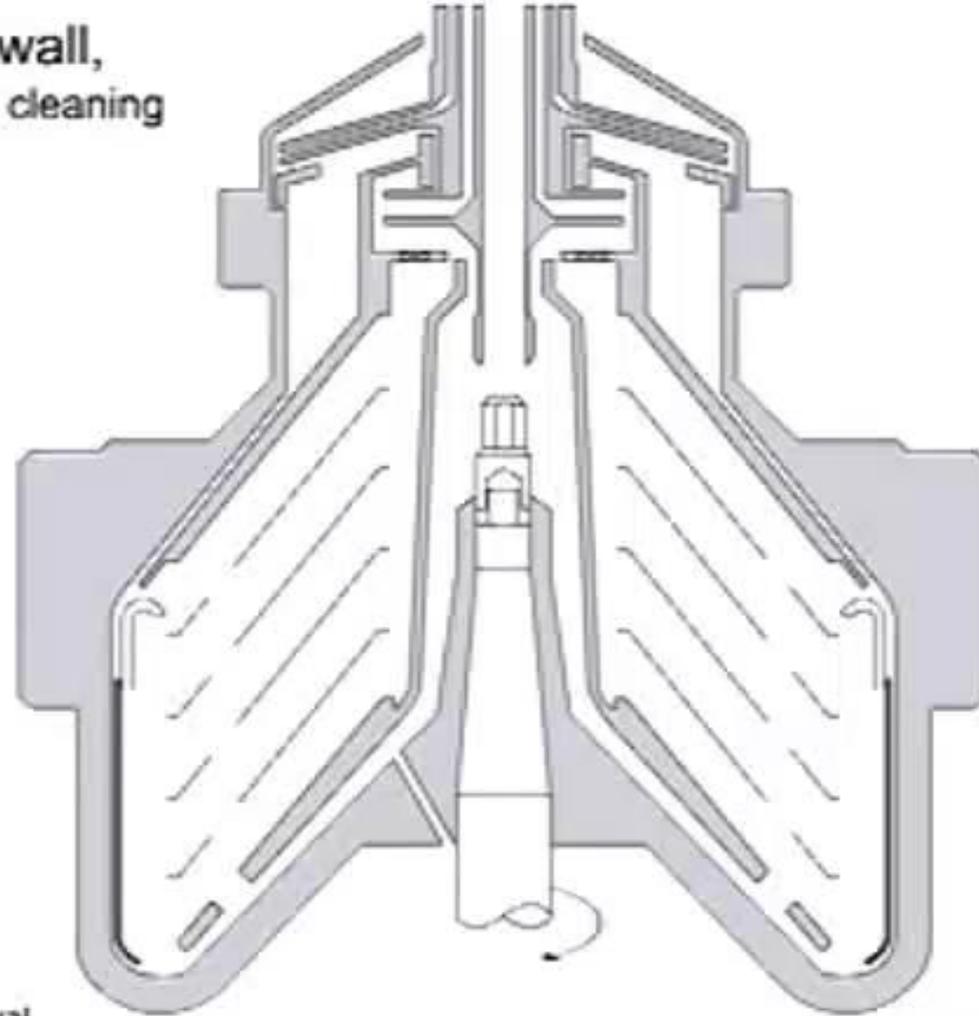


Tamaño de boquilla (mm)	Capacidad Hidráulica (m ³ /h)
1,6	9-11
1,8	12-14
2	14-18

Tecnologías

- Centrífuga de platos:

Solid wall,
manual cleaning



Tecnologías

- Centrífuga de platos:



Tecnologías

- Sistemas auxiliares clarificación dinámica:



Desarenadores



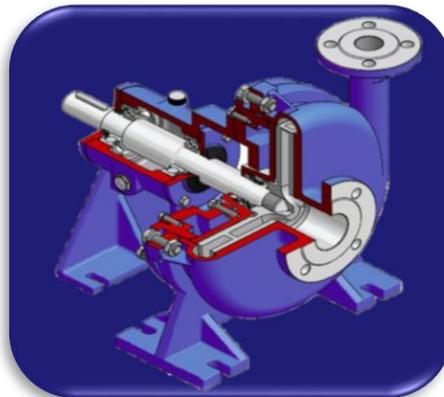
Sistemas de secado al vacío



Filtros cepillos (Strainer)



Tamiz vibratorio



Bombas para manejo de lodos



Bombas helicoidales

Tipos de configuraciones



Clarificación con tridecanter.



Clarificación con tridecanter + reproceso.



Clarificación con tridecanter + centrífuga alta velocidad.



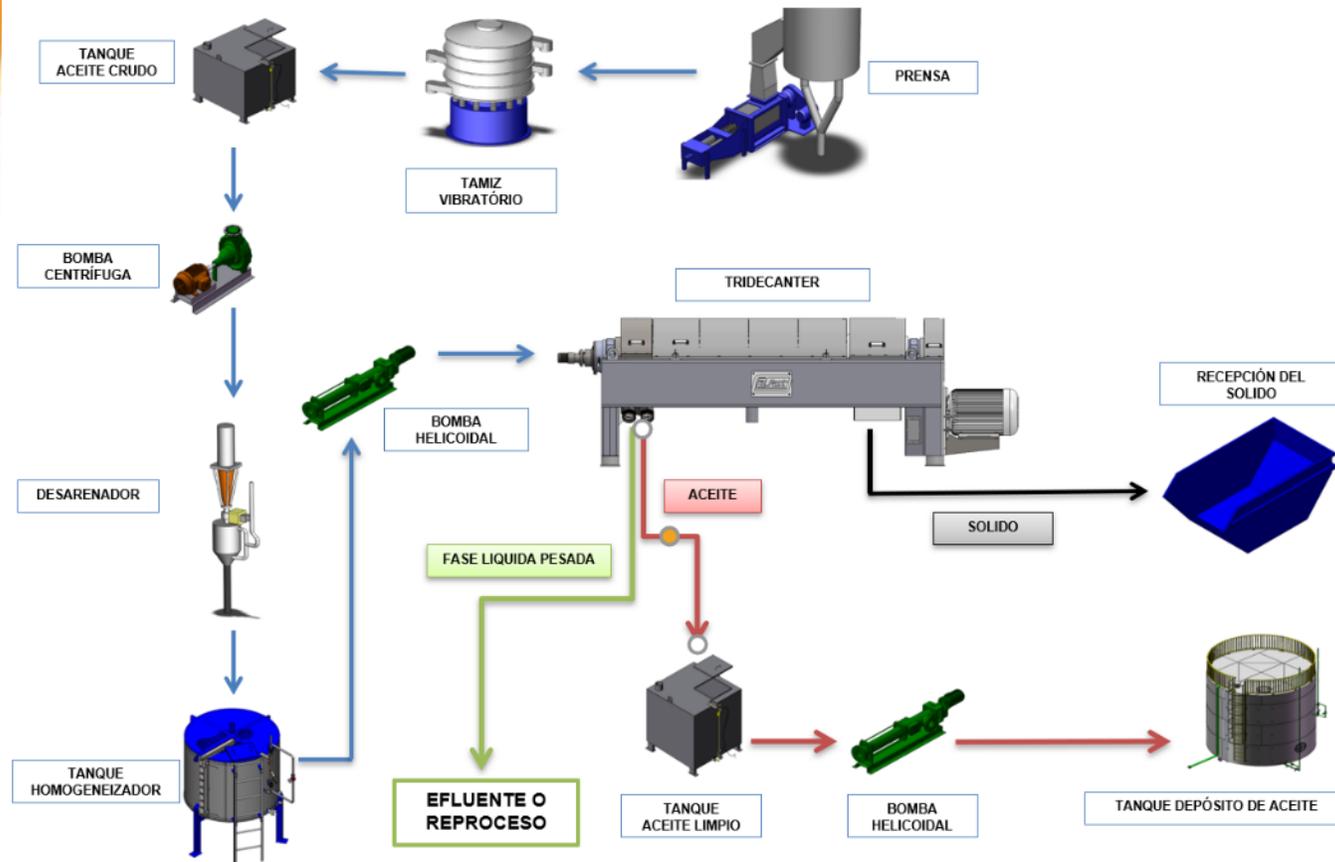
Clarificación con preclarificación + tridecanter.



Clarificación con preclarificación + tridecanter + centrífuga alta velocidad:

Tipos de configuraciones

■ Clarificación con tridecanter:



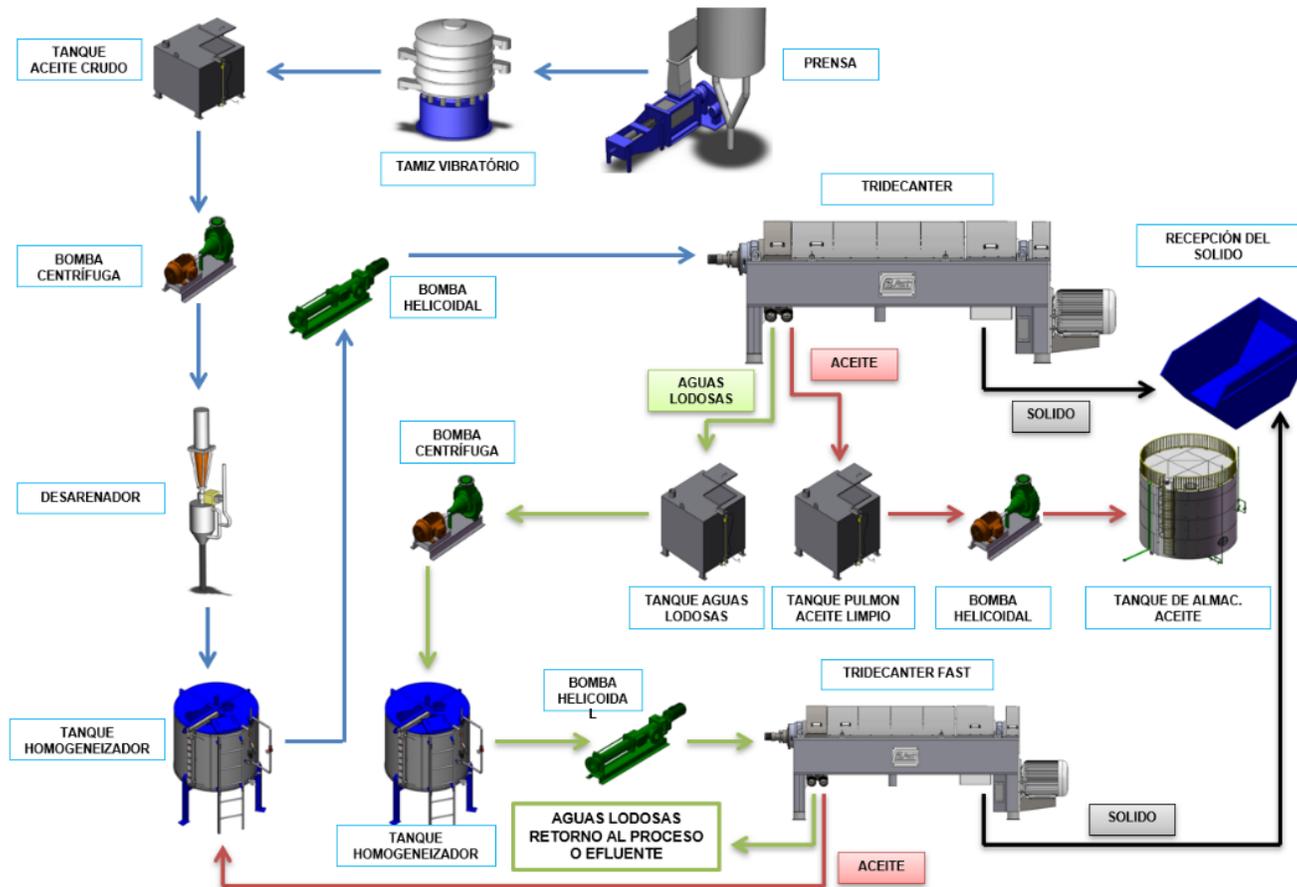
Características:

- No requiere **ningún sistema de clarificación estático** previo.
- **Bajo** factor de **dilución** (aprox. 1,8)
- No requiere secado del aceite (para algunas tecnologías).
- Todo el aceite es recuperado en **un solo equipo**.
- Configuración con **menor consumo de agua y energía**.
- Configuración con **menor número de equipos**.
- Rango de pérdidas % Ac./RFF 0,5 – 0,65

Desarenado + homogenizador + tridecanter

Tipos de configuraciones

- Clarificación con tridecanter + reproceso:



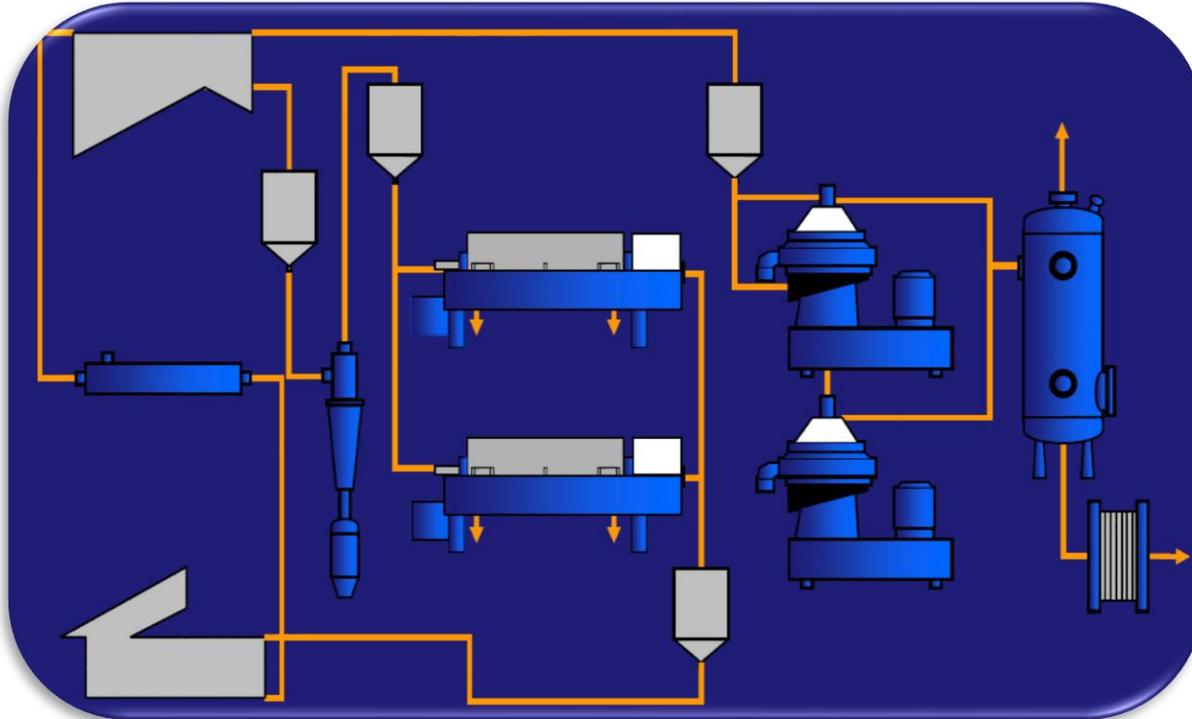
Características:

- No requiere **ningún sistema de clarificación estático** previo.
- Bajo** factor de dilución (aprox. 1,8)
- No requiere **secado** del aceite (para algunas tecnologías).
- El aceite se recupera con **dos tridecanteres en serie**.
- Máxima** recuperación de aceite.
- Aforo** en efluentes muy **bajo**.
- Rango de pérdidas % Ac./RFF **0,35 – 0,4**

Desarenado + homogenizador 1 + tridecanter + homogenizador 2 + tridecanter repaso

Tipos de configuraciones

- Clarificación con tridecanter + centrífuga alta velocidad:



Características:

- No requiere ningún sistema de clarificación estático previo.
- No requiere control de factor de dilución.
- Instalación compacta.
- El aceite se recupera en tridecanter y centrífuga de alta velocidad
- Rango de pérdidas % Ac./RFF 0,45 – 0,5

Desarenado + tridecanter + centrífuga + secador de aceite

Tipos de configuraciones

- Clarificación con preclarificación + tridecanter:



Características:

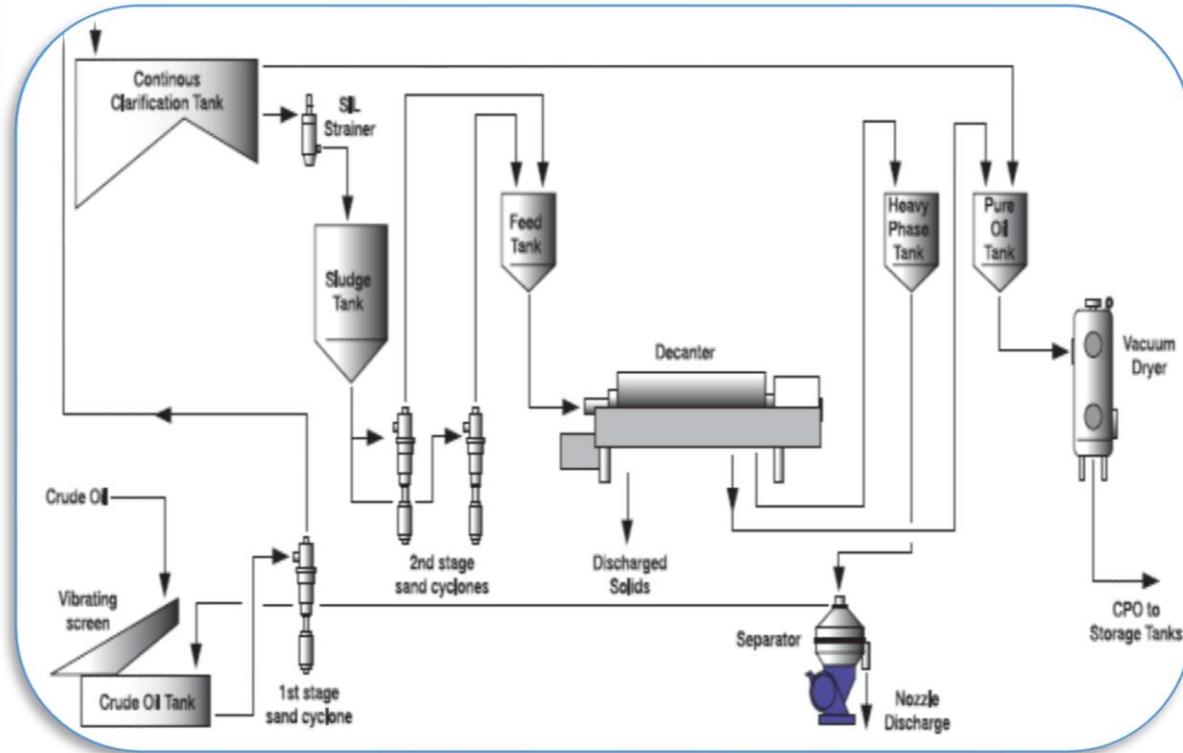
- Utiliza sistema de **preclarificación** con **eficiencia del 75%**.
- Diluciones bajas.
- El **flujo a tridecanter disminuye en 30%** por recuperación previa de CPO, generando **mayor eficiencia** en tridecanter.
- Menores capacidades** requeridas en **tridecanter**.
- El aceite se recupera en preclarificador y tridecanter.
- Se utilizan tanques sedimentadores o decantadores de aceite.
- Rango de pérdidas % **Ac./RFF 0,55 – 0,6**

Preclarificador + desarenado + tridecanter + secador de aceite

Tipos de configuraciones

- Clarificación con preclarificación + tridecanter + centrífuga alta velocidad:

Características:

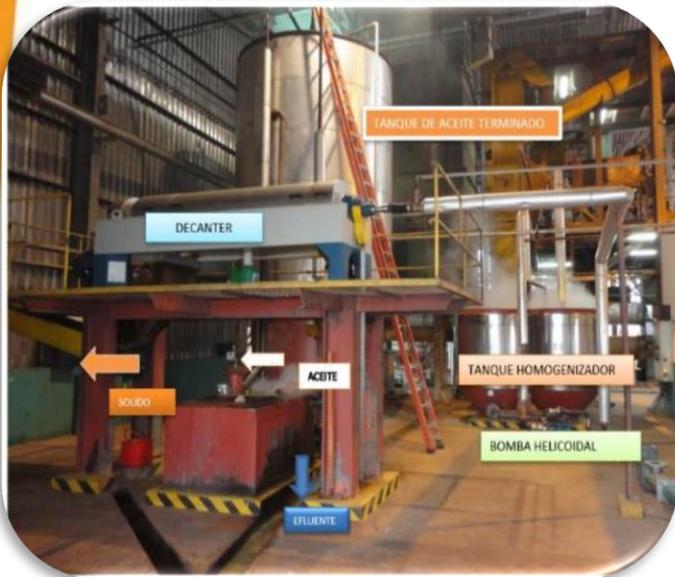


- Utiliza sistema de **preclarificación** con **eficiencia del 75%**.
- Diluciones bajas.
- El **flujo a tridecanter disminuye en 30%**, generando mayor eficiencia en la recuperación de aceite.
- Menores capacidades** requeridas en **tridecanter**.
- El aceite se recupera en preclarificador, tridecanter y centrífuga.
- Se utilizan tanques sedimentadores o decantadores de aceite.
- Máxima recuperación de CPO.**
- Rango de pérdidas % Ac./RFF **0,38 – 0,4**

Preclarificador + desarenado + tridecanter + centrífuga + secador de aceite

Infraestructura

- El área promedio requerida en los sistemas de clarificación dinámica es de 100 m² frente a no menos de 300 m² requeridos en los sistemas estáticos en varios niveles.
- El número e equipos como tuberías, sistemas de bombeo y tanques de proceso es reducido, disminuyendo las labores de mantenimiento e intervención de equipos.



Infraestructura



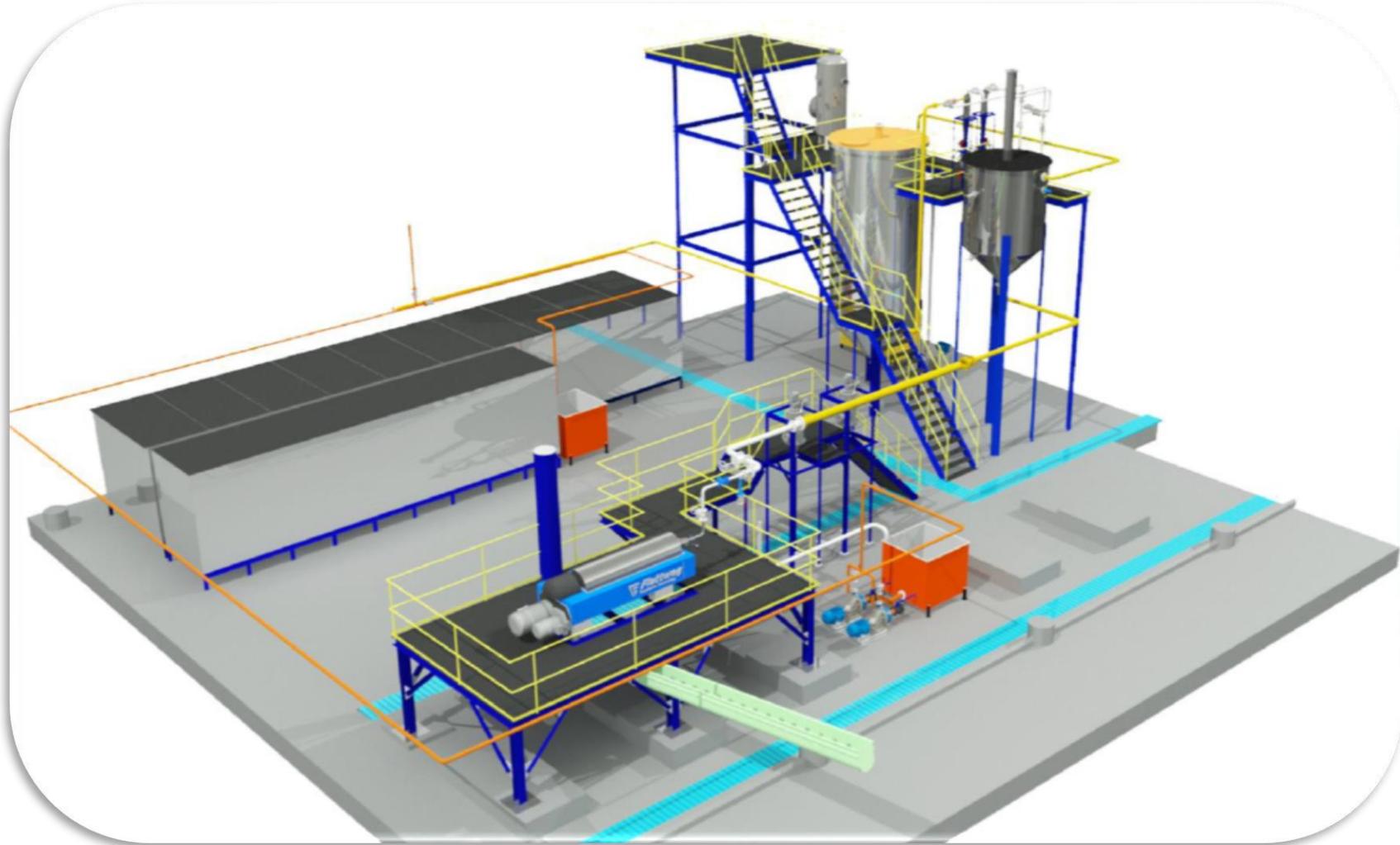
Fuente: FAST Industria

Infraestructura



Fuente: AIC Internacional- Flottweg

Infraestructura



Fuente: AIC Internacional- Flottweg

Costos de operación

La implementación de clarificación dinámica permite optimizar costos en:

- Mano de obra para proceso y mantenimiento.
- Mantenimiento de equipos.
- Inventario de repuestos.
- Servicios industriales.
- Sistemas de tratamiento de efluentes.
- Impacto ambiental.



Área

Energía

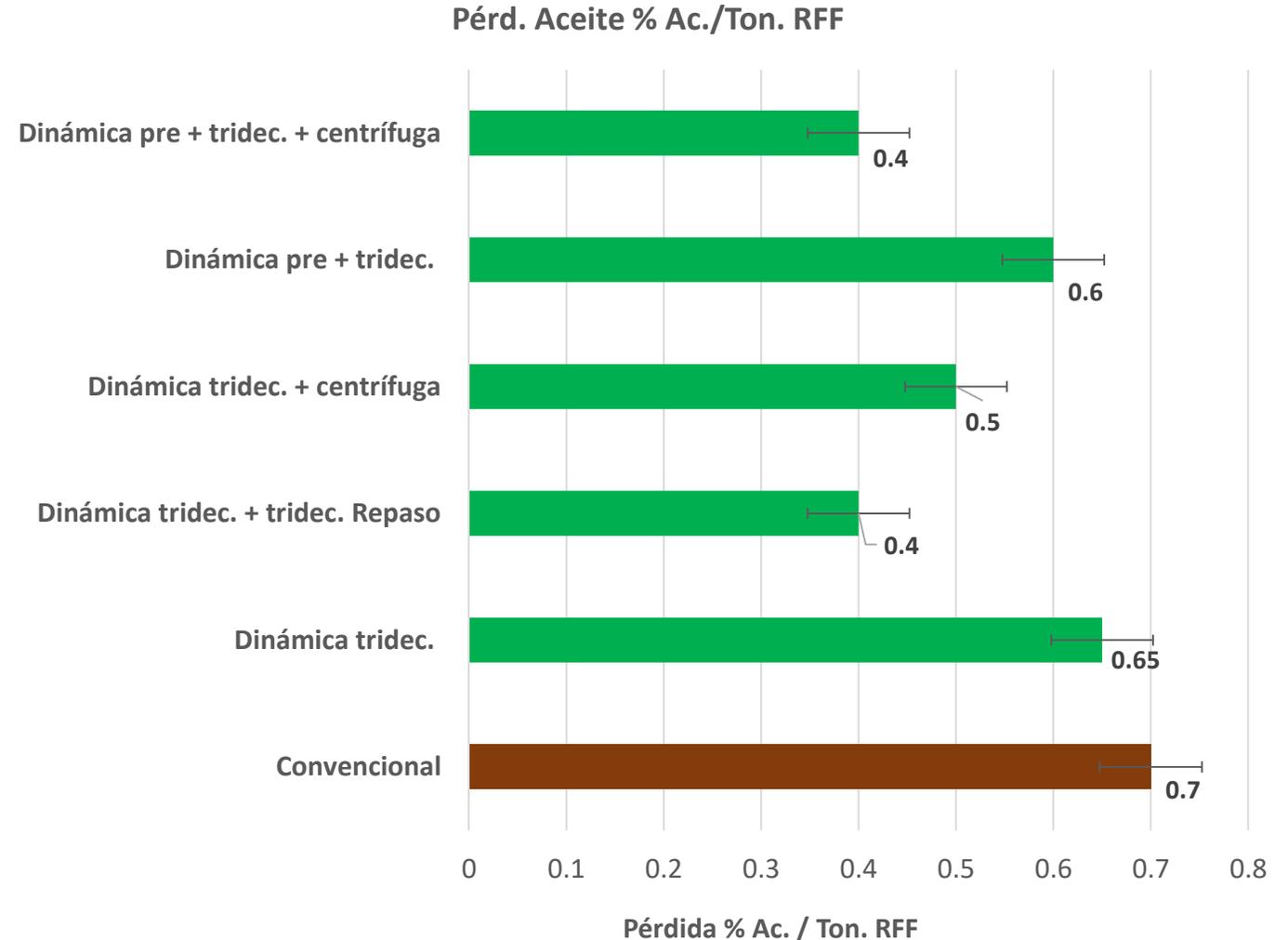
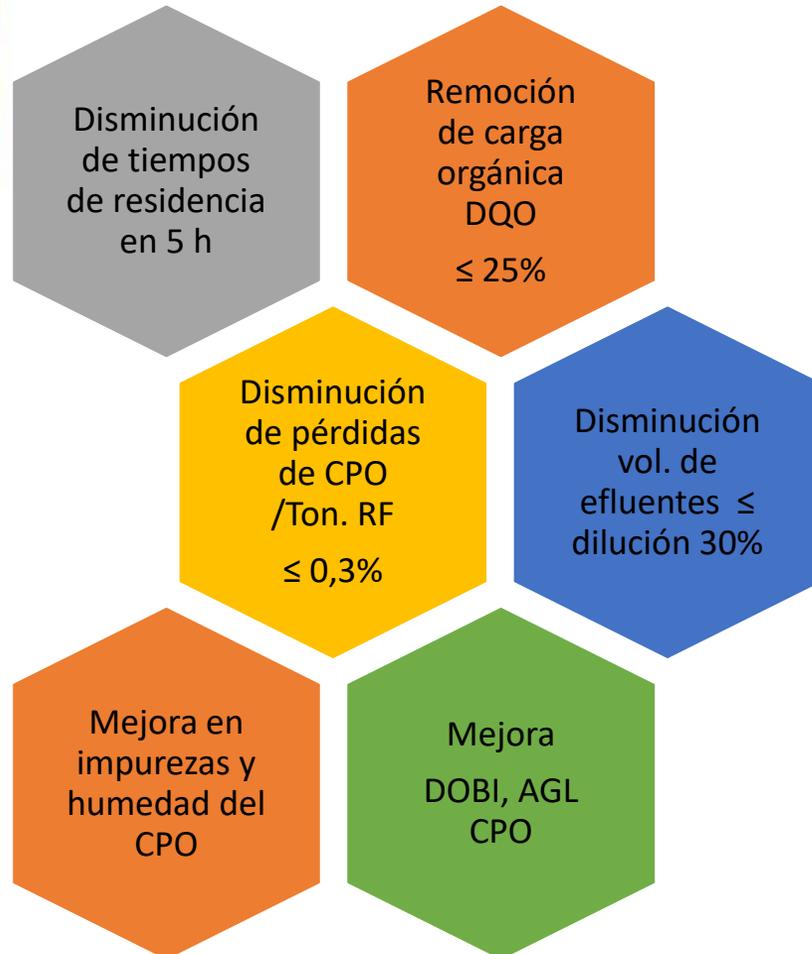
Vapor y agua.

Mantenimiento

Mano de obra

Eficiencia de proceso y calidad de CPO

La implementación de clarificación dinámica aumenta eficiencia industrial en:



Comparativo resumen

Variable	Unidades	COMPARATIVO DE VARIABLES DE CLARIFICACIÓN DINÁMICA				
		CAPACIDAD DE PLANTA 45 Ton. RFF /h				
		Clarificación dinámica tridec.	Clarificación dinámica tridec. + tridec. reproceso	Clarificación dinámica tridec. + centrífuga	Clarificación dinámica preclarif. + tridec.	Clarificación dinámica preclarif. + tridec. + centrífuga
Área requerida	m2	35	70	70	80	100
Consumo de energía	KW / Ton. RFF	2,2	4,0	2,5	2,0	3,2
Consumo de vapor	Kg. vapor / Ton. RFF	9	12	16	12,5	20
Consumo de agua	litros / Ton. RFF	70	90	84	115	120
Calidad del aceite (aceite - humedad - imp.)	%	99,75% - 0,25% - 0,035%	99,75% - 0,2% - 0,015%	99,75% - 0,10% - 0,03%	99,8% - 0,10% - 0,01%	99,8% - 0,10% - 0,01%
Mano de obra	No. de operarios	1	1	1	1	1
Costos / Ton. RFF (M.O., mtto y energía).	\$ USD / Ton. RFF	USD 0,27	USD 0,45	USD 0,56	USD 0,43	USD 0,53
Pérdidas de aceite / Ton. RFF	% Ac. / Ton. RFF	0,65	0,4	0,5	0,6	0,4
Inversión	\$ USD	USD 707.625	USD 1.027.583	USD 993.548	USD 961.290	USD 1.067.559

Comparativo

Criterio evaluado	Clarificación Convencional	Clarificación Dinámica	Observaciones
Eficiencia en recuperación de aceite	X	✓	La clarificación dinámica presenta menores pérdidas 0,40% vs 0,7% Aceite/Ton. RFF en estática
Carga Orgánica	X	✓	Reducción de carga contaminante en un 25 %
Tiempo de Residencia	X	✓	En la clarificación dinámica los tiempos de residencia son mas bajos (5 h menos).
Espacio en planta	X	🏆	Reducción del espacio físico
Costo del sistema	✓	✓	En la clarificación dinámica la inversión es alta pero generan una tasa de retorno (TIR) dentro del tiempo óptimo para la compañía y sus accionistas.

Comparativo

Criterio evaluado	Clarificación Convencional	Clarificación Dinámica	Observaciones
Costo de mantenimiento	X	✓	La clarificación dinámica genera un ahorro en mantenimiento del 50%.
Consumo de energía	X	✓	Ahorro de energía del 45%, debido a eliminación de equipos.
Consumo de vapor	X	✓	Reducción del consumo de vapor en 30%
Consumo de agua	X	✓	Reducción de consumo de agua del 40%
Tipo de operación	X	✓	Fácil operación y de manera continua.
Calidad del aceite recuperado en las maquinas.	X	✓	Permite una mejor calidad del aceite 99,3-99,8% aceite puro vs 35% aceite, el cual debe ser reprocesado

Comparativo

Criterio evaluado	Clarificación Convencional	Clarificación Dinámica	Observaciones
Control de inventarios de aceite	X	✓	Se elimina inventarios en los tanques de almacenamiento no confiables por sedimentación de lodos y agua en almacenamiento
Merms altas por lavado de tanques	X	✓	La clarificación dinámica disminuye las impurezas hacia tanque de almacenamiento, lo que disminuye la frecuencia de lavado de tanques.
Volumen de efluentes	X	✓	Reducción del volumen de efluentes, extiende la vida útil de lagunas y reduce sus costos de mantenimiento.
Cantidad necesaria de equipos	X	✓	Con la clarificación dinámica se reduce la cantidad de equipos: tanques, bombas, etc.
Seguridad operacional	✓		Equipos seguros de fácil operación y menor riesgo.
Capacidad efectiva	✓		Equipos de alta confiabilidad que garantizan capacidad de planta.

Otros beneficios

- Aprovechamiento de la torta de tridecanter como alimento animal de manera directa, ya que su potencial nutricional es igual a que se encuentra en la harina de palmiste, solo que más húmeda.
- Experiencias en campo indican un incremento en la ganancia en la ganadería de 100 - 200 gr día por animal.
- Garantiza estabilidad en las ganancias de peso por animal en las temporadas de verano.
- Los resultados obtenidos se logran con consumo de esta torta por animal de máximo 5 -7 kg/día.

Sample Description		Farm Code	Sample
MISC., Protein Wet		760	20437660
Analysis Results			
Components		As Fed	DM
ENERGY TABLE - NRC 2001			
	Mcal/Lb	Mcal/Kg	
DE, 1X	1.24	2.73	
ME, 1X	1.07	2.35	
NEL, 3X	0.63	1.38	
NEM, 3X	0.62	1.37	
NEG, 3X	0.36	0.79	
TDN1X, %	60		
% TDN1X			60
DE Mcal/kg			2.73
% DM	23.1		
% Neutral Detergent Fiber	13.7		59.1
% Acid Detergent Fiber	10.6		45.7
% Lignin	5.0		21.7
% Crude Protein	3.5		15.2
A % CP			N/A
B % CP			N/A
C % CP			N/A
Kd CP			N/A
% Crude Fat	3.1		13.5
% Calcium	.17		.73
% Phosphorus	.07		.32
% Magnesium	.08		.37
% Potassium	.29		1.24
% Sodium	.002		.008
PPM Copper	12		50
PPM Iron	771		3,330
PPM Manganese	46		199
PPM Zinc	11		47
% Moisture	76.9		
% Adjusted Crude Protein	3.5		15.2
% TDN	13		57
NEL, Mcal/Lb	.15		.66
NEM, Mcal/Lb	.14		.60
NEG, Mcal/Lb	.08		.34
PPM Molybdenum	< 0.1		.4

Proteína cruda 15,2 %
Grasa cruda 13,5 %



Conclusiones y recomendaciones



Reducción espacio físico en la extractora



Fácil operación y bajo mantenimiento



Reducción hasta 40% en los gastos de mantenimiento de equipos.



Reducción en consumo de Energía del 30% a full carga



Reducción en consumo de agua del 40%



Menor requerimiento de mano de obra para procesos que tengan espacio de infraestructura cerca al prensado



Estabilidad en proceso y calidad del aceite



Ahorro hasta 50% con los gastos en el tratamiento de efluente



Reducción del volumen de efluentes



Reducción de carga contaminante 25%



Reducción de consumo de vapor en 30%



Extiende vida útil de lagunas y reduce sus costos de Mantto



Menor gasto en mantenimiento y limpieza de tanques de almacenamiento de aceite



Beneficios en Refinería y estabilidad de DOBI

Conclusiones y recomendaciones

- La **decisión** sobre la clarificación a seleccionar, debe resultar de un **análisis costo/beneficio, de la eficiencia, requerimientos del proceso y producto.**
- La clarificación dinámica y las buenas prácticas operativas permiten tener una planta **más competitiva y con mejores costos**, impactando positivamente la **rentabilidad** del negocio.
- Aunque los costos de implementar un proyecto con clarificación dinámica pueden ser más elevados frente al sistema convencional, la **inversión se recupera en el corto plazo** con **menos equipos y mantenimiento**, y en el **mediano plazo**, con la reducción en consumo de servicios industriales e incremento del CPO recuperado.
- La **recuperación de sólidos** en la clarificación dinámica, es una **oportunidad para generar ingresos** si se comercializa como suplemento alimenticio para ganado.



Oil palm yields up to 11 times
compared to other oilseed crops

GRACIAS