

RESUMEN EJECUTIVO



**Estudio Técnico
de una planta procesadora
de café oro en café tostado
Molido y café soluble
(Freeze Dry & Spray Dry)**





Reporte Final del estudio técnico de la planta procesadora de café oro.

Antecedentes

Tomando como base que el café exportado por México y otros países en vías de desarrollo se compone de café oro básicamente y considerando que es un producto de bajo valor agregado, se pierde la oportunidad de generar y fomentar el desarrollo de regiones y la creación de empleos demandados.

El puerto de Nuevo Laredo Tamaulipas en conjunto con el puerto norteamericano de Laredo, Tx. forman una importante plaza en el comercio del café, ya que gran parte del café exportado por México es comercializado en este punto, pero como café oro con bajo valor agregado.

Al considerar el efecto de globalización en la comercialización de productos agropecuarios, entre ellos el café, que permite la producción de bienes de consumo de mayor valor agregado para su comercialización en los mercados más atractivos, permite pensar en la posibilidad de que México como país que posee tratados comerciales de mucha importancia, como el TTLC con Canadá y Estados Unidos y el futuro tratado de libre comercio con la Unión Europea sea un punto estratégico para el desarrollo de una planta de procesamiento de café.

Los conceptos anteriores representan una oportunidad de negocio sumamente importante, ya que el mercado europeo y norteamericano tienen una alta demanda de productos de café como es el caso del café tostado molido, el extracto de café y el café soluble.

En vista de lo anterior United Nations Coffee Company (UNCC) ha solicitado al Centro Internacional de Agronegocios (CIAG) la realización de un estudio técnico para el establecimiento de una planta procesadora de café oro y la obtención de café tostado molido y soluble como complemento de un estudio de factibilidad completo.

El objetivo del proyecto desarrollado se puede dividir en los siguientes conceptos:

- Evaluar y seleccionar los equipos y tecnologías existentes.
- Estimar el monto de inversión.
- Proponer un diseño de planta.
- Estimar un costo unitario de los productos.

La estructura del presente documento se divide en 2 partes, la primera etapa consiste en una recopilación de argumentos a manera de ideas principales donde se basa la decisión que da origen al tamaño de planta definido. Además de una descripción gráfica de los diferentes escenarios disponibles y las variables consideradas para la operación en general. Para finalmente señalar una serie de criterios que apuntalan la definición de la cotización de la nave industrial propuesta y la serie de equipos periféricos a la línea



principal de producción de Café Tostado Molido y Café Soluble. La segunda etapa hace énfasis de las principales características de cada sistema de producción.

Cabe destacar que cada uno de los panoramas que visualiza el estudio no pretende hacer una comparación de los procesos sino una descripción y análisis por separado para determinar finalmente el costo de producción unitario en cada sistema de secado y tecnología a utilizar ya que la selección de ésta deberá estar en función de un análisis entre Mercado-Tecnología-Calidad-Inversión.

Todos los criterios y valores cuantitativos reflejados en el estudio son producto de consultas bibliográficas e información directa de los diferentes proveedores de maquinaria especializada, maquinaria de planta (Periféricos), equipos industriales e Implementos, bufetes de constructoras de naves industriales a nivel nacional e internacional, toda la información que se tiene en folletos, cotizaciones y correo electrónicos, incluso muestras, queda disponible en la conformación de la "Memoria".

1. Definición del tamaño de planta de proceso de café soluble y tostado molido.

- Para el mercado de la zona noreste de México y zona sudeste de los Estados Unidos de América, el tamaño promedio de las plantas que mantienen un comportamiento sostenidamente competitivo son en un rango de 125 Kg./h y 250 Kg./h con esto logran acomodar su producto en el mercado nacional y algunas logran exportar al contar de antemano con la reconocida calidad del café mexicano en el mundo. (DDS - Denmark / Jens Rolfgaard; DDS de México; NIRO)
- Al considerar la tendencia del mercado nacional e internacional, vemos que la producción de café soluble con el sistema de secado por aspersion se encuentra en una oferta excesiva, lo que resulta en precios demasiado bajos para el producto final. (13th International Conference on Coffee Marketing, ASIC, Paipa Colombia, August 1997)
- El tamaño del mercado de México, se estima en unas 20,000 toneladas por año de café soluble procesado mediante el sistema de secado por aspersion. (Obtenido directamente de Nestlé y validado con DDS de México y NIRO)
- El café soluble procesado por liofilizado no tiene un tamaño de mercado definido en México, sin embargo se importa principalmente el Taster Choice, en una proporción mucho menor que las 20,000 toneladas, ya que, se sabe que el proceso de secado a través del sistema de liofilización es más costoso, aunque produce un producto final de mayor calidad el cual debe ser vendido más caro y dirigirlo hacia un consumidor con mayor capacidad de compra, de los cuales en México son minoría.



principal de producción de Café Tostado Molido y Café Soluble. La segunda etapa hace énfasis de las principales características de cada sistema de producción.

Cabe destacar que cada uno de los panoramas que visualiza el estudio no pretende hacer una comparación de los procesos sino una descripción y análisis por separado para determinar finalmente el costo de producción unitario en cada sistema de secado y tecnología a utilizar ya que la selección de ésta deberá estar en función de un análisis entre Mercado-Tecnología-Calidad-Inversión.

Todos los criterios y valores cuantitativos reflejados en el estudio son producto de consultas bibliográficas e información directa de los diferentes proveedores de maquinaria especializada, maquinaria de planta (Periféricos), equipos industriales e Implementos, bufetes de constructoras de naves industriales a nivel nacional e internacional, toda la información que se tiene en folletos, cotizaciones y correo electrónicos, incluso muestras, queda disponible en la conformación de la "Memoria".

1. Definición del tamaño de planta de proceso de café soluble y tostado molido.

- Para el mercado de la zona noreste de México y zona sudeste de los Estados Unidos de América, el tamaño promedio de las plantas que mantienen un comportamiento sostenidamente competitivo son en un rango de 125 Kg./h y 250 Kg./h con esto logran acomodar su producto en el mercado nacional y algunas logran exportar al contar de antemano con la reconocida calidad del café mexicano en el mundo. (DDS - Denmark / Jens Rolfgaard; DDS de México; NIRO)
- Al considerar la tendencia del mercado nacional e internacional, vemos que la producción de café soluble con el sistema de secado por aspersión se encuentra en una oferta excesiva, lo que resulta en precios demasiado bajos para el producto final. (13th International Conference on Coffee Marketing, ASIC, Paipa Colombia, August 1997)
- El tamaño del mercado de México, se estima en unas 20,000 toneladas por año de café soluble procesado mediante el sistema de secado por aspersión. (Obtenido directamente de Nestlé y validado con DDS de México y NIRO)
- El café soluble procesado por liofilizado no tiene un tamaño de mercado definido en México, sin embargo se importa principalmente el Taster Choice, en una proporción mucho menor que las 20,000 toneladas, ya que, se sabe que el proceso de secado a través del sistema de liofilización es más costoso, aunque produce un producto final de mayor calidad el cual debe ser vendido más caro y dirigirlo hacia un consumidor con mayor capacidad de compra, de los cuales en México son minoría.



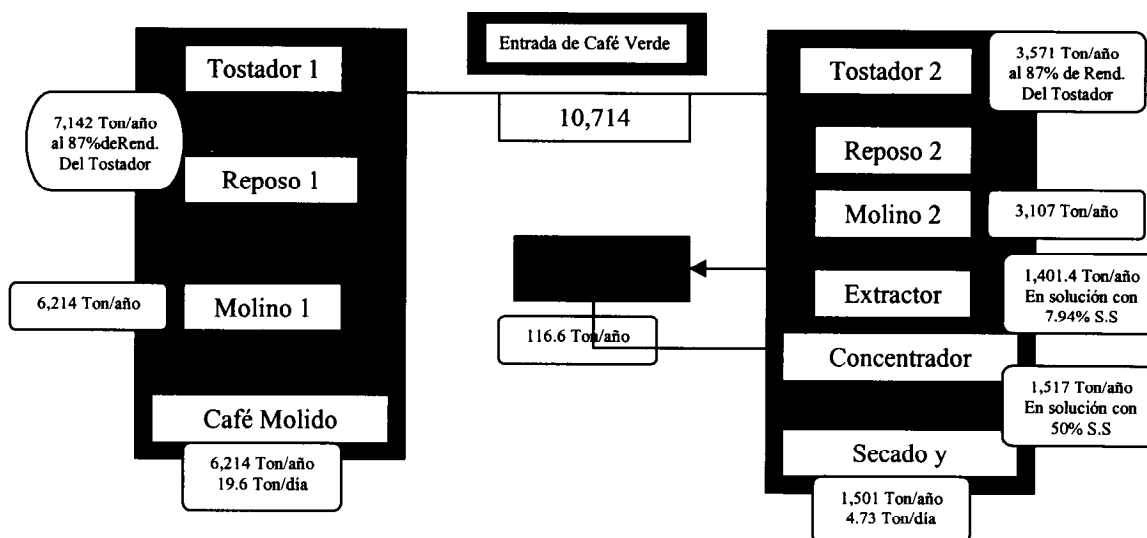
- El mayor valor agregado está en el soluble; sin embargo para el café tostado se tienen novedosas presentaciones o nuevos productos con base a la agregación de sabores, que al momento de prepararse le da un valor agregado muy alto al producto.
- La tendencia del mercado del café define una baja para el soluble y para el tostado molido presenta un crecimiento o mantenimiento de su demanda. (Trade press / Trade interviews / Euromonitor Market Direction)

El proyecto se ubica en dos panoramas generales que los podemos definir como lo siguiente:

- Planta de Proceso de Café con producción de café tostado molido y café soluble obtenido mediante el sistema de secado por aspersión (Spray Dry)**
- Obtención de café tostado molido y café soluble mediante el sistema de secado por liofilizado (Freeze Dry)**

Durante el desarrollo del proyecto se acordó un diseño de planta que destine 2/3 partes del 100 % del café verde recibido a la producción de café tostado molido y 1/3a parte a la producción de café soluble.

Así mismo se acordó un tamaño de planta con una producción anual máxima de 1,500 toneladas de café soluble al año (el año compuesto por 317 días de trabajo), en el diagrama de flujo anexo representamos en términos generales el balance de materia para el comportamiento de la planta



La línea de producción principal consiste en las siguientes secciones (1-9) y los puntos 10 y 11 corresponden a las operaciones colaterales a éstas, de las cuales describimos sus



características y necesidades en función de su construcción a partir de la información disponible de los equipos.

- 1) Recepción y limpieza de café verde
- 2) Sección de Tostado del café
- 3) Sección de Molido del Café
- 4) Sección de Extracción de sólidos solubles
- 5) Sección de Recuperación de aroma
- 6) Sección de Evaporadores o Concentradores
- 7) Sección de tratamiento del extracto
- 8) Sección de Secado por aspersión (Propuesta A)
- 9) Sección de Secado por liofilizado (Propuesta B)
- 10) Sección de Manejo y almacenamiento de sedimentos del café (Spent Ground System)
- 11) Sección de Almacenaje del producto terminado / café soluble
(P.Dauvois, Envol en Lyophilisation de particules, Revue generale du froid, 1995; NIRO)

Esta planta en términos generales deberá tener una capacidad instalada para almacenar **10,714 toneladas** anuales para la producción conjunta de café soluble y tostado molido (GEA-NIRO de México)

La descripción de cada sección en función de las características de pisos, techos, paredes y sus condiciones internas para tomarse en cuenta en la construcción y determinación de la cotización, se definen a continuación:

1) Sección de Recibo y limpieza del café.

- Se requiere un área de piso antiderrapante.
- Preparación para una báscula de piso de superficie de plataforma de 1.50 X 1.50 mts. marca Weight Tronix de 2 ton.
- Capacidad de carga de los pisos según "La Norma Internacional".
- Con una altura libre de techos de (12,700 mm) y de material ligero.
- La estructura que sostiene los techos **NO** debe ser de material angulado, por razones de higiene y sanidad en el área.
- El área que comprende la zona de recibo **debe ser hermética**, ya que es un área donde se generan muchos polvos y basurilla; tales que no pueden por ningún motivo penetrar al área subsecuentes y contiguas como pudiera ser la de Tostado y Molido, así como almacenes contiguos de materia prima p producto terminado.
- Calcular un **espacio extra** en la sección de Recibo, ya que en la acción del recibo y limpieza del café se genera mucha costalería que requiere un área instantánea no permanente para su locación.
- Considerar un sistema de alumbrado suficiente que no distorsione los colores naturales de los objetos y materiales en general. (FRO-CON de México, Weight Tronix, Alimex)



2) Sección de Tostado

- Piso antiderrapante.
- Capacidad de carga de los pisos según “La Norma Internacional”.
- Altura libre de techos de (12,700 mm), de material ligero que garantice nula posibilidad de goteras.
- La estructura de sostén de techos **NO** debe ser material angulado.
- La superficie externa de los techos debe contar con un andén que permita el acceso para el mantenimiento de chimeneas.
- Las paredes de ésta sección deben ser de mediano grosor para evitar cambios bruscos de temperatura interna del área. (FRU-CON de México, PROBAT)

3) Sección de Molienda del Café

- Piso antiderrapante.
- Capacidad de carga de los pisos según “La Norma Internacional”.
- Altura libre de techos de (12,700 mm), de material ligero que garantice nula posibilidad de goteras
- La estructura de sostén de techos **NO** debe ser material angulado.
- La superficie externa de los techos debe contar con un andén que permita el acceso para el mantenimiento de chimeneas.
- Sección que debe permanecer hermética a la siguiente sección de Extracción. (PROBAT, LILLA)

4) Sección de Extracción /Recuperación de aroma/ Evaporadores/ Tratamiento del Extracto /Spray Drying / Empacado

- Piso antiderrapante.
- Sección Extracción con capacidad de carga del suelo de 4.5xx = emergency load in Ton.
- Sección Recuperación de aromas y Evaporación con capacidad de carga del suelo 2o Nivel (5,000 mm) 7x,14x.
- Sección tratamiento del Extracto con capacidad de carga del suelo 2o Nivel (5,000 mm) 0.5x,10xx.
- Sección Secado por Aspersión / Liofilizado y Empacado con capacidad de carga del suelo 3er Nivel (8,500 mm) 2x, 3xxx / 4o Nivel (12,700mm) 7x, 14xx, 5x y 10x.
- Altura libre de techos de (12,700mm) y (24,000 mm) como máximo en cada sección correspondiente.
- El material de techos puede ser de lámina o material ligero.
- La estructura de sostén de techos **NO** debe ser material angulado.
- La superficie externa de los techos debe contar con un andén que permita el acceso para el mantenimiento de chimeneas.



- Las paredes de esta sección en particular deben ser de concreto, se requiere que cada área sea hermética y que provea de aislamiento de ruido hacia la siguiente.
- Los bordes de paredes de todas estas secciones deben ser redondeados no angulados según Norma Internacional.
- Accesos restringidos, una sola entrada y una salida sólo para personal.
- Nota Importante: En la Sección de Secado por Aspersión del 2o Nivel (5,000mm) y 5to Nivel (17,100 mm) hasta el final (24,000) debe mantener las siguientes características ambientales:
 - Temperatura ambiente de 20° C
 - Humedad relativa del ambiente de 60%
- Las áreas de empacado (totebins) se sugiere contar con sistemas de intercambio de aire que mantenga la temperatura en 20° C y 50 %HR. (GEA-NIRO)

5) Sección de Almacenamiento de materia prima y producto terminado

- Pisos antiderrapantes.
- Mantener condiciones de medio ambiente para el almacenamiento de contenedores (totebins), y producto envasado tipo comercial se sugiere contar con sistemas de intercambio de aire que mantenga la temperatura en 25° C y el 50 %HR.
- Los techos pueden ser de material ligero.
- La estructura de soporte puede ser angulada.
- Las paredes de material aislante de temperatura.
- Tipo de iluminación que no distorsione los colores naturales. (NIRO de México, FRU-CON)

Nota: Los planos tipo "Lay out" de cada una de las secciones anteriormente mencionadas, así como las vistas transversales de la "planta tipo" se anexan en el paquete de la "Memoria del Estudio" (Planos de Planta de GEA-NIRO, DDS-ATLAS, FRU-CON)

Dentro del cálculo de la cotización de la construcción de la planta y sus espacios totales ya sea con el panorama A o B se deberá contar con áreas de:

- a) Estacionamiento para empleados y clientes.
- b) Area pavimentada para recibo, embarque y maniobra de camiones.
- c) Area de báscula para camiones.
- d) Area de recreación para trabajadores.
- e) Area de jardín y base escultórica para emblema y asta-bandera.
- f) Acceso y caseta de vigilancia para control de entrada.

El edificio de producción incluirá además, oficinas de supervisión, área de comedor y cocina, área de vestidores-baños para empleados. (hombres y mujeres) (FRU-CON)



Como características generales del tipo de acabados y materiales considerados en la cotización tenemos los siguientes parámetros:

- Edificio Industrial 2,720 M2
- Construida a base de estructura de concreto en la cimentación
- Columnas, losas y cubierta de concreto
- Muros de block de cemento
- Pisos de concreto
- Oficinas de operación y control de 200 M2 con muros de block de cemento
- Pisos de cerámica
- Cubierta de concreto
- Cancelaría de aluminio natural con vidrio transparente

Nota: La descripción de la cotización se presenta en el cuadro 1.a

Puntos específicos sobre las cotizaciones de los equipos periféricos a la línea de producción.

Cabe recordar que los montos finales cotizados para cada escenario tanto A como B incluyen, además del área para la producción del café soluble en cada modalidad, las consideraciones de equipos y diseño de planta para la sección de producción de tostado molido.

Para efectos de catalogar los diferentes equipos necesarios paralelos a la línea de producción se dividieron de la siguiente manera:

- Maquinaria de planta
 - Equipamiento Industrial
 - Equipamiento Industrial – Area de personal
 - Artículos e Implementos
 - Herramientas
 - Consumibles
- La cotización se presenta con sus precios actuales en moneda nacional y su comparativo estimado en dólares con un valor futuro al mes de Mayo del presente año (2001).
 - La cotización se estructuró con información de proveedores nacionales y extranjeros, con la cual se hace una comparación y selección (a criterio del Centro Internacional de Agronegocios) del candidato en el caso del mejor producto en función de la tecnología aplicada, relación costo beneficio, servicio y disponibilidad de los equipos.



- En la cotización de la maquinaria especializada para la producción del Café Soluble mediante el sistema de secado por Liofilizado se presentan dos opciones del mismo fabricante (líder mundial), su diferencia básica es la capacidad de escalonamiento en el volumen de producción, la diversificación en el uso del equipo mismo de secado, su costo inversión.
- La cotización de Molinos y Tostadores específicos de Probat (proveedor seleccionado), considera equipos por separado para la línea de producción de Café Tostado Molido y Café Soluble incluyendo toda la serie de equipamiento que compone la línea principal de proceso y sus periféricos, la cotización está hecha en función de la información técnica que se le proporcionó al fabricante sobre las características del monto de producción anual, esquema de dos panoramas productivos, tamaño de partícula deseada y grado de automatización específico para ser compatible con el equipamiento de NIRO y ATLAS, tal cotización se preparó directamente en Alemania en su centro matriz, (PROBAT-WERKE, Emmerich, Alemania.)
- En el equipo industrial se pensó en las necesidades básicas de operación de la planta para las actividades generales del proceso total, por ejemplo:
 - ✓ Con respecto a los montacargas y sus aditamentos se toman en cuenta las cotizaciones de los proveedores con las marcas más reconocidas por su calidad y servicio posventa así como las diferentes variantes de los equipos a utilizar, donde se tienen los de cuatro ruedas, eléctricos y los especiales para pasillos angostos y estantería elevada. (MOMATT)
 - ✓ En las básculas para camión se toma en cuenta el criterio del peso máximo de transportación de los camiones según la norma nacional y con lo cual quedan en un rango principal de 60 – 75 toneladas, con la posibilidad de ser de tipo más genérico y le permita a la planta procesadora de café rentar los servicios de la báscula al estar ubicada en un parque industrial. (Secretaría de Comunicaciones y Transportes)
- Los camiones y camionetas tipo pick-up de servicio utilitario, se cotizaron con respecto a los precios de la zona objetivo. (Nuevo Laredo, Tamaulipas)
- Como parte del equipamiento de la planta también se considera un Laboratorio para el Control de Calidad de los insumos y del producto terminado, para la cotización del Laboratorio en general se definió la siguiente lista de equipos específicos y generales a criterio del experto en la materia del equipo del CIAG:



Listado de equipo específico.

- ❖ Karl Fisher con los reactivos Hydronal Composite 5 de Riedel Haen, con esto controlamos el tamaño de partícula, humedad y color
 - ❖ Colorímetro Minolta / CM 1000 R
 - ❖ Tamices vibratorios
 - ❖ Balanza Gravimétrica
 - ❖ Estufa de Vacío
 - ❖ Desecador con anhídrido fosfórico
 - ❖ Destilador de vapor (Solventes de cloro residuales para el descafeinado)
 - ❖ Equipo Krel Dahl, para la determinación del nitrógeno total
 - ❖ Equipo Soxhlet con Rotavapor para la determinación de grasas
 - ❖ Cromatógrafo de Gases
 - ❖ Mufla para la obtención de cenizas
- Cabe mencionar que dentro de la cotización de Artículos e Implementos, con respecto a los frascos para café soluble y bolsas para el tostado molido se decidió en función de las presentaciones más representativas en el mercado nacional y acoplamiento a la maquinaria de empaque, con lo que tenemos:
Del total (100%) de la producción de café soluble
 - a) El 70% envasada en frasco de 50 gr.
 - b) El 20% envasada en frasco de 100 gr.
 - c) El 10% envasada en frasco de 200 gr.
Del total (100%) de la producción de Café Tostado Molido
 - a) El 60% envasada en bolsa de Prolipileno laminado de 500 gr.
 - b) El 40% envasada en bolsa de Prolipileno laminado de 1000 gr.



2. Características principales de los dos panoramas y sistemas de producción.

Reiterando:

- A. Línea de Producción de Café Tostado Molido y Línea de producción de Café Soluble mediante el sistema de secado por Aspersión (Spray-dry)
- B. Línea de Producción de Café Tostado Molido y Línea de producción de Café Soluble mediante el sistema de secado por Liofilizado (Freeze-dry)

Ambos panoramas comparten la misma proporción en su tamaño de producción. (6,214 Ton/año de Café Tostado Molido y 1,501 Ton/año de Café soluble)

Ambos sistemas de secado son tecnologías diferentes y de hecho cada una está orientada a un sector de mercado específico y diferente, pero ambas son lo mejor que existe actualmente en su ramo.

Los procesos básicos que componen cada una de líneas de producción para la obtención de Café Tostado Molido y Soluble vía el Spray-dry / Freeze-dry se describen con el siguiente flujo de procesos:

Recibo de Café Verde

- El café se recibe generalmente en bultos de aproximadamente 60-70 Kg. de peso, éstos se abren manualmente y se depositan dentro de los silos de distribución mediante un elevador de cangilones
- Limpieza del café verde; se eliminan partículas contaminantes varias del café, los polvos que se generan son extraídos y eliminados por la unidad de colección de polvos del equipo, los cuerpos metálicos son extraídos mediante un sistema de atracción magnética.
- Almacenamiento
- Sección de Mezclas (Blending), éstas pueden hacerse con ayuda del silo distribuidor, que está subdividido en varios compartimentos y provisto de un sistema rotatorio de distribución.

Tostado del Café Verde

- Para la producción de Tostado Molido se recomienda la utilización de un tostador independiente al requerido en la línea complementaria (obtención de soluble) por razones de tiempos y movimientos, en función del rendimiento de producción por hora del equipo recomendado y el grado de automatización del mismo. El molino para l línea A es de 1500 Kg./hr de café verde y el de línea B es de 1000 Kg./hr de café verde
- Una vez que el equipo de tostado registra la temperatura ideal para su llenado, fluye el café verde al interior del tostador donde de manera discontinua se tuesta y mezcla, el combustible puede ser petróleo, gas natura y diesel. (PROVAT)



- El tostador de café cuenta con postquemador de hidrocarburos y partículas contaminantes producto del tostado y es filtrado por un equipo de convertidor catalítico hecho con materiales a base de Platino y Paladio
- Una vez tostado el café es succionado por el sistema neumático de transporte hacia el silo de café tostado el cual en su interior tiene un sistema de descenso en espiral que ayuda a conservar íntegros los granos de café en su caída.
- El café tostado que sale del silo contenedor es registrado en una báscula automatizada, ésta nos ayuda a determinar la diferencia de peso entre el café verde y el tostado, con ello el rendimiento en el tostado del lote de café utilizado.(PROVAT-WERKE)
- En esta sección se cuenta con un sistema de transporte de riel elevado para los precontenedores que acarrearán café tostado en grano para ser empacado en ésta modalidad y café tostado que se molerá y empacará como otra de las principales opciones.(PROVAT-WERKE)
- En esta sección se incluye una etapa de reposo en tolvas con aspas mecánicas con sensores de temperatura y humedad relativa. (Equipo de trabajo del CIAG; M.Sivetz & Norman W.Desrosier, Coffee Technology, 1989)

Molido del Café Tostado

- El tipo de molino requerido en esta sección para la producción de molido tostado es para molienda que fluctúa de "calidad expreso a Kok", de rodillos y automático, con capacidad de molienda que fluctúa entre los 400 y 3000 Kg./hr, el molino para la obtención del soluble es de molienda "gruesa - especial", de rodillos, automático con capacidad de molienda de 2000 Kg./hr.
- El sistema de transportación del café molido hacia el silo contenedor es cerrado y al vacío, es un sistema neumático accionado mediante compresores externos, los silos son de humedad controlada. (Equipo de trabajo del CIAG, M.Sivetz & Norman W.Desrosier, Coffee Technology, 1989)

Empaque de Café Tostado y Molido

- Para el empaque a granel se consideran bolsas de polietileno para 30 Kg.
- Para el empaque al detalle se consideran bolsas de Prolipopileno laminado de 500 y 1000 gr.
- La empacadora debe contar con:
 - Balanzas electrónicas
 - Dosificador volumétrico por esclusas
 - Dosificador de tornillo sin-fin
 - Contador de piezas
 - Banda de canjilones
- El rendimiento de producción de la empacadora es de 80 bolsas por minuto
- El funcionamiento de la máquina es controlado mediante un PLC y terminal de comunicación hombre-máquina



- El sistema de sellamiento de las bolsas es mediante impulsos controlados electrónicamente. (Equipo de trabajo del CIAG; MAGROINDUSTRIAL DE TOLIMA, Hi tech Empaques, Ibagué, Colombia)

Obtención de Café soluble.

Para la obtención de café soluble mediante el sistema de **secado por aspersión** como el de liofilizado comparten los procesos siguientes:

Recibo y almacenamiento de café verde

- Con una capacidad de manejo de 1500 Kg./hr
- capacidad de almacenamiento de 11,300 Kg. de café verde

Sección de Tostado

- Con una capacidad de producción máxima de 445 Kg./h de café verde
- Capacidad de almacenamiento de 8,000 Kg. De Café Tostado

Sección de Molienda

- Con una capacidad de producción de 1000 Kg./hr
- Recomienda el proveedor del equipo un tiempo de 25 minutos de operación por hora

Sección de Extracción

- Con una capacidad de procesamiento de 430 Kg./hr de café Tostado y Molido con 6% de humedad
- El rendimiento de extracción es del 50 %
- Capacidad de extracción de 2,710 Kg./hr
- Con una pérdida de sólidos en el extracto del 4% aproximadamente en base seca
- Producción promedio de 2,642 Kg./hr de extracto

(GEA-NIRO de México)

Actualmente la extracción fraccionada "Split Extraction" es la más frecuente, donde la primera parte del proceso de extracción son los componentes aromáticos de manera aparte de la extracción de la parte hidrolizada.

Para este estudio se está considerando el sistema FIC de extracción que realiza la "Split Extraction", con este sistema logramos un tiempo de proceso de 100 min. vs 240 min. del sistema tradicional. Esta disminución de tiempo en el proceso asegura un mínimo de deterioro del producto final.

El sistema tradicional de secado por aspersión trabaja con unas temperaturas de salida de 110-120°C, a éstas temperaturas el café tiende ligeramente a un sabor caramelizado así como otras características no deseadas.



Con el sistema de secado por aspersión que sugiere éste sistema en consecuencia se trabajan con temperaturas de salida de 90°C y de esta manera el producto final tiene más o menos el mismo sabor que el café natural.
(GEA-NIRO de México)

Sección de Concentración.

- El proveedor recomienda una operación continua de 20 horas al día del equipo de concentración para dedicar 4 hr del día exclusivamente para el proceso de limpieza de la batería.
- El rendimiento máximo de procesamiento del equipo es de 3,180 Kg./hr de extracto
- Con un rendimiento de producción de concentrado de 466 Kg./hr

(GEA-NIRO de México)

A partir de este punto en el caso del sistema de secado del Spray-dry los siguientes pasos son:

- El secado por aspersión donde la sala de maquinas exige las siguientes condiciones; una temperatura ambiente constante de 20°C y una Humedad Relativa en el ambiente del 60%, la presión atmosférica ideal de la zona recomendada deberá ser de 760 mm Hg
- La planta de secado y aglomerado se caracteriza por ser un sistema de atomización con base en boquillas de presión alimentados por pistones con bomba de alta presión
- El producto final presenta una humedad residual del 2.5-3% y una temperatura de salida de 40°C
- Empaque a granel y al detalle, para este proceso el polvo es transportado en medio neumático a los silos de humedad controlada, posteriormente puede ser dosificado en la empacadora de polvos.

El sistema de secado por aspersión (Spray-dry) se lleva a cabo al exponer el producto húmedo a una fuente de aire caliente, de tal manera que el secado se lleva cabo mediante la evaporación del contenido de agua sobre la superficie del producto, el agua contenida en las secciones internas del producto es transportada a la superficie por la acción de capilaridad. Las sustancias del extracto son acarreadas con el agua y removidas de la superficie del producto.

(DDS-Denmark, Jens Rolfgaard Project and Sales Manager)



En el caso del sistema de **secado por liofilizado (Freeze-dry)** los pasos siguientes son:

- Precongelamiento y espumado del extracto del café en su fase líquida
- Congelamiento y granulación del extracto del café en su fase sólida, el proceso de granulación es para maximizar la flexibilidad en tamaño de los gránulos y minimizar la cantidad de los finos, la temperatura de operación en el proceso de granulado es de -45°C
- Secado por liofilizado (proceso de sublimación), en este proceso el sistema asegura una presión constante de 0.5 y 0.9 mbar durante el periodo del Freeze-drying, bajo esta presión los gránulos son secados a una temperatura de -27°C a -22°C dependiendo del punto de presión aplicado, la aplicación de calor es mediante un sistema de radiación continua
- Empaque a granel y al detalle

La operación del liofilizado consiste en:

- a) Equipo de refrigeración para el congelamiento del extracto
- b) Un sistema de transporte para cargar y descargar el secador por congelamiento
- c) El equipo del sistema de liofilizado incluye:
 - El gabinete de Freeze-drying
 - Sistema de suministro de calor para llevar a cabo el proceso de sublimación
 - Sistema de refrigeración para condensar el vapor de agua producto de la sublimación
 - Sistema de alta presión para remover los gases *no-condensables*

En una sencilla descripción el sistema de secado por liofilizado se lleva a cabo mediante una congelación previa del producto en función de obtener una estructura sólida y después proceder a secar ésta bajo altas presiones. Consecuentemente el secado del hielo contenido en el producto congelado se hace por medio de sublimación, esto significa que los cristales de hielo se evaporan directamente sin pasar por el estado líquido, de esta manera se remueve el vapor de agua del producto sin causar desplazamiento de las sustancias esenciales del extracto.

(DDS-Denmark, Jens Rolfgaard Project and Sales Manager)

ESTUDIO PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA
DE CAFÉ ORO
Obtención de Café Soluble y Tostado



A continuación se presenta un cuadro descriptivo de los insumos energéticos que demandan todos los procesos incluidos en los dos panoramas de producción de café, así como el número de horas de trabajo consideradas en todos los procesos.

	Rotación Café Verde	Sumin Tostado Café	Sumin Tostado Soluble	Mé debate Café Tostado	Mé debate Café Soluble	Sumin de Extracción	Resqueación de Arena	Expansión Cristalado	Tostamiento del Escudo	Sumin/Sumin Spray Drying	Sumin/Sumin Freeze Drying
Turnos	1	3	3	1	1	25	25	25	25	3	3
Hrs Trabajo	8	24	24	8	8	20	20	20	20	24	24
Electricidad	214 kWh=160	734 kWh=1080	214 kWh=160	2714 kWh=216	124 kWh=95	134 kWh=100	34 kWh=60	134 kWh=100	234 kWh=180	404 kWh=600	3304 kWh=1020
Vapor/Agua						1800 g/h=23800 Saluab 16 bar	900 g/h=1800 Saluab 16 bar	910 g/h=18200 Saluab 16 bar	300 g/h=300 Sfo11 road ca	800 g/h=8200 Saluab 16 bar	2800 g/h=6200 Saluab 7 bar
Agua de proceso						3600 l/h=76000 Microsb 4 H				200 l/h=4800 Agua Potable	25 m ³ /h=60000 l/h
Agua de enfriamiento				12 m ³ /h Inlet -13.18°C	08 m ³ /h Inlet -	6 m ³ /h=120 Inlet -30.60°C	4600 l/h=90000 Inlet -30.40°C	42 m ³ /h=840 Inlet -30.40°C			20 m ³ /h=480 Inlet -30.38°C
Agua tibio						6 m ³ /h=120 Inlet -02.18°C	3000 l/h=60000 Inlet -28°C	1400 l/h=28000 Inlet -2.18°C	2000 l/h=4000 Sfo2 roasida	280 l/h=6000 Inlet -2.10°C	
Air comprimido						8 m ³ /h=120 Presión de 6 bar	2 m ³ /h=40 Presión de 6 bar	4 m ³ /h=40 Presión de 6 bar	8 m ³ /h=80 Presión de 6 bar	20 m ³ /h=480 Presión de 7 bar	20 m ³ /h=480 Presión de 7 bar
CO ₂										05 g/h=1g soluble 240 g CO ₂	
Gas Nitro			174 m ³ /h=4176 8800 kcal/h=8							42 m ³ /h=1008 8800 kcal/h=8	
Carbón		40 l/h=1000 kg/h 176 lts/ca	22 l/h=445 kg/h 58 lts/ca								
Aire Cond										15 l/h=36 28°C, HR40%	

Los recursos humanos requeridos en el control de planta, tanto en el área administrativa como el área de control de la planta y producción de café tostado molido y café soluble en cada uno de los dos casos se tienen: (GEA-NIRO de México, ATLAS-Dinamarca Headquarters)

Personal Administrativo y de Control				
Administrativo		# Personas	Subtotal	
1	Director de producción	1	1	
1	Asistente Técnico de Dirección	1	1	
1	Secretaria Administrativa	1	1	
Total		3	3	
#Turnos	Control de Planta	# Personas	SubTotal	
2	Ingeniero de Planta	1	2	
2	Auxiliar de Técnico de Planta	1	2	
1	Secretaria del Depto. De Planta	1	1	
1	Jefe de Control de Calidad en Lab.	1	1	
2	Jefe de Mantenimiento	1	2	
2	Asistente Técnico de Matto	1	2	
	Operadores de Matto + mecánico			
4	y personal de Matto eléctrico	8	32	
Total		17	45	



Personal de Producción.

Personal para la Línea de Tostado y Molido en General				
#Turnos	1. Personal por Turno		# Personas	Sub Total
	Encargado de Recibo, Limpieza y Almacenaje de Café Verde		2	6
3	Encargado de Sección Tostado		2	6
1	Encargado de Sección Molido		2	2
3	Empacador a Granel		2	6
2	Capataz		1	2
	Operadores de Recibo, Almacén y			
3	Transportación		4	12
Total			13	34

Personal para Sistema de Secado por Asperción				
	Operador de Sección Evaporación y Extracción		1	3
3	Asistentes Técnico de Evaporación y Extracción		2	6
3	Operador del Sistema Secado por Asperción y Transporte		1	3
3	Asistentes Técnico de Secado por Atomización y Transporte		1	3
3	Operador de Caldera		1	3
3	Asistente Técnico de Operación de Caldera		1	3
2	Empacador a Granel		2	4

Personal para Sistema de Secado por Liofilizado				
#Turnos			# Personas	SubTotal
	Operador de Secciones de Congelación, Espumado, Granulación y Transporte		2	8
4	Operador del Sistema de Secado por Liofilizado, refrigeración y cuarto de control		1	4
2	Empacador a Granel		2	4
Total			5	16



Análisis del costo unitario de producción en cada uno de los sistemas y modalidad.

Determinación del costo de producción del café soluble para una planta de proceso de 1,500 Ton anuales y una línea de producción de café tostado molido de 6,200 ton anuales. Los valores de cada rubro de costos están en función de la producción mensual. (125,000 Kg. de Soluble) y (518,000 Kg. de Tostado Molido)

Nota: El valor del empaque a granel se asume hasta el proceso de aglomeración en caso del Spray-dry

	Freeze Dry USD/Kg	Spray Dry USD/Kg	Tostado Molido USD/Kg
Costos Fijos			
*Maquinaria: Depreciación en base a 10 años	\$ 1.35	\$ 0.91	\$ 0.17
*Infraestructura y Edificación de producción: Depreciación en base a 10 años			
Costos Operativos			
Insumos y Consumibles	\$ 0.40	\$ 0.20	\$ 0.04
Costos del Cuerpo Administrativo y Personal de producción	\$ 0.24	\$ 0.22	\$ 0.22
Costos Varios	\$ 0.26	\$ 0.26	\$ 0.26
Total de Costos de Operación	\$ 0.90	\$ 0.68	\$ 0.52
Costos de Empaque			
Empaque a Granel, presentación de 30 Kg incluyendo el costo de tarjeta de abordaje	\$ 0.10	\$ 0.10	\$ 0.10
Empaque unitario, presentación de 100 grs / frasco * Bolsa de café, presentación de 500 grs / prolipopileno laminado	\$ 1.75	\$ 1.75	\$ 0.25
Costos Totales, excluyendo el costo del Café Verde			
Empaque a Granel	\$ 2.35	\$ 1.69	\$ 0.79
Empaque Unitario	\$ 4.00	\$ 3.34	\$ 0.94
<i>Los precios del Café Verde son a nivel Internacional, según las calidades requeridas para cada sistema de secado en la obtención del café soluble</i>	\$ 2.00	\$ 1.80	\$ 1.80
Proporción de uso de Café Verde KgCafé Verde/Kg Café Soluble/T.Molido	Kg / Kg 3.43	Kg / Kg 2.71	Kg / Kg 1.04
Costo Unitario de Producción de Café Soluble y Tostado Molido			
Empaque a Granel	\$ 9.21	\$ 6.57	\$ 2.66
Empaque Unitario	\$ 10.86	\$ 8.22	\$ 2.81



A continuación se presentan las ventajas y desventajas que el secado por Freeze-dry presenta ante el secado tradicional por Spray-dry:

Las ventajas de un sistema de secado por liofilizado sobre el sistema de aspersion son las siguientes:

- Una perfecta preservación del sabor y aroma original del café
- Una perfecta preservación de proteína y vitaminas (en caso de usar la batería en el secado de otros alimentos / diversificar su uso)
- Capacidad de mantener la forma y estructura del producto, color y textura
- En caso del café soluble obtiene las mejores características para su rehidratación (alta solubilidad)
- Otorga al producto una larga vida de anaquel
- Se manifiestan menos mermas en el proceso

Las mayores desventajas del sistema de secado por liofilizado ante el sistema de aspersion son:

- Mayores costos de inversión
- Mayores costos en el consumo de energía
- Mayores costos de mantenimiento
- Un sistema de secado por liofilizado tiene nulas posibilidades de escalamiento para crecer en su capacidad productiva

(ASIC'98-16th International Conference on Coffee Science, Kyoto Japan)

En la cotización de la maquinaria específica para la producción del soluble mediante el liofilizado se tienen dos opciones que varían en su valor monetario, las diferencias significativas las tenemos en el siguiente cuadro:

BATCH DRIERS (PROCESO DISCONTÍNUO) Equipo 2-RAY-100	CONTINUOUS DRIERS (PROCESO CONTINUO) Equipo CONRAD-300
Capacidad Moderada y alta flexibilidad en el producto	Capacidad elevada para un producto específico o pocos productos
Nivel aceptable de uniformidad en la calidad del producto final	Alto nivel de uniformidad en la calidad del producto final
Puntos críticos en la carga del equipo auxiliar que conlleva a un elevado consumo de insumos específicos de energía	Cargas continuas de los equipos auxiliares que se refleja en un menor consumo de insumos específicos de energía
Operación relativamente sencilla	Operación compleja
Inversión inicial moderada	Alta inversión inicial

(DDS-Denmark, Jens Rolfgaard Project and Sales Manager)