

# **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación

Análisis Técnico - Económico para la Instalación de una  
Línea Procesadora de Café Liofilizado

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

PRESENTADA POR:

Carlos Humberto Pérez Taday  
Arturo Enrique Romo Pita

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO

2001

# Capítulo 1

## 1. PROCESO DE LIOFILIZACIÓN.

*La liofilización es un proceso de secado por sublimación. Esto requiere que la sustancia a procesar sea previamente congelada. Basados en las características del café se han desarrollado técnicas para la congelación y espumación del café, las cuales dan un rango de variación del color y densidad del producto liofilizado.*

El proceso de congelación se ha dividido en dos partes: uno para la fase líquida y otro para la fase sólida.

El equipo de espumación es para precongelar y espumar el extracto de café en la fase líquida, y la banda continua es para congelar café en la fase sólida.

El equipo de espumación también está diseñado para asegurar una distribución de gas uniforme dentro del extracto de café. La viscosidad del producto se ha incrementado debido al enfriamiento del extracto de café. La alta viscosidad da un producto estable, donde el gas inyectado es capturado.

El extracto de café es entonces bombeado a la banda continua de congelación, donde se transforma a la fase sólida. La transición de enfriamiento es alcanzada por circulación de aire frío a través de la banda de congelación.

Después de la granulación y la clasificación de acuerdo a estándares internacionales, los gránulos son colocados en bandejas y luego son liofilizados. La presión durante la liofilización está mantenida a un nivel constante sin fluctuaciones dentro de una cámara de vacío donde no ocurre la fundición parcial de los gránulos de café.

### **1.1 Preparación del Producto.**

Todo producto, no es necesariamente susceptible de ser tratado por liofilización y aun cuando este pueda ser deshidratado; no siempre

aparece en su estado original, adecuadamente preparado para este proceso. Requiere por tanto ser seleccionado y preparado.

En primer lugar el material a liofilizar debe ser de la mejor calidad. Realmente, si se pretende conservar las cualidades biológicas, organolépticas o nutricionales de la mejor manera, el producto se debe seleccionar y procesar inmediatamente.

En segundo lugar, el producto debe prepararse para que cumpla las condiciones operacionales de la planta de trabajo. Este debe presentar, esencialmente, una gran superficie y un espesor pequeño, con el fin de realizar un secado fácil. Mas aun, es aconsejable distribuirlo en fracciones homogéneas de las mismas formas, volumen y peso.

En tercer lugar, a veces es necesario pretratar el material crudo, antes de congelarlo, para facilitar el secado. Se pueden aplicar diferentes métodos:

#### **1.1.1 Pretratamiento mecánico.**

Los materiales sólidos deben molerse o rebanarse en tamaños regulares; las soluciones, extractos y jugos tienen que ser preparados y, si es necesario, filtrarlos o clasificarlos.

### **1.1.2 Pretratamiento físico**

Las soluciones diluidas pueden concentrarse antes de congelarlas. Algunos productos biológicos tienen que esterilizarse antes de manipularlos; por calor: vitaminas, esteroides termoestables; por filtración: sueros, extractos, hormonas, etc.. Algunos alimentos necesitan ablandarse con vapor, blanquearse o precocinarse.

## **1.2 Congelamiento del extracto de café.**

Esta es una fase esencial en el proceso de liofilización, debido a este motivo existen técnicas de conservación de productos biológicos mas modernas y desarrolladas, en lo que respecta a la calidad final y a las características preservativas que es posible obtener a través de ella.

Esta técnica especial presenta en conjunto las ventajas de la congelación a través de dos pasos sucesivos:

**El precongelamiento** es algo mas que una simple congelación, es una solidificación parcial en la cual se varia la densidad del producto a través una distribución uniforme de gas dentro del extracto de café.

**La congelación** es un paso muy importante en el proceso de la deshidratación y se lo realiza en un túnel de congelamiento a través de una banda continua. Es fácil entender que esta congelación no es un mero endurecimiento del material, sino que deben encontrarse condiciones óptimas de cristalización con el fin de evitar cualquier adulteración durante el tiempo en que el agua se estará separando en forma de hielo puro.

### **1.3 Secado.**

La deshidratación del producto final se la realiza en cámaras de alto vacío, y se las ha dividido en dos fases:

**Deshidratación Primaria:** Manteniendo el material congelado a una temperatura bajo cero se le sublima el hielo extrayéndolo

directamente de su estado sólido y generalmente, bajo presión reducida.

**Deshidratación secundaria:** Cuando los cristales de hielo han desaparecido, el material es cuidadosamente calentado y llevado hasta una temperatura moderadamente superior a 0oC (entre 20 oC y 60oC). La deshidratación final se lleva a cabo entonces en una atmósfera de alto vacío, con el fin de extraer la fracción de agua que no cristalizó previamente y la cual está fuertemente ligada por fenómenos de adsorción<sup>1</sup>, a la torta parcialmente seca. Durante este periodo, la humedad residual es progresivamente reducida hasta un nivel que se determina en concordancia con la preservación por un largo tiempo a la temperatura ambiente.

Al final de estos procesos, el material ha mantenido su forma y textura, pero está completamente deshidratado y asume una estructura ligera y porosa. En este estado puede ser almacenado casi indefinidamente, si ha sido empaquetado correctamente, es decir, libre de humedad y oxígeno atmosféricos. Cuando se desee, es fácil de reconstituir por mera adición de agua destilada. Gracias a

---

<sup>1</sup> Fijación de gases y sustancias disueltas en la superficie de cuerpos sólidos

su permeabilidad el agua será rápidamente absorbida por esta sustancia liofílica y el material seco recobrará su aspecto original y sus propiedades iniciales; sin embargo, con el fin de realizar una deshidratación exitosa, es necesario llevar a efecto el proceso completo correctamente, lo cual significa que cada paso particular debe efectuarse muy cuidadosamente.

#### **1.4 Empaquetado y Sellado.**

Una vez que el producto ha sido completamente deshidratado por la desecación en congelación, se presenta un último problema, el que constituye un paso fundamental del proceso de liofilización: asegurar la conservación del producto en óptimas condiciones mediante un empaquetado y sellaje adecuados.

Esta última operación no es sencilla y tiene sus particularidades y dificultades específicas debido a las propiedades especiales que adquiere todo el producto al ser liofilizado, el cual adopta una estructura extraordinariamente porosa, absorbente y, lo más importante, con una avidez muy alta por el agua o la humedad ambiental (higroscópico). Es preciso, debido a eso, proteger al producto contra la atmósfera dañina por su humedad, oxígeno, etc.

Factores causantes de la deterioración de productos que han sido deshidratados son:

- 1) Captación de humedad.
- 2) Captación de oxígeno.
- 3) Contaminación de sabores.
- 4) Daños mecánicos del producto.
- 5) Contaminación por agentes biológicos (insectos o microorganismos).
- 6) Alteraciones fotoquímicas (exposición a la luz visible o ultravioleta).

Cada uno de estos factores deben tenerse en cuenta y analizarse detenidamente, con respecto a cada producto específico y condiciones de preservación requerida, para definir los parámetros del envasado, dependiendo de la protección deseada y las características del producto, así se podrá definir cuales deben ser las propiedades del material que será usado para conformar el envase (flexible, rígido, opaco, etc.) y se valorarán algunos aspectos de tecnología del envasado como son:

- a) Forma y tamaño del envase.
- b) Método del llenado y sellaje (atmósfera interna).
- c) Condiciones de almacenamiento y distribución.

Resulta de especial consideración el aspecto del inciso b, fundamentalmente por las características de la atmósfera en contacto con el producto, lo cual solo es de importancia respecto a la manipulación final, para extraer el producto desde la cámara de secado hacia la sección de embalaje.

### **1.5 Ventajas y Desventajas del proceso de Liofilización.**

Con la liofilización, casi se obtiene la condición ideal de la conservación, ya que los daños térmicos y otras afectaciones (como pérdidas de aromas volátiles) se reducen a un mínimo insignificante, resultando en un producto casi idéntico al material fresco después de rehidratado, es decir, que los productos conservados por este método son de superior calidad nutritiva y organolépticas.

Como **ventajas** de esta técnica se pueden enumerar:

- 1) Ventajas biológicas:

- a) Conservación del aspecto inicial, colores y formas.
  - b) Conservación de las cualidades nutritivas.
  - c) Conservación de las cualidades organolépticas (aroma, sabor, textura, etc.).
  - d) Conservación de los oligoelementos, enzimas, fermentos y otros.
- 2) Ventajas económicas.
- a) Conservación indefinida del producto, a temperaturas normales.
  - b) Reducción de la masa al mínimo.
  - c) Reducción en el costo de almacenaje y transporte.
  - d) Reconstitución instantánea por simple adición de agua.
  - e) Tratamiento de una gran variedad de productos.

Como **desventajas** de la técnica, se pueden nombrar las siguientes:

- 1) Altos costos de operación por requerimientos energéticos especiales (refrigeración, vacío, etc.).
- 2) Tiempos largos de procesamiento.
- 3) Dificultades en el establecimiento del flujo continuo.

- 4) Altos costos de instalación y mantenimiento (equipos y materias especiales y delicados).

Las aplicaciones de la liofilización se han extendido y diversificado, pudiéndose resumir los siguientes campos:

- Los extractos biológicos y preparaciones bioquímicas como sueros terapéuticos, plasma sanguíneo, etc.
- Compuestos fisiológicamente activos, por ejemplo hormonas, vitaminas y enzimas.
- Productos farmacéuticos como antibióticos y vacunas.
- Preparaciones biológicas vivas tales como, suspensiones bacterianas, cultivos de levaduras, mohos y virus.
- Productos alimenticios como carne, mariscos, té, leche, huevos, entre otros.

## Capítulo 2

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROCESO DE LIOFILIZACION.

El Ecuador es un país que posee la materia prima, además debe realizar grandes inversiones en la generación de energía eléctrica especialmente Hidroeléctrica para ser competitivo, que es fundamental para nuestro proceso. Adicionalmente será una fuente de ingreso de divisas por concepto de exportaciones de café liofilizado; además de dar un valor agregado al tradicional café.

#### 2.1 Descripción y características de equipos para proceso.

Los equipos para la liofilización no son muy complejos, aunque tienen una serie de características especiales de acuerdo con las condiciones de operación y de la técnica. Principalmente, hablaremos de liofilizadores discontinuos, ya que el proceso continuo

como tal, realmente aun no está logrado totalmente, aunque si existen equipos semicontinuos industriales bastante desarrollados.

Los componentes básicos (figura 2.1), de una unidad de liofilización discontinua son:

- 1) Sistema de Refrigeración.
- 2) Sistema de Granulación.
- 3) Sistema de Selección.
- 4) Cámara de Deshidratación:
  - 4.1) Sistema de Vacío.
  - 4.2) Condensador Refrigerado o Trampa de Hielo.
  - 4.3) Sistema de Calentamiento.

Como característica fundamental, presenta el que todos las tuberías deben tener la relación D/L, la mayor posible, es decir, tramos cortos de gran diámetro.

### **2.1.1 Sistema de Refrigeración.**

La planta liofilizadora requiere de dos niveles de temperatura:

- I. Temperatura de  $-40^{\circ}\text{C}$  para el congelamiento en la banda continua del extracto de café.
- II. Temperatura de  $-60^{\circ}\text{C}$  para los condensadores de cámaras de liofilización.

Debido a que ambas temperaturas son inferiores a los  $-40^{\circ}\text{C}$  se emplean un sistema de refrigeración a doble etapa.

La instalación frigorífica a varias etapas se utiliza cuando el sistema trabaja a temperaturas de evaporación menores a  $-40^{\circ}\text{C}$ , o sea que las temperaturas de los espacios refrigerados deseamos mantener a  $-30^{\circ}\text{C}$  o menos. Para esto es necesario que la presión de succión del refrigerante sea menor que la presión atmosférica.

En este caso la relación de compresión que es la relación entre la Presión de Descarga ( $P_d$ ) y la Presión de Succión ( $P_s$ ), aumentará. Al aumentar esta relación mayor a 9, el sistema tiene que ser de 2 etapas, la primera de baja presión y la segunda de alta presión.

Para lograr la capacidad de transferencia de calor se requiere la siguiente potencia eléctrica:

4 Compresores de baja presión, marca Mycom, modelo 200 VL-T, motor trifásico de 100 HP, 3600 RPM, factor servicio 1.15, 460 V, 60 Hz, arrancador estado sólido con contactor de derivación, control por microprocesador; 4 bombas de aceite, cada una de 5 HP, 460 V, 60 Hz, trifásico.

2 Compresores de alta presión, marca Mycom, modelo 200 VM-T, motor trifásico de 300 HP, 3600 RPM, factor servicio 1.15, 460 V, 60 Hz, arrancador estado sólido con contactor de derivación, control por microprocesador; 2 bombas de aceite, cada una de 5 HP, 460 V, 60 Hz, trifásico.

2 Condensadores evaporativos, marca Baltimore Aircoil, modelo VC2 N396 con motor trifásico 20 HP, 1750 RPM, factor de servicio 1.15, 60 Hz, para enfriamiento y 2 bombas con motor trifásico, cada una de 5 HP, 460 V, 60 Hz para circulación de agua.

Sumando da  $1080 \text{ HP} \times 0.746 = 805.68 \text{ KW}$ .

Como capacidad de reserva se cuenta con un sistema de refrigeración auxiliar que comprende:

1 compresor baja presión, marca Mycom, modelo 200 VL-T, motor trifásico de 200 HP, 3600 RPM, factor servicio 1.15, 460 V, 60 Hz arrancador estado solidó con contactor de derivación, control por microprocesador; 1 bomba de aceite, 1 HP, 460 V, 60 Hz, trifásico.

1 compresor de alta presión, marca Mycom, modelo 200 VM-T, motor trifásico de 300 HP, 3600 RPM, factor servicio 1.15, 460 V, 60 Hz, arrancador estado solidó con contactor de derivación, control por microprocesador; 1 bomba de aceite, 5 HP, 460 V, 60 Hz, trifásico.

Esto da un gran total de  $1590 \text{ HP} \times 0.746 = 1186.14 \text{ KW}$ .

En la Tabla I se encuentran elementos adicionales indispensables para completar el sistema de refrigeración.

### **2.1.2 Sistema de Granulación.**

Se requiere de un sistema de granulación con la mínima generación de polvo esto se logra a través del sistema de molinos marca Urshell, en los cuales se corta el producto congelado por medio de cuchillas que giran a alta velocidad y el producto es empujado hacia ellas por acción de la fuerza centrífuga.

Para la capacidad requerida para estos equipos son:

2 molinos tipo cuchillas circulares marca Urshell, en acero inoxidable con motor trifásico de 25 HP cada uno, 3600 RPM, factor servicio 1.15, 460 V, 60 Hz.

### **2.1.3 Sistema de Selección.**

Para poder cumplir con las exigencias de los diferentes mercados se necesita de un equipo de selección del tamaño

de la partícula flexible, esta necesidad esta cubierta con el sistema de selección de a través de zaranda con mallas intercambiables de diferentes tamaño de partículas.

Este equipo necesita de un motor trifásico de 15 HP, 460 V, arrancador estrella delta.

#### **2.1.4 Cámaras Deshidratadora.**

En la cámara deshidratadora es donde se realiza el proceso de secado por sublimación, (el paso de una sustancia como el agua, de su estado sólido a su estado gaseoso sin pasar por el estado líquido). Mediante la aplicación de baja temperaturas (40 a 50°C) y alto vacío a una sustancia que ha sido previamente congelada.

Para la producción requerida (6.6 tn/día aproximadamente), se utiliza un sistema de varias cámaras en paralelo, con un ritmo de producción cíclico y alternado. Con esto se reduce bastante los costos, al utilizar eficientemente los sistemas auxiliares, tales como:

**Sistema de Vacío:** El cual puede lograrse por dos arreglos de equipos diferentes:

- a) Bomba mecánica de vacío.
- b) Eyectores de vapor (varios en serie).

Para este caso seleccionaremos un arreglo con 6 bombas de succión doble etapa de anillo de aceite de 25 HP, cada una.

**Condensador Refrigerado o Trampa de Hielo:**

Fundamentalmente para usar en el caso de sistema con bomba mecánica de vacío. También mantienen la temperatura por debajo de cero en el sistema debido a que en su superficie, generalmente hay temperaturas por debajo de -60°C.

**Sistema de Calentamiento:** En la cámara de vacío; usualmente en forma de platinas, para suministrar el calor de deshidratación (por conducción, por radiación, etc.).

Esto se logra por recirculación de glicol caliente a través de serpentines con 5 bombas con potencia de 25 HP cada una.

Esto da un total de  $275 \text{ HP} \times 0.746 = 205.15 \text{ KW}$ .

En la Tabla I se encuentran información adicional de los elementos indispensables para completar el sistema de calentamiento, en el plano # 3 podemos observar el diagrama unifilar de los equipos.

## **2.2 Ubicación.**

Cabe mencionar que el Grupo “El Café” tiene dos plantas de iguales características, una en Manta y otra en Guayaquil.

Para la construcción de la línea de liofilizado se consideraron las siguientes factores:

### **2.2.1 Acceso a materias primas y mercados.**

La materia prima para procesar es el extracto de café, el cual puede permanecer 4 horas a temperatura ambiente sin sufrir

perdidas en sus características organolépticas. Además debe considerarse que su principal mercado es para exportación.

### **2.2.2 Energía Eléctrica.**

La planta de café liofilizado representa un incremento de 2.5 MVA a la planta actual que es 1.5 MVA; lo cual requiere un cambio del nivel de voltaje de alimentación. Para la planta ubicada en la ciudad de Manta esto representa un costo adicional ya que no existe en su alrededores línea en alta tensión de 69 KV.

### **2.2.3 Mano de obra y adicionales.**

Para la construcción de esta planta se necesita de personal calificado en las diferentes áreas, tanto para su construcción y operación; adicionalmente se puede contar con servicio de repuestos y asesoramiento con un tiempo de respuesta menor.

### **2.2.4 Entrenamiento.**

Se requiere de cursos especializados para la operación de los diferentes equipos, además se necesita incrementar su nivel de conocimiento actual. Para esto se necesita de una

infraestructura para el desarrollo de los mismos, tal infraestructura no cuenta en la planta de Manta. Estos cursos tendrán una duración mínima de 6 meses.

#### **2.2.5 Localización.**

Por los factores antes mencionado se toma la decisión que se construya en la ciudad de Guayaquil en las instalaciones de café soluble en polvo.

### **2.3 Estándares de Calidad.**

Si se desea inspirar confianza a un cliente actual o futuro es necesario demostrar que los productos o servicios ofrecidos cumplen con sus expectativas.

El aseguramiento de calidad debe por lo tanto probar que la misma ha sido planeada y construida desde el principio y que es monitoreada a lo largo de todo el proceso.

La certificación del sistema de calidad garantiza que la empresa diseña, elabora y suministra productos o servicios dentro de un marco de gestión acorde a standards internacionales.

Estos standards brindan a los clientes la seguridad de que contarán con un proveedor de productos o servicios de la clase y cantidad requeridos, orientado a satisfacer sus requisitos de calidad.

### 2.3.1 Norma ISO.

ISO 9000 es una serie de standards internacionales de sistemas de calidad, que especifica los requisitos para preparar y valorar un sistema de gestión que asegure que su empresa proporciona productos que satisfagan los requerimientos de sus clientes.

Dentro de la familia de normas ISO 9000 se puede certificar el sistema de gestión de calidad de una empresa bajo uno de los siguientes standards:

- ✦ **ISO 9001:** certifica los procesos de diseño, manufactura, instalación y servicio posventa.
- ✦ **ISO 9002:** certifica desde la compra de materia prima hasta el producto final.
- ✦ **ISO 9003:** certifica la inspección final de un producto.

### **2.3.2 Norma HACCP.**

La norma HACCP es un Sistema de calidad en la industria alimentaria, el HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) es un sistema de control de procesos que puede ser usado para la prevención de riesgos en la cadena productiva de las industrias alimenticias.

Se trata de un sistema preventivo, cuyos pasos de aplicación son:

- a) Identificación y análisis de los peligros a lo largo de la cadena productiva.
- b) Determinación de los puntos críticos de control de esos riesgos.
- c) Fijar los límites críticos del proceso en los puntos de control.
- d) Establecer los procedimientos de monitoreo.
- e) Implementar acciones correctivas en caso de desviación.
- f) Implementar y mantener registros adecuados.
- g) Establecer procedimientos de verificación del sistema.

Cada uno de estos pasos debe aplicarse de manera efectiva, para lograr desarrollar un sistema de control de mayor fortaleza.

La norma internacional HACCP para café liofilizado (Freeze Dry) nos sugiere las siguientes especificaciones:

Especificaciones del producto:

- Humedad: < 4%
- Cafeína: > 2%
- Sedimento: < 2.5 mg/3g
- Fluidez: flujo libre
- Partículas carbonizadas: < 10
- Partículas sobrenadantes: < 8
- Cuenta total: < 5,000 colonias/g
- Coliformes: < 10 colonias/g
- Mohos y levaduras: < 100 colonias/g
- Salmonella spp: ausencia/25 g

Características:

- Aspecto: polvo granulado
- Color: marrón

Rehidratación:

- Fácilmente soluble en agua caliente.

Usos sugeridas:

- Café instantáneo, café helado, Capuccinos, Postres, helados, Flanes, Golosinas y otras preparaciones a base de leche.

Ingrediente:

- Cafés.

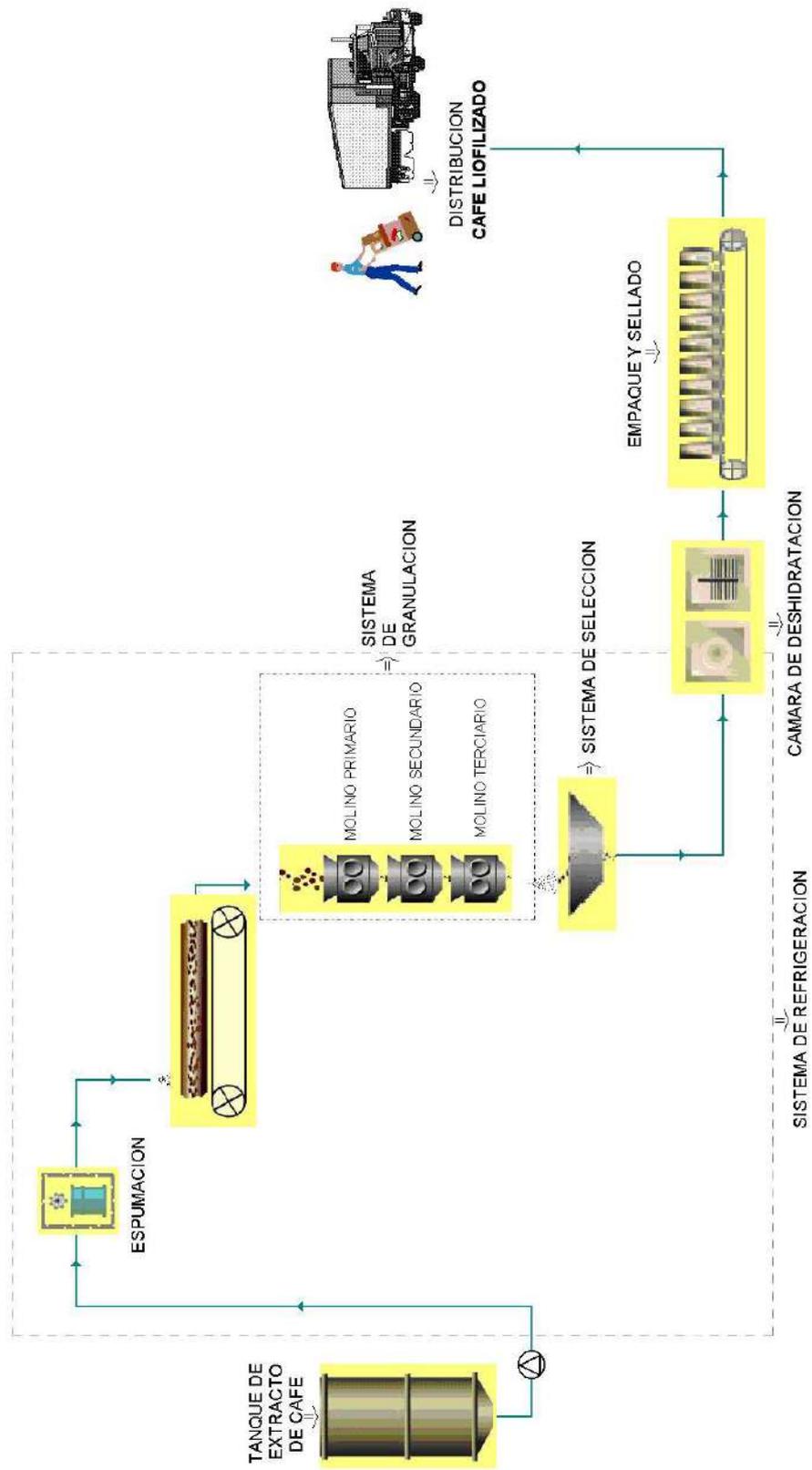
Almacenamiento:

- Almacenar en buenas condiciones de higiene, de preferencia a una temperatura inferior a 30oC y una humedad relativa inferior al 70%.

Validez:

- 18 meses a partir de la fecha de fabricación, cuando se trate de un embalaje cerrado y mantenido en lugar fresco y seco.

FIGURA 2.1 PROCESO LIOFILIZACION DEL CAFE



## TABLA I EQUIPOS Y POTENCIA DE EQUIPOS

EFICIENCIA ASUMIDA: 0.8  
 FACTOR DE POTENCIA ASUMIDA: 0.82

ITEMS	DESCRIPCION	HP	KW	V	A
<b>SISTEMA DE REFRIGERACION</b>					
1	COMPRESOR DE BAJA PRESION 1	100	74.6	460	142.73
2	BOMBA DE ACEITE	5	3.73	460	7.14
3	COMPRESOR DE BAJA PRESION 2	100	74.6	460	142.73
4	BOMBA DE ACEITE	5	3.73	460	7.14
5	COMPRESOR DE BAJA PRESION 3	100	74.6	460	142.73
6	BOMBA DE ACEITE	5	3.73	460	7.14
7	COMPRESOR DE BAJA PRESION 4	100	74.6	460	142.73
8	BOMBA DE ACEITE	5	3.73	460	7.14
9	COMPRESOR DE ALTA PRESION	300	223.8	460	428.20
10	BOMBA DE ACEITE	5	3.73	460	7.14
11	COMPRESOR DE ALTA PRESION	300	223.8	460	428.20
12	BOMBA DE ACEITE	5	3.73	460	7.14
13	CONDENSADOR EVAPORATIVO	20	14.92	460	28.55
14	BOMBA RECIRCULACION	5	3.73	460	7.14
15	CONDENSADOR EVAPORATIVO	20	14.92	460	28.55
16	BOMBA RECIRCULACION	5	3.73	460	7.14
<b>SISTEMA AUXILIAR DEL SISTEMA DE EFRIGERACION</b>					
17	COMPRESOR DE RESERVA ALTA PESION	300	223.8	460	428.20
18	COMPRESOR DE RESERVA BAJA PRESION	200	149.2	460	285.47
<b>ELEMENTOS ADICIONALES DEL SISTEMA DE REFRIGERACION</b>					
19	TRANSFORMADOR SECO	150	111.9	460	214.10
20	SUB-TABLERO # 3	75	55.95	460	107.05
21	EQUIPO DE ESPUMACION.	70	52.22	460	99.91
22	BOMBA DE AMONIACO 1	5	3.73	460	7.14
23	BOMBA DE AMONIACO 2	5	3.73	460	7.14
24	BOMBA DE AMONIACO 3	5	3.73	460	7.14
25	BOMBA DE AMONIACO 4	5	3.73	460	7.14
26	CONDENSADOR 1	7.5	5.595	460	10.71
27	CONDENSADOR 2	7.5	5.595	460	10.71
28	CONDENSADOR 3	7.5	5.595	460	10.71
29	CONDENSADOR 4	7.5	5.595	460	10.71
30	CONDENSADOR 5	7.5	5.595	460	10.71
31	CONDENSADOR 6	7.5	5.595	460	10.71
32	EVAPORADOR A-1	2	1.492	460	2.85
33	EVAPORADOR A-2	2	1.492	460	2.85
34	EVAPORADOR A-3	2	1.492	460	2.85
35	EVAPORADOR A-4	2	1.492	460	2.85
36	EVAPORADOR A-5	2	1.492	460	2.85

37	EVAPORADOR A-6	2	1.492	460	2.85
38	EVAPORADOR A-7	2	1.492	460	2.85
39	EVAPORADOR A-8	2	1.492	460	2.85
40	EVAPORADOR A-9	2	1.492	460	2.85
41	EVAPORADOR A-10	2	1.492	460	2.85
42	EVAPORADOR A-11	2	1.492	460	2.85
43	EVAPORADOR A-12	2	1.492	460	2.85
44	EVAPORADOR A-13	2	1.492	460	2.85
	<b>SISTEMA DE GRANULACION.</b>				
45	MOLINO URSHELL 1	25	18.65	460	35.68
46	MOLINO URSHELL 2	25	18.65	460	35.68
	<b>SISTEMA DE SELECCIÓN.</b>			460	
47	ZARANDA	15	11.19	460	21.41
	<b>CAMARAS DESHIDRATADORAS</b>				
	<b>SISTEMA DE VACIO</b>				
48	BOMBA DE VACIO # 1	25	18.65	460	35.68
49	BOMBA DE VACIO # 2	25	18.65	460	35.68
50	BOMBA DE VACIO # 3	25	18.65	460	35.68
51	BOMBA DE VACIO # 4	25	18.65	460	35.68
52	BOMBA DE VACIO # 5	25	18.65	460	35.68
53	BOMBA DE VACIO # 6	25	18.65	460	35.68
	<b>SISTEMA DE CALENTAMIENTO</b>				
54	BOMBA DE GLYCOL # 1	25	18.65	460	35.68
55	BOMBA DE GLYCOL # 2	25	18.65	460	35.68
56	BOMBA DE GLYCOL # 3	25	18.65	460	35.68
57	BOMBA DE GLYCOL # 4	25	18.65	460	35.68
58	BOMBA DE GLYCOL # 5	25	18.65	460	35.68
	<b>ELEMENTOS ADICIONALES DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO</b>				
59	BOMBA DE EXTRACTO # 1	7.5	5.595	460	10.71
60	BOMBA DE EXTRACTO # 2	7.5	5.595	460	10.71
61	BOMBA DE EXTRACTO # 3	7.5	5.595	460	10.71
62	BOMBA DE AGUA 1	5	3.73	460	7.14
63	BOMBA DE AGUA 2	5	3.73	460	7.14
	<b>TOTAL</b>	<b>2338.5</b>	<b>1744.5</b>		<b>3337.8</b>

## Capítulo 3

### 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS PARA UNA SUBESTACIÓN.

#### 3.1 Objetivos.

El presente diseño se refiere a la construcción de una Subestación de Distribución eléctrica de 5.0/6.25 MVA de capacidad, relación de transformación 67/13.2 KV. que deberá ser instalada en los terrenos de la empresa CAFE S.A. ubicada en la lotización industrial "MAPASINGUE" de Guayaquil.

#### 3.2 Descripción de la Subestación.

La Subestación será alimentada a nivel de 69 KV, desde un tap de la línea de Subtransmisión de aproximadamente 600 metros, que parte de la Subestación Alborada, la derivación deberá ser realizada por EMELEC para suministrar el servicio requerido.

Las principales características de esta Subestación de distribución a construirse son:

- Tipo: convencional.
- Capacidad: 5.0/6.25 MVA.
- Relación de transformación: 67/13.2 KV
- Numero de salidas: 2

La línea de Subtransmisión que alimentará a la Subestación llegará en forma aérea desde un tap de alrededor de 10 metros, que deberá construir EMELEC. La conexión se hará a través de 3 puentes aéreos que se conectaran al interruptor tripolar de aire, operado en grupo a 69 KV instalado en la estructura superior del pórtico. Este interruptor o seccionador con cuchillas de puesta a tierra servirá para realizar maniobras sin energía en el lado de 69 KV incluyendo el mantenimiento. Ver los planos #1 y #2 en el apéndice.

### **3.3 Estudio de la demanda actual.**

En la Tabla II se puede observar la demanda y el consumo de la planta.

### **3.4 Criterios utilizados.**

Se han escogidos criterios que cumplan con los requerimientos técnicos de EMELEC (ver apéndice) y la aplicación particular de CAFE S.A.

#### **3.4.1 Subestación montada a la intemperie.**

Esta Subestación es montada a la intemperie por las siguientes ventajas:

- Poco espacio físico en la planta.
- Control y supervisión es sencillo.
- Mantenimiento es mínimo.
- Los tiempos de montaje son cortos.
- Suministro de energía es continuo.

#### **3.4.2 Voltaje de Alimentación.**

EMELEC enmarcado en el mejoramiento de suministro de energía eléctrica y previo estudio con el departamento técnico, se indicó que debido al incremento de carga de la planta de liofilizado de 2,500 KVA. y porque el alimentador a 13.8 KV se encuentra saturado; se selecciona el voltaje a nivel de 69 KV para acometida de CAFE S.A.

Según el control estadístico anual de la empresa eléctrica el nivel de interrupciones a nivel de 69 KV, es muy reducido, alrededor de 6 o 7 interrupciones anuales, lo que representa una garantía de continuidad del suministro de energía, que va a representar a la empresa reducción de desperdicio, mantener la productividad y un menor costo del producto final, comparando con el servicio de 13.8 KV, que cada año disminuye el número de interrupciones, pero sin embargo la cantidad de interrupciones es mucho mayor en comparación con la de 69 KV.

#### **3.4.3 Incremento de la capacidad de la Subestación.**

La carga actual de las instalaciones eléctricas es de 800 KW por lo que esta servida por un transformador de 1,500 KVA y como se proyecta incrementar su carga alrededor de 1,800 KW será servida por otro transformador de 2,500 KVA, esto da un total de 4,000 KVA, para contar con capacidad de reserva se selecciona un transformador de 5 MVA.

#### **3.4.4 Determinación de la ubicación de la Subestación.**

Estos son los factores que se consideraron:

- Proximidad del sistema de 69 KV.
- Localización de la líneas de 13.8 KV como sistema de contingencia.
- Distribución de la Planta, Edificios, Bodegas ,etc.
- Localización del centro de carga.
- Factibilidad para la entrada y salida de las líneas.

#### **3.4.5 Equipo de protección y estructuras.**

Se utilizará un equipo principal de protección y seccionamiento a nivel de 69 KV (interruptor automático) para proteger al transformador de cualquier falla que se presente.

El pórtico de llegada y de soporte de los equipos a 69 KV será una estructura metálica reforzada. Los soportes para los equipos a 15 KV, serán cabinas o celdas metálicas para instalación a la intemperie, de acuerdo a lo establecido y normado para estas instalaciones.

#### **3.4.6 Corto circuito.**

En las instalaciones industriales se deben determinar las corrientes de cortocircuito en distintas puntos para seleccionar

el equipo de protección y efectuar una coordinación en forma adecuada.

Las fallas pueden ser de los siguientes tipos:

- De línea a tierra (fase a tierra).
- De línea a línea (fase a fase).
- De dos líneas a tierra (fase a fase tierra).
- De trifásica (tres fases entre sí).

De los datos suministrados por el departamento técnico de EMELEC las corrientes de cortocircuito son:

NIVEL DE VOLTAJE	CORRIENTE DE FALLA.
69 KV	7,783 A

**Siendo 7,783 amperios la corriente máxima podemos tomar 8,000 amperios para los cálculos.**

Se debe tener en cuenta que la corriente considerada es por definición la máxima corriente de falla de línea a tierra fluyendo al suelo de la Subestación y al terreno circundante.

### **3.4.7 Puesta a tierra.**

La conexión a tierra de la Subestación es sumamente importante, a la cual se conectan los neutros de los aparatos, los pararrayos, los cables de guarda, las estructuras metálicas, y todas las partes metálicas.

Las funciones principales de un sistema de puesta a tierra son las siguientes:

- a) Proporciona un circuito de muy baja impedancia (resistencia) para la circulación de las corrientes de tierra, ya sea producida por una falla de cortocircuito o la operación de un pararrayo.
- b) Garantiza la seguridad del personal de operación al limitar las diferencias de potencial que puedan existir en una Subestación.
- c) Proporciona un medio de descarga y desenergizar equipo para efectuar trabajos de conservación del mismo.
- d) Fijar el nivel de potencial de todas las masas metálicas con respecto al suelo.

e) Proveen una trayectoria de resistencia suficientemente bajo tierra, para reducir al mínimo una elevación del potencial a Tierra con respecto a tierra remota.

En el trazado de la malla a tierra se deben hacer las siguientes consideraciones:

Toda el área de la Subestación debe estar cubierto con una capa alrededor de 10 cm de piedra triturada y de una resistividad mínimo de 3,000 ohmio\*m.

Los conductores de malla deben enterrarse a una profundidad entre 0.5 m y 1 m, para obtener una superficie equipotencial. Cuando esto pueda realizar, la en la cual estén distribuidos los dispersores deberá ser inaccesible al personal.

Debe evitarse concentraciones de corriente y por lo tanto gradientes elevados en punto de cables a tierra.

El diseño debe ajustarse de manera que la longitud total del conductor enterrado (incluido empalme y varillas), una por lo menos igual a la longitud requerida para mantener las diferencias de potencial dentro de límites aceptables.

En la malla, los cables deberán colocarse en líneas paralelas y a distancia razonablemente uniforme; cuando sea práctico, deben instalarse a lo largo de hileras de estructuras o equipo para facilitar las conexiones a tierra.

La malla de puesta a tierra a emplearse es también normada por INECEL, según recomendaciones de la guía IECE - 80.

### 3.5 Cálculos Malla de puesta a tierra.

#### 3.5.1 Area del conductor.

Podemos establecer la medida del conductor que formara la malla, se utiliza la siguiente ecuación:

$$A_c = \frac{I_f}{\frac{\sqrt{\log \frac{T_m - T_a}{234 + T_a} + 1}}{33 * t_f}}$$

Donde:

$A_c$  = área de la sección transversal del conductor en circular  
Mil [CM].

$I_f$  = corriente de falla [A].

$T_a$  = Temperatura ambiental en grados centígrados [ $^{\circ}$ C].

$T_m$  = Máxima temperatura posible en las uniones [ $^{\circ}$ C].

$t_f$  = tiempo de duración de la falla en segundo [s].

La corriente de falla máxima en la Subestación según datos de EMELEC es de 8,000 amperios.

El tiempo de falla, desde el inicio hasta su desconexión consideramos 0.50 segundos, es un tiempo bastante considerable el cual nos da un margen de seguridad.

La temperatura máxima posible para que no sufran ninguna clase de deterioro las uniones empernadas de cobre es aproximadamente  $250^{\circ}$ C.

La temperatura ambiental promedio es de 28.5°C. Con estos datos reemplazamos en la formula anterior para obtener la sección del cable a utilizarse.

$$A_c = \frac{8,000}{\sqrt{\frac{\text{Log} \frac{250-28.5}{234+28.5} + 1}{33 * 0.5}}}$$

$$A_c = 168,755.21 \text{ CM}$$

Que corresponde aproximadamente a un cable 4/0 AWG de cobre. Se utiliza el cobre por su mejor conductividad, tanto eléctrica como térmica, y por ser resistente a la corrosión.

El conductor para la malla, que fue calculado debe colocarse a 50 cm de profundidad (código eléctrico, sección puesta a tierra).

### 3.5.2 Coeficiente de malla $k_m$ .

Coeficiente que toma en cuenta el efecto del numero de conductores paralelos, el espaciamiento, diámetro y la

profundidad de enterramiento de los conductores que forman la red,  $k_m$  esta definido como:

$$k_m = \frac{1}{2\pi} \log \frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d} + \frac{1}{\pi} \log \left( \frac{3}{4} \right) \left( \frac{5}{6} \right) \left( \frac{7}{8} \right) \dots \left( \frac{2 \cdot n - 3}{2 \cdot n - 2} \right)$$

En donde:

D = distancia entre conductores [m].

d = diámetro de los conductores [m].

H = profundidad de enterrado [m].

n = numero de conductor de mayor longitud.

Si

D = 3 m

d = 0.0134 m

h = 0.50 m

n = 8

Reemplazando

$$k_m = \frac{1}{2\pi} \log \frac{3^2}{16 \cdot 0.5 \cdot 0.013} + \frac{1}{\pi} \log \left( \frac{3}{4} \right) \left( \frac{5}{6} \right) \left( \frac{7}{8} \right) \dots \left( \frac{13}{14} \right)$$

$$k_m = 0.428$$

### 3.5.3 Factor de corrección $K_i$ .

$K_i$  es un factor de corrección de irregularidades por el flujo de corriente no uniforme en la red, fluctúa entre valores de 1.5 y 2.5, el cual puede calcularse por la siguiente expresión:

$$K_i = 0.65 + 0.172*n$$

$$n = 8$$

Reemplazando

$$K_i = 0.65 + 0.172*8$$

$$K_i = 2$$

### 3.5.4 Longitud del conductor.

Consiste en la longitud del conductor enterrado necesaria para mantener la tensión de la malla dentro de los límites de seguridad.

El criterio básico es colocar los conductores en forma paralela y uniformemente espaciado dentro del área de la Subestación.

Las interconexiones transversales deberán ser colocadas para conseguir una mejor distribución de la corriente de falla

en malla, para aumentar los caminos de corriente a tierra y para dar una mayor seguridad en el caso de que se rompa alguno.

Los electrodos a colocar consiste en varillas de 2.40 metros enterrados verticalmente y conectados con pernos en las uniones que forman los conductores de la malla.

Esto se hace con la finalidad de reducir aún mas la resistencia de tierra de la malla y aumentar la capacidad de conducción de corriente.

La resistividad promedio ( $\rho$ ) se la obtuvo de la Subestación Alborada que se encuentra aproximadamente a 300 de la planta.

Para calcular la longitud total del conductor incluyendo las varillas se utiliza la ecuación siguiente:

$$L = \frac{k_m * k_i * I_f * P * \sqrt{t_f}}{117 + 0.17 * \rho_p}$$

En donde:

$L$  = longitud total del conductor enterrado [m].

$I_f$  = corriente máxima [A].

$\rho$  = resistividad promedio del terreno [ $\Omega \cdot m$ ].

$\rho_p$  = resistividad promedio del terreno en la superficie [ $\Omega \cdot m$ ].

$t_f$  = tiempo duración máxima del cortocircuito [s].

$k_i$  = factor de corrección de irregularidad.

Para nuestro caso de estudio tenemos los siguientes datos:

$I = 8,000 \text{ A}$

$\rho = 7 \Omega \cdot m$

$\rho_p$  piedra triturada =  $3,000 \Omega \cdot m$ , sin piedra triturada =  $7 \Omega \cdot m$

$t_f = 0.5 \text{ s}$

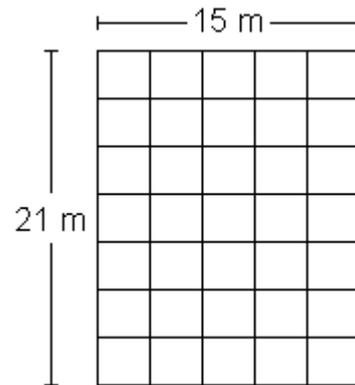
$k_i = 2$

Reemplazando

$$L = \frac{0.428 * 2 * 8,000 * 7 * \sqrt{0.5}}{117 + 0.17 * 7}$$

$$L = 286.79 \text{ m}$$

De acuerdo al área de la Subestación la malla deberá construirse de acuerdo al siguiente diagrama.



La longitud del cable o conductor a emplearse según la figura será:

Conductores Transversales de menor longitud.

$$8 \times 15 = 120 \text{ m}$$

Conductores Paralelos de mayor longitud.

$$6 \times 21 = 126 \text{ m}$$

Varillas (Sensores)

$$24 \times 2.4 = 57.6 \text{ m}$$

La longitud total de diseño:

$$L \text{ diseño} = 303.6 \text{ m}$$

### 3.5.5 Resistencia de la malla.

Luego de diseñada la malla se procede a calcular la resistencia de conexión a tierra del sistema.

Se puede considerar, con mucha aproximación, a toda la malla como equivalente a una superficie conductora circular, con área igual al área abierta por ella.

$$A = \pi * r^2$$

Con esta área se encuentra el radio del círculo aplicando la siguiente ecuación área del círculo ( $m^2$ ), despejando r:

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Area del sector

$$A = 21 \times 15$$

$$A = 315 \text{ m}^2$$

Reemplazando

$$r = \sqrt{\frac{315}{\pi}}$$

$$r = 10.013 \text{ m}$$

Con este valor encontramos la resistencia de la malla, usando la fórmula para una plancha circular conductora a tierra.

$$R = \frac{\rho}{4 * r} + \frac{\rho}{L}$$

En donde

$$\rho = 7 \text{ } \Omega * \text{m}$$

$$r = 10.013 \text{ m}$$

$$L = 303.6 \text{ m}$$

Reemplazando:

$$R = \frac{7}{4 \cdot 10.013} + \frac{7}{303.6}$$

$$R = 0.197 \, \Omega$$

### 3.5.6 Cálculo del potencial de la malla.

El máximo potencial de la malla respecto a tierra se calcula utilizando la ley de Ohm. Cuya ecuación es:

$$E = I * R$$

E = potencial máximo al que llega la malla respecto a tierra en voltios [V].

I = máxima corriente de falla (If) que circulará de la malla a tierra de amperios [A].

R = resistencia aproximada de la malla a tierra en ohmios [ $\Omega$ ].

Para este caso:

$$E = 8,000 \times 0.197$$

$$E = 1579.712 \, V$$

Si este potencial encontrado en esta forma excede de la tensión máxima  $E_c$  que puede soportar una persona sin sufrir daño alguno, el diseño de la red estará correcto.

### 3.5.7 Potencial de malla.

El potencial de contacto se refiere al potencial de la malla cuando; la persona esta dentro del perímetro de la malla y se pone en contacto con algún objeto o estructura puesta a tierra a través de la malla.

En este caso tenemos:

$$E_{\text{malla}} = \frac{K_m * K_i * I * \rho}{L}$$

$$K_m = 0.428$$

$$K_i = 2$$

$$\rho = 7 \Omega * m$$

$$I = 8,000 \text{ A}$$

$$L = 303.6 \text{ m}$$

Reemplazando

$$E_{\text{malla}} = \frac{0.428 * 2 * 8,000 * 7}{303.6}$$

$$E_{\text{malla}} = 157.89 \text{ V}$$

### 3.5.8 Tensión de Contacto.

Esta definida por la siguiente formula:

$$E_c = \frac{116 + 0.17 * \rho}{\sqrt{t}}$$

Donde:

$E_c$  = tensión de contacto tolerable al cuerpo humano [V].

$\rho$  = resistividad del terreno en la superficie

inmediatamente bajo los pies [ $\Omega \cdot m$ ].

$t$  = máximo tiempo de duración de la descarga [s].

1° Caso sin piedra triturada:

$$\rho = 7 \Omega \cdot m$$

$$t = 0.50 \text{ s}$$

Reemplazando

$$E_c = \frac{116 + 0.17 * 7}{\sqrt{0.5}}$$

$$E_c = 165.73 \text{ V}$$

2° Caso con la capa de piedra triturada:

$$\rho = 3,000 \Omega \cdot m$$

$$t = 0.50 \text{ s}$$

$$E_c = \frac{116 + 0.17 * 3,000}{\sqrt{0.5}}$$

$$E_c = 885.3 \text{ V}$$

### 3.5.9 Tensión de paso.

Esta definido por la ecuación:

$$E_p = \frac{116 + 0.7 * P}{\sqrt{t}}$$

$E_p$  = tensión de paso tolerable al cuerpo humano [V].

Con tierra

$$\rho = 7 \Omega * m$$

$$t = 0.5 \text{ s}$$

Reemplazando

$$E_p = \frac{116 + 0.7 * 7}{\sqrt{0.5}}$$

$$E_p = 170.978 \text{ V}$$

Con piedra

$$\rho_s = 3,000 \Omega * m$$

$$t = 0.5 \text{ s}$$

$$E_p = \frac{116 + 0.7 * 3,000}{\sqrt{0.5}}$$

$$E_p = 3133.897 \text{ V}$$

### 3.5.10 Potencial de Paso.

El potencial de paso es la diferencia de potencial entre dos puntos a 0.80 m, distancia que equivale al paso normal de un hombre.

Ahora se calcula el potencial de paso de malla el cual viene dado por la ecuación:

$$E_{\text{paso}} = \frac{k_s * k_i * I * \rho}{L}$$

En donde  $k_s$  viene dado por la siguiente expresión:

$$k_s = \frac{1}{\pi} \left( \frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{2D} + \frac{1}{3D} + \dots + \frac{1}{(n-1)D} \right)$$

Reemplazando

$$k_s = \frac{1}{\pi} \left( \frac{1}{2*0.5} + \frac{1}{3+0.5} + \frac{1}{2*3} + \frac{1}{3*3} + \frac{1}{4*3} + \dots + \frac{1}{7*3} \right)$$

$$k_s = 0.578$$

El valor de  $E_{\text{paso}}$  es:

$$E_{\text{paso}} = \frac{0.578 * 2 * 8,000 * 7}{303.6}$$

$$E_{\text{paso}} = 90.00 \text{ V}$$

### 3.5.11 Análisis de Resultados.

De los resultados obtenidos, comparados la máxima elevación del potencial de la red  $E_{\text{malla}}$  con el mínimo potencial tolerable al cuerpo humano  $E_c$ :

$$\begin{array}{rcl} E_{\text{malla}} & < & E_c \\ 157.89 & < & 165.731 \end{array}$$

Se deduce que la red es segura.

También podemos comparar la longitud necesaria es menor que la longitud del diseño original:

$$\begin{array}{rcl} L_{\text{tierra}} & < & L_{\text{malla}} \\ 286.79 & < & 303.6 \end{array}$$

Y por ultimo podemos comparar la elevación del potencial de paso de la malla que es menor que el paso tolerable por el cuerpo humano.

$$\begin{array}{rcl} E_{\text{paso}} & < & E_p \\ 90.00 & < & 170.97842 \end{array}$$

### **3.6 Descripción de equipos.**

Los equipos a instalarse se han especificado considerando el grado de contaminación atmosférica y para esto INECEL indica que los niveles de aislamiento mínimos admisibles para zonas a nivel del mar son:

- Tensión nominal de operación: 69 KV
- Tensión máxima de operación: 72.5 KV
- Tensión a onda de impulso: 350 KV
- Tensión a frecuencia industrial: 160 KV
- Distancia de fuga: 3.2 cm/KV entre fases

#### **3.6.1 Conductores.**

##### **Conductor aéreo de aleación de aluminio.**

Los alimentadores serán construidos con conductor de aleación de aluminio 5005 # 500 MCM para las fases y # 4/0 AWG para el neutro.

##### **Conductor subterráneo de cobre para 15 KV.**

El cable subterráneo a instalarse será de cobre con aislamiento XLPE para 15 KV considerando que se instalara en un ducto de PVC pesado de 4 plg de diámetro

directamente enterrados en el suelo. Se ha seleccionado un calibre de 250 MCM.

### 3.6.2 Seccionador Principal.

Los seccionadores serán de dos columnas de aisladores operados manualmente los seccionadores de línea tendrán cuchillas de puesta a tierra y las siguientes características:

Numero de polos:	3
Frecuencia:	60 Hz
Voltaje nominal:	69 KV rms
Voltaje Máximo de operación:	72.5 KV rms
Corriente Nominal continua:	600 A
Corriente Momentánea asimétrica:	32 KA
Corriente durante 3 s:	25 KA
Corriente Momentánea asimétrica en la cuchilla de puesta a tierra:	32 KA
Corriente durante 3 s en la cuchilla de puesta a tierra:	25 KA
Bil:	350 KV
Distancia mínima de fuga entre fases:	221 cm

### 3.6.3 Pararrayos.

Con este dispositivo podemos limitar la amplitud de las sobre tensiones originadas por descargas atmosféricas, cargas no balanceadas, etc. y también nos permite conducir las corriente de descarga a tierra.

Los pararrayos serán marca Cooper Power System serie # ATZ11A69 o similar con las siguientes características:

Tensión nominal de operación:	69 KV
Tensión máxima de operación:	72.5 KV
Tensión a onda de impulso:	420 KV
Tensión a frecuencia industrial:	225 KV
Distancia de fuga:	185.4 cm
Distancia de contorno:	86.4 cm
Apropiado para sistema:	69 KV, 3 fases, 60 Hz
Especificación normalizada:	ANSI C62.11 1987

### 3.6.4 Interruptor Automático de Potencia.

El disyuntor será de tipo aislado en SF-6, tipo columna, adecuado para operar a la intemperie, equipado con cabina de control, en el cual estarán ubicados los controles y mecanismo de operación; tendrán las siguientes características:

Numero de polos:	3
Frecuencia:	60 Hz
Voltaje nominal:	69 KV
Voltaje máximo de operación:	72.5 KV
Neutro del sistema:	sólidamente aterrizado
Corriente continua nominal:	600 A
Corriente momentánea asimétrica:	32 KA
Corriente durante 3 segundos:	25 KA
Bil:	350 KV
Distancia mínima de fuga entre fases:	221 cm

### **3.6.5 Transformadores de Corriente.**

Debe tener las siguientes características:

Corriente nominal primaria:	42 A
Corriente nominal secundaria:	5 A
Corriente máxima permanente de calentamiento:	120 %
Frecuencia nominal:	60 Hz
Corriente de cortocircuito (3 s):	12.5 KA
Corriente de cortocircuito dinámico:	70 KA
Nivel de aislación de impulso:	350 KV
Nivel de aislación de frecuencia industrial:	160 KV

La precisión debe ser de 0.2 % o menor

Distancia mínima de fuga entre fases: 221 cm

### 3.6.6 Transformadores de Potencial.

Debe tener las siguientes características:

Tensión nominal primaria:	$69/\sqrt{3}$ KA
Tensión nominal secundaria:	$0.110/\sqrt{3}$ KA
Frecuencia nominal:	60 Hz
Factor de sobretensión:	
Limitado:	1.2
30 s:	1.5
Nivel de aislación de impulso:	350 KV
Nivel de aislación de frecuencia industrial:	160 KV
La precisión debe ser de 0.2 % o menor	
Distancia mínima de fuga entre fases:	221 cm

### 3.6.7 Aisladores.

Para 350 KV de BIL. de porcelana.

Instalación horizontal.

Distancia de fuga 72 plg.

Esfuerzo de tensión 16.000 lb-f.

Terminales de pasa cables calibre 2/0 AWG a 477 MCM

### 3.6.8 Transformador de Poder.

El transformador debera ser construido en acorde con ANSI C57.12, excepto donde requerimientos especificados en estas especificaciones entren en conflicto con este estándar. En cuyo caso los requerimientos de esta especificación Tomara preferencia.

Numero de fases:	3
Enfriamiento :	Aceite
Tipo:	OA / FA
Frecuencia:	60 Hz
Capacidad nominal:	5.0/6.25 MVA
Tensión en alto voltaje:	6.7 KV
Tensión en bajo voltaje:	13.2 KV

#### **Bobinado en alto voltaje:**

Para voltaje de 67 KV, conectado en delta. Deberá contar con cambiador de derivaciones (cinco taps) sin carga ( $\pm 2 \times 2.5$  % del voltaje nominal).

**Bobinado en bajo voltaje:**

Para voltaje de 13.2 KV conectado en estrella sólidamente aterrizado.

**Impedancia.**

La impedancia deberá estar en concordancia con ANSI C57.12.10. Para este caso la impedancia no será mayor al 7 % con relación a la potencia OA del transformador.

**Enfriamiento.**

El incremento de temperatura del aceite del Bobinado no excederá 55°C y el incremento de temperatura del Bobinado (punto más caliente) no excederá de 65°C.

**3.6.9 Celdas de Alta Tensión.**

Fabricadas en gabinetes modulares con laminas de acero estirado en frío, de 2 cm de espesor para instalación a la intemperie. Pintadas con esmalte secado al horno, luego de tratamiento químico de desengrasado y decapado.

Consistirán en cinco celdas de dimensiones aproximadas: 2.2 m de alto, 1.1m de ancho y 1.1 m. de profundidad, dispuesta de la siguiente manera:

Celda # 1.- Alojará a un interruptor o seccionador para 17.5 KV, máximo trifásico, para operación baja carga y con mecanismo de disparo trifásico por fusión de uno de los fusibles, capacidad nominal 630 A, 60 Hz, 95 KV de BIL, 63KA de capacidad de corto circuito, por hacer la función de principal, tendrá tres fusibles de 200 A similar a Merlin Gerin Cat.

Celda # 2.- Alojará a las barras de cobre con sus respectivos aisladores para 15 KV a diferencia de las restantes tendrán solamente 0.60 m de ancho.

Celda # 3.- Será similar a la celda # 1 pero, sus fusibles serán de 100 A (planta liofilizado), además contendrá un juego de (3) barras de cobre para 400 A con sus respectivos aisladores para 15 KV y una barra de tierra.

Celda # 4.- Será similar a la celda # 1 pero, sus fusibles serán de 63 A (planta actual).

Celda # 5.- Estará dividida en dos secciones totalmente independientes. En la sección superior se podrán alojar los equipos de protección, panel de breakers y equipo de medición Schumberger Fulcrum.

En la sección inferior se alojará al banco de baterías con su respectivo cargador. Este compartimento deberá tener rejillas de ventilación y un pequeño extractor de aire.

#### **3.6.10 Medidor de Energía.**

Como ya ha sido expresado los equipos para medición tanto de voltaje como de corriente, se instalarán en el patio de 69 KV, tal como lo ha determinado EMELEC en las diferentes consultas realizadas al Departamento de Planificación. Los equipos de medición de energía y potencia, (medidor FULCRUM) se instalarán luego de la aprobación de EMELEC en la sección superior de la quinta celda.

Será trifásico, tipo exterior, instalación en base socket, con capacidad multifuncional, estado sólido por lo que podrá medir potencia y energía activa y reactiva, factor de potencia, etc.

Principales características:

Voltaje nominal:	120/208; $\pm 20\%$ , trifásico
Tres elementos cuatro hilos	
Corriente nominal:	5 A
Frecuencia:	60 Hz
Burdem máximo:	6 W
Temperatura de operación:	- 40 a 85°C
Exactitud:	$\pm 0.25\%$

### 3.7 Equipo de Protección.

Todo sistema eléctrico debe estar protegido mediante uno o varios sistemas que sean prácticos. Para que un sistema fuera protegido de una forma perfecta tendrían que usarse protecciones de protecciones, ya que el sistema de protección puede fallar también; desde un punto de vistas practico y económico no se puede llegar a mas de ciertos limites establecidos como normales. A medida que

se descubren nuevos métodos mas seguros, se abandona los que resultan ser complicados y costosos (Ver apéndice).

Debido a lo anteriormente mencionado se utilizará una unidad tipo TPU-200R, marca ABB, la misma que esta basada en un microprocesador para dar protección al transformador de poder. Este equipo proporcionará protección de alta velocidad, para fallas de fase y de tierra, así como protección de sobrecorriente instantánea y tiempo inverso.

Esta protección será primaria para sobrecargas en el transformador y para fallas en las barras de 13.2 KV, y de respaldo para los circuitos de salida, protegidos por los fusibles, disparando directamente el interruptor automático en SF6, para 69 KV.

La zona de protección diferencial para el transformador de poder se encuentra entre los transformadores de corriente instalados en los BUSHINGS del interruptor en SF-6 y los transformadores de corriente instalados en los BUSHINGS de salida del transformador de poder, la cual provoca la apertura del interruptor automático en SF6, para 69 KV.

## Capítulo 4

### 4. ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO.

El café soluble comenzó a fabricarse industrialmente a partir de la Segunda Guerra Mundial. Al principio este era un polvo fino que se disolvía con alguna dificultad. Hoy la mayor parte es granulado, y se disuelve fácilmente en agua o leche caliente y fría.

El proceso de fabricación consiste en congelar previamente el extracto de café y evaporar el agua sin pasar por el estado líquido, esto se consigue sometiendo la pasta de Café congelada a presiones muy bajas (alto vacío).

El presente estudio está dirigido a un aspecto particular de analizar la posibilidad económica de una empresa dedicada a la producción de café

liofilizado, la comercialización (exportación), teniendo como destinatario el mercado internacional, principalmente el Europeo.

Hay que anotar el éxito que obtiene el café ecuatoriano en los mercados internacionales, el cual se debe a nuestra cultura de sembrío y cosecha, así como a la permanente inversión en tecnología del sector industrial, y a los avanzados procesos, que satisfacen las demandas más exigentes del mercado.

#### **4.1 Materia prima y Comercialización.**

El Ecuador es uno de los pocos países del mundo donde se producen las dos variedades de café: Arábigo y Robusta. El total de la producción ecuatoriana en años de condiciones climatológicas normales, es de aproximadamente 900,000 sacos de 60 Kg anual, de los cuales el 43% es café Robusta, el 25% corresponde a Arábigo lavado y el 32% a Arábigo natural.

En la actualidad, en el Ecuador existen aproximadamente 305,000 hectáreas de tierras dedicadas al cultivo del café; que representa el producto base para la producción de café liofilizado, y mediante la cual obtenemos algunas ventajas comparativas y competitivas:

- a) Oferta de tres tipos de café: Arábigo natural, Arábigo lavado y Robusta.
- b) Precios competitivos a nivel internacional.
- c) Disponibilidad del producto durante la mayor parte del año.
- d) Tiempo de entrega.

Si tomamos a Colombia como un país exportador de café y consumidor de su propio de café, en el párrafo de abajo encontramos información económica de sus productos: “El precio del Café Mesa de los Santos, en grano o molido, entregado a domicilio en Colombia, es de unos 10 dólares el kilogramo, un dólar más que el Cuchicute, café excelso tipo exportación y 1.9 dólares por encima del Liofilizado Buendía” (COLOMBIA Octubre/Noviembre de 1999).

#### **4.2 Perfil del mercado.**

El café es, después del petróleo, el producto comercial más importante del globo. El cultivo, la recolección, el transporte, la torrefacción y la venta del grano, ocupan 20 millones de personas a través del mundo, lo que genera fuentes de trabajo.

El café ecuatoriano se exporta actualmente a casi cincuenta países, entre los mercados más importantes se encuentran: Estados Unidos, Alemania, España, Italia, Francia, Polonia, Japón, Bélgica, Países Bajos, Canadá.

La demanda del café en el mercado internacional depende, además de los precios, del consumo que es la variable que impacta directamente a las importaciones que realizan los países consumidores.

Tomando como referencia un artículo publicado en el Tiempo: “El 94 por ciento del café que exporta Colombia es de café verde, según datos de la Federación Nacional de Cafeteros, correspondientes a 1997. Esto significa que el café industrializado (soluble, liofilizado, tostado y molido), con valor agregado, sólo participa con el seis por ciento de las exportaciones.

Como la demanda se inclina más hacia el café soluble, según estudios de mercado de nivel internacional, la idea es promover su producción con el fin de conseguir las mejores ganancias para los

productores colombianos<sup>1</sup>”, por lo que se puede concluir que en Ecuador podemos producir y competir a nivel mundial en la producción y exportación de café liofilizado en el mundo.

Hay que considerar que los países productores van a actuar como consumidores e incluso como importadores en pequeña escala de las algunas formas de café soluble liofilizado que es una forma de incorporar valor agregado al café. A continuación, en el cuadro 1, los precios referenciales de exportación de café en el Ecuador:

CUADRO 1

PRECIOS MINIMOS REFERENCIALES DE EXPORTACIÓN

Producto	Fecha Inicio	FOB US\$	Unidad
Café Arabigo lavado (saco)	Mayo 24 2001	56.51	45,36 Kg
Café Arabigo natural (saco)	Mayo 24 2001	45.95	45,36 Kg
Café Robusta natural (saco)	Mayo 24 2001	18.39	45,36 Kg
Café Tostado y molido (saco)	Mayo 24 2001	38.28	45,36 Kg.
Café en grano tostado	Mayo 24 2001	38.28	45,36 Kg
Café Soluble spray dried	Abril 23 1998	1.92	Kilogramos
Café Soluble freeze dried	Abril 23 1998	5.00	Kilogramos
Café Soluble s.d. envadado c.d.	Abril 23 1998	3.02	Kilogramos

El café soluble se exporta en cajas de 25 a 30 kilos, y se embaza en frascos de vidrio, latas y sobres.

<sup>1</sup> Por COLCIENCIAS, Datos tomando del EL TIEMPO

A continuación se presenta una lista de exportadores ecuatoriano de café industrializado en el Ecuador<sup>2</sup>:

- Buen Café / Novolli S.A.
- Compañía de elaborados de café El Café
- Derta
- Gustavo Rodríguez Cevallos
- Solubles Instantáneos C.A.

En el siguiente cuadro 2, se muestra la exportación de café en grano y soluble en los últimos 6 años<sup>3</sup> en el Ecuador y grafico de exportación durante del año 1999:

CUADRO 2

EXPORTACIONES DE CAFÉ (Grano y Soluble)

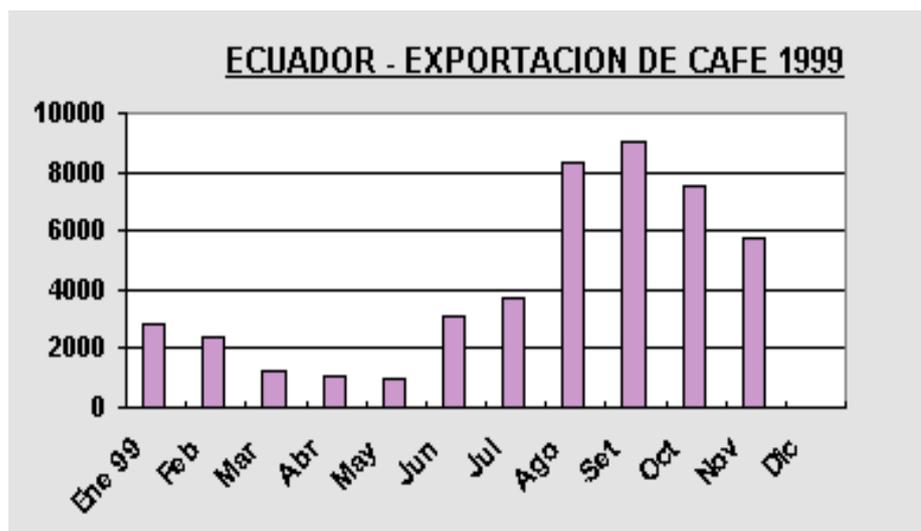
	GRANO		SOLUBLE	
AÑO	Sacos 60 Kg	US \$	Sacos 60 Kg	US \$
1995	1,351,248	184,836,939	584,985	58,408,292
1996	1,170,325	123,926,664	346,749	29,644,431
1997	709,441	84,500,565	348,102	29,302,901
1998	646,505	67,401,954	426,797	34,574,530
1999	679,685	57,209,000	303,903	20,851,000
2000	367,125	24,346,350	325,290	20,917,760

<sup>2</sup> Datos tomados del CORPEI

<sup>3</sup> Fuente: 1995 - 1999 Cofenac; 2000 Banco Central del Ecuador

CORPEI, llama a café soluble: al Spray Dried, Aglomerado y Freeze Dried, CORPEI es una Institución privada sin fines de lucro, creada con el fin de contribuir al crecimiento económico del país.

FIGURA 4.1



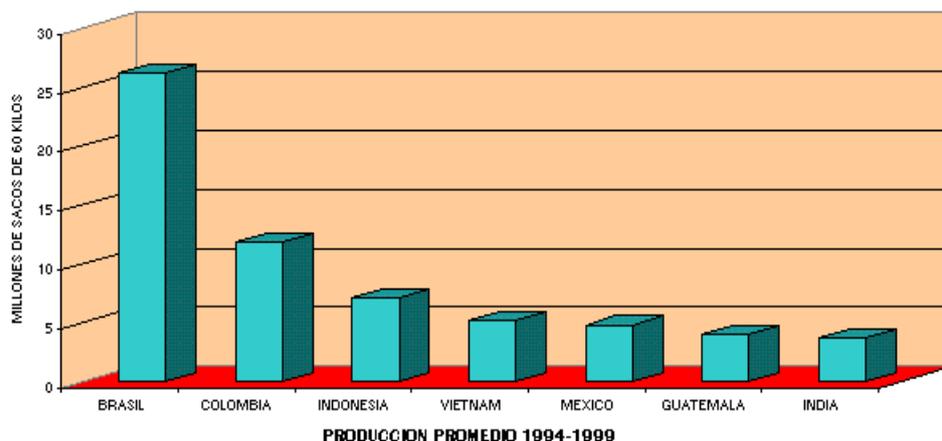
Como se aprecia en la lista de exportadores de café soluble liofilizado, en el país son muy pocos y en la tabla de exportación de café muestra lo interesante que puede resultar este negocio si se exporta los dos productos a la vez.

Cabe recalcar que durante algunos años el consumo de este producto disminuyó a nivel mundial. Lo anterior fue consecuencia de los altos volúmenes de producción mundial, impulsados por nuevos países productores como Vietnam, quien colocó en el mercado internacional volúmenes similares a la producción de Colombia,

produciéndose así una gran sobreoferta de café, actualmente los precios se rigen de acuerdo al libre juego de las fuerzas del mercado (oferta y demanda).

Esta es la lista de principales productores de café en el mundo:  
Brasil, Colombia, Indonesia, Vietnam, México, Guatemala, India.

FIGURA 4.2

**PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE CAFE**

Si tomamos a Brasil, produce alrededor de 25 millones de sacos de 60 Kilos, si el valor del saco es de \$87.40<sup>4</sup> promedio, esto nos da un gran total de \$2,185,000,000.

<sup>4</sup> Cotización del Café en New York 28/07/2000

CUADRO 3  
EXPORTACION DE CAFÉ

<b>Origen: Región/País</b>	<b>Exportación a Hemisferio Occidental, Unión Europea y Asia (\$1000) (1991-995)</b>
Costa Rica	317,164
El Salvador	294,860
Guatemala	466,039
Nicaragua	75,617
Ecuador	202,346
Perú	161,609
Colombia	1,872,431
Brasil	2,092,056
Chile	4,197

En este cuadro 3, podemos apreciar las cifras de exportación de los productores de Café hacia el Hemisferio Occidental, Unión Europea y Asia. Si observamos las exportaciones de Brasil y Colombia es casi 10 veces mayor a la nuestra, lo que nuestra que debemos crecer como industria exportadora y seguir manteniendo el grado aceptación que tiene el producto en este continente Europeo.

A nivel mundial podemos decir que el café que se produce, año tras año, es alrededor de 100 millones de sacos de 60 Kg. Más de la tercera parte de la población mundial bebe café: en primer lugar los

finlandeses, que consumen 13 Kg anuales por persona; los suecos 12 Kg, los noruegos 11 Kg, los belgas 9 Kg, los holandeses 8 Kg y los escandinavos consumen 5 tazas grandes de café al día.

#### **4.3 Problemáticas de la exportación.**

Con la ayuda de estos datos, nos damos cuenta que en el Ecuador se necesita reactivar y desarrollar un conjunto de planes para obtener un producto de gran calidad y de bajo costo, que pueda competir con el de otros países, y así colocar internacionalmente nuestro producto, vía exportación, y fomentar el consumo de nuestro café liofilizado alrededor del mundo, mucho mas ahora con una economía globalizada.

En esta nueva era de la globalización y estructuración, se presenta un nuevo sistema agroalimentario mundial, el cual se encuentra caracterizado por:

- Una nueva organización empresarial mundial determinada por una concentración a nivel del capital y por rubro alimentario de grupos como Nestle, Unilever, entre otros, y por la privatización de

empresas estatales encargadas del manejo de los productos básicos en los países en desarrollo.

- La importancia económica y hasta política de estos grupos agroalimentarios, que dominan la economía mundial.
- La evolución de los patrones de consumo debido a la creciente urbanización, el número cada vez mayor de mujeres que trabajan, el poco tiempo disponible para la preparación y consumo de los alimentos.
- El auge de las cadenas de comidas rápidas "Fast Food", y el rápido crecimiento en la venta de los platos pre-cocinados, congelados y al vacío.
- La forma de vender los alimentos esta cambiando mucho, de los mercados locales y de la esquina se está pasando a la distribución a través de los supermercados, centros comerciales e hipermercados.
- La alta competitividad, que implica cambios rápidos en los procesos, en el control de la calidad y en la automatización de las unidades de producción.
- La integración empresarial en cadenas que manejan productos desde la producción hasta la venta al consumidor.
- La importancia que han tomado los grupos de distribución de las cadenas de super e hipermercados que son los que fijan los

precios, e integran progresivamente actividades industriales. Esto se refleja en los buenos resultados de estas empresas en las bolsas financieras.

- La apertura comercial que facilita el tránsito de las mercaderías y así produce una competencia grande entre empresas sobre calidad, precio y presentación de productos.

Para completar este panorama, podríamos poner los nuevos deseos de los consumidores en los puntos siguientes:

- Productos saludables, nutritivos y de fácil preparación.
- Exigencia de seguridad en la calidad de los alimentos (inocuidad de los alimentos).
- Demanda de productos con un mínimo de tratamiento que los desnaturalicen, con el menor agregado de ingredientes sintéticos, manteniendo ventajas de los procesados.
- Apertura a probar los nuevos sabores y productos.
- Universalización de los gustos.
- Menor lealtad con productos, marcas y sitios.
- Exigencia para poder comprar alimentos fácilmente y cómodamente.

- Productos que contribuyan a preservar la salud y hasta curar.
- Exigencia en precios competitivos de los alimentos.

Nos damos cuenta que los gustos de los consumidores evolucionan muy rápidamente y la industria de alimentos se concentra y se organiza para responder a los deseos de ellos y por lo tanto hay que tener un nuevo plan estratégico en la globalización.

Este nuevo plan agroalimentario consiste en lo siguiente:

- Relacionados a salud: alimentos nutracéuticos, suplementos vitamínicos, dietéticos y ecológicos.
- Relacionados a estilo de vida: los alimentos básicos, productos estándar de base, fast food, comida preparada.
- Relacionados a cultura: los alimentos auténticos y autóctonos.

Para la producción de estos alimentos contribuyen varios sectores y niveles industriales, como empresas farmacéuticas, empresas multinacionales agroalimentarias, empresas de investigación y desarrollo, entre otros,

En realidad, este plan estratégico agroalimentario futuro abre perspectivas alagadoras, de posibilidades de articulación entre ellos, los cuales deberían permitir nuevas oportunidades para los pequeños productores y para las agroindustrias.

Con la creación de una Zona de Libre Comercio en el continente, permitirá obtener una serie de ventajas tales como la eliminación de fronteras, trámites, papeleo, controles aduaneros y se eliminan las barreras arancelarias para los países que la conforman, con esto se mejora el desempeño en favor del comercio internacional.

Esta liberación comercial permitirá incrementar la integración con el resto del mundo, (tal es el caso entre Mercosur y la Unión Europea), permitiendo el acceso a mercados antes restringidos y abriendo nuevas oportunidades en la agricultura, servicios, textiles y confecciones, no sin antes establecer reformas en materia tecnológica, de comunicación y transporte, para ser competitivos en los nuevos mercados.

El éxito de algunas comunidades económicas como la Europea, radica básicamente en la amplitud de sus zonas de libre comercio.

Es por esta razón la creación del ALCA (ÁREA DE LIBRE COMERCIO DE LAS AMÉRICAS), el cual traería consigo grandes beneficios para los países del continente Americano y para el comercio internacional, debido a que se unificarían las políticas, aumentaría el poder de negociación creando mayores posibilidades de entrar a negociar con otros bloques con gran peso en el comercio internacional.

#### **4.4 Inversión del Proyecto.**

En el estudio se contemplan estrictamente el aspecto económico. Los precios están basados en datos que corresponde a los años 1999, 2000 y 2001.

##### **4.4.1. Fases del proyecto.**

A continuación enumero las diferentes fases que contiene el proyecto:

##### **FASE 1.- OBRA CIVIL**

Construcción de edificio, bodega, oficina y equipos de oficina.

## FASE 2.- ADQUISICION DE EQUIPOS

Para los diferentes de Sistema de Refrigeración, Sistema de granulación, Sistema de selección, Cámara de deshidratación, Transporte de Bandeja de Café y también para el Sistema Eléctrico.

## FASE 3.- MONTAJE DE EQUIPOS

Para los diferentes de Sistema de Refrigeración, Sistema de granulación, Sistema de selección, Cámara de deshidratación, Transporte de Bandeja de Café y también para el Sistema Eléctrico.

## FASE 4.- INSTALACIONES ELECTRICAS.

Para la Subestación de 67/13.2 KV, y la Subestación 13.200/440 V, Tableros de distribución, y todo lo concerniente a canaletas, tuberías, cableado, etc.

## FASE 5.- PUESTA EN MARCHA

La compra del refrigerante NH<sub>3</sub>, las respectivas pruebas y calibración de equipos.

## CUADRO 4

## INVERSION DEL PROYECTO CAFÉ LIOFILIZADO

<b>PROYECTO: CAFÉ LIOFILIZADO</b>		<b>Producción: 200 Ton/Mes</b>
<b>DESCRIPCION</b>		<b>COSTO \$</b>
<b>FASE 1.- OBRA CIVIL</b>		<b>350,000.00</b>
Construcción de edificio planta Construcción de bodega para materiales y equipos. Construcción de oficina y equipos de oficina		
<b>FASE 2.- ADQUISICION DE EQUIPOS Y ACCESORIOS</b>		
<b>ZONA DE RECEPCION DE EXTRACTO</b>		<b>100,000.00</b>
Tanques 8000 litros y Agitadores. Bomba enfriamiento Bomba Alimentación Hielo Tuberías y válvulas SS316		
<b>SISTEMA DE REFRIGERACION</b>		<b>720,000.00</b>
Equipo de Refrigeración.(Importado) Equipo de Refrigeración.(local) Montaje de Refrigeración Espumador Dosificador de espuma Ductos para transporte de extracto. Amoniaco (1950 kilos)		
<b>SISTEMA DE GRANULACION</b>		<b>200,000.00</b>
Molino primario Molino secundario Molino terciario		
<b>SISTEMA DE SELECCIÓN</b>		<b>60,000.00</b>
Zaranda Hielo (importado) Construcción de Ductos		
<b>CAMARAS DE DESHIDRATACION</b>		<b>1,500,000.00</b>
Cámaras liofilizadora. (importado) <b>SISTEMA DE VACIO</b> Eyectores de vapor.(importado) Bombas de alta succión.(importado) <b>CONDENSADOR REFRIGERADO O TRAMPA DE HIELO</b> Condensador cilíndrico tipo placas. <b>SISTEMA DE CALENTAMIENTO</b> Bombas para recirculación de glicol.(importado) Torre de enfriamiento. (importado) Tuberías y válvulas.		
<b>TRANSPORTE DE BANDEJAS DE CAFÉ</b>		<b>20,000.00</b>
Estructura en viga tipo " I "		
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>		<b>350,000.00</b>
<b>Subestación 67/13.2 KV, 5 MVA</b> Transformador 5 MVA, 67/13.2 KV (importado). Interruptor SF-6 (importado).		

Pararrayos <b>Subestación 13.200/440 V, 2.5 MVA</b> Transformador 2.5 MVA 13200/440 V. Celda trifasica de sistema de protección. <b>Tableros de distribución</b> Tablero de distribución principal. Tablero de distribución secundarios. Instalación de canaletas, tuberías, cables, etc	
<b>FASE 3.- MONTAJE DE EQUIPOS</b> SISTEMA DE FRIO SISTEMA DE GRANULACION. SISTEMA DE SELECCIÓN. CAMARAS DE DESHIDRATACION SISTEMA DE VACIO CONDENSADOR REFRIGERADO O TRAMPA DE HIELO. SISTEMA DE CALENTAMIENTO TRANSPORTE DE BANDEJAS DE CAFÉ PUESTA A TIERRA DE LA SUBESTACION	<b>350,000.00</b>
<b>FASE 4.- INSTALACIONES ELECTRICAS</b> Subestación 67/13.2 KV, 5 MVA. Subestación 13.200/440 V, 2.5 MVA. Tableros de distribución. Canaletas, tuberías, cableado, etc.	<b>75,000.00</b>
<b>FASE 5.- PUESTA EN MARCHA</b> Carga de refrigerante (NH3) Pruebas y calibración	<b>150,000.00</b>
<b>TOTAL DE INVERSION</b>	<b>3,875,000.00</b>

Los gastos iniciales en el primer año de instalación son los siguientes: 3,875,000 dolares para la inversión inicial; 142,800 dolares para el total del personal y 4,429,240 dolares para el total de los gastos corrientes.

CUADRO 5  
COSTOS ANUALES DE PRODUCCION DE CAFÉ  
LIOFILIZADO

Descripción	Cantidad	Precio unitario Por mes	Costo anual
<b>1. INVERSION INICIAL</b>			
Edificios, Adquisición de Equipos, Montaje, Instalación Eléctrica y Puesta en Marcha			
Total de inversiones			3,875,000
<b>2. SUELDOS</b>			
Gerente de Planta	1	1,000	12,000
Jefe de Control de Calidad	1	1,000	12,000
Laboratorista	2	300	7,200
Asistente de Planta	1	400	4,800
Jefe de Producción	1	800	9,600
Supervisores	3	300	10,800
Operadores de planta (3 turnos)	36	200	86,400
Total sueldos			142,800
<b>3. COSTOS</b>			
Agua m3	1,500	5,170	62,040
Café Kgr.	600,000	0.5	3,600,000
Capacitación		1,000	12,000
Energía Eléctrica		35,000	420,000
Mantenimiento de Equipos (2 veces al año)	2	77,000	154,000
Teléfono		100	1,200
Total de gastos			4,429,240
		<b>Total</b>	<b>8,447,040</b>

**CUADRO 6**  
**COSTOS DE EXPORTACION PARA 96,000 CAJAS AL**  
**AÑO**

<b>Descripción</b>	<b>Costo \$</b>	<b>Anual \$</b>
Fundas	0.15	14,400
Caja de cartón	0.40	38,400
Transporte a Puerto	0.20	19,200
Gastos varios	0.40	38,400
Embarque	0.25	24,000
<b>TOTAL</b>	<b>1.40</b>	<b>134,400</b>

#### **4.5 Rentabilidad.**

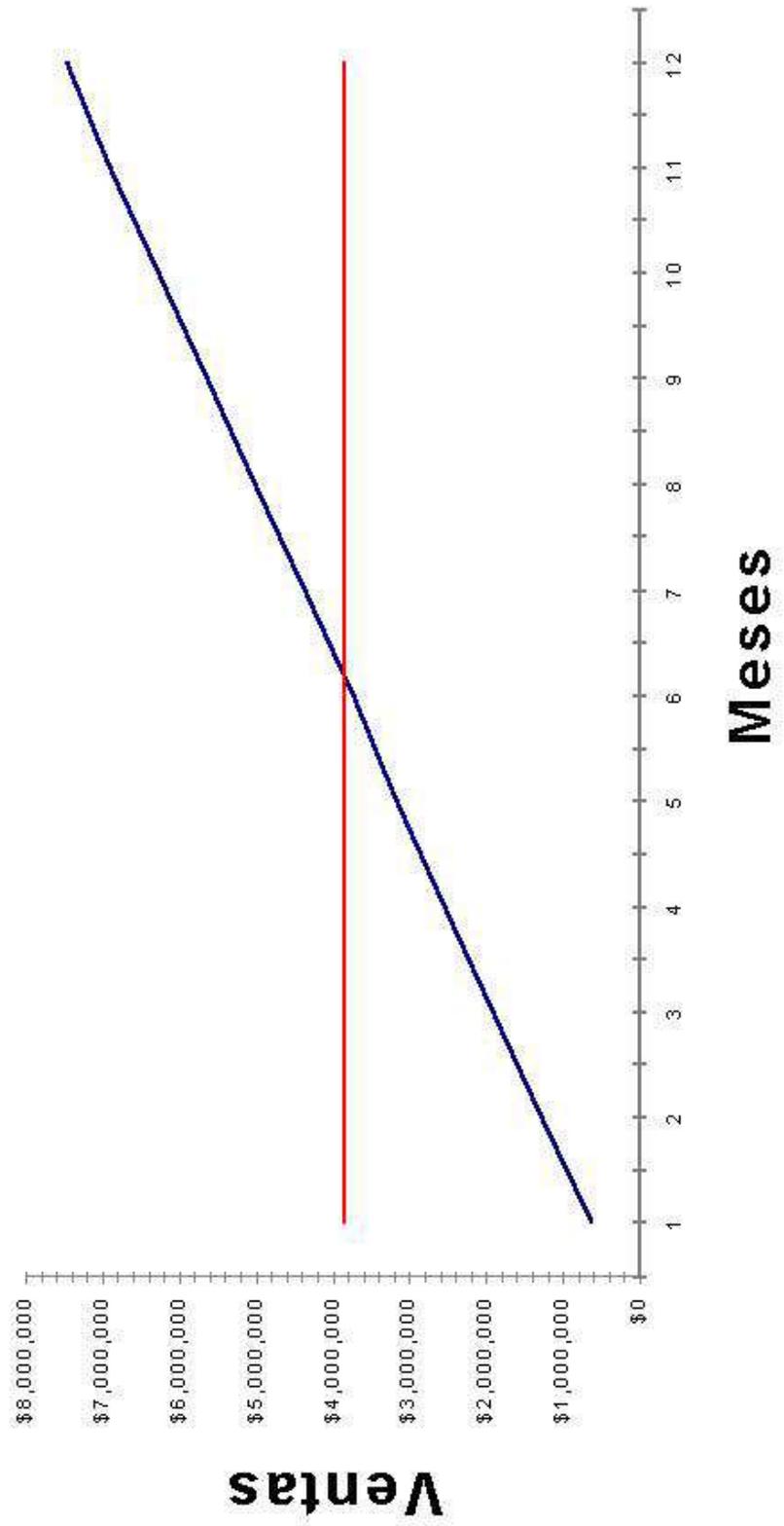
De acuerdo a la tabla III de los datos siguiente y por lo resultados obtenidos, dan como resultado un TIR de 12.13% y un VAN de \$ 2,873,822.00, por lo cual se de muestra que si rentable este proyecto, y que el tiempo para cubrir la inversión inicial (figura 2) esta entre el 6 y 7 mes.

Debido que solo se trata de un análisis costo-beneficio, no se incluyen cálculos ni análisis económicos profundos que no son parte de este proyecto de graduación.

Hay que mencionar que mediante la tecnología y el uso de la computadora se puede calcular la rentabilidad del proyecto, y el valor neto presente:

La conclusión de rentabilidad del proyecto se la estima partiendo de una tasa mínimo de retorno de la inversión 8% (ROI mínima), mas lo correspondiente a una ganancia adicional deseado del capital invertido (3%). Un ROI mayor al ROI mínima. determina que el proyecto es rentable. Si el ROI calculado es menor que el ROI mínima, entonces no conviene invertir es dicha opción.

**FIGURA 4.3**  
Ventas vs Tiempo



## Capítulo 5

### 5. PARTE LEGAL DEL PROYECTO.

#### 5.1 Sanidad Vegetal del Café para control de plagas.

En nuestro país existe la Ley de Sanidad Vegetal<sup>1</sup>, en la que el Ministerio de Agricultura y Ganadería, por medio del departamento de Sanidad Vegetal es encargada de estudiar, prevenir y controlar las plagas, enfermedades y pestes (Art. 1 de la Ley de Sanidad Vegetal), y esta encargada de realizar la inspección fitosanitario en los diferentes puertos Aéreos y Marítimos (Art. 2 y Art. 3 de la Ley de Sanidad Vegetal).

Para la importación de materia prima debemos obtener un permiso de sanidad vegetal expedido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (Art. 4 de la Ley de Sanidad Vegetal), para la exportación de material vegetal es necesario un Certificado Fitosanitario, ya que

---

<sup>1</sup> Ley de Sanidad Vegetal, Decreto Supremo No. 52.RO/475 de 18 Enero de 1974

en esto se contempla en los Convenios Internacionales y Reglamento respectivo (Art. 9 de la Ley de Sanidad Vegetal), el personal de Ministerio de Agricultura y Ganadería será el encargado de realizar las inspecciones respectivas para establecer el estado sanitario del producto (Art. 10 de la Ley de Sanidad Vegetal).

## **5.2 Movilización de Materia Prima.**

En toda empresa o industria es necesario suministro de materia prima, para nuestro caso el café tiene que estar en el tiempo acordado, y para esto hay que considerar aspectos legales en la transportación del café hacia la planta.

La ley de Prohibición de Movilización de Café no Fumigado<sup>2</sup>, la cual prohíbe la movilización de productos agrícolas (café) que no tenga tratamiento de fumigación, el fin es evitar que las plagas, enfermedades y peste se propaguen en el país, y preservar nuestros productos agrícolas en el Ecuador (Art. 1 y Art. 2 de la Prohibición de Movilización de Café No Fumigado).

---

<sup>2</sup> Prohibición de Movilización Café No Fumigado, Acuerdo Ministerial No. 301. RO/ 553 de 15 de Mayo de 1974.

Para obtener este certificado de movilización del café es necesario llenar una solicitud al Jefe de la Oficina Técnica del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con los datos de la cantidad y variedad del café, para proceder a la inspección y fumigación respectiva (Art. 3 de la Prohibición de Movilización de Café No Fumigado), también se encargara de emitir el certificado respectivo de fumigación (Art. 4), en caso de omisión de esta reglamentación (Art. 5 de la Prohibición de Movilización de Café No Fumigado) serán sancionados de conformidad con el Capítulo V del Decreto Ejecutivo No. 52, de 14 de Enero de 1974, (RO 475 de 18 de Enero de 1974, Ley de Sanidad Vegetal).

### **5.3 Normas del Sector Cafetalero.**

Toda empresa publica o privada están regidas por unas series de normas, la empresa que pertenece al sector cafetalero esta siendo reglamentada por Ley Especial del Sector Cafetalero<sup>3</sup>, dando a formación el Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC), con sede en Manta y con la finalidad de organizar y dirigir la política cafetalera del país (Art. 2 Ley Especial del Sector Cafetalero).

---

<sup>3</sup> Ley Especial Del Sector Cafetalero, Ley No. 000. RO/ 657 de 20 de Marzo de 1995.

El objetivo del COFENAC es impulsar el desarrollo del sector cafetalero ecuatoriano organizando su actividad y dotándolo eficientemente de servicios de crédito, capacitación, investigación, transferencia de tecnología y promoción de exportaciones.

Existen definiciones fundamentales que se aplican al Sector Cafetalero y que pertenecen al Reglamento de la Ley Especial del Sector Cafetalero<sup>4</sup>, son las siguientes:

**Café:** Es el fruto del cafeto, verde, maduro, o en bola; en endospermo (lavado o con mucílago); o en su condición de café oro. También incluye el grano tostado o molido, descafeinado, líquido o soluble.

**Café soluble:** Es el producto obtenido del café tostado, molido, tratado por métodos físicos y siendo el agua su disolvente principal.

---

<sup>4</sup> Reglamento a La Ley Especial del Sector Cafetalero. Decreto Ejecutivo No. 2977. RO/ 767 de 25 de Agosto de 1995

**Extracto de café:** Es el producto obtenido del café tostado y molido, extraído exclusivamente con solución acuosa, pudiendo presentarse en concentrado, no concentrado o en seco.

#### **5.4 CONSEP.**

El CONSEP es el Consejo Nacional de Control de Sustancias Estupefacientes y Sicotrópicas.

##### **5.4.1 Organismo de Control de Sustancias Sicotrópicas.**

Nuestra compañía que procesa café liofilizado, utiliza productos químicos específicos tales como:

- Acetona
- Eter etílico

Como son sustancias de uso prohibido y penado por la ley, la reglamentación y leyes a que estamos sometidos son las siguientes:

Como mencionamos en párrafos anteriores el organismo que se encarga del control de las sustancias estupefacientes y

sicotrópicas es el CONSEP, según la Ley de Sustancias Estupefacientes y Sicotrópicas Artículo 9<sup>5</sup>.

Las leyes de CONSEP están basada en la Convención Contra el Trafico Ilícito de Estupefacientes y Sustancias Sicotrópicas<sup>6</sup>, suscrita en Viena, Austria, el 19 de diciembre de 1988 y publicada en Registro Oficial 378 de 15 de Febrero de 1990.

Los objetivos del CONSEP:

Son combatir y erradicar la producción, oferta, uso indebido y tráfico ilícito de sustancias estupefacientes y Sicotrópicas del Art. 1<sup>5</sup>.

En el artículo 3 hace referencia a la tenencia, posesión, adquisición y uso de las sustancias sicotrópicas, sobre la producción utilizando este tipo de sustancias, la oferta, venta, distribución, corretaje, suministro o entrega, bajo cualquier forma o concepto, el almacenamiento, el transporte, el comercio, tanto interno como externo, y en general, la

---

<sup>5</sup> Ley De Sustancias Estupefacientes y Sicotrópicas. Ley No. 108. RO/ 523 de 17 de Septiembre de 1990.

<sup>6</sup> Convención Contra el Trafico Ilícito de Estupefacientes y Sustancias Sicotrópicas. RO/ 396 de 15 de Marzo de 1990.

transferencia y el tráfico de las sustancias sujetas a fiscalización y de los componentes, insumos o precursores u otros productos químicos específicos necesarios para producirlas o elaborarlás.

#### **5.4.2 Control de Actividades de Producción y Tráfico de Sustancias sujetas a Fiscalización.**

Con la finalidad de garantizar la oferta lícita de precursores químicos, químicos específicos, estupefacientes, sicotrópicas y medicamentos que las contienen, la Dirección Nacional de Control y Fiscalización tiene a su cargo el control de las sustancias sujetas a fiscalización, ver en el apéndice la lista de sustancias sujeta a fiscalización.

Para evitar que sean desviados y mal utilizados ha establecido varios mecanismos, tales como:

- Calificación de los usuarios de las sustancias.
- Control de importaciones.
- Exportaciones.
- Compras.
- Ventas.
- Transporte.

- Fiscalizaciones.
- Inspecciones..
- Seguimiento en casos de sospecha, en coordinación con las demás instituciones involucradas, Aduanas, Banco Central, Comexi, Ministerio de Salud y principalmente con la Dirección Antinarcóticos y la Policía Judicial de la Policía Nacional.

Las empresas deberán obtener licencia previa de la Secretaría Ejecutiva del CONSEP, en la que se comprobará la solvencia técnica y moral del solicitante, y comunicarán mensualmente por escrito, a la Secretaría Ejecutiva del CONSEP, los datos actuales, reales y precisos sobre la elaboración (Art. 39), los requisitos son:

Art. 3.- Las personas jurídicas que aspiren a ser calificadas para importar, exportar, producir, comercializar, comprar localmente y utilizar sustancias sujetas a fiscalización presentarán los siguientes documentos:

- Solicitud escrita dirigida al Secretario Ejecutivo del CONSEP, firmada por su representante legal, en el formulario que, para el efecto proporcionará esta entidad.

- Fotocopia certificada de la escritura de constitución de la persona jurídica y de las reformas, si hubieran.
- Certificación del nombramiento del representante legal, debidamente inscrito.
- Certificación del nombramiento del representante técnico, debidamente inscrito.
- Certificado de cumplimiento de obligaciones para con la Superintendencia de Compañías, correspondiente al último ejercicio económico.
- Fotocopia certificada de los balances presentados a la Superintendencia de Compañías, correspondiente al último ejercicio económico.
- Fotocopia certificada de la inscripción en el Registro Mercantil respectivo.
- Certificado actualizado de pertenecer a la correspondiente Cámara de Producción.
- La información solicitada en los formularios del CONSEP.

Nadie podrá tener en su poder cualquier cantidad de las sustancias sujetas a fiscalización, para ello deberá tener una autorización legal (Art. 40).

Para importación y exportación el CONSEP posee un sistema de control mediante el cual se regula el ingreso o egreso de las sustancias, según la necesidad real del país.

Los requisitos para estar autorizado a importar exportar son:

- Calificación del CONSEP.
- Formulario: Documento Unico de Importación (DUI) ó Formulario Unico de Exportación (FUE) del Banco Central.
- Formulario Autorización previa del Banco Central.
- Certificado de Importación de Estupefacientes y Sicotrópicos del CONSEP, para medicamentos los que contienen.
- Presentación de reportes mensuales.
- Justificación de la importación.

Restricciones sobre importación de sustancias sujetas a fiscalización:

Solo podrán importarse con la previa autorización escrita concedida, en cada caso, por la Secretaría Ejecutiva del CONSEP y demás organismos previstos en esta Ley, con determinación del peso y la concentración de las sustancias

sujetas a fiscalización. La autorización caducará después de seis meses de la fecha de su otorgamiento (Art. 41).

Es necesario presentar la autorización de la Secretaría Ejecutiva del CONSEP, para tramitarán los certificados o permisos de importación o exportación de sustancias sujetas a fiscalización Banco Central del Ecuador (Art. 42).

Si las sustancias ingresadas al país o que estuvieren por egresar no se ajustaren con exactitud a los términos de identificación, cantidad, peso y concentración determinados en la referida autorización, o si esta apareciere alterada, falsificada o no existiere, los funcionarios y empleados a los cuales se refiere el inciso precedente retendrán las sustancias y los bultos o paquetes que las contengan y, dentro de las siguientes veinte y cuatro horas, con el informe y documentos respectivos, los entregarán a la Secretaría Ejecutiva del CONSEP y suscribirán la correspondiente acta de entrega recepción.

La Secretaría Ejecutiva del CONSEP autorizará la producción, venta, importación y exportación de insumos, componentes, precursores u otros productos químicos específicos, preparados o derivados, especificando las cantidades y características de los productos a los que se refiere (Art. 46).

Se prohíbe la venta, distribución y la entrega de sustancias sujetas a fiscalización en cualesquiera condiciones, cuando no estuvieren autorizadas por esta Ley y por los organismos competentes (Art. 49).

Solo el CONSEP, previa calificación, podrá autorizar actividades u operaciones de envío o remisión en general, envío en tránsito, exportación o transporte de sustancias sujetas a fiscalización (Art. 51).

Con respecto al transporte de sustancias sujetas a fiscalización solo podrá ser por personas naturales o jurídicas autorizadas por la Secretaría Ejecutiva del CONSEP (Art. 53), esto se realiza para garantizar la legalidad del tránsito de las sustancias

controladas de una ciudad a otra en todo el territorio nacional,  
sus requisitos son:

- Formulario de solicitud de Guía
- Fecha
- Nombre del Representante Legal
- Detalle de las sustancias químicas a transportarse.
- Lugar y fecha de embarque.
- Lugar y fecha de desembarque.
- Compañía de Transporte.
- Medio de Transporte.
- No. de Placa.
- Nombre del conductor.
- Número de cédula del conductor.
- Nombre del ayudante.
- Número de cédula del ayudante.
- Razón Social o Nombre y Apellidos del Proveedor.
- Código de Calificación del CONSEP.
- Razón Social o Nombre y Apellidos del Destinatario.
- Código de Calificación y/o Número de Permiso del Compra  
CONSEP.
- Firma.

Hay que tener cuidado con el facilitamiento de bienes para la realización de actividades de cultivo, producción, almacenamiento o transporte ilícitos (Art. 53).

#### **5.4.3 Sanciones.**

Sanción para la elaboración, producción, fabricación o preparación, o envasen sustancias estupefacientes o Sicotrópicas sin autorización de la Secretaría Ejecutiva del CONSEP, serán reprimidos con reclusión mayor extraordinaria de doce a diez y seis años y multa de sesenta a ocho mil salarios mínimos vitales generales (Art. 60).

Sanción a quienes se les sorprenda ofreciendo, sustancias sujetas a fiscalización se sancionará con reclusión mayor ordinaria de ocho a doce años y multa de cuarenta a seis mil salarios mínimos vitales generales (Art. 61).

Se sancionara por tráfico ilícito, distribuyan, comercialicen, importen, exporten o, en general, con reclusión mayor extraordinaria de doce a diez y seis años y multa de sesenta a ocho mil salarios mínimos vitales generales. Se entenderá por

tráfico ilícito de sustancias estupefacientes, Sicotrópicas u otras sujetas a fiscalización toda transacción mercantil o toda entrega, a cualquier título, de dichas sustancias, realizada en contravención a los preceptos de esta Ley (Art. 62).

A quienes transporten, por cualquier medio o vía, sea fluvial, marítima, terrestre o aérea, sustancias sujetas a fiscalización, serán reprimidos con reclusión mayor extraordinaria de doce a diez y seis años y multa de sesenta a ocho mil salarios mínimos vitales generales (Art. 63).

Quienes sin las autorizaciones y requisitos previstos por esta Ley mantengan, elaboren, fabriquen, produzcan o transporten precursores u otros productos químicos específicos destinados a la elaboración de sustancias sujetas a fiscalización o trafiquen con ellos, serán reprimidos con reclusión mayor ordinaria de ocho a doce años y multa de cuarenta a seis mil salarios mínimos vitales generales (Art. 73).

Si se determina faltantes injustificados de químicos específicos en sus existencias, serán reprimidos con ocho a doce años de

reclusión mayor ordinaria y multa de cuarenta a seis mil salarios mínimos vitales generales (Art. 74).

Tenencia o mantenimiento de materias primas o insumos para uso ilícito, serán sancionados con reclusión menor ordinaria de seis a nueve años y multa de treinta a cuatro mil quinientos salarios mínimos vitales generales (Art. 75).

Por enriquecimiento ilícito, al ser productor o traficante, será sancionado con la pena de doce a diez y seis años de reclusión mayor extraordinaria (Art. 75). Partes de estas reglas se basan Art. 22 de las Disposiciones Penales del Convenio sobre Sustancias Sicotrópicas 1971.

#### **5.4.4 Retención, Aprehensión e Incautación de Bienes.**

Art. 103.- Retención.- Si por cualquier modo llegare a conocimiento del CONSEP el ingreso al territorio nacional de una nave aérea, marítima, fluvial o de cualquier otro medio de transporte comercial en el que se movilizaren sustancias cuyo tráfico se encuentre prohibido en esta ley, la Secretaría Ejecutiva del CONSEP podrá disponer la retención de los

medios de transporte y la aprehensión de las sustancias mientras se realiza la investigación. La retención no excederá de tres días.

Art. 104.- Aprehensión.- La Policía Nacional, a través de sus organismos técnicos especializados, tendrá a su cargo el control e investigación de los delitos tipificados en esta Ley, el descubrimiento y detención de los infractores, la entrega vigilada de bienes o sustancias sujetas a fiscalización y la aprehensión inmediata de:

- a) Sustancias estupefacientes o Sicotrópicas sujetas a fiscalización, cualquiera sea su estado, y las plantas de las que pueda extraérselas.
- b) Equipos, laboratorios, precursores y otros productos químicos específicos, y de otros medios destinados a la producción o fabricación de las sustancias sujetas a fiscalización.
- c) Bienes y objetos empleados para el almacenamiento y conservación de sustancias sujetas a fiscalización, y de los vehículos y más medios utilizados para su transporte.

- d) Dinero, valores, instrumentos monetarios, documentos bancarios, financieros o comerciales y más bienes que se estime que son producto de la comisión de los actos tipificados en esta Ley.

La Policía Nacional, para cumplir los fines señalados en este artículo, podrá realizar todas las investigaciones documentales, de laboratorio o cualquier otra de naturaleza técnico - científica.

Art. 107.- Incautación.- El Tribunal Penal dispondrá la incautación de todos los bienes, dineros y más valores que hubieren sido utilizados para la comisión de los delitos o que fueren producto o rédito de ellos. Serán además constituidos en depósito.

El juez podrá requerir del Ministerio de Finanzas y Crédito Público, de las entidades del sistema financiero nacional, de los Registradores de la Propiedad, Mercantiles o especiales, o de cualquier otra entidad, funcionario o empleado público, toda la información necesaria sobre la situación financiera de las

personas naturales o jurídicas presuntamente involucradas en infracciones a esta Ley.

El decomiso de sustancia está el Art. 5 del Convenio contra el tráfico ilícito de estupefacientes y sustancias sicotrópicas.

### **5.5 Importación y Exportación.**

ANECAFE es la Asociación Nacional de Exportadores de café, entidad civil y privada con finalidad social, sin fines de lucro y con personería jurídica. Sus objetivos principales son:

Agrupar, organizar y apoyar a los exportadores de café.

Identificar las causas y los efectos de decisiones que afecten a la exportación, adecuando soluciones orientadas a precautelar los intereses del país y de los exportadores.

Investigar y diagnosticar, mediante estudios técnicos permanentes, las condiciones de la producción, de los procesos comercial e industrial y de los mercados internos y externos.

Promocionar y respaldar, por cualquier medio lícito, las exportaciones.

Colaborar con los organismos del Estado, para el robustecimiento de la legislación que proteja la producción y exportación del café. Propender al mejoramiento de la calidad mediante un control técnico de la producción.

#### **5.5.1 Registro de Procedencia.**

Para fines estadísticos y de control administrativo se procede a llevar registros de los diferentes procedencias del café destinado a la exportación esta es la ley Registro, Por Cantones de Café y Cacao de Exportación<sup>7</sup>, en la cual el exportador deberá declarar el nombre del productor, domicilio, cantón de procedencia y número de quintales (Art. 1 Registro, Por Cantones de Café y Cacao de Exportación), y el Municipio será encargado de conceder el certificado de registro y que será útil como documento para la exportación del producto (Art. 2 Registro, Por Cantones de Café y Cacao de Exportación).

---

<sup>7</sup> Registro, Por Cantones de Café y Cacao de Exportación. Acuerdo Ministerial No. 44. RO/ 207 de 6 de Mayo de 1961.

### **5.5.2 Origen de Exportación.**

Toda exportación tiene que estar amparada con el Certificado de Origen para Exportación de Café<sup>8</sup>, el COFENAC es el organismo encargado de dar certificados de Origen de Exportación (Art. 2 Certificado de Origen para Exportación de Café), esto se lo realiza para poder cumplir con las Normas y Disposiciones de la Organización Internacional de Café con sede en Londres y COFENAC tiene obligación de remitir toda la información que ampare la exportación y el tiempo es de 30 días para poderlo realizar (Art. 3 Certificado de Origen para Exportación de Café).

### **5.5.3 Certificado de Calidad.**

El Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC) es el encargado de inspeccionar, verificar y realizar muestreos del tipo de exportación de café industrializado en cualquier puerto de embarque del país, el exportador tendrá que llenar el formulario Unico de Exportación (FUE), para su aprobación por el COFENAC y obtener el "Certificado de Calidad y Variedad de Café"<sup>9</sup>. El Acta de muestreo o inspección realizada, contendrá,

---

<sup>8</sup> Certificado de Origen para Exportación de Café. Acuerdo Ministerial No. 166. RO/ 108 de 15 de Julio de 1997.

<sup>9</sup> Certificado de Calidad y Variedad de Café de Exportación. Acuerdo Ministerial No. 399. RO/ 225 de 30 de Diciembre de 1997.

aparte de los resultados de la verificación, información básica que permita: identificar al exportador, determinar la variedad de café, ubicar los documentos de trámite que ampara la exportación, conocer el puerto de embarque y de destino del café y el volumen y valor de la exportación (Art. 1 y Art. 2 Certificado de Calidad y Variedad de Café).

Si lo declarado no corresponde con el muestreo, entonces el Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización y Pesca (MICIP), está en obligación de aplicar una sanción equivalente al 10 por ciento del declarado y si reincide el MICIP le suspenderá por un año la "Clave de Exportador" que le fue concedida (Art. 3 Certificado de Calidad y Variedad de Café).

El COFENAC está facultado y cuando de considere procedente en solicitar a cualquier empresa verificadora, la inspección del embarque de café en el puerto de destino. La verificadora enviará al COFENAC, la muestra certificada del café del embarque para las acciones pertinentes (Art. 6 Certificado de Calidad y Variedad de Café).

#### **5.5.4 Precios Mínimos de Referencia.**

El sector cafetalero tiene un reglamento para la fijación de Precios Mínimos Referenciales Fob de Exportación de Café<sup>10</sup>.

A continuación adjuntamos los siguientes artículos tomado de esta ley:

Art. 1.- Los precios mínimos referenciales FOB de exportación de café, serán fijados por la Comisión integrada por el Subsecretario de Comercio Exterior del Ministerio de Industrias, Comercio, Integración y Pesca o su delegado, quien lo presidirá; el Subsecretario de Política e Inversión Sectorial del Ministerio de Agricultura y Ganadería o su delegado; un representante de la Asociación Nacional de Exportadores de Café (ANECAFE); y, un representante de la Federación Nacional de Cooperativas Cafetaleras del Ecuador (FENACAFE). Las funciones de Secretaría de dicho Comité, desempeñará la Dirección Nacional de Comercio Exterior del MICIP, dependencia que se encargará de elaborar los informes y actas correspondientes y recopilar, tabular y archivar la

---

<sup>10</sup> Precios Mínimos Referenciales Fob de Exportación De Café. Decreto Ejecutivo No. 2855. RO/ 736 de 12 de Julio de 1995

información sobre el comportamiento del mercado internacional del café.

Art. 3.- La Comisión fijará los precios mínimos referenciales FOB de exportación para cada 45.36 kilos (cien libras netas) de café, sobre la base de la información y cotizaciones del café de la Bolsa y el mercado de Nueva York.

#### **5.6 Mercado Eléctrico Mayorista.**

Nuestra empresa puede clasificarse como “Grandes Consumidores”, ya que en el nuevo marco legal se permite a través del Mercado Eléctrico Mayorista realizar negociaciones bilateralmente entre “Grandes Consumidores” y “Generadores” basados en La ley del régimen del Sector Eléctrico:

- Reglamento de tarifas.
- El reglamento para el funcionamiento del Mercado Eléctrico Mayorista.
- El reglamento de concesiones, permisos y licencias para la puntuación del servicio de energía eléctrica.

- La regulación del CONELEC “Requisito para la calificación de grandes consumidores del directorio del Consejo Nacional de Electricidad del 05/08/99”.

El requisito básico es tener una demanda red de 2,000 KW y un consumo mínimo de 7,000 MWH<sup>11</sup>, también esta permitido la asociación de varios usuarios que en conjunto, tengan la demanda adquirida siempre que existe un punto único de medición.

En este nuevo marco legal, los grandes consumidores son miembros del CENACE y también puede comprar Potencia y Energía a las empresas de generación hídrica, que son las que ofrecen energía a un menor costo en comparación con las generadoras térmicas.

### **Ventajas de comprar energía eléctrica en el Mercado Eléctrico**

#### **Mayorista:**

- Menor costo del KWH.
- Precio del KWH en el orden de 3 centavos de dólar (Generadores Hidroeléctrico).
- Costo Fijo del KWH.

- Valor pactado en contratos anuales<sup>12</sup> y sin variación de índole externa al pactado bilateralmente por el generador y la empresa.
- Posibilidad de continuar adquiriendo la energía del distribuidor eléctrico local (EMELEC). Sin embargo al ser gran consumidor se pueden pactar precios en forma bilateral sin conectarse a los establecidos por el CONELEC<sup>13</sup> para los usuarios regulares de las distribuidoras eléctricas.

#### **Análisis Costo Beneficio.**

A. Costo total de energía consumida en un año (tabla IV):

\$ 731,975

B. Costo de energía como gran consumidor en un año:

\$ 396,003

C. Ahorro en un año:

$A - B = \$ 335,972$

---

<sup>11</sup> Regulación CONELEC 007/99

<sup>12</sup> Ley de Régimen del Sector Eléctrico Art. 42

<sup>13</sup> Ley de Régimen del Sector Eléctrico Art. 52

# Capítulo 6

## 6. CONTROL DE AVANCE FISICO DEL PROYECTO.

Una planificación y un control total de los procesos nos permite optimizar el uso de los recursos, una mayor calidad, a un menor tiempo de ejecución y a un mejor precio.

### 6.1 Fases o Actividades del proyecto.

Con el objeto de conseguir un control más apropiado, los proyectos se dividen en diferentes actividades independientes o tareas, las que deben poseer todas o algunas de las siguientes características:

Deben ser claramente identificables (Ejemplo: Construcción de edificio planta).

Deben ser realizadas en un momento específico (Ejemplo: La construcción de edificio planta debe iniciarse el 13 de Febrero de 2001).

Deben tener un tiempo determinado para su realización (Ejemplo: El montaje de equipos es de 8 meses calendario o 240 días laborables).

Se debe determinar los recursos humanos (Ejemplo: La instalación de los equipos empleados requiere de ingenieros, técnicos, operadores de equipos, maestro, albañiles y peones), los recursos físicos (para excavar plataformas se necesita tractor, cargadora, volquetes), y su costo económico (de las cámaras de deshidratación).

Dada la gran cantidad de actividades que llegan a definirse (en el proyecto se podrían fácilmente detectarse más de 100 actividades), es conveniente, agruparlas en una sola actividad o fase, nuestras fases son las siguientes:

- Fase 1

Construcción de edificio + Construcción de bodega + Construcción de oficinas = OBRA CIVIL

- Fase 2

Zona de recepción de extracto + Sistema de refrigeración + Sistema de Granulación + Sistema de Selección + Cámaras de Deshidratación + Transporte de bandejas de café + Sistema Eléctrico = ADQUISICION DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

- Fase 3

Zona de recepción de extracto + Sistema de refrigeración + Sistema de Granulación + Sistema de Selección + Cámaras de Deshidratación + Transporte de bandejas de café + Puesta Tierra = MONTAJE DE EQUIPOS

- Fase 4

Subestación 67/13.2 kv.(5 MVA) + Subestación 13.200/440 v. (2.5 MVA) + Tableros de distribución + Canaletas, tuberías, cableado, etc. = INSTALACIONES ELECTRICAS

- Fase 5

Carga de refrigerante (NH<sub>3</sub>) + Pruebas y calibración = PUESTA EN MARCHA

Es conveniente que una fase o actividad sea descompuesta en varias actividades, con el objeto de controlar adecuadamente tanto la actividad como el proyecto total y como el flujo económico.

## 6.2 Tipos de Fases o Actividades.

### 6.2.1 Fases o Actividades Concatenadas.

Existen fases o actividades (figura 6.1) que solo pueden realizarse luego de la ejecución de otra fase (después de la construcción de bodega se procede a realizar la construcción de edificios); esta actividad recibe el nombre Actividades Concatenadas.

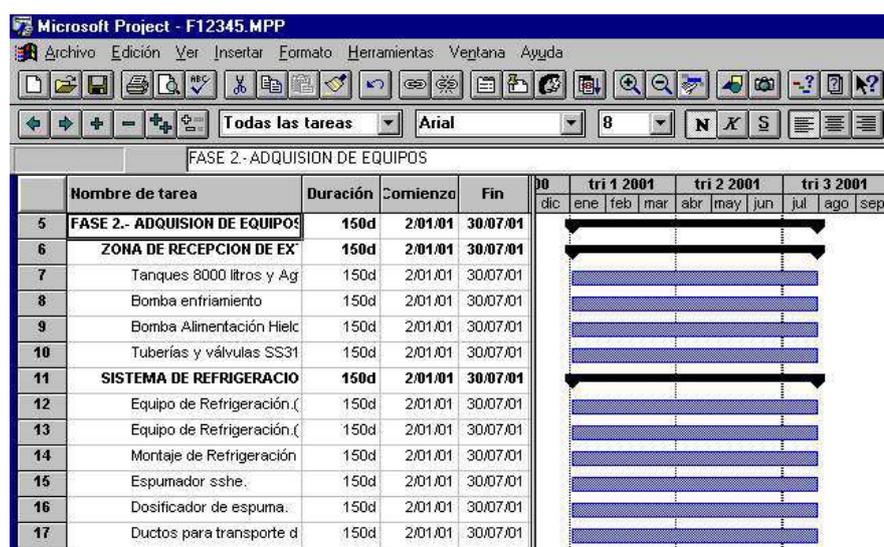
FIGURA 6.1



### 6.2.2 Fases o Actividades Paralelas.

Hay fases o actividades que si se pueden realizar simultáneamente (figura 6.2), utilizando recursos diferentes o bien compartiendo los recursos (En la fase 2 la adquisición de equipos, se realizan en forma paralela la zona de recepción de extracto y el sistema de refrigeración), estas son actividades que se ejecutan al mismo tiempo y se denominan Fases o Actividades Paralelas.

FIGURA 6.2



### 6.2.3 Fases o Actividades Desfasadas.

Se tienen Fases o Actividades que deben ejecutarse a continuación de otras (por su naturaleza son actividades concatenadas), pero no siempre requieren que deban haber

concluido la actividades para iniciar su ejecución (en la fase 4 Instalaciones Eléctricas, se puede iniciar la colocación de los tableros de distribución, tuberías, etc sin que se concluya las subestaciones, ver figura 6.3), este tipo de actividades se denominan Fases o Actividades Desfasadas.

FIGURA 6.3



Es importante notar que si las mismas actividades, en lugar de ejecutarlas desfasadamente, como se propone en el gráfico anterior, se las ejecuta secuencialmente, la fecha de terminación de la última actividad sería muy posterior a la fecha de terminación como actividades desfasadas.

La transformación de actividades intrínsecamente secuenciales en actividades desfasadas es un mecanismo que permite disminuir los tiempos de ejecución de los proyectos a la vez que disminuye los costos de construcción, pero este tipo de transformación debe ser manejada técnicamente.

Las relaciones de desfase son importantes, cuando son bien manejadas, por cuanto permiten disminuir el tiempo de ejecución de todo el proyecto (mal manejadas provocan el incremento del tiempo de ejecución).

### **6.3 Representación gráfica de las actividades del Proyecto.**

Existen dos maneras fundamentales de representar gráficamente las características de las actividades del proyecto: los Diagramas de Barras (Diagramas Gantt) y Diagramas Pert - Diagramas CPM.

#### **6.3.1 Diagrama de Barras (Diagramas Gantt).**

El Diagrama Gantt ver Tabla V, representa las actividades como barras horizontales cuya longitud y posición se determina en base escala horizontal proporcional al tiempo.

### **6.3.2 Diagrama de CPM y Pert.**

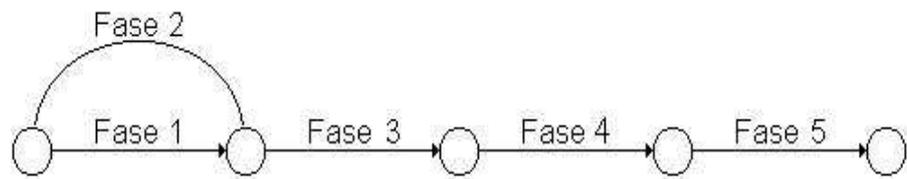
Las técnicas del Pert y del CPM son tan parecidas en la actualidad que todos los intentos por diferenciarlas han fracasado.

El método Pert, inicialmente, dio importancia al factor tiempo (se originó en el ámbito militar, en 1958, ante el retraso en la ejecución del Proyecto Polaris de la marina de los Estados Unidos) y a las técnicas probabilísticas para estimarlo.

El CPM, originado en la empresa privada (Compañía Dupon de Nueva York, en 1956, que perseguía resolver problemas de administración en el sector de ingeniería de producción de proyectos grandes), dio énfasis a las evaluaciones determinísticas del tiempo de duración de las actividades y al factor costo.

Los Diagrama Pert y CPM, las fases o actividades se representan como Vectores (flechas) que concurren a Nodos circulares o rectangulares llamados Eventos (figura 6.4), que constituyen los puntos de interrelación entre actividades.

FIGURA 6.4



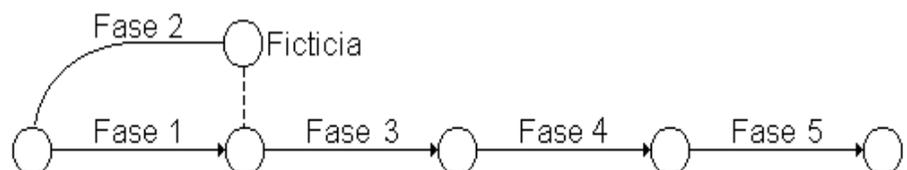
Existe secuencialidad entre las fases o actividades:

Fases 1, 3, 4 y 5; y fases 2, 3, 4 y 5.

Las fases 1 y 2, pueden desarrollarse en paralelo.

Con el objeto de realizar el manejo matemático de la información, no se permite que dos o más actividades pueden partir de un evento común y llegar a otro evento común (figura 6.5), como es el caso de las fases 1 y 2, por lo cual se crea una actividad ficticia (las cuales no existen).

FIGURA 6.5



El diagrama CPM realiza una estimación de los tiempos (figura 6.6) de ejecución de las actividades y del proyecto en general mediante métodos determinísticos.

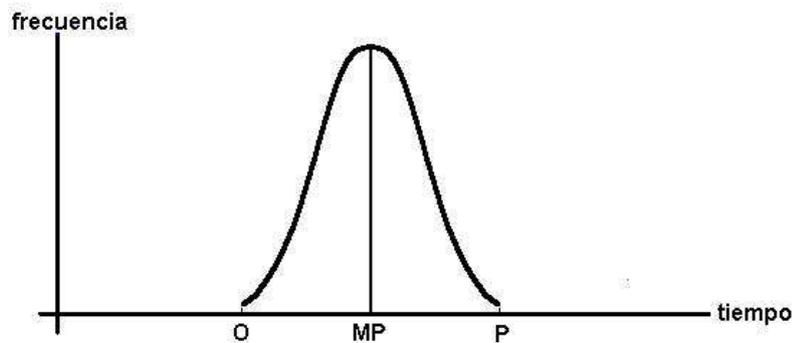
FIGURA 6.6



Un análisis rápido del gráfico del diagrama CPM, permite deducir que una vez concluida las fases 1 y 2 que se desarrollan en forma paralela, es posible iniciar la fase 3, solamente luego de concluida la fase 4, se podrá iniciar la fase 5.

El diagrama Pert utiliza estimaciones probabilísticas (figura 6.7) de tiempos de ejecución de las actividades, realizadas por profesionales que conocen a profundidad tales actividades, lo que da lugar a la definición del tiempo optimista (O), del tiempo más probable (MP) y del tiempo pesimista (P).

FIGURA 6.7

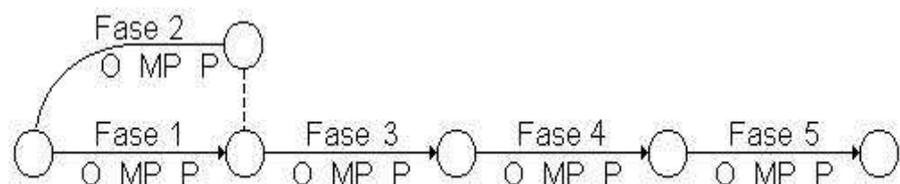


Tiempo Optimista (O): Es el menor tiempo posible en el cual puede ejecutarse la actividad, utilizando los recursos normales, ver figura 6.8.

Tiempo Mas Probable (MP): Es la estimación de tiempo más exacta posible.

Tiempo Pesimista (P): Es el máximo tiempo necesario para la ejecución de la actividad, considerando los factores adversos.

FIGURA 6.8



	Optimista (O)	Mas Probable (MP)	Pesimista (P)
Fase 1	150 días	180 días	240 días
Fase 2	135 días	150 días	165 días
Fase 3	210 días	240 días	300 días
Fase 4	105 días	120 días	150 días
Fase 5	45 días	60 días	120 días

Si el proceso se repitiese un gran número de veces, y su duración obedeciese a una distribución probabilística (campana de Gauss), el tiempo medio estimado de ejecución que llevaría la actividad se podría calcular mediante la siguiente expresión:

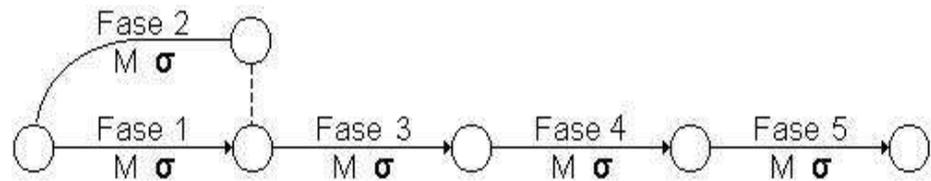
$$M = \frac{O + 3*MP + P}{5}$$

La varianza y la desviación estándar podrían ser calculadas mediante las siguientes expresiones aproximadas (ver figura 6.9):

$$\sigma^2 = \frac{(P - O)^2}{5^2}$$

$$\sigma = \frac{(P - O)}{5}$$

FIGURA 6.9



	M	$\sigma$
Fase 1	186 días	18
Fase 2	150 días	6
Fase 3	246 días	18
Fase 4	123 días	9
Fase 5	69 días	15

Mediante la incorporación de la desviación estándar de los tiempos de ejecución de las actividades a la técnica Pert, es posible estimar la fecha de terminación de un proyecto con un determinado porcentaje de probabilidad.

Si deseo determinar el total de días para la terminación del proyecto, procedo a sumar las Fases 1-3-4-5 y las Fases 2-3-4-5.

Fases 1-3-4-5	
Fase 1	186 días
Fase 3	246 días
Fase 4	123 días
Fase 5	69 días
Total	642 días

Fases 1-3-4-5	
Fase 1	150 días
Fase 3	246 días
Fase 4	123 días
Fase 5	69 días
Total	588 días

Al sumar los tiempos de la Fases 1-3-4-5 y Fases 2-3-4-5, y compararlos, se obtiene que el tiempo para terminar el proyecto es de 642 días.

Hay notar que el tiempo medio estimado de ejecución de las actividades que se emplea en los diagramas Pert puede ser diferente del tiempo más probable que usualmente se emplea en los diagramas CPM.

#### **6.4 La Ruta Crítica.**

Existen actividades o fase que al retrasarse, provocan un retraso de todo el proyecto; y actividades que al adelantarse, provocan un adelanto en la conclusión del proyecto.

Estos tipos de actividades reciben el nombre de Actividades Críticas, las que integradas conforman la Ruta Crítica (Camino Crítico), por lo que deben ser vigiladas con mayor cuidado por los profesionales que administran el proyecto.

Las actividades que no forman parte de la Ruta Crítica reciben el nombre de Actividades no Críticas, y tienen la característica de que pueden admitir un cierto retraso máximo sin afectar al tiempo total de ejecución del proyecto o el tiempo de ejecución de otras actividades. El retraso máximo admisible en una actividad recibe el nombre de Holgura Total (Total Slack).

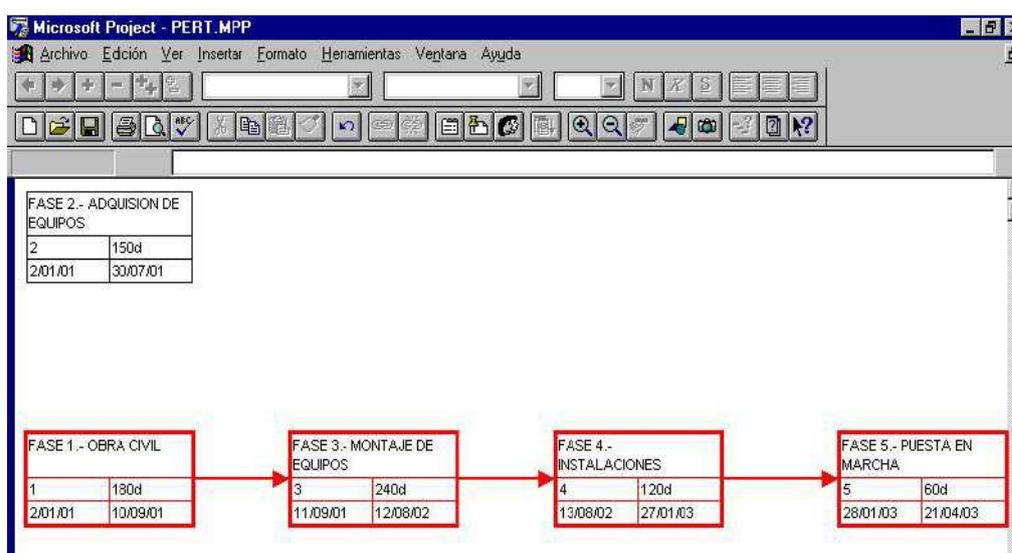
Cualquier demora adicional a la holgura total de la actividad afectará a todo el proyecto, pues una vez consumido este tiempo de reserva, la actividad pasa a convertirse en actividad crítica. En estos casos es muy frecuente que exista más de una ruta crítica en el proyecto.

Durante cualquier tiempo del desarrollo de un proyecto siempre existirá al menos una actividad que sea crítica, ver figura 6.10. No resulta conveniente tener demasiadas actividades críticas en un momento dado, pues el control total del proyecto se vuelve más difícil, y la probabilidad de que se incumpla con los plazos de ejecución del proyecto se vuelve más alta.

Mediante una simple suma de los tiempos de duración de las fases se puede determinar la ruta crítica:

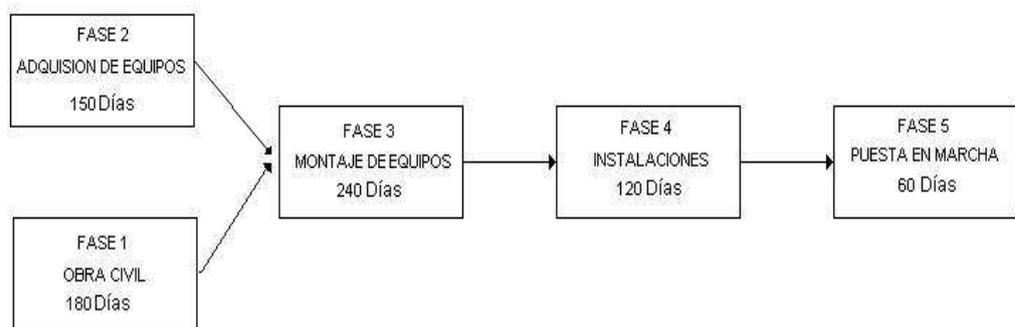
Fases	Ruta Critica
1 3 4 5	600 días
2 3 4 5	570 días

FIGURA 6.10



Se determina que la ruta crítica es la fase 1 3 4 5.

La red descrita anteriormente podría representarse de la siguiente manera:



La primera ventaja que ofrece este tipo de presentación es la eliminación de la necesidad de incluir actividades ficticias.

### 6.5 Holguras.

Existen dos tipos de holgura que son trascendentes para la administración de proyectos:

### **6.5.1 Holgura Total (HT).**

Es el máximo atraso que puede soportar una actividad sin afectar a la finalización del proyecto.

### **6.5.2 Holgura Libre (HL).**

Es el máximo atraso que puede soportar una actividad sin afectar al inicio de la actividad inmediatamente posterior.

En la fase 2 tiene una holgura libre de 30 días (puede demorarse hasta 180 días sin afectar al inicio de la fase 3) y una holgura total de 30 días (puede demorarse hasta 30 días sin retrasar la finalización del proyecto). La actividad 1 no tiene holgura libre y holgura total.

Mientras el consumo de la holgura libre de una actividad no afecta a ninguna otra actividad del proyecto, el consumo de parte o toda la holgura total requerirá de un mayor control sobre las actividades subsecuentes.

La información que puede manejar los paquetes de computación es muy completa, e incluye los recursos físicos y humanos que se requieren en cada actividad, los recursos disponibles para el proyecto, el costo de empleo de esos recursos, el tiempo de uso de los recursos, entre otros.

Con esta información es posible obtener los recursos económicos que se necesitan para manejar el proyecto, los recursos humanos y físicos requeridos en cada fase del desarrollo del proyecto, los conflictos de insuficiencia de recursos, entre otros.

Otra característica importante de los paquetes de computación es la posibilidad de realizar un seguimiento del proyecto (control del proyecto) durante su ejecución, para tomar decisiones o evaluar con anticipación el resultado de tales decisiones.

# Capítulo 7

## 7. PUESTA EN MARCHA.

### 7.1 Pruebas y Puesta en Servicio.

Durante el proceso de instalación del equipo de una Subestación y sobre todo al final, que es cuando se procede a la puesta en servicio de la instalación, es necesario efectuar una serie de pruebas necesarias para determinar el estado final de los aislamientos, los circuitos de control, la protección, medición señalización, alarmas y finalmente el funcionamiento del conjunto de la Subestación.

A su vez, el conjunto de datos obtenidos de las pruebas sirven de antecedentes para que, a lo largo de la de la instalación, el personal de mantenimiento tenga una base para determinar el grado de deterioro que van sufriendo los diferentes equipos, así como tener un punto de referencia para comparar las nuevas lecturas, obtenida en los equipos después de una reparación.

## **7.2 Tipos de pruebas en Subestación.**

Las pruebas se pueden incluir en tres grupos iniciales, más dos pruebas finales:

1. Pruebas al equipo de alta tensión.
2. Pruebas al equipo de protección, medición y control.
3. Pruebas al equipo, con su tensión nominal de operación.
4. Faseo de la Subestación.
5. Toma de carga de la Subestación.

### **7.2.1 Pruebas a los equipos de alta tensión.**

El tipo de pruebas a realizar dependerá del equipo de que se trate y de sus funciones, gran parte de las pruebas las especifican los propios fabricantes, como pruebas de fabrica, algunas de las cuales se vuelven a efectuar, una vez instalado el equipo, pero ahora con el nombre de pruebas de campo.

A continuación se indica, por separado, cada uno de los equipos de alta tensión que se consideran en las pruebas de campo.

- Transformadores de potencia.
- Interruptores.
- Cuchillas.
- Transformadores de corriente.
- Transformadores de potencial.
- Transformadores de servicio de estación.
- Pararrayos.
- Fusibles tipo cuchilla.
- Aisladores.
- Condensadores de acoplamiento
- Trampas de onda.
- Reactores.

Una vez instalado cada uno de los equipos la secuencia de las pruebas de campo se puede desarrollar en el siguiente orden, aunque no todas las pruebas que se indican a continuación se efectúan a cada uno de los equipos arriba mencionados:

1. Resistencia de aislamiento.
2. Factor de potencia de aislamiento.
3. Rigidez dieléctrica del aceite.

4. Relación de transformación.
5. Resistencia de contacto.
6. Tiempo de apertura y de cierre de los contactos de los interruptores.
7. Continuidad eléctrica de los circuitos.
8. Polaridad.
9. Tensiones mínimas de operación.

#### **7.2.2 Pruebas al equipo de protección, medición y control.**

Una vez terminado la construcción de una subestación es conveniente efectuar una serie de verificaciones y pruebas, entre las cuales se puedan considerar las siguientes:

- Tableros de protección y control.
- Cable de control.
- Control y alarmas.
- Protecciones.
- Verificación del programa de telecontrol y pruebas.

### **7.2.3 Pruebas al equipo de tensión.**

Una vez verificadas las pruebas anteriores con el equipo desenergizado, se procede a realizar una serie de nuevas pruebas, pero ahora con los diferentes equipos energizados a la tensión nominal, hay que tener en cuenta lo siguiente:

1. Antes de aplicar la tensión nominal, se debe realizar comprobar las pruebas realizadas al equipo, en especial de rigidez eléctrica y compararlas con las pruebas de los fabricantes.
2. Los relés estén a su máxima sensibilidad para evitar daños.
3. Inspección a toda la subestación para constar que todo se encuentre todos los cables, y conectados a tierra.
4. Los tableros de protección, control y alarmas deben estar en condiciones de operación y no deben tener bloqueos de ningún tipo.
5. Todos los circuitos de operación y control deben ser revisados en su operación, para que no ocurra falsos contactos, bloqueos, etc..

La subestación se comienza a energizar a tensión nominal, la zona de baja tensión se mantiene durante una hora, para asegurar que los aislamientos estén en buen estado.

Se procede a conectar conectar los transformadores de potencia por el lado de baja tensión. Se conecta los transformadores por separado. Luego de operar a baja tensión, se comienza a cerrar todos los interruptores de alta tensión, dejando abiertas las cuchillas que conectan abierta las alta tensión, para comprobar las fases con el sistema.

#### **7.2.4 Faseo de la Subestación.**

Es el procedimiento mediante el cual se comprueba que las fases del sistema de alta tensión que alimenta a la subestación, coinciden exactamente con las fases que se encuentran en la subestación en el lado de baja tensión.

El faseo se desarrolla en dos partes:

- Faseo interno de la subestación.
- Faseo externo de la subestación.

El fase interno se lo puede hacer mediante un transformador de potencial portatil, en los terminales primarios se conectan cables que van al juego de cuchillas que esta abierto y en secundario un voltmetro.

En el fase externo, se conecta uno de los transformadores de potencia a la red de alta tensión, a través de todas las cuchillas e interruptores.

#### **7.2.5 Toma de carga de la Subestación.**

Una vez hecha las pruebas al equipo, faseada de la subestación y probada con tensión nominal, se procede a la toma de la carga, para lo cual se polarizan los relevadores que lo necesiten y se calibran las protecciones y los equipos de medición para que funcionen correctamente con la carga normal de cada circuito de la subestación.

## Capítulo 8

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **CONCLUSIONES:**

De acuerdo a lo establecido en análisis costo beneficio se obtiene que la tasa interna de retorno del proyecto es de 12.13 % con una producción de 200 tn/mes, dado que este valor es mayor al interés bancario, por tal motivo se considera atractivo para su implantación y desarrollo.

El café liofilizado presenta una buena solución para atender la creciente demanda por variedad de café de alta calidad e instantáneos. Además hay que considerar que será una fuente de ingreso de divisas, dándole un valor agregado de alta tecnología al café que tradicionalmente se lo exporta en grano.

**Calificación como grandes consumidores.**

Como se menciona en el capítulo 2 una desventaja del proceso es el alto costo por requerimientos energéticos eléctricos.

La ley permite la libre contratación del suministro eléctrico directamente con empresa generadora (por ejemplo: Hidro Paute, Electroecuador) en sustitución de una empresa distribuidora (por ejemplo: Emelgur, Emelec).

El Mercado Eléctrico Mayorista en el año 2000 tuvo una generación aproximada de 10,000 millones de KW/H de las cuales las empresas de distribución solo facturan alrededor de 8.000 millones KWH con recaudación neta en el orden los 6,000 millones de KWH año. Estas pérdidas son recargadas a los usuarios que se facturan; y se evitaran al ingresare al Mercado Eléctrico Mayorista.

El requisito básico es tener una demanda real de 2,000 KW y un consumo anual mínimo de 7 millones de KWH es decir un "Gran Consumidor". Esta permitido la asociación de varios usuarios que en conjunto tengan la demanda requerida siempre que exista un punto único de medición.

Como EL CAFÉ C.A. no alcanza la demanda mínima de 2000 KW es necesario gestionar ante el Conelec la calificación de la empresa asociada con otra industria de alto consumo energético (por ejemplo Cristavid) como "Gran Consumidor"; y negociar ante la empresa generadora un pliego tarifario conveniente. Debemos observar que la generadora debe ser hidroeléctrica y no térmica por el menor costo de generación de la primera.

### **RECOMENDACIONES:**

#### **Cambio de tecnología en sistema de vacío.**

Se ha establecido que el proceso de liofilización consiste básicamente en introducir el producto a tratar en una cámara, y realizarle vacío rápidamente. Debido a la disminución de presión, el agua contenida en el material se congela; a continuación se comienza a calentar, manteniendo el vacío, para aumentar la velocidad de sublimación del hielo. Los niveles de vacío y de temperatura de calentamiento varían según el producto a tratar.

En el diseño actual, el vacío se logra mediante la combinación de bombas de vacío y "trampas frías" que operan a - 40°C o - 50°C, para congelar el agua que se extrae del producto, y reducir la presión de la cámara de liofilización. La utilización de bombas de vacío mecánicas y grandes equipos de frío, requieren un elevado consumo eléctrico además de mano de obra

especializada para su operación y mantenimiento, con los consiguientes costos asociados. En la planta diseñada por INVAP, se incorpora una innovación tecnológica porque el sistema de vacío se realiza por medio de eyectores de vapor, con lo que se elimina el "problema" del sistema arriba descrito.

La adopción de eyectores para realizar el vacío se debe a que son equipos pasivos, que sólo requieren de vapor para funcionar, de muy bajo mantenimiento y de una gran sencillez de operación, alternativa de peso ante el creciente aumento de las tarifas eléctricas. Para que funcione sólo se requiere combustible, electricidad y agua.

La planta, concebida de esta manera, usa una batería de eyectores supersónicos, con un eyector de arranque y dos condensadores barométricos.

El principal inconveniente para su utilización es que el vacío se mantiene mediante una columna líquida de altura apropiada, para este caso en particular tendría una altitud de 22 metros. Además para dar una idea acerca del tamaño de los equipos, la tubería de conexión entre el recipiente de liofilización y el eyector de primer etapa que actualmente es de 0.3 metro de diámetro tendrá un 1 metro.

## TABLA II ESTUDIO DE LA DEMANDA

AÑO : 1999

MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
LECTURA ANTERIOR	10-Dic-97	12-Ene-98	12-Feb-98	13-Mar-98	14-Abr-98	13-May-98	12-Jun-98	13-Jul-98	12-Ago-98	11-Sep-98	15-Oct-98	13-Nov-98
LECTURA ACTUAL	12-Ene-98	12-Feb-98	13-Mar-98	14-Abr-98	13-May-98	12-Jun-98	13-Jul-98	12-Ago-98	11-Sep-98	15-Oct-98	13-Nov-98	14-Dic-98
POTENCIA ACTIVA	3,580	4,311	4,981	5,782	6,483	7,213	7,965	8,709	9,423	10,230	10,906	11,754
POTENCIA REACTIVA	1,571	1,861	2,131	2,425	2,686	2,972	3,353	3,696	4,028	4,334	4,611	4,716
TOTAL ACTIVA	526,800	511,700	489,000	560,700	490,700	511,000	526,400	520,800	499,800	564,900	473,200	593,600
TOTAL REACTIVA	180,600	203,000	189,000	205,800	182,700	200,200	266,700	240,100	232,400	214,200	193,900	73,500
DEMANDA MAX.	1.21	1.22	1.25	1.26	1.30	1.25	1.29	1.29	1.29	1.24	1.28	1.12
DEMANDA HORA/PICO	1.20	1.19	1.24	1.22	1.22	1.18	1.27	1.29	1.23	1.20	1.22	1.07
DEMANDA MAX. X 700	847	854.00	875.00	896.00	910.00	875.00	903.00	903.00	903.00	868.00	896.00	784.00
FACTOR DE POTENCIA	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94	0.93	0.89	0.91	0.91	0.94	0.93	0.99
FACT.DE CORRECCION	0.99	0.98	0.99	0.95	0.94	0.94	0.98	1.00	0.95	0.97	0.95	0.96
DIAS CONSUMO	33	31	29	32	29	30	31	32	31	34	29	31
ENERGIA [SUCRES]	115,896,000	112,574,000	103,180,000	123,354,000	107,954,000	112,420,000	115,808,000	114,576,000	109,956,000	124,278,000	107,041,103	139,496,000
DEMANDA [SUCRES]	13,877,672	14,133,700	14,336,438	14,087,360	14,156,870	13,812,375	14,645,757	14,944,650	14,197,418	13,934,438	14,245,860	12,794,880
PENALIZACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL CONSUMO	129,773,672	126,707,700	117,516,438	137,441,360	122,110,870	126,032,375	130,453,757	129,520,650	124,153,418	138,212,438	121,286,963	152,290,880

IMPUESTOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
FERRUM [10%]	12,977,367	12,670,770	11,751,644	13,744,138	12,211,087	12,603,238	13,045,376	12,952,065	12,415,342	13,821,244	12,128,696	15,229,088
BOMBEROS	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
ALUM. PUBLICO	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000
REC. BASURA [10.5%]	13,626,236	13,304,309	12,339,226	14,431,343	12,821,641	13,233,399	13,697,644	13,599,668	13,036,109	14,512,306	12,735,131	15,990,542
TOTAL IMPUESTOS	27,809,603	27,181,079	25,296,870	29,381,479	26,238,728	27,042,637	27,949,020	27,757,733	26,657,451	29,539,550	26,069,827	32,425,630
VALOR TOTAL	157,583,274	153,888,779	142,813,307	166,822,839	148,349,598	153,075,012	158,402,777	157,278,383	150,810,868	167,751,988	147,356,790	184,716,510

ENERGIA ACTIVA PROMEDIO

723 KW



**TABLA III RENTABILIDAD**

	Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>INVERSION INICIAL</b>														
	-\$3,855,000													
<b>PRODUCCION</b>														
Número de Toneladas por mes (1 Ton = 1000 l)	200.00													
Número de Kgrs.	200,000.00													
<b>Ingresos</b>														
Valor (\$) del Freeze Dried Kg	5.00	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	
<b>TOTAL VENTAS</b>		<b>1,000,000</b>												
<b>COSTOS VARIABLES</b>														
Agua 1500 m3		5,170	5,170	5,170	5,170	5,170	5,170	5,170	5,170	5,170	5,170	5,170	5,170	
Café Kg	600,000.00	0.50	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	
Capacitacion		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Energía Eléctrica		35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	
Mantenimiento de Equipos (2 veces al año)	77,000.00						77,000						77,000	
Telefono		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES</b>		<b>341,270</b>	<b>341,270</b>	<b>341,270</b>	<b>341,270</b>	<b>341,270</b>	<b>418,270</b>	<b>341,270</b>	<b>341,270</b>	<b>341,270</b>	<b>341,270</b>	<b>341,270</b>	<b>418,270</b>	
<b>COSTOS EXPORTACION</b>														
Fundas	0.15	8,000.00	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	
Caja de cartón	0.40	8,000.00	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	
Transporte a Puerto	0.20	8,000.00	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	
Gastos varios	0.40	8,000.00	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	
Embarque	0.25	8,000.00	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	
<b>TOTAL COSTOS EXPORTACION</b>	<b>1.40</b>		<b>11,200</b>											
<b>COSTOS FIJOS</b>														
Gerente de Planta	1	1,000.00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Jefe de control de calidad	1	1,000.00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Laboratorista	2	300.00	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	
Asistente de Planta	1	400.00	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	
Jefe de producción	1	800.00	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	
Supervisores	3	300.00	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Operadores de planta (12) 3 turnos	36	200.00	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>			<b>11,900</b>											
<b>FLUJO DE CAJA</b>														
Primer Año		-\$3,855,000	635,630	635,630	635,630	635,630	635,630	558,630	635,630	635,630	635,630	635,630	558,630	
<b>TIR</b>		7,473,560												
<b>NPV</b>		12.13%												
		2,873,822												
<b>ACUMULADO</b>														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			635,630	1,271,260	1,906,890	2,542,520	3,178,150	3,736,780	4,372,410	5,008,040	5,643,670	6,279,300	6,914,930	7,473,560



**TABLA IV ANALISIS COSTO BENEFICIO MEM**

		MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
CONSUMO ACTIVO ( KWH )		1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
DEMANDA ( KW )		1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00
INCREMENTO EN EL COSTO.		50%	3.39%	50%	3.39%	3.39%	3.39%	3.39%	3.39%	3.39%	3.39%	3.39%	3.39%
COSTO POR KWH.	0.0171	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
COSTO POR KW.	1.1	1.65	1.71	2.56	2.65	2.74	2.83	2.92	3.02	3.13	3.23	3.34	3.45
<b>A.- COSTO CON EMELEC INC.</b>													
CARGO POR ENERGIA		25,650.00	26,519.54	39,779.30	41,127.82	42,522.05	43,963.55	45,453.92	46,994.80	48,587.93	50,235.06	51,938.03	53,698.73
CARGO POR DEMANDA		2,640.00	2,729.50	4,094.24	4,233.04	4,376.54	4,524.90	4,678.30	4,836.89	5,000.86	5,170.39	5,345.67	5,526.89
FERRUM	10%	2,829.00	2,924.90	4,387.35	4,536.09	4,689.86	4,848.85	5,013.22	5,183.17	5,358.88	5,540.55	5,728.37	5,922.56
ALUMBRADO PUBLICO	6%	1,697.40	1,754.94	2,632.41	2,721.65	2,813.92	2,909.31	3,007.93	3,109.90	3,215.33	3,324.33	3,437.02	3,553.54
RECOLECCION DE BASURA.	12.5%	3,536.25	3,656.13	5,484.19	5,670.11	5,862.32	6,061.06	6,266.53	6,478.96	6,698.60	6,925.68	7,160.46	7,403.20
BOMBEROS		0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
COMERCIALIZACION (A FIJARSE )													
<b>TOTAL.</b>		<b>36,353</b>	<b>37,585</b>	<b>56,378</b>	<b>58,289</b>	<b>60,265</b>	<b>62,308</b>	<b>64,420</b>	<b>66,604</b>	<b>68,862</b>	<b>71,196</b>	<b>73,610</b>	<b>76,105</b>
<b>B.- COSTO COMO GRAN CONSUMIDOR.</b>													
CARGO POR ENERGIA	0.028	28,000.00	28,000.00	28,000.00	28,000.00	28,000.00	28,000.00	28,000.00	28,000.00	28,000.00	28,000.00	28,000.00	28,000.00
CARGO POR DEMANDA ( NO EXISTE )		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PEAJE	0.002	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00
FERRUM	10%	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00
BOMBEROS		0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
COMERCIALIZACION (NO EXISTE )													
<b>TOTAL.</b>		<b>33,000</b>	<b>33,000</b>	<b>33,000</b>	<b>33,000</b>	<b>33,000</b>	<b>33,000</b>	<b>33,000</b>	<b>33,000</b>	<b>33,000</b>	<b>33,000</b>	<b>33,000</b>	<b>33,000</b>
<b>C.- AHORRO DEL MES ( A - B )</b>		<b>3,353</b>	<b>4,585</b>	<b>23,378</b>	<b>25,289</b>	<b>27,265</b>	<b>29,308</b>	<b>31,420</b>	<b>33,604</b>	<b>35,862</b>	<b>38,196</b>	<b>40,610</b>	<b>43,105</b>
<b>D.- AHORRO ACUMULADO.</b>		<b>3,353</b>	<b>7,938</b>	<b>31,315</b>	<b>56,604</b>	<b>83,869</b>	<b>113,176</b>	<b>144,596</b>	<b>178,200</b>	<b>214,061</b>	<b>252,257</b>	<b>292,867</b>	<b>335,972</b>



TABLA 5 DIAGRAMA DE GANTT

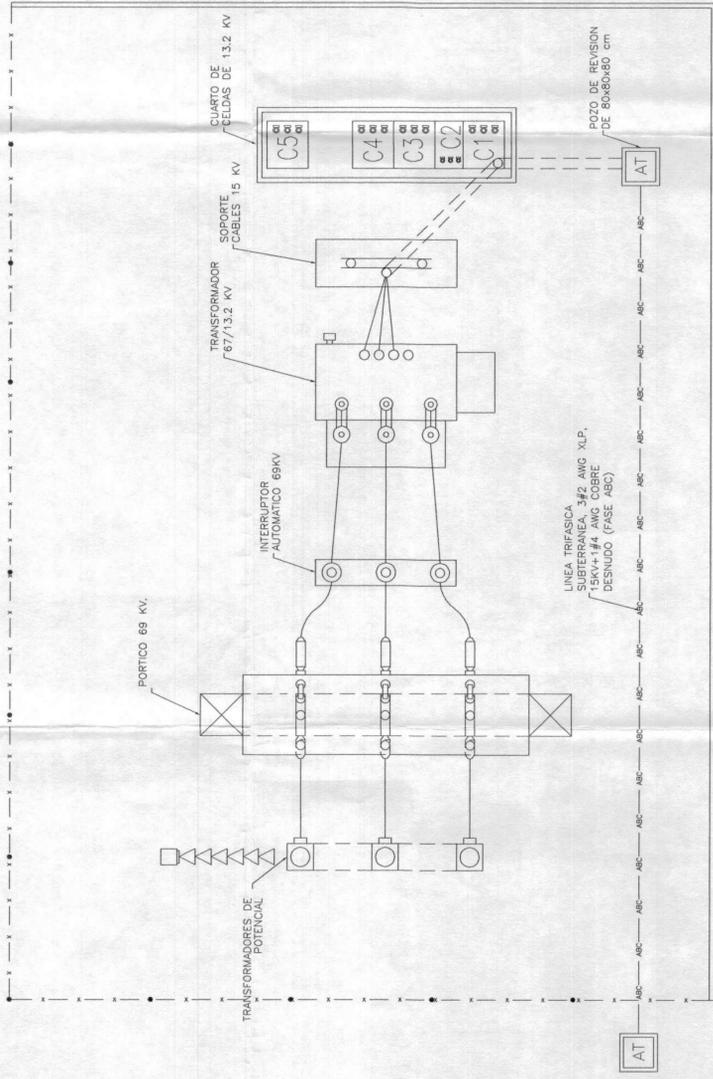
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	2001												2002											
					ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1	<b>FASE 1.- OBRA CIVIL</b>	180d	02/01/01	10/09/01	[Barra sólida]																							
2	Construccion de edificio planta liofilizado.	150d	13/02/01	10/09/01	[Barra hachurada]																							
3	Construccion de bodega para materiales y equipos.	30d	02/01/01	12/02/01	[Barra hachurada]																							
4	Construccion de oficinas y equipos de oficinas	30d	31/07/01	10/09/01	[Barra hachurada]																							
5	<b>FASE 2.- ADQUISICION DE EQUIPOS</b>	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra sólida]																							
6	<b>ZONA DE RECEPCION DE EXTRACTO.</b>	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra sólida]																							
7	Tanques 8000 litros y Agtdrs.	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
8	Bomba enfriamiento	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
9	Bomba Alimentación Hielo	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
10	Tuberías y válvulas SS316	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
11	<b>SISTEMA DE REFRIGERACION</b>	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra sólida]																							
12	Equipo de Refrigeración.( Importado )	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
13	Equipo de Refrigeración.( local )	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
14	Montaje de Refrigeración	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
15	Espumador sshe.	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
16	Dosificador de espuma.	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
17	Ductos para transporte de extracto.	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
18	<b>SISTEMA DE GRANULACION.</b>	60d	08/05/01	30/07/01	[Barra sólida]																							
19	Molino primario	60d	08/05/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
20	molino secundario	60d	08/05/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
21	Elevator	60d	08/05/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
22	<b>SISTEMA DE SELECCIÓN.</b>	60d	08/05/01	30/07/01	[Barra sólida]																							
23	Zaranda Hielo .( importado )	60d	08/05/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
24	construccion de Ductos.	60d	08/05/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
25	<b>CAMARAS DE DESHIDRATACION</b>	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra sólida]																							
26	Cámaras liofilizadora. ( importado )	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
27	<b>SISTEMA DE VACIO</b>	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra sólida]																							
28	Eyectores de vapor.( importado )	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							
29	Bombas de alta succion.( importado )	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra hachurada]																							

TABLA 5 DIAGRAMA DE GANTT

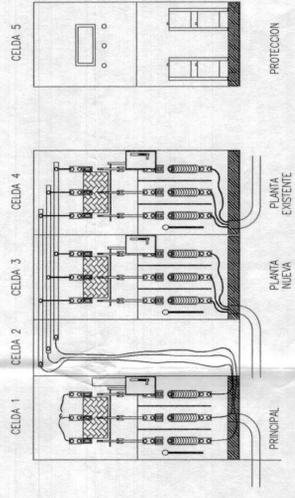
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	2001												2002											
					ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
30	<b>CONDENSADOR REFRIGERADO O TRAMPA</b>	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra sólida]																							
31	Condensador cilindrico tipo placas.	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra punteada]																							
32	<b>SISTEMA DE CALENTAMIENTO.</b>	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra sólida]																							
33	Bombas para recirculacion de glycol. ( impo	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra punteada]																							
34	Torre de enfriamiento. ( importado )	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra punteada]																							
35	Tuberias y valvulas.	150d	02/01/01	30/07/01	[Barra punteada]																							
36	<b>TRANSPORTE DE BANDEJAS DE CAFÉ.</b>	60d	08/05/01	30/07/01	[Barra sólida]																							
37	Estructura en viga tipo " I "	60d	08/05/01	30/07/01	[Barra punteada]																							
38	<b>SISTEMA ELECTRICO</b>	90d	27/03/01	30/07/01	[Barra sólida]																							
39	Sub-estacion 67/13.2 kv. 5 Mva.	90d	27/03/01	30/07/01	[Barra punteada]																							
40	Sub-estacion 13.200/440 v. 2.5 Mva.	90d	27/03/01	30/07/01	[Barra punteada]																							
41	Tableros de distribucion.	90d	27/03/01	30/07/01	[Barra punteada]																							
42	<b>FASE 3.- MONTAJE DE EQUIPOS</b>	240d	11/09/01	12/08/02	[Barra sólida]																							
43	SISTEMA DE FRIO	90d	11/09/01	14/01/02	[Barra punteada]																							
44	SISTEMA DE GRANULACION.	90d	11/09/01	14/01/02	[Barra punteada]																							
45	SISTEMA DE SELECCIÓN.	90d	11/09/01	14/01/02	[Barra punteada]																							
46	CAMARAS DE DESHIDRATAACION	150d	15/01/02	12/08/02	[Barra punteada]																							
47	TRANSPORTE DE BANDEJAS DE CAFÉ.	150d	15/01/02	12/08/02	[Barra punteada]																							
48	PUESTA TIERRA SUBESTACION	30d	02/07/02	12/08/02	[Barra punteada]																							
49	<b>FASE 4.- INSTALACIONES ELECTRICAS</b>	120d	13/08/02	27/01/03	[Barra sólida]																							
50	Sub-estacion 67/13.2 kv. 5 Mva.	120d	13/08/02	27/01/03	[Barra punteada]																							
51	Sub-estacion 13.200/440 v. 2.5 Mva.	120d	13/08/02	27/01/03	[Barra punteada]																							
52	Tableros de distribucion.	30d	17/12/02	27/01/03	[Barra punteada]																							
53	Canaletas, tuberias, cableado, etc.	30d	17/12/02	27/01/03	[Barra punteada]																							
54	<b>FASE 5.- PUESTA EN MARCHA</b>	60d	28/01/03	21/04/03	[Barra sólida]																							
55	Carga de refrigerante ( NH3 )	15d	28/01/03	17/02/03	[Barra punteada]																							
56	Pruebas y calibracion..	45d	18/02/03	21/04/03	[Barra punteada]																							

**NOMENCLATURA**

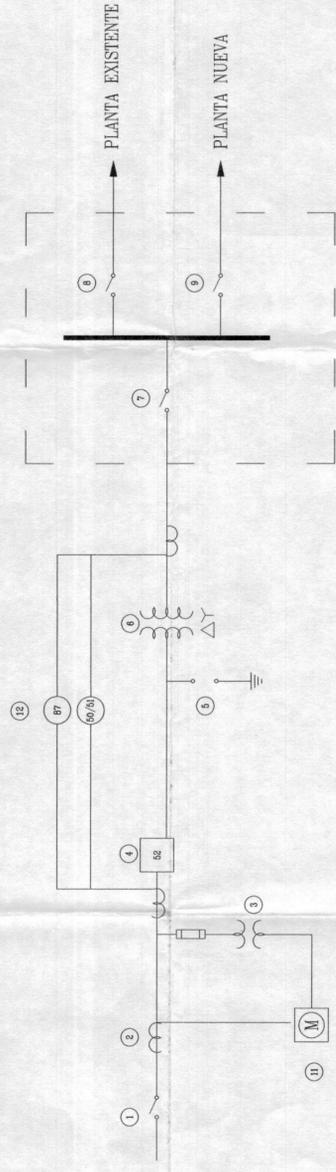
- 1 SECCIONADOR TRIPOLAR 69 KV
- 2 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 69 KV 25,76/5A
- 3 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL 40.2 KV/115V
- 4 INTERRUPTOR AUTOMATICO 69 KV SF6
- 5 PARABRISOS 69 KV
- 6 TRANSFORMADOR DE PODER 6 MVA 67/15.2 KV
- 7 TRANSFORMADOR FUSIBLE 15 KV 200A
- 8 SECCIONADOR FUSIBLE 15 KV 65A
- 9 SECCIONADOR FUSIBLE 15 KV 100A
- 10 AISLADOR TIPO ESTACION 69 KV
- 11 EQUIPOS DE MEDICION
- 12 EQUIPOS DE PROTECCION



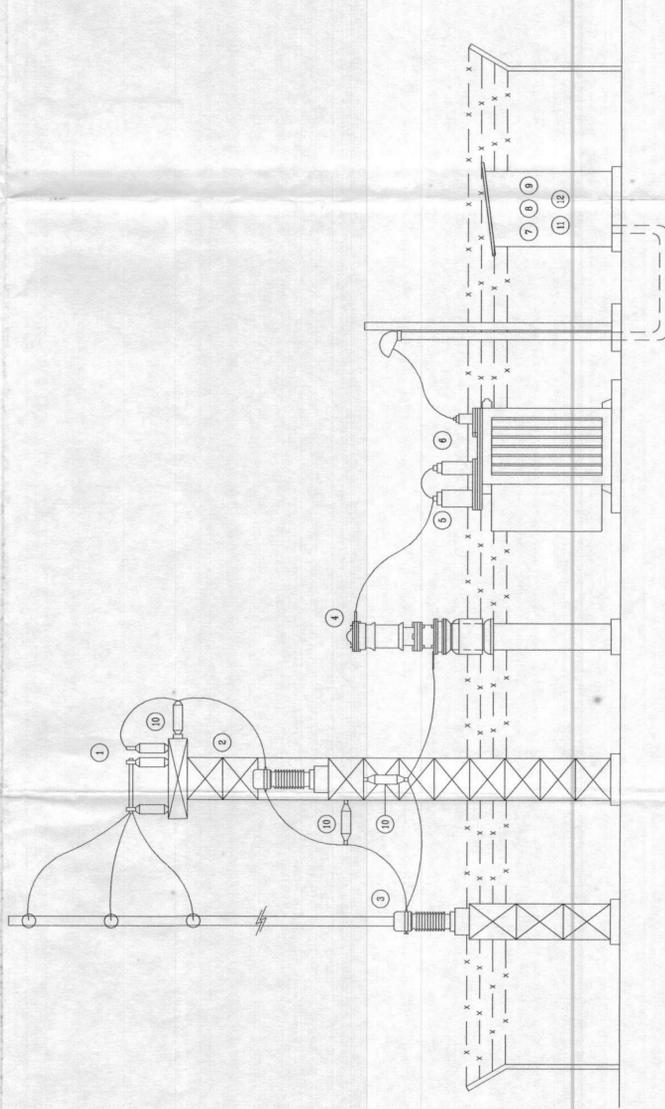
**DETALLE CONSTRUCTIVO**



**DIAGRAMA UNIFILAR**



**PLANTA**



**ELEVACION**

**CAFE S.A.**

CONTIENE:  
 IMPLANTACION GENERAL  
 DISPOSICION DE EQUIPOS, PLANTA ELEVACION  
 DIAGRAMA UNIFILAR Y DETALLE DE CELDAS

PROYECTO:	CONSTRUYE:
DISEÑO ESTRUCTURAL:	PROPIETARIO:
FECHA: AGOSTO-2001	FECHA: PEREZ & Cia.
DIRIJIO: CARLOS PEREZ	PROPIETARIO: PEREZ & Cia.
ESCALA: 1:75	LAMINA: 1

