



**UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

**MODELO DE LOS PROCESOS Y DE LAS INSTALACIONES DE UNA  
PLANTA PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos para optar  
por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía:

Ing. Julio Ricardo Avendaño B.

**Autor:**

**Diego Esteban Borja Vergara**

**2010**

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

.....  
Julio Ricardo Avendaño B.  
Ingeniero Industrial, MBA  
Cc: 170489758-4

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

.....  
Diego Esteban Borja Vergara

Cc: 171032467-2

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis padres por su constante e incondicional apoyo a lo largo, no solo de mis estudios sino de toda mi vida. Quiero agradecer también a Ricardo Avendaño por haberme guiado durante todo el proceso de elaboración de mi trabajo, así como a Pablo Moncayo y a Tomás Villón por haber sido un soporte fundamental durante mi paso por la universidad.

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación plantea el diseño de los procesos y de las instalaciones de una planta para la elaboración de cerveza. Incluye un estudio conciso del mercado de cervezas en el Ecuador como punto de partida para el dimensionamiento de los procesos y la planta, seguido por un análisis detallado de los procesos de fabricación de un tipo de cerveza referencial. También consta de un modelo de Layout para las instalaciones de la cervecería, y un análisis de factibilidad económica del proyecto.

En función de los resultados arrojados por el estudio de mercado, se decidió optar por un tamaño de planta de 65,000 hl/año, en base al cual se dimensionaron los procesos productivos correspondientes al tipo de cerveza escogida para este estudio (cerveza blanca).

A continuación, se planteó un modelo de instalaciones que tenga la capacidad de manejar la capacidad escogida, y albergar tanto a los equipos seleccionados como a los niveles de inventario de materias primas, insumos y producto terminado, necesarios para mantener abastecida a la demanda. Este modelo de las instalaciones implementa además, criterios de diseño que permiten controlar riesgos ambientales y de seguridad de los trabajadores.

Finalmente, se analizó la factibilidad económica del proyecto en varios escenarios de niveles de demanda y de precios, tomando en cuenta los costos de mano de obra, de compra de equipos, capital de trabajo, costos de financiamiento, etc.

## ABSTRACT

The present graduation project proposes a design of the processes and the facilities of a brewery. It includes a concise study of the beer market in Ecuador as a start point for defining the size of the processes and the factory itself, followed by a detailed analysis of the brewing process of a referential type of beer. It also includes a Layout of the brewery facilities, and an economical viability study of the project.

A factory size of 65,000 hl/year was chosen from the results thrown by the market study, in base of which the production processes, referring to the specific type of beer selected for this study case (white beer), were dimensioned.

Also a plant layout, with the capability of handling the chosen capacity and hosting all the processes with their respective equipment and inventory levels that will satisfy the demand, was designed and proposed.

This layout also includes and takes in consideration some design criteria that will allow to control the environmental and occupational health risks.

Finally, the economic feasibility analysis was made, considering many different scenarios of demand and prices, and the global cost of equipment, capital, financing, labor, etc.

# ÍNDICE

<b>1. Capítulo I</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Introducción</b> .....	<b>1</b>
1.1.1. Historia .....	1
1.1.2. Antecedentes .....	2
1.1.3. Marco referencial.....	3
1.1.4. Alcance.....	4
1.1.5. Justificación .....	4
1.1.6. Metodología .....	5
<b>1.2. Objetivos</b> .....	<b>5</b>
1.2.1. Objetivo general .....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
<b>2. Capítulo II</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1. Descripción del proceso de elaboración de cerveza</b> .....	<b>6</b>
2.1.1. Diagrama del proceso de elaboración de cerveza.....	6
2.1.2. Ingredientes principales de la cerveza .....	7
2.1.2.1. Cebada .....	7
2.1.2.2. Lúpulo .....	7
2.1.2.2.1. Lúpulo entero .....	8
2.1.2.2.2. Lúpulos no-isomerizados .....	8
2.1.2.2.3. Lúpulos isomerizados.....	9
2.1.2.2.4. Productos oleos de lúpulo .....	9
2.1.2.3. Levadura .....	10
2.1.2.4. Agua .....	10
2.1.2.5. Adjuntos.....	11
2.1.2.5.1. Tipos de adjuntos.....	11
2.1.2.5.2. Clasificación de los adjuntos de cereal.....	11
2.1.2.5.3. Jarabes y adjuntos de azúcar .....	12
2.1.3. Pasos para la elaboración de cerveza .....	13
2.1.3.1. Malteado de los granos.....	13
2.1.3.1.1. Remojado .....	13
2.1.3.1.2. Germinación .....	13
2.1.3.1.3. Horneado.....	14
2.1.3.2. Almacenamiento de la malta .....	14
2.1.3.3. Molienda de la malta .....	14

2.1.3.3.1. Molienda en seco .....	14
2.1.3.3.2. Molienda en mojado .....	14
2.1.3.4. Maceración.....	15
2.1.3.5. Separación del mosto .....	15
2.1.3.6. Ebullición o cocción del mosto.....	15
2.1.3.7. Enfriamiento del mosto.....	16
2.1.3.8. Fermentación .....	16
2.1.3.9. Acondicionamiento .....	16
2.1.3.9.1. Maduración .....	16
2.1.3.9.2. Clarificación .....	17
2.1.3.9.3. Estabilización .....	18
2.1.3.10. Filtrado de la cerveza .....	18
2.1.3.11. Carbonatación de la cerveza .....	19
2.1.3.12. Envasado.....	20
<b>2.2. Normativas.....</b>	<b>20</b>
2.2.1. Normas y reglamentos de carácter no obligatorio .....	20
2.2.1.1. ISO 9000 .....	20
2.2.1.2. ISO 14001 .....	21
2.2.1.3. ISO 22000 .....	21
2.2.1.4. ISO 17025 .....	22
2.2.1.5. OHSAS 18001.....	22
2.2.1.6. Código de Práctica Ecuatoriano CPE 001:1987.....	22
2.2.1.7. Normas NFPA .....	22
2.2.2. Normas y reglamentos de carácter obligatorio .....	23
2.2.2.1. Norma Técnica Ecuatoriana NTE 2262:2003 .....	23
2.2.2.2. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria .....	23
2.2.2.3. Código del Trabajo Ecuatoriano .....	23
2.2.2.4. Norma Técnica Ecuatoriana NTE 2340:2002 .....	23
<b>3. Capítulo III.....</b>	<b>24</b>
3.1. Estudio de mercado .....	24
3.1.1. Diamante de competitividad de la industria cervecera .....	24
3.1.2. Consumo de cerveza en el Ecuador.....	25
3.1.2.1. Consumo de bebidas alcohólicas a nivel nacional .....	25
3.1.2.2. Consumo de bebidas alcohólicas a nivel regional.....	25
3.1.3. Demanda histórica de cerveza en el Ecuador.....	27
3.1.4. Demanda proyectada de cerveza en el Ecuador.....	28

3.1.5. Oferta de cervezas especiales en el Ecuador .....	29
3.1.6. Análisis de precios de la cerveza en el Ecuador .....	29
3.1.7. Caracterización de la cerveza propuesta .....	30
3.1.7.1. Descripción de la cerveza.....	30
3.1.7.2. Envase y precio propuestos.....	30
3.1.7.3. Ingredientes de la cerveza.....	31
3.1.8. Análisis de los proveedores.....	31
3.1.9. Análisis de los distribuidores.....	32
3.1.10. Dimensionamiento de la capacidad de la planta .....	32
3.1.11. Conclusiones del análisis del mercado .....	33
<b>3.2. Levantamiento del proceso de elaboración de cerveza .....</b>	<b>33</b>
3.2.1. Etapas, operaciones y objetivos del proceso.....	33
3.2.2. Diagramas IDEF0 del proceso.....	37
3.2.3. Simulación de tiempos de proceso .....	42
3.2.4. Descripción detallada del proceso .....	45
3.2.4.1. Almacenamiento de maltas de trigo y de cebada.....	45
3.2.4.1.1. Capacidad de los silos.....	46
3.2.4.2. Molienda de maltas de trigo y de cebada.....	48
3.2.4.3. Tratamiento del agua .....	49
3.2.4.4. Proceso de maceración maltasa.....	49
3.2.4.5. Separación del mosto .....	51
3.2.4.6. Ebullición o cocción del mosto.....	52
3.2.4.6.1. Adición del lúpulo y adjuntos .....	53
3.2.4.7. Enfriamiento del mosto.....	53
3.2.4.8. Fermentación del mosto.....	54
3.2.4.9. Acondicionamiento de la cerveza (Maduración) .....	56
3.2.4.10. Filtrado de la cerveza .....	57
3.2.4.11. Carbonatación de la cerveza .....	57
3.2.4.12. Envasado de la cerveza.....	59
3.2.5. Procesos de apoyo.....	61
3.2.5.1. Control de calidad .....	61
3.2.5.1.1. Control en las materias primas .....	61
3.2.5.1.2. Control en los procesos .....	63
3.2.5.1.3. Controles complementarios .....	65
3.2.5.1.4. Equipos de laboratorio .....	65
3.2.5.2. Limpieza y desinfección .....	66
3.2.5.2.1. Método de limpieza .....	66

3.2.5.2.2. Agentes limpiadores .....	68
3.2.5.2.3. Agentes desinfectantes .....	68
3.2.5.3. Manejo de residuos .....	68
3.2.5.3.1. Agua residual.....	69
3.2.5.3.2. Desechos sólidos .....	71
3.3. Indicadores de los procesos.....	72
<b>4. Capítulo IV .....</b>	<b>75</b>
4.1. Mapa de identificación de riesgos ambientales .....	75
4.2. Mapa de identificación de riesgos de seguridad .....	76
4.3. Diseño de las instalaciones .....	77
4.3.1. Criterios de diseño .....	77
4.3.1.1. Piso de la planta .....	77
4.3.1.2. Compartimentación.....	77
4.3.1.3. Ubicación de extintores .....	78
4.3.1.4. Redes húmedas .....	79
4.3.1.5. Detección de incendios .....	79
4.3.1.6. Parqueaderos .....	79
4.3.1.7. Pasillos.....	80
4.3.1.8. Escaleras.....	80
4.3.1.9. Almacenamiento.....	81
4.3.1.10. Zonas de descarga para camiones .....	82
4.3.1.11. Cintas transportadoras .....	82
4.3.1.12. Iluminación.....	82
4.3.2. Localización de la planta .....	83
4.3.3. Layout.....	85
<b>5. Capítulo V .....</b>	<b>91</b>
5.1. Presupuesto para la inversión.....	91
5.1.1. Inversión en equipos y otros.....	91
5.1.2. Inversión en obras civiles.....	93
5.1.3. Gasto de sueldos y salarios .....	93
5.1.4. Capital de trabajo .....	94
5.2. Análisis de factibilidad económica.....	95
5.2.1. Recursos financieros .....	95
5.2.2. Depreciación de equipos y obras civiles .....	97
5.2.3. Utilidades y flujo de caja.....	98
5.2.4. Evaluación financiera.....	100

5.2.5. Análisis de escenarios alternativos.....	101
<b>6. Capítulo VI .....</b>	<b>104</b>
6.1. Pautas para la implementación del proyecto .....	104
6.1.1. Análisis del mercado.....	104
6.1.2. Diseño del producto.....	104
6.1.3. Selección del proceso.....	104
6.1.4. Selección de equipos.....	105
6.1.5. Negociación con proveedores y distribuidores.....	105
6.1.6. Selección de la localización .....	105
6.1.7. Diseño de las instalaciones.....	105
6.1.8. Construcción .....	106
6.1.9. Instalación y puesta a punto de equipos .....	106
6.1.10. Desarrollo del producto .....	106
6.1.11. Capacitación de trabajadores.....	106
6.1.12. Pruebas industriales .....	106
6.1.13. Diagrama de Gantt de implementación del proyecto .....	107
6.2. Factores de éxito.....	108
6.2.1. Barreras arancelarias.....	108
6.2.2. Control de costos .....	108
6.2.3. Poder de negociación con proveedores .....	108
6.2.4. Poder de negociación con distribuidores .....	109
6.2.5. Elasticidad precio de la demanda.....	109
6.2.6. Niveles de competencia.....	109
6.2.7. Barreras de entrada.....	109
<b>7. Capítulo VII .....</b>	<b>110</b>
7.1. Conclusiones.....	110
7.2. Recomendaciones .....	112
<b>8. Bibliografía: .....</b>	<b>115</b>
8.1. Textos guía .....	115
8.2. Referencias a notas al pie .....	115
<b>9. Anexos .....</b>	<b>118</b>
9.1. Peso de la cebada y la malta.....	118
9.2. Tamaños estándar de tamiz .....	118
9.3. Cálculo para la adición de glucosa .....	118
9.4. Programa para limpieza de equipos.....	119

<b>9.5. Programa para limpieza de tuberías.....</b>	<b>119</b>
<b>9.6. Simulación del proceso en SIMUL8.....</b>	<b>119</b>
<b>9.7. Levantamiento de activos de AmBev Brasil.....</b>	<b>125</b>
<b>9.8. Cotización de equipos de Kaspar Schulz .....</b>	<b>126</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Indicadores de hábitos de consumo de bebidas alcohólicas en la población de 12 años y más (segregación nacional) .....	25
Tabla 3-2. Indicadores de hábitos de consumo de bebidas alcohólicas en la población de 12 años y más (segregación regional).....	25
Tabla 3-3. Población que consume cerveza a nivel nacional ordenado por provincias.....	26
Tabla 3-4. Consumo anual de cerveza en el Ecuador .....	27
Tabla 3-5. Demanda proyecta de cervezas especiales en el Ecuador hasta el año 2019.....	29
Tabla 3-6. Análisis de precios de cervezas.....	30
Tabla 3-7. Ingredientes de receta de cerveza blanca estilo belga .....	31
Tabla 3-8. Elaboración de cerveza blanca: etapas, operaciones, objetivos, equipos y parámetros de control.....	34
Tabla 3-9. Esquema de control de insumos para cervecerías .....	62
Tabla 3-10. Esquema de control de procesos para cervecerías .....	63
Tabla 3-11. Composición del agua residual de elaboración de cerveza .....	69
Tabla 3-12. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público .....	70
Tabla 4-1. Mapa de aspectos ambientales .....	75
Tabla 4-2. Mapa de factores de riesgo .....	76
Tabla 5-1. Costo de equipos y gastos de instalación.....	92
Tabla 5-2. Estimación de costo de obras civiles .....	93
Tabla 5-3. Estimación de sueldos .....	93

Tabla 5-4. Estimación de capital de trabajo .....	94
Tabla 5-5. Recursos necesarios .....	96
Tabla 5-6. Amortización de crédito para equipos .....	96
Tabla 5-7. Amortización de crédito para capital de trabajo .....	97
Tabla 5-8. Depreciación de obras civiles .....	97
Tabla 5-9. Depreciación de equipos .....	98
Tabla 5-10. Utilidades y flujo de caja .....	99
Tabla 5-11. Costo de capital promedio ponderado .....	100
Tabla 5-12. VAN y TIR.....	100
Tabla 5-13. Escenarios alternativos de precio y demanda .....	101
Tabla 5-14. Escenarios alternativos de costo de insumos y sueldos .....	102
Tabla 9-1. Peso de hectolitro de cebada y malta .....	118
Tabla 9-2. Tamaños estándar de tamiz .....	118
Tabla 9-3. Activos AmBev Brasil.....	125

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Diagrama de flujo del proceso general de elaboración de cerveza ..	6
Figura 3-1. Diamante de competitividad de Porter para la industria cervecera ecuatoriana .....	24
Figura 3-2. Flujo del proceso a través de equipos .....	36
Figura 3-3. Diagrama IDEF0 – nivel superior.....	37
Figura 3-4. Diagrama IDEF0 – nivel intermedio .....	38
Figura 3-5. Diagrama IDEF0 – nivel inferior 1.....	39
Figura 3-6. Diagrama IDEF0 – nivel inferior 2.....	40
Figura 3-7. Diagrama IDEF0 – nivel inferior 3.....	41
Figura 3-8. Diagrama de Gantt de proceso de elaboración de cinco lotes de mosto .....	43
Figura 3-9. Diagrama de Gantt del proceso productivo global .....	44
Figura 3-10. Corte transversal de un silo cilíndrico .....	46
Figura 3-11. Proceso de maceración maltasa.....	51
Figura 4-1. Terreno en parque industrial Turubamba .....	84
Figura 6-1. Diagrama de Gantt de la implementación del proyecto .....	107
Figura 9-1. Captura de pantalla de simulación del proceso productivo.....	120

# 1. Capítulo I

## 1.1. Introducción

### 1.1.1. Historia

Según la Real Academia de la Lengua Española la cerveza se define como: “bebida alcohólica hecha con granos germinados de cebada u otros cereales fermentados en agua, y aromatizada con lúpulo”<sup>1</sup>.

La cerveza es una de las bebidas más antiguas existentes y su elaboración ha sido parte de la vida del hombre desde los principios de la urbanización y ha evolucionado enormemente desde entonces. En sus orígenes, la cerveza se elaboraba en forma casera como una forma de preservar los granos ya que la cerveza permanece en buen estado mucho más tiempo sin perder las propiedades nutricionales que proveían dichos granos.

La forma de preparar esta bebida se mantuvo casi intacta hasta el Medioevo, cuando los monjes europeos comenzaron a mejorar y perfeccionar las recetas y los procesos de elaboración de la cerveza. Desafortunadamente, en esa época, el proceso de elaboración fue difícil de estandarizar y era casi imposible lograr la repetitividad del producto terminado. Esto debido principalmente al desconocimiento de la microbiología de la cerveza, cosa que no se logró entender hasta el descubrimiento de los microorganismos responsables del proceso de la fermentación que resultaron ser hongos unicelulares ahora conocidos como levadura.

Con la venida de la revolución industrial y la inevitable industrialización de los procesos productivos, la elaboración de cerveza sufrió cambios trascendentales. La cerveza comenzó a producirse en escalas mucho mayores, los procesos se estandarizaron y pronto las cervezas pasarían a llegar a muchos más consumidores. Este momento de la historia sería crucial en el futuro de las cervezas debido a que los productores comenzaron a producir cada vez más y más, y necesitaban una forma de recortar los tiempos de fermentación y maduración de sus productos. La solución fue optar por un nuevo tipo de cerveza desarrollada en el Este de Europa en el siglo de 19

---

<sup>1</sup> (Real Academia Española, 2001)

llamada *Lager*, la cual era más fácil de elaborar y su tiempo de fermentación y maduración era mucho menor que el resto de cervezas.

Hoy en día, las cervezas lager son las más conocidas y consumidas en el mundo entero, mientras las cervezas de otros tipos se han visto un poco relegadas y hasta olvidadas.

En respuesta a esto, en varios países del primer mundo existen mercados crecientes de consumidores que se interesan cada vez más en cervezas más clásicas, elaboradas con los procesos tradicionales, ingredientes frescos y adjuntos especiales. Estas últimas llamadas cervezas especiales, entre las cuales se encuentran las *Porter*, *Lambics*, *Trappistes*, *Blancas*, entre otras., se han vuelto muy apreciadas y su consumo a nivel mundial está en crecimiento.

En el Ecuador, la elaboración de cerveza se remonta a Octubre de 1887, cuando la Cervecería Nacional comenzó su producción en la ciudad de Guayaquil. Hasta ese entonces en el país se consumía únicamente productos importados<sup>2</sup>. Hoy en día el consumo local de cerveza es notable, aunque se basa principalmente en cervezas *Lager* producidas localmente en su gran mayoría, aunque también importadas. El mercado de cervezas especiales se limita principalmente al consumo de una porción pequeña de cervezas que importan tiendas especializadas, y de una micro-producción de estos productos a nivel local en cervecerías artesanales.

### **1.1.2. Antecedentes**

El mercado de las cervezas especiales en el país se ha visto seriamente afectado por el reciente incremento en los aranceles al consumo y a la importación de bebidas alcohólicas. Esto ha provocado un enorme aumento en los precios de estos productos ya que las cervezas especiales se producen localmente en cantidades insignificantes y, por ende, éste mercado ha tenido que ser satisfecho casi en su totalidad por productos importados.

En vista de la insipiente producción local de este producto y de que la política tributaria del país no muestra señales de un cambio favorable para este segmento, es evidente que la mejor forma en la que se podría abastecer al mercado nacional de estos productos sería producirlos localmente en

---

<sup>2</sup> (Cervecería Nacional S.A., 2010)

cantidades suficientes para cubrir la demanda ya que los costos serían teóricamente menores.

Por esto, surge la necesidad de analizar los aspectos técnicos relacionados con la producción de cervezas especiales para eventualmente complementar este conocimiento con un estudio de factibilidad del negocio y determinar si eventualmente sería posible y rentable incursionar en esta actividad.

### **1.1.3. Marco referencial**

Antes de nada se debe diferenciar entre dos tipos de segmentos diferentes que forman parte del mercado nacional de la cerveza: un segmento del mercado en donde los consumidores basan su decisión de compra en el precio y la costumbre, y otro segmento de consumidores más “refinados” quienes le dan más importancia a las cualidades gustativas de la cerveza y están dispuestos a pagar más.

El mercado de las bebidas malteadas está monopolizado por dos grandes compañías en Ecuador: Cervecería Nacional S.A. de SAB-Miller y Compañía Cervecera AmBev Ecuador S.A. de Anheuser-Busch InBev. Estas dos compañías con sus productos estrella, Pilsener y Brahma respectivamente, abastecen casi en su totalidad al segmento del mercado basado en precios pero no producen ningún tipo de cerveza especial para el segmento más especializado del mercado nacional.

Es cierto que existen unas pocas micro-cervecerías artesanales, específicamente en la ciudad de Quito como son la del Bar-Restaurante Casa de la Cerveza, la del Bar-Restaurante Santa Espuma y la del hotel Savoy, que elaboran cervezas especiales aunque sus volúmenes de producción son muy bajos y no son suficientes para cubrir la demanda de estos productos a nivel nacional. Y es justamente por la falta de una producción local en grandes volúmenes de cerveza especial que se ha tenido que recurrir a la importación de estas cervezas. Como se dijo antes, el problema es que ya no se puede esperar que los productos importados abastezcan al mercado por motivos del incremento en los impuestos a las importaciones y a los consumos especiales. Se cree que si se diseña una planta en la cual se fusionen los procesos tradicionales de elaboración de cerveza con la tecnología actual de fabricación, para producir cerveza especial y se pone a disposición de la sociedad este

conocimiento, alguien que se interese por incursionar en este mercado tendría únicamente que complementar este diseño con la profundización de los respectivos estudios de mercado y de costos para evaluar la factibilidad de un proyecto de ésta índole.

#### **1.1.4. Alcance**

El proyecto plantea el diseño de los procesos y de las instalaciones de una planta para la elaboración de cerveza, enfocándose en las cervezas especiales. En cuanto a los procesos, el diseño se va a centrar en lo que concierne a la elaboración de cervezas especiales utilizando tecnología actual. Se utilizarán herramientas de gestión por procesos para el diseño de los mismos y cualquier otra herramienta relacionada. Una vez definido el proceso, se va a diseñar un modelo de las instalaciones de una planta para poder albergar a dicho proceso. El diseño de la planta consistirá en un *Layout* detallado, incluyendo ubicación de equipos, laboratorios, bodegas, zonas de carga, oficinas, zonas peatonales, sistemas contra incendios, etc. Se van a considerar normativas de seguridad industrial, gestión ambiental, gestión de la calidad, buenas prácticas de manufactura y gestión de seguridad alimentaria, así como criterios de ubicación de equipos, de ergonomía y optimización de espacios.

Para efectuar el dimensionamiento de los procesos y de las instalaciones que los albergaran se va a realizar un estudio de mercado conciso que servirá como punto de partida para este aspecto y para el proyecto en general.

#### **1.1.5. Justificación**

Se espera que el diseño de los procesos de elaboración de cerveza especial y de las instalaciones de una planta cervecera, faciliten el trabajo y proporcionen una ayuda para quien esté interesado en realizar un estudio de factibilidad de un proyecto relacionado con la producción de cervezas e implementarlo en el futuro si es que así se deseara. Se quiere que este diseño ponga a disposición de inversionistas, ingenieros y otras personas interesadas, un modelo de planta cervecera cuyos procesos estén diseñados para adaptarse con facilidad a un sistema integrado de gestión y que beneficien a una producción más eficiente.

### **1.1.6. Metodología**

Se va a utilizar el método descriptivo de investigación para la realización de este proyecto. Este método consiste en interpretar información para luego describir el estado, las características, los factores y procedimientos del objeto en estudio. En este caso se desea describir y caracterizar el proceso de elaboración de cerveza especial en todos sus componentes principales con el propósito de determinar su estructura. El método descriptivo en este proyecto se basará en investigación bibliográfica e investigación de campo.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Proponer un modelo de producción para una planta de elaboración de cerveza especial en Ecuador, basado en el cumplimiento de criterios y normativas ambientales, de calidad, de seguridad industrial y de buenas prácticas de manufactura.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

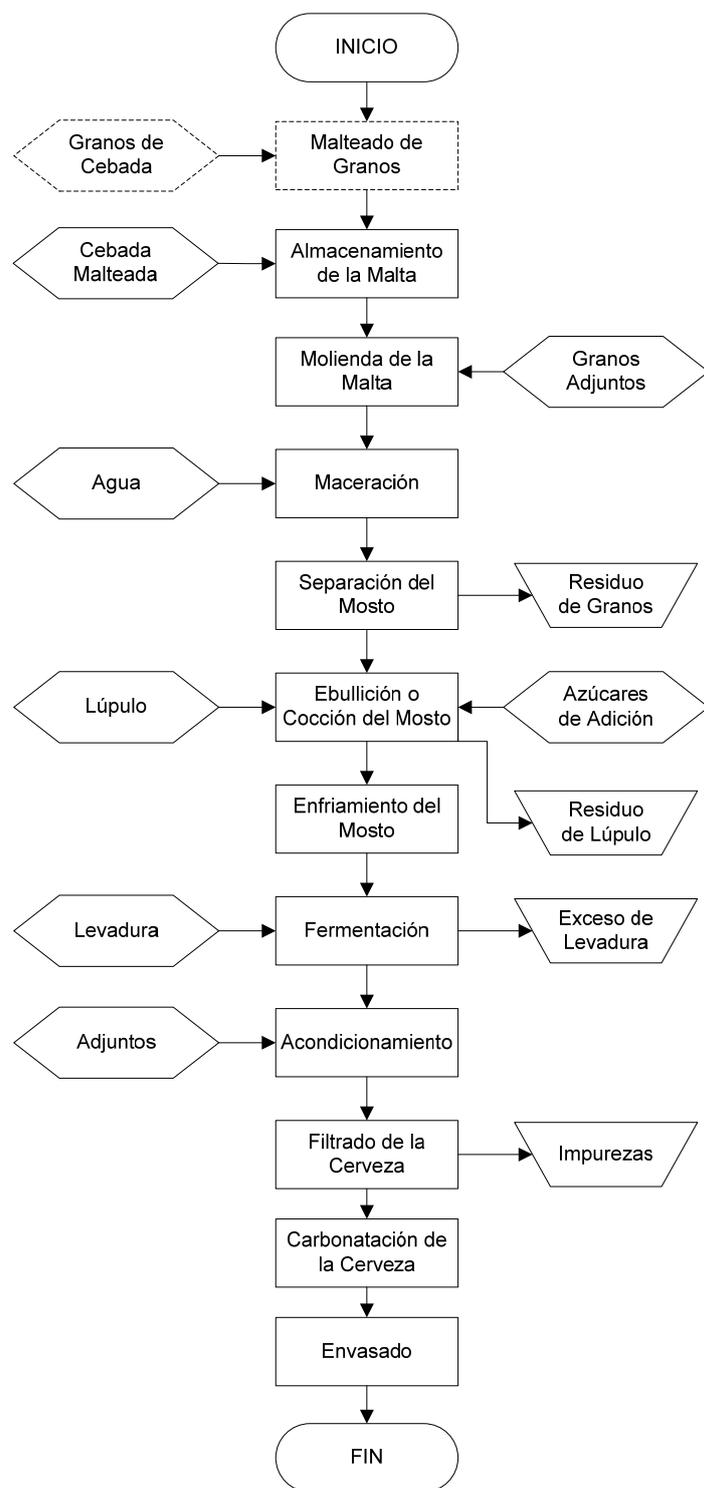
- Realizar un estudio de mercado conciso para el desarrollo de un criterio de selección del tamaño de planta deseado.
- Dimensionar la capacidad y las líneas de producción para el cálculo del diseño de planta.
- Levantar los procesos productivos para la determinación de sus respectivos indicadores.
- Diseñar un Layout de la planta incluyendo su localización geográfica, la ubicación de equipos, bodegas, laboratorios, oficinas, extintores, zonas peatonales, etc. simplificando así la posterior realización de un plano arquitectónico de la misma.
- Elaborar mapas de identificación de riesgos ambientales y de seguridad industrial, ligados a las actividades del proceso productivo, para la incorporación de medidas de control en el diseño de las instalaciones.
- Realizar un estudio financiero conciso para la presentación de una idea a los inversionistas de la posible rentabilidad de una planta cervecera como la que se ha planteado.

## 2. Capítulo II

### 2.1. Descripción del proceso de elaboración de cerveza

#### 2.1.1. Diagrama del proceso de elaboración de cerveza

Figura 2-1. Diagrama de flujo del proceso general de elaboración de cerveza



Autor: Borja, D., 2010

## 2.1.2. Ingredientes principales de la cerveza

### 2.1.2.1. Cebada

La cebada (*Hordeum vulgare*) es un grano perteneciente a la familia de las gramíneas<sup>3</sup> y es el principal ingrediente de la cerveza ya que tiene un alto complemento de enzimas para convertir su suministro de almidón en azúcares simples. Además contiene proteínas las cuáles son necesarias para la nutrición de la levadura en el proceso de fermentación (Goldammer, 2008).

Existen tres tipos principales de cebada: la de dos filas, la de cuatro filas y la de seis filas. La cebada de cuatro filas no sirve para elaborar cerveza. La cebada de dos filas es la más usada en Europa; esta tiene más almidón que el resto y le da un sabor más 'malteado' a la cerveza. Por otro lado, la cebada de seis filas es la más usada en Norteamérica; esta contiene más proteína que el resto y facilita la incorporación de adjuntos durante el proceso de molienda.

Para poder utilizar la cebada para hacer cerveza tiene que ser sometida previamente a un proceso llamado 'malteado' para convertir el almidón que contienen los granos, en almidón soluble.

Cabe recalcar que la cebada no es el único grano del cual se puede elaborar cerveza, de hecho se puede utilizar cualquier grano que pueda ser malteado, como por ejemplo el trigo.

### 2.1.2.2. Lúpulo

El lúpulo es el racimo de la flor de una de las variedades de la planta de *Humulus* (*Humulus lupulus*), de la familia de las Cannabáceas y es oriunda de Europa, Asia y Norteamérica<sup>4</sup>.

El lúpulo es un ingrediente minoritario en la cerveza pero sin embargo es de gran importancia ya que es éste el que le proporciona el característico sabor amargo a la bebida, además de potenciar su sabor y su aroma.

Pese a que solo existe una especie de lúpulo (*Humulus lupulus*) que se utiliza para elaborar cerveza, éste se presenta en algunas variedades dependiendo del espectro de características que se desee agregar. Estos lúpulos, según sus

---

<sup>3</sup> (Wikipedia, 2010)

<sup>4</sup> (Wikipedia, 2010)

características, se pueden clasificar en tres grandes grupos: el lúpulo para amargar, el lúpulo para potenciar el aroma y el lúpulo de doble propósito.

También, existen varias presentaciones en las cuáles se puede conseguir lúpulo en el mercado. Entre estas están el lúpulo entero, los productos de lúpulo no-isomerizados, los productos de lúpulo isomerizados y los productos oleos de lúpulo.

#### **2.1.2.2.1. Lúpulo entero**

Los lúpulos se pueden llamar 'enteros' cuando estos se encuentran en su forma natural o no procesada. Hoy en día, este tipo de lúpulo no se usa con mucha frecuencia por su tiempo de procesamiento más elevado que el de las otras presentaciones de lúpulo, sin embargo las cervecerías artesanales los utilizan debido a su mejor sabor y aroma. Justamente, en las cervezas especiales es imprescindible el uso de este tipo de lúpulo.

#### **2.1.2.2.2. Lúpulos no-isomerizados**

Este tipo de lúpulo se encuentra ya procesado y su característica principal es que solo puede ser añadido durante la ebullición del mosto. Pese a ser procesados, estos preservan muy bien sus características aromáticas por lo que han sido ampliamente adoptados por los cerveceros que buscan una mayor calidad en sus productos. Los lúpulos no-isomerizados se encuentran en las siguientes presentaciones:

**Pellet de lúpulo:** los pellets son lúpulos enteros procesados mecánicamente removiendo los elementos extraños, moliéndolos en un molino de martillos, luego mezclando diferentes lotes para darles consistencia para finalmente ser 'pelletizados' (compactados) en un tamaño estándar, enfriados y empacados en envoltorios de aluminio.

**Tapón de lúpulo:** este tipo de presentación es un pellet de tipo 100 que se hace mediante la compresión de lúpulos enteros en una matriz de 10 a 30 mm de espesor para darles su forma.

**Extractos de lúpulo:** los extractos de lúpulo se obtienen al pasar un solvente (alcohol etílico) por una columna de lúpulo molido compactado para recolectar la resina.

### 2.1.2.2.3. Lúpulos isomerizados

El lúpulo isomerizado ha sido modificado para mejorar su rendimiento y disminuir su tiempo de ebullición, lo que inevitablemente se evidencia en una reducción de costos de producción. Como resultado del proceso de isomerización, este tipo de lúpulo puede ser agregado, no solamente durante el proceso de ebullición del mosto sino también durante la fase de acondicionamiento. Entre las presentaciones de lúpulo isomerizado se encuentran las siguientes:

**Pellet de lúpulo isomerizado:** son similares a los pellets regulares de lúpulo, solo que estos son hechos a base de lúpulo isomerizado. Su mayor beneficio se encuentra en el rendimiento (60%) ya que se necesita menor cantidad de lúpulo y su tiempo de ebullición es significativamente inferior al del lúpulo regular.

**Extractos de lúpulo isomerizado:** los extractos de lúpulo isomerizado representan la tecnología más reciente en lo que al desarrollo de productos de lúpulo concierne. Se obtienen de procesos químicos altamente sofisticados y su mayor ventaja es que su rendimiento es altísimo, cerca del 90%. Su precio es elevado pero se ve compensado por su eficiencia y el efecto de disminución de tiempos de producción que genera.

### 2.1.2.2.4. Productos oleos de lúpulo

Los productos oleos de lúpulo tienen la singularidad de proveer todo el aroma característico de la planta sin nada del gusto amargo. Se utilizan principalmente para homogeneizar las características de los diferentes lotes de cerveza que una fábrica produce y así lograr la consistencia del producto final. Es empleado principalmente por las grandes compañías cerveceras que buscan la repetitividad en sus productos, es decir que siempre su cerveza sepa igual. Al ser el aceite insoluble en agua, se requiere un proceso especial para incorporar este tipo de lúpulo en el mosto; usualmente se lo tienen que diluir en alcohol etílico u otro tipo de solvente para se pueda mezclar con el producto (Goldammer, 2008).

### 2.1.2.3. Levadura

La levadura son microorganismos de reino de los hongos que poseen la capacidad de descomponer azúcar e carbohidratos en alcohol y gas carbónico mediante un proceso de fermentación<sup>5</sup>. Existen diversos tipos de levadura que se utilizan de acuerdo al tipo de cerveza que se desee elaborar. La levadura más conocida es la *Saccharomyces cerevisiae* (la misma levadura que se utiliza en la elaboración de pan) y se emplea para el proceso de alta fermentación, llamado así ya que el proceso se realiza en la parte alta de los tanques en temperaturas altas, entre 10 y 25°C. Se utiliza para producir cervezas *Ale*, *Porter*, *Stout*, *Altbier*, *Kölsch* y *Weiss*. Para el proceso de baja fermentación, que se realiza en la parte baja del tanque y se realiza a temperaturas bajas entre 7 y 15°C., se emplea la levadura *Saccharomyces pastorianus*. Esta se utiliza para elaborar cervezas *Lager*, *Dortmunder*, *Märzen* y *Bock*.

A parte de estos dos tipos de levadura que son los principales, existen otros tipos de levadura como las *Brettanomyces lambicus*, *Brettanomyces bruxellensis* y *Brettanomyces claussenii*, que se encuentran exclusivamente en una región específica del valle del río *Senne* en Bruselas, y se utilizan para elaborar cervezas especiales como las *Lambic* y *Gueuze* (Goldammer, 2008).

### 2.1.2.4. Agua

El consumo de agua de buena calidad es una característica de la elaboración de cerveza. Más del 90% de la cerveza es agua y una planta eficiente utilizará entre 4 y 6 litros de agua para producir un litro de cerveza. Algunas cervecerías usan mucho más agua que eso, en especial las pequeñas. El agua se utiliza tanto para el proceso de molienda de granos, la ebullición del mosto, filtrado, empaque, etc., como para refrigeración, limpieza de las instalaciones y de los equipos. Por esta razón, se requieren distintos tipos de calidades de agua para las distintas actividades y los distintos procesos (Goldammer, 2008).

---

<sup>5</sup> (Wikipedia, 2010)

### 2.1.2.5. Adjuntos

Los adjuntos no son nada más que granos sin maltear como arroz, maíz, centeno, avena, trigo y cebada. Los adjuntos se utilizan principalmente para modificar el sabor de la cerveza; producen un sabor más ligero, un color más claro sin sacrificar el grado alcohólico de la misma.

Para modificar el sabor de una cerveza se suele usar arroz para darle un sabor más neutral; maíz para darle un sabor más robusto; trigo para darle un sabor más seco; azúcares semi-refinadas para darle más cuerpo.

Para modificar el color de una cerveza y hacerlas más oscuras se puede utilizar azúcares morenas, mientras que para hacerla más clara y brillante se pueden utilizar arroz y azúcares refinadas.

Adjuntos como la cebada y el trigo contribuyen a la estabilización del mosto; y finalmente los adjuntos pueden resultar en una reducción de costos y de tiempos de ciclo de fermentación (Goldammer, 2008).

#### 2.1.2.5.1. Tipos de adjuntos

Los adjuntos pueden ser agregados ya sea en la fase de maceración pasando por una cocción previa, en la fase de maceración sin cocción previa o directamente en el tanque de cocción del mosto.

**Adjuntos precocidos:** son cereales naturales que se cocinan para que puedan volver líquidos y se agregan a la maceración una vez el proceso de cocción haya terminado.

**Adjuntos crudos:** estos también son cereales, con la particularidad de que estos no necesitan ser sometidos a una cocción previa para poder ser incorporados al proceso de maceración de la malta.

**Adjuntos de cocción:** este tipo de adjuntos son principalmente jarabes dulces y azúcar en sus diferentes presentaciones y grado de refinamiento. Estos se agregan a los tanques de cocción para que hiervan con el resto del mosto.

#### 2.1.2.5.2. Clasificación de los adjuntos de cereal

La mayoría de los adjuntos se basan en un rango limitado de granos de cereales. Los cereales de adjuntos no se someten al proceso de malteado, es decir entran en su estado natural al proceso.

Los tipos más comunes de cereales utilizados como adjuntos son los siguientes:

**Maíz:** Los adjuntos de maíz son por tradición el adjunto de preferencia de los cerveceros por su consistencia en términos de calidad, composición y disponibilidad. El maíz tiene un sabor suave y dulce que es compatible con muchos estilos de cerveza.

**Arroz:** El arroz es el segundo adjunto más usado actualmente en la industria, y se emplea principalmente en la elaboración de cervezas ligeras. El arroz tiene un sabor casi imperceptible por lo que no afecta para nada en el sabor de una cerveza lo cual es un aspecto muy positivo para el proceso.

**Cebada:** La cebada le da un sabor complejo y suave a la cerveza. A diferencia de otros adjuntos la cebada sin maltear contribuye con la retención de la espuma en la cerveza terminada. La cebada sin maltear no sirve para hacer cervezas ligeras porque tiende a oscurecer la cerveza y quitarle un poco de brillo.

**Trigo:** El trigo sin maltear se utiliza como adjunto para darle estabilidad y consistencia a la espuma de la cerveza. El trigo suaviza el sabor de la cerveza y la vuelve un poco turbia razón por la cual no se la utiliza para cervezas ligeras.

**Avena:** No se utiliza con mucha frecuencia sino para un cierto tipo de cervezas *Stout*.

#### **2.1.2.5.3. Jarabes y adjuntos de azúcar**

Los jarabes y azúcares son adjuntos utilizados en cervezas inglesas y belgas principalmente. Estos pueden ser agregados al mosto durante la fase de cocción o durante el cambio de tanques.

Este tipo de adjuntos ayudan a disminuir el punto de ebullición del mosto lo que puede generar reducciones en los tiempos del proceso, y en una eventual reducción de los costos (Goldammer, 2008).

### **2.1.3. Pasos para la elaboración de cerveza**

#### **2.1.3.1. Malteado de los granos**

El malteado, como se mencionó anteriormente, cumple el propósito de solubilizar el almidón contenido en los cereales. Existen principalmente tres pasos del proceso de malteado los cuales son el remojo, germinación y horneado (en el mercado se consiguen fácilmente granos ya malteados por lo que este paso no es siempre necesario).

##### **2.1.3.1.1. Remojado**

Es propósito del remojo es el de hidratar homogéneamente los granos y permitir el crecimiento uniforme durante la fase de germinación. Este proceso comienza por mezclar los granos de cereal con agua para aumentar el nivel de humedad y así activar el proceso metabólico del grano aletargado (inactivo). Luego, el agua es drenada y se agitan varias veces los granos para que se oxigenen. Generalmente, el tiempo de remojo de los granos oscila entre 25 y 60 horas dependiendo de las características del cereal que se quiera maltear. El remojo se completa una vez que la punta blanca de la raicilla emerge del grano y se pasa a la fase germinación.

##### **2.1.3.1.2. Germinación**

El grano del cereal germina al ser mantenido bajo condiciones adecuadas de temperatura y humedad durante un periodo determinado de tiempo. Las técnicas utilizadas más comunes son el malteado de 'piso' y el malteado neumático. El malteado de 'piso' es una técnica muy antigua y consiste en extender los granos en el suelo hasta una altura de 10 o 20 cm. El malteado neumático utiliza aire comprimido para el proceso de germinación; existen varios métodos de malteado neumático como el malteado de tambor, el malteado de compartimento, el malteado continuo, el malteado de torre y el malteado circular.

El proceso de germinación desarrolla pequeñas cantidades de azúcar, almidón soluble y enzimas que ayudan a la conversión de los almidones en azúcar.

### **2.1.3.1.3. Horneado**

Una vez el grano ha germinado, este debe ser secado en un horno. Se debe someter a los granos germinados a lo que se conoce como un régimen de secado, en el cual se someten a los granos a diferentes temperaturas dentro del horno. El tipo de régimen determina el color y el contenido enzimático que tendrá la malta. Después de haber sido horneadas, las maltas son enfriadas y tienen que pasar por un periodo de reposo antes de ser usadas (Goldammer, 2008).

### **2.1.3.2. Almacenamiento de la malta**

El almacenamiento de la malta es una parte importante del proceso ya que se debe mantener la malta libre de la humedad para evitar que se alteren sus propiedades e incluso de que se deteriore. Lo más normal es almacenar la malta en silos fabricados de acero galvanizado corrugado o acero galvanizado soldado. Un silo de acero soldado es más costoso que uno de acero corrugado, pero ofrece una mejor protección contra la humedad (Goldammer, 2008).

### **2.1.3.3. Molienda de la malta**

#### **2.1.3.3.1. Molienda en seco**

La molienda en seco se puede realizar en molinos de rodillo o en molinos de martillo, dependiendo del tipo de proceso que se utilice para la separación del mosto. En el caso que se empleen los tradicionales toneles de separación se utilizan los molinos de rodillo. En cambio, en caso de que se utilicen los filtros de separación o sistemas continuos de elaboración de cerveza, se opta por los molinos de martillo.

#### **2.1.3.3.2. Molienda en mojado**

La molienda mojada es un proceso menos común y se emplea principalmente en África y Asia. Este proceso consiste en realizar una corta maceración a la malta antes de que ingrese a un molino de rodillo. Este proceso no afecta para nada en el producto final de la molienda, pero tiene unas claras ventajas y desventajas frente al proceso de molienda en seco. La ventaja principal es que

se evita el riesgo de explosiones, ya que el polvo de cereal generado durante el proceso de molienda en seco es altamente inflamable. El problema de la molienda en mojado es que es más costosa, requiere mayor energía y lo más grave es que se dificulta mantener las condiciones sanitarias necesarias dentro del molino ya que este acumula agua y residuos de malta se quedan adheridos a sus paredes (Goldammer, 2008).

#### **2.1.3.4. Maceración**

La maceración consiste en mezclar, en recipientes de macerado, la malta molida y los adjuntos sólidos con agua a una cierta temperatura para reactivar los procesos bioquímicos activados durante el proceso de malteado. La malta y los adjuntos se inflan, el almidón se gelatiniza, los materiales solubles se disuelven y las enzimas empiezan a convertir los almidones en azúcares fermentables (Goldammer, 2008).

#### **2.1.3.5. Separación del mosto**

Una vez el almidón se ha descompuesto en azúcares, se debe extraer la parte líquida, llamada mosto, de los residuos de elementos sólidos. La separación del mosto es importante porque los sólidos contienen grandes cantidades de proteína, grasa, silicatos y taninos.

Existen varios equipos para realizar la separación del mosto siendo los más importantes el tanque de separación (*Lauter Tun*), el tanque de macerado (*Mash Tun*) o tanque de infusión, los filtros de separación (*Mash Filters*) y el *Strainmaster* (Goldammer, 2008).

#### **2.1.3.6. Ebullición o cocción del mosto**

El mosto debe ser acondicionado mediante un proceso de cocción o ebullición en un caldero. Durante ese proceso el mosto se esteriliza, se desactiva la acción de las enzimas, se desarrolla su color y se reduce su pH. En esta fase se agrega el lúpulo y es cuando éste libera su sabor y aroma en el mosto. Existen varios sistemas para calentar el mosto como son las calderas de fuego directo, las calderas con sistemas térmicos externos y las calderas con sistemas térmicos internos.

Una vez concluido el periodo de ebullición, el siguiente paso es separar los residuos del lúpulo y cualquier sedimento para que el mosto sea brillante y claro, antes de la fase de enfriamiento (Goldammer, 2008).

#### **2.1.3.7. Enfriamiento del mosto**

Una vez se han eliminado los residuos de lúpulo y cualquier sedimento restante del mosto, éste se enfría preferentemente a una temperatura de 5 a 15°C. para cervezas de baja fermentación y a una temperatura de 15 a 18°C. para cervezas de alta fermentación. Luego el mosto se airea como preparación para la adición de levadura y la subsecuente fermentación (Goldammer, 2008).

#### **2.1.3.8. Fermentación**

En esta fase, la levadura convierte a los almidones fermentables en alcohol, dióxido de carbono y muchos otros subproductos. Para cada tipo de cerveza existen condiciones especiales de fermentación y diferentes tipos de levadura que se deben emplear.

Existen muchos sistemas diferentes de fermentación que son usados a nivel mundial y que han evolucionado de la mano de los avances tecnológicos. Entre los más conocidos se encuentran los sistemas de tanques de fermentación cilindro-cónicos, los sistemas exclusivos para cervezas *Ale*, los sistemas de tanques rectangulares *Yorkshire*, los fermentadores rectangulares abiertos y los sistemas de tanques multipropósito, estos últimos cumplen las funciones de fermentadores y acondicionadores (Goldammer, 2008).

#### **2.1.3.9. Acondicionamiento**

Luego de la fase de fermentación, la cerveza todavía contiene partículas suspendidas, les falta carbonatación, les falta sabor y aroma, y aún se encuentran física y microbiológicamente inestable. Para remediar estos problemas se realiza la etapa de acondicionamiento. El acondicionamiento está compuesto por tres fases: maduración, clarificación y estabilización.

##### **2.1.3.9.1. Maduración**

Las técnicas de maduración varían de cervecería a cervecería, pero se compone principalmente de dos esquemas, cuya finalidad es terminar la

cerveza después de la primera fermentación: la segunda fermentación y el almacenamiento en frío.

**Segunda fermentación:** consiste en una fermentación de los residuos fermentables que persisten en la cerveza, que se realiza a un ritmo controlado por bajas temperaturas y un bajo contenido de levadura. Durante la segunda fermentación, la levadura restante se reactiva utilizando los contenidos residuales de carbohidratos fermentables de la cerveza. Los carbohidratos también pueden provenir de la adición de azúcares a la cerveza, cuando los residuos de carbohidratos son muy escasos para alimentar a la levadura. Con la segunda fermentación se consigue un mejor nivel de carbonatación, se eliminan los volátiles indeseables, se remueve el oxígeno residual, y se produce un mejoramiento del aroma y el sabor.

**Almacenamiento en frío:** con el uso de nuevos y modernos equipos de refrigeración, carbonatación, y filtración, se puede obviar la necesidad de una fermentación secundaria y un largo período de almacenamiento. El almacenamiento en frío se realiza a temperaturas que van desde los -2 a 4°C por varias semanas o menos, comparado con la segunda fermentación cuyo tiempo de almacenamiento puede durar varios meses.

#### 2.1.3.9.2. Clarificación

A pesar de que mucha de la levadura suspendida se asentará en el fondo de los tanques por efectos de la gravedad, esto puede tomar bastante tiempo. Para acelerar la sedimentación se puede utilizar un proceso de centrifugación de la cerveza o también, añadir agentes purificadores durante el almacenamiento.

**Agentes purificadores:** normalmente se obtienen buenos resultados con la sedimentación simple, aunque se los puede mejorar significativamente por medio de estas sustancias como son el *Insiglass* y un tipo especial de gelatinas clarificadoras.

**Centrifugación:** es uno de los métodos más populares para reducir el contenido de levadura de la cerveza. Tiene la ventaja de que los equipos de centrifugado requieren poco espacio, se obtiene una claridad más consistente en la cerveza, y el proceso se puede acoplar a una línea de proceso continuo y así funcionar indefinidamente.

### 2.1.3.9.3. Estabilización

Además de la clarificación, la cerveza debe poder mostrarse físicamente estable en lo que su nivel de turbidez se refiere. La presencia elevada de polipéptidos y polifenoles que interactúan entre sí, causan que a ciertas temperaturas la cerveza se muestre turbia y se produzca una aceleración de su proceso de descomposición lo que conlleva a una disminución de su tiempo de preservación en el envase. La forma más común para controlar este fenómeno, es utilizar agentes estabilizadores para eliminar los compuestos no deseados causantes del problema y elevar la estabilidad física de la cerveza. Los más comunes son los siguientes: enzimas proteolíticas, ácido tánico, taninos hidrolizables, bentonita, y polivinilpolipirrolidona (PVPP) (Goldammer, 2008).

### 2.1.3.10. Filtrado de la cerveza

Una filtración final después de la estabilización juega un rol importante en reducir la cantidad de levadura y las partículas suspendidas remanentes. Con esto se logra alcanzar una estabilidad microbiológica y de esta manera no ocurran cambios visibles luego de haber sido envasada. Existen tres tipos principales de filtrado que son los siguientes:

**Filtrado profundo:** este proceso utiliza un filtro que retiene las partículas de la cerveza dentro de sus estructuras porosas, es decir las partículas quedan en el medio del filtro. El medio del filtro puede ser una lámina de filtrado prefabricada, o también polvos finos de tierra diatomácea. Este proceso se suele utilizar cuando se requiere remover una cantidad significativa de elementos suspendidos, sin embargo no es tan efectivo para eliminar residuos suspendidos sólidos ni microorganismos.

**Filtrado de superficie:** este proceso utiliza un filtro que retiene las partículas de la cerveza en la parte exterior o superficial del mismo, es decir las partículas no logran pasar a través de los poros del filtro y por ende, nunca atraviesan el medio del filtro. Este método sumamente efectivo en eliminar residuos suspendidos sólidos y microorganismos. Consiste en una membrana delgada cubierta de polipropileno en cuyos poros quedan atrapadas las partículas.

Siempre se recomienda realizar un filtrado profundo antes de realizar este filtrado, para prevenir taponamientos de membrana del filtro.

**Filtrado de pasado simple o doble:** la cerveza puede atravesar un proceso de filtrado simple o doble. El filtrado doble consiste en dos pasos: una filtración primaria en bruto, y una filtración secundaria mucho más fina. El filtrado primario remueve los residuos de levadura y las partículas suspendidas y el filtrado secundario produce una cerveza clara y brillante. La cerveza filtrada es luego almacenada en tanques en tanques de terminado. El filtrado doble se puede alcanzar con dos juegos de filtros con tamaños de poros decrecientes, es decir un tamaño de poro mayor para el primer filtrado y un tamaño menor para el segundo filtrado (Goldammer, 2008).

#### **2.1.3.11. Carbonatación de la cerveza**

Es el siguiente gran proceso que toma parte después del filtrado y antes del envasado. El dióxido de carbono no solo contribuye al cuerpo de la cerveza y a la textura de la espuma, sino que también actúa como un potenciador de sabor y cumple un papel importante en extender el tiempo de vida de la cerveza en las perchas. Los métodos de carbonatación son los siguientes:

**Segunda fermentación:** consiste en carbonatar la cerveza durante la segunda fermentación a temperaturas bajas y contra presiones de 12 a 15 psi. Mientras se encuentra la cerveza en el tanque, el proceso de fermentación crea suficiente cantidad de dióxido de carbono para saturar la cerveza hasta alcanzar el equilibrio deseado.

**Kraeusening:** consiste en agregar a la cerveza un poco de mosto sin fermentar para luego someterlo a una segunda fermentación. Se abren las válvulas de los tanques para liberar el exceso de dióxido de carbono que se genera hasta alcanzar el punto deseado.

**Acondicionamiento en botella:** se añaden azúcares primarios como glucosa y dextrosa a la botella para que activen los pocos remanentes de levadura que queda en la cerveza, y así se genere el dióxido de carbono necesario para alcanzar el nivel deseado.

**Carbonatación mecánica:** la carbonatación mecánica se logra por técnicas de línea o técnicas de tanque. El dióxido de carbono se puede comprar de proveedores industriales de gases. Otra alternativa es la de recuperar el

dióxido de carbono que se genera durante la fermentación, para luego purificarlo, liquidificarlo, y almacenarlo hasta el proceso de carbonatación.

La carbonatación en línea consiste en inyectar dióxido de carbono en la cerveza a través de un difusor de acero inoxidable que se encuentra entre la salida del filtro y la entrada del tanque de almacenamiento.

La carbonatación en tanque consiste en inyectar dióxido de carbono a través de una tubería sumergida de acero inoxidable en un tanque, hasta que se alcanza una cierta presión dentro del mismo (Goldammer, 2008).

#### **2.1.3.12. Envasado**

Una vez que se ha alcanzado la calidad deseada de la cerveza, esta se encuentra lista para ser envasada. Este paso es uno de los más complejos de todo el proceso que consiste en: esterilizar la cerveza, alimentar los envases, lavar los envases, llenar los envases, tapar los envases, pasteurización de la cerveza, etiquetado, marcación de número de lote, y empacado (Goldammer, 2008).

### **2.2. Normativas**

Se distinguen las normas y reglamentos de carácter no obligatorio de aquellos con carácter obligatorio. Los primeros no constituyen una exigencia legal del Estado ecuatoriano, sin embargo son estándares ampliamente utilizados en el medio para garantizar una organización eficaz desde el punto de vista de productividad, calidad, gestión ambiental y seguridad. Los segundos deben ser cumplidos ante la ley.

#### **2.2.1. Normas y reglamentos de carácter no obligatorio**

##### **2.2.1.1. ISO 9000**

La familia de la norma ISO 9000 se clasifica en tres estándares ISO: ISO 9000, ISO 9001 e ISO 9004. ISO 9000 ilustra los lineamientos para la selección e implementación para ISO 9001 e ISO 9004. Estos modelos apuntan a generar confianza en la calidad de los bienes producidos por el fabricante, gracias al manejo de un sistema de gestión de la calidad de los procesos productivos. ISO 9004 aconseja que al usar estos estándares junto con otras

recomendaciones específicas de la industria, se facilita la implementación del sistema de gestión de calidad.

ISO 9001 contiene básicamente cinco requerimientos que incorporan desde el planeamiento hasta la realización de un producto, hasta el servicio al cliente. Este es el único estándar en la serie de ISO 9000 que contiene exigencias en los requerimientos de la gestión de calidad que tienen que ser cumplidos.

ISO 9004, en contraste con ISO 9001, no contiene exigencias, sino que provee instrucciones a ser usadas para el manejo de un sistema de gestión en forma de recomendaciones. Sus contenidos se alinean con la organización de ISO 9001. Más aún, se enfoca en un área más amplia de objetivos, con los cuales el desempeño global de la empresa debería mejorar constantemente (Eßlinger, 2009).

#### **2.2.1.2. ISO 14001**

Es construida similarmente a la ISO 9001. Contiene las exigencias para la implementación de un sistema de gestión ambiental. Las compañías deben intentar mejorar sus actividades medioambientales. Por esa razón, los objetivos medioambientales tiene que ser formulados para que el sistema de gestión establecido provea los recursos necesarios que dichos objetivos se alcancen. Se enfatiza igualmente en lo que respecta a la mejora continua (Eßlinger, 2009).

#### **2.2.1.3. ISO 22000**

ISO 22000 es un estándar diseñado con un objetivo específico el cual es garantizar la seguridad de los alimentos. Es estándar es usado para unificar los varios estándares actualmente utilizados por la industria alimenticia. Este campo era antes regulado por algunos estándares como el Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (HACCP), el *International Food Standard* (IFS), y las Buenas Prácticas de Manufactura. ISO 22000 recopila todos estos estándares en uno solo. El principal objetivo de este estándar es la creación de un estándar mundial uniforme para la industria de la comida (Eßlinger, 2009).

#### **2.2.1.4. ISO 17025**

Este estándar detalla los requerimientos generales del sistema de gestión de calidad, y el funcionamiento de laboratorios de pruebas y de calibración. El objetivo de este estándar es la seguridad de los análisis de los resultados dentro de parámetros de error conocidos y establecidos (Eßlinger, 2009).

#### **2.2.1.5. OHSAS 18001**

OHSAS 18001 detalla las especificaciones para los sistemas de gestión de la salud y la seguridad en el trabajo. OHSAS 18001 fue diseñada para ser compatible con ISO 9001 e ISO 14001 con el propósito de ayudar a las organizaciones a cumplir con sus obligaciones relativas a la salud y la seguridad<sup>6</sup>.

#### **2.2.1.6. Código de Práctica Ecuatoriano CPE 001:1987**

Recomienda la aplicación de prácticas generales de higiene en la manipulación de alimentos para el consumo humano con objeto de garantizar un producto inocuo, saludable y sano<sup>7</sup>.

#### **2.2.1.7. Normas NFPA**

Son normativas propuestas por Asociación Nacional de Protección contra el Fuego de los Estados Unidos. En el Ecuador estas normas son ampliamente utilizadas en todo lo relacionado con instalaciones de protección contra incendios e instalaciones eléctricas. En cuanto a la industria cervecera, las principales normas que se deben considerar son: la NFPA 70E (Estándar para la seguridad eléctrica en el trabajo), la NFPA 13 (Estándar para la instalación de sistemas de rociadores) y la NFPA 72 (Código Nacional de alarmas contra incendio y señalización)<sup>8</sup>.

---

<sup>6</sup> (The British Standards Institution, 2010)

<sup>7</sup> (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2010)

<sup>8</sup> (National Fire Protection Association, 2010)

## **2.2.2. Normas y reglamentos de carácter obligatorio**

### **2.2.2.1. Norma Técnica Ecuatoriana NTE 2262:2003**

Esta norma dicta los requisitos para la elaboración de bebidas alcohólicas, incluida la cerveza. En general, establece los requisitos que debe cumplir la cerveza para ser considerada apta para el consumo humano<sup>9</sup>.

### **2.2.2.2. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria**

Este texto contiene las regulaciones y disposiciones del gobierno ecuatoriano con lo referente a gestión y control ambiental. Para el caso especial del Distrito Metropolitano de Quito, se aplica la Ordenanza Municipal N° 213.

### **2.2.2.3. Código del Trabajo Ecuatoriano**

Los preceptos del código del trabajo regulan las relaciones entre empleadores y trabajadores, y se aplican a las diversas modalidades y condiciones de trabajo. Abarca desde aspectos contractuales hasta aspectos de seguridad y salud de los empleados.

### **2.2.2.4. Norma Técnica Ecuatoriana NTE 2340:2002**

Esta norma establece el procedimiento para la toma de muestras de cerveza<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2010)

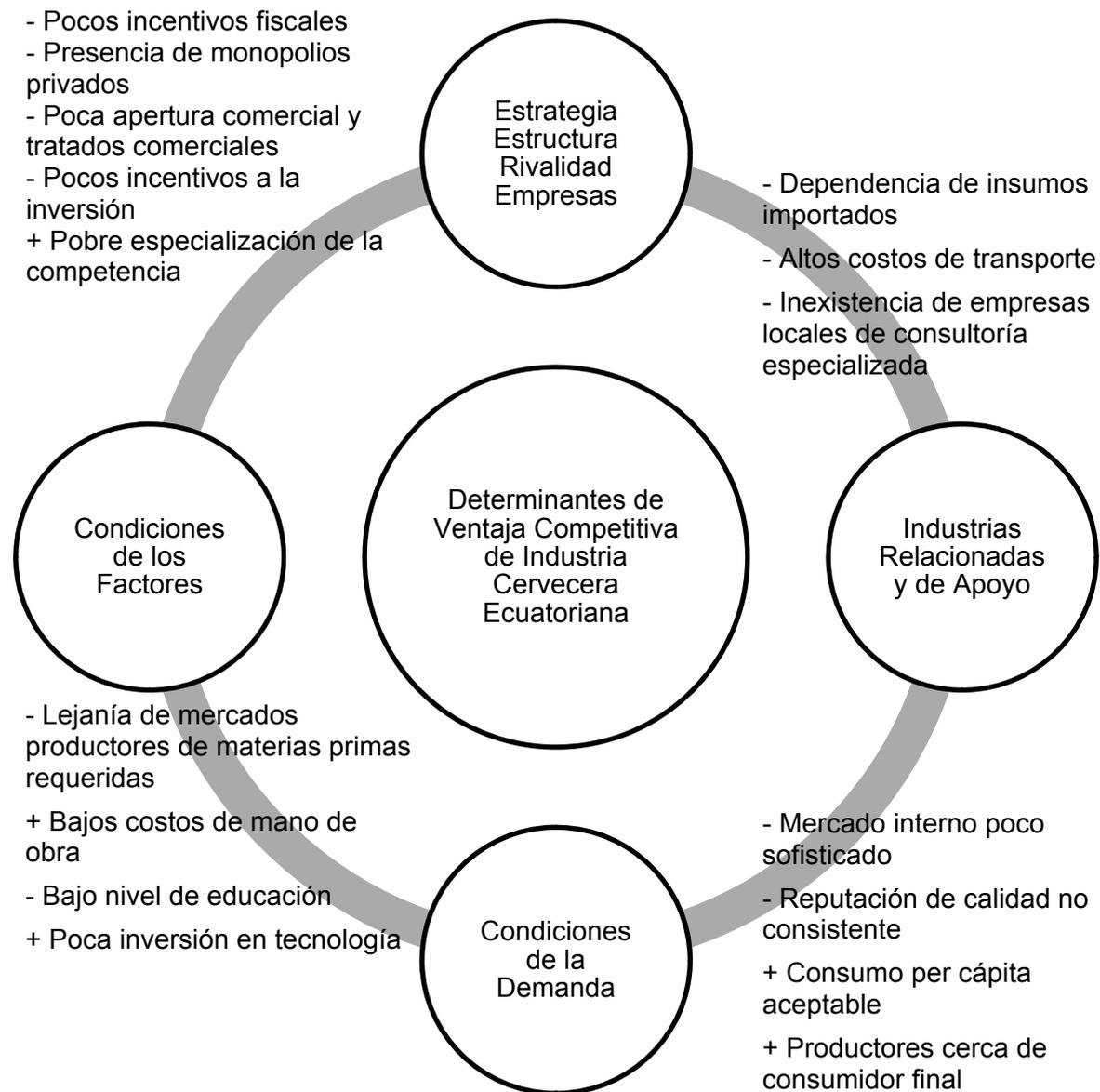
<sup>10</sup> (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2010)

### 3. Capítulo III

#### 3.1. Estudio de mercado

##### 3.1.1. Diamante de competitividad de la industria cervecera

Figura 3-1. Diamante de competitividad de Porter para la industria cervecera ecuatoriana



Autor: Borja, D., 2010

### 3.1.2. Consumo de cerveza en el Ecuador

#### 3.1.2.1. Consumo de bebidas alcohólicas a nivel nacional

Tabla 3-1. Indicadores de hábitos de consumo de bebidas alcohólicas en la población de 12 años y más (segregación nacional)

Indicadores		Nacional	Urbano	Rural
Población que consume cerveza	%	13.00%	14.20%	10.70%
	Población	1,245,342.0	887,841.0	357,501.0
Promedio de días a la semana que consume cerveza	Días	1.2	1.2	1.1
Población que consume bebidas alcohólicas (no incluye cerveza)	%	12.90%	12.70%	13.50%
	Población	1,237,835.0	789,537.0	448,298.0
Promedio de días al mes que consume bebidas alcohólicas (no incluye cerveza)	Días	1.8	1.9	1.8

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2007

Según los estudios realizados en el año 2007 por el Instituto de Estadísticas y Censos (INEC), en el Ecuador alrededor de 1,300,000 personas consumen cerveza en general. De estas, casi el 72% vive en las regiones urbanas del país y el resto en las regiones rurales. Es decir que la mayor parte del mercado de cerveza se encuentra en los centros poblados, en especial en las grandes ciudades como Quito y Guayaquil, en donde se concentra un gran porcentaje de la población nacional.

#### 3.1.2.2. Consumo de bebidas alcohólicas a nivel regional

Tabla 3-2. Indicadores de hábitos de consumo de bebidas alcohólicas en la población de 12 años y más (segregación regional)

Indicadores		Costa	Sierra	Amazonía
Población que consume cerveza	%	14.70%	11.40%	11.20%
	Población	700,410.0	498,378.0	46,554.0
Promedio de días a la semana que consume cerveza	Días	1.1	1.2	1.1
Población que consume bebidas alcohólicas (no incluye cerveza)	%	9.10%	17.10%	12.60%
	Población	435,981.0	749,543.0	52,311.0
Promedio de días al mes que consume bebidas alcohólicas (no incluye cerveza)	Días	1.9	1.8	1.7

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2007

De igual manera, según los estudios del INEC la mayor parte de las personas que consumen cerveza se encuentran en las regiones Costa y Sierra. En la Amazonía existe un consumo significativamente menor que en el resto de las regiones.

Adicionalmente, el INEC presenta un detalle de los consumidores de cerveza por cada provincia de país, el cual va a permitir apreciar la concentración del mercado para después tener una mejor base al momento de seleccionar una ubicación de una planta cervecera<sup>11</sup>.

La cantidad de personas que según el INEC consumen cerveza en el Ecuador ordenado por provincias va de la siguiente manera:

Tabla 3-3. Población que consume cerveza a nivel nacional ordenado por provincias

<b>Provincia</b>	<b>Población</b>
Guayas	393,744
Pichincha	281,740
Manabí	121,241
Los Ríos	83,138
El Oro	57,485
Amazonía	46,554
Esmeraldas	44,802
Azuay	40,097
Tungurahua	36,807
Loja	28,584
Cotopaxi	28,083
Imbabura	27,492
Chimborazo	25,396
Cañar	15,104
Bolívar	9,055
Carchi	6,020

*Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2007*

En base a esas cifras, se puede concluir que la mayor concentración de consumidores de cerveza se encuentran en las provincias del Guayas y Pichincha. Desafortunadamente, este estudio se enfoca únicamente en la parte de ubicación de los consumidores y no llega a especificar la cantidad neta de cerveza que estos consumen durante un periodo determinado.

---

<sup>11</sup> (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2007)

Sin embargo, esta información podría resultar útil al momento de tener que seleccionar la localización de la planta.

### 3.1.3. Demanda histórica de cerveza en el Ecuador

Tabla 3-4. Consumo anual de cerveza en el Ecuador

<b>Consumo anual de cerveza en el Ecuador</b>			
<b>Año</b>	<b>Consumo Anual Per Cápita<sup>1</sup> (L)</b>	<b>Población<sup>2</sup></b>	<b>Demanda Total (L)</b>
1983	25	8 857 400	221 435 000
1984	25	9 114 900	227 872 500
1985	25	9 378 000	234 450 000
1986	26	9 647 100	250 824 600
1987	26	9 922 500	257 985 000
1988	26	10 203 700	265 296 200
1989	27	10 492 000	283 284 000
1990	27	9 648 189	260 501 103
1991	27	10 251 400	276 787 800
1992	27	10 740 799	290 001 573
1993	28	10 980 972	307 467 216
1994	28	11 221 070	314 189 960
1995	28	11 560 117	323 683 276
1996	28	11 698 496	327 557 888
1997	29	11 936 858	346 168 882
1998	29	12 174 628	353 064 212
1999	26	12 411 232	322 692 032
2000	21	12 646 095	265 567 995
2001	23	12 156 608	279 601 984
2002	26	12 402 449	322 463 674
2003	27	12 404 645	334 925 415
2004	29	13 363 593	387 544 197
2005	30	13 398 215	401 946 450
2006	30	13 547 510	406 425 300
2007	30	13 755 680	412 670 400
2008	32	13 927 650	445 684 800
2009	34	14 091 226	479 101 684

*Nota: Para los años 1990 y 2001, los valores corresponden a los obtenidos en los respectivos censos poblacionales realizados por el INEC.*

<sup>1</sup> Fuente: G. Borja, comunicación personal, Noviembre 5, 2009

<sup>2</sup> Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2010

Para tener una referencia de la representación del mercado que tienen las cervezas especiales en el Ecuador se parte del análisis de mercado global de cerveza en el país. En base a los datos de consumo anual de cerveza per cápita, y a los datos de población histórica se pudo estimar la demanda total de cerveza que existe a nivel nacional. Ahora, está claro que dichos datos abarcan el consumo de cerveza en todos los segmentos del mercado por lo que se necesita primero segregar la información para así obtener los valores que le corresponderían al segmento de las cervezas especiales.

El consumo en el país en 2009 es de alrededor de 5 millones de hecto-litros de cerveza por año de los cuales el 92% son abastecidos por la Cervecería Nacional a través de sus varias marcas de las cuales ninguna pertenece al segmento de cervezas especiales. El siguiente 6% son abastecidos por AmBev aunque, de igual manera, ninguna de sus marcas es de cervezas especiales. Eso nos deja alrededor del 2% del mercado el cual es abastecido por el resto de marcas de cerveza que en su gran mayoría son importadas. De este 2%, más de la mitad corresponde a cervezas importadas pero que no son del tipo de las cervezas especiales, lo que nos deja con el alrededor del 1% del mercado nacional que correspondería al consumo anual de cervezas especiales en el país (se tomó como referencia el 1% en base a la opinión de un experto cervecero, consultado a través de un contacto personal en Cervecería Nacional S.A.). Al final este 1% sería equivalente a alrededor de 50 mil hecto-litros de cerveza al año. Esta cantidad, se utilizará más tarde como referencia para el dimensionamiento de la planta, ya que se concluye que es el tamaño del mercado potencial para el tipo de cerveza en estudio.

#### **3.1.4. Demanda proyectada de cerveza en el Ecuador**

Ahora, ya sabiendo que porcentaje de mercado nacional representan las cervezas especiales se va a realizar un pronóstico de la demanda para el período del 2010 al 2019.

Para la proyección se utilizaron los valores de demanda desde el año 2000 hasta el 2009 porque antes de eso se muestran unos valores atípicos que podrían interferir con la explicación de la tendencia de crecimiento que se evidencia en los últimos diez años.

Se utilizó el siguiente modelo de regresión lineal:

$$\text{Demanda Anual} = 228,149.6 * \text{Año} - 453'790,991.2 \text{ con un } R^2=0.95 \text{ y un } Ra^2=0.94$$

El tamaño de la demanda del cervezas especiales se calculo pensando que se va a tener una penetración del 0.85% del mercado nacional de cerveza.

Tabla 3-5. Demanda proyecta de cervezas especiales en el Ecuador hasta el año 2019

Año	Demanda Total (hl)	Demanda Cervezas Especiales (hl)
2010	4,990,704	42,421
2011	5,218,954	44,361
2012	5,447,204	46,301
2013	5,675,453	48,241
2014	5,903,703	50,181
2015	6,131,952	52,122
2016	6,360,202	54,062
2017	6,588,452	56,002
2018	6,816,701	57,942
2019	7,044,951	59,882

Autor: Borja, D., 2010

### 3.1.5. Oferta de cervezas especiales en el Ecuador

Para el segmento en estudio, el de las cervezas especiales, la oferta se limita a la capacidad que tienen los importadores para ingresar este producto al país. Cantidad que se ha visto seriamente afectada por la nueva política impositiva del gobierno y las nuevas leyes que restringen las importaciones. Para los años venideros, la cantidad de cerveza importada que competiría directamente con los productos que se piensan elaborar, va a decrecer enormemente dejando un segmento del mercado insatisfecho.

### 3.1.6. Análisis de precios de la cerveza en el Ecuador

Los precios se obtuvieron de la percha del supermercado Megamaxi y de la tienda El Griego de la ciudad de Quito, y se refieren a cervezas envasadas en botellas de vidrio no retornables de 330 a 500 cc, existentes en el mercado nacional.

Tabla 3-6. Análisis de precios de cervezas

<b>Análisis de precios de cervezas en el Ecuador</b>			
<b>Marca</b>	<b>Origen</b>	<b>Presentación</b>	<b>Precio</b>
Pilsener	Ecuador	330 cc	\$0.50
Club	Ecuador	330 cc	\$0.64
Brahma	Ecuador	330 cc	\$0.57
Conquer	Ecuador	330 cc	\$0.50
Zenda	Ecuador	330 cc	\$0.55
Budweiser	E.E.U.U.	355 cc	\$1.18
Heineken	Holanda	350 cc	\$1.89
Corona	México	350 cc	\$1.56
Holsten	Alemania	330 cc	\$2.29
Franziskaner	Alemania	500 cc	\$3.69
Lowenbrau	Alemania	330 cc	\$2.69
Erdinger	Alemania	500 cc	\$4.99

*Fuente: Supermercados La Favorita S.A., El Griego, 2010*

Los productos que más se asemejan al que se piensa producir son las cervezas Franziskaner y Erdinger, por lo que su precio se podrá utilizar como referencia al momento de realizar el análisis financiero.

### **3.1.7. Caracterización de la cerveza propuesta**

#### **3.1.7.1. Descripción de la cerveza**

Se plantea un tipo específico de cerveza para poder realizar, en lo posterior, un análisis más profundo del proceso de elaboración de la misma. Así como un análisis de la disponibilidad de insumos y equipos en el mercado.

La cerveza que se propone es una cerveza blanca hecha a base de trigo y cebada, de color dorado turbio con toques cítricos y de sabor ligero.

#### **3.1.7.2. Envase y precio propuestos**

En base al análisis de precios y presentaciones, se optó por un envase en presentación de botella de vidrio de 333 cc, y un precio propuesto de venta al público de \$1.12.

### 3.1.7.3. Ingredientes de la cerveza

Estos son los ingredientes requeridos para elaborar 1 hl de cerveza blanca:

Tabla 3-7. Ingredientes de receta de cerveza blanca estilo belga

Ingrediente	Unidad de Medida	Cantidad
Trigo Malteado	Kilogramo	7.28
Cebada Malteada	Kilogramo	5.95
Azúcar Morena	Kilogramo	0.60
Lúpulo para Amargar	Kilogramo	0.15
Cáscara de Naranja	Litro	0.03
Grano de Cilantro	Litro	0.01
Levadura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ) 3944	Litro	0.66

Fuente: Szamatulski & Szamatulski, 1998

### 3.1.8. Análisis de los proveedores

Los proveedores son varios, tanto nacionales como internacionales. Los posibles proveedores para cada uno de los insumos más importantes del proceso de fabricación son los siguientes:

- Levadura: este tipo de levadura se consigue de proveedores como Wyeast Laboratories de Estados Unidos.
- Trigo: los proveedores de los granos de trigo son Toepfer de Alemania y CMC de Canadá.
- Cebada: los proveedores de los granos de cebada son Toepfer de Alemania y CMC de Canadá.
- Cilantro: los granos de cilantro se pueden obtener de agricultores y proveedores locales.
- Cáscara de Naranja: se obtiene de agricultores y proveedores locales.
- Lúpulo: el lúpulo se compra en una presentación de pellets de Hopsteiner de Estados Unidos y Haas de Alemania.
- Agua: el agua se obtiene de la red de agua potable pública y se la somete a un proceso de purificación.
- Botellas de Vidrio: las botellas de vidrio no retornables del proveedor Cridesa que forma parte de I-O International, una empresa con muchos años de experiencia en el sector de las bebidas.

- Etiquetas y Empaques: se pueden obtener de Cridesa o de proveedores como Materpackin.
- Equipos: los equipos especiales que no se fabrican en el país se pueden importar desde Alemania de las empresas Kaspar Schulz o Krones y de Brock Grain Systems de Estados Unidos, y se puede conseguir localmente el resto de equipos como ciertos tanques, motores y bombas.

### **3.1.9. Análisis de los distribuidores**

En cuanto a la distribución de los productos existen tres opciones principales. La primera es que la empresa invierta en una flota de camiones y se encargue de la distribución ella misma. La segunda opción es que se contraten los servicios de una empresa de distribución de productos de consumo masivo, de esa forma el costo unitario del producto se elevaría levemente pero con la ventaja de que la empresa ya no necesitaría realizar una inversión alta. La tercera y última opción, es optar por una combinación de las anteriores, es decir invertir en una flota para transportar grandes cantidades de productos a ubicaciones nodo para que luego la distribuidora se encargue de llevar el producto hasta los minoristas.

### **3.1.10. Dimensionamiento de la capacidad de la planta**

Para el análisis del tamaño se toma como referencia el resultado del estudio de mercado. Comenzamos con una demanda base para el 2010 de 42,420 hl anuales con una proyección para llegar a 59,882 hl hasta el 2019. A esto se le debe sumar un colchón para los posibles picos de producción y posibles aumentos en la demanda de los productos.

En base a eso se decidió por un tamaño de planta cuya capacidad de producción sea de 65,000 hl anuales con la posibilidad de expandirse a más de 100,000 hl anuales, aumentando la duración de la jornada laboral y haciendo pequeños cambios en la infraestructura.

### **3.1.11. Conclusiones del análisis del mercado**

Después de haber analizado las condiciones del mercado de cervezas y de cervezas especiales en el Ecuador se puede concluir que:

- Existe un segmento del mercado, el de las cervezas especiales, que se va a ver seriamente afectado por las restricciones a las importaciones y los nuevos aranceles lo que abre las puertas a la producción local de estos productos.
- El consumo de cerveza en el país muestra una tendencia de crecimiento constante a través de los años, a excepción de los años de crisis en los que el consumo decreció levemente.
- El consumo per cápita de cerveza en el país, pese a que ha aumentado sigue estando por debajo del promedio de Latinoamérica lo que hace pensar que con el tiempo y basado en su tendencia de crecimiento va a llegar e incluso a superar dicho promedio. Como consecuencia de eso habrá más demanda de productos y más consumidores.
- El segmento de cervezas especiales se muestra prometedor por el momento para que una empresa incurriere en este negocio.

## **3.2. Levantamiento del proceso de elaboración de cerveza**

### **3.2.1. Etapas, operaciones y objetivos del proceso**

A continuación, se presenta un cuadro de resumen del proceso de elaboración de la cerveza que fue seleccionada como ejemplo para este estudio (cerveza blanca). E inmediatamente después, se presenta un diagrama de cómo fluye el proceso a través de los equipos seleccionados, con el propósito de que se tenga un mejor entendimiento de cómo se conectan los equipos entre sí.

Los procesos serán descritos en detalle más adelante.

Tabla 3-8. Elaboración de cerveza blanca: etapas, operaciones, objetivos, equipos y parámetros de control

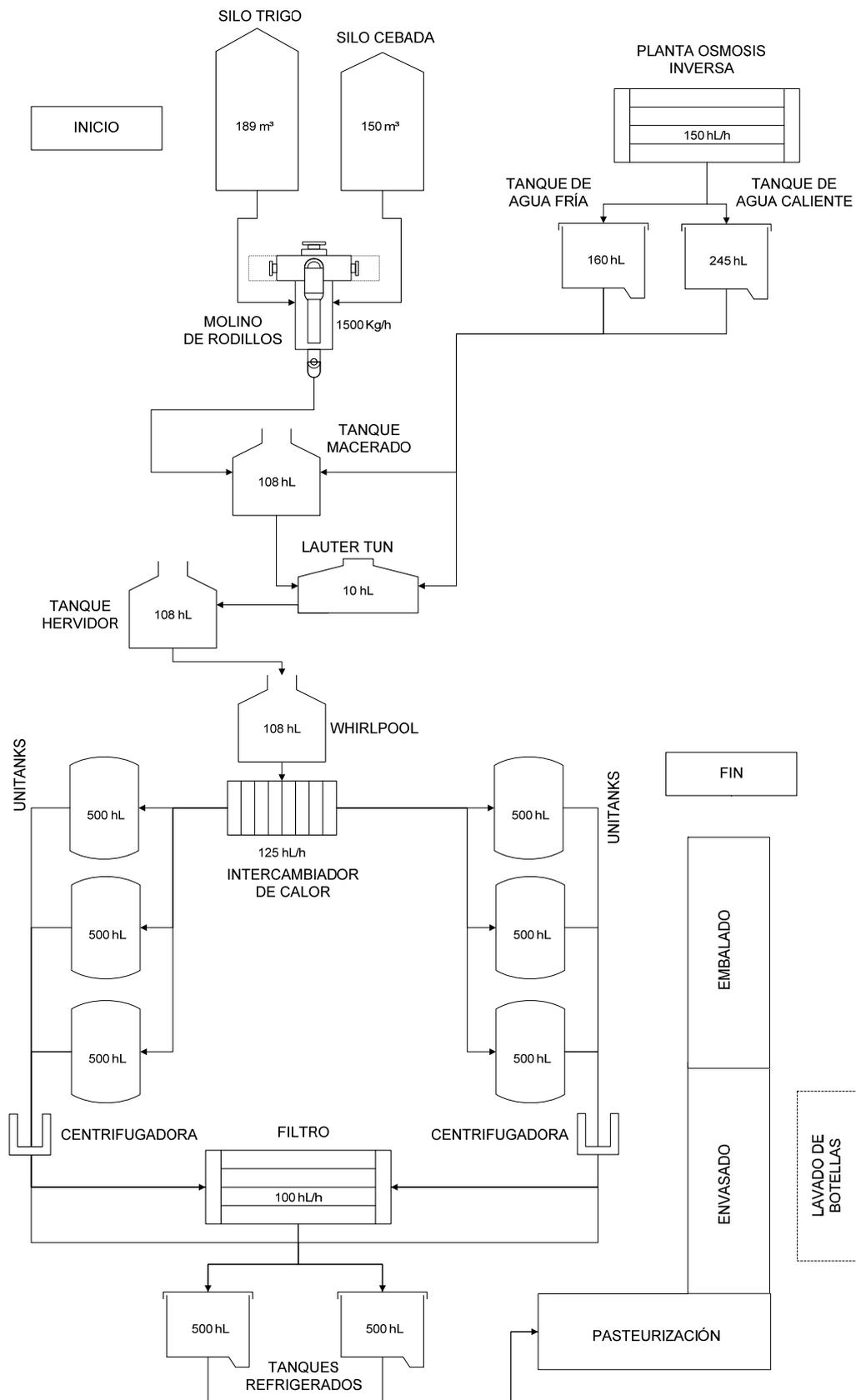
Etapas	Descripción de las Operaciones	Objetivos	Equipos	Parámetros de Control	Tiempo	Temperatura
Almacenamiento de la Malta	Colocar los granos de malta dentro de los silos de almacenamiento utilizando una banda transportadora	Almacenar granos de malta para que se mantengan secos y frescos, y evitar que absorban humedad del ambiente	Silos: 2 Silos. 1 (189 m <sup>2</sup> ) para trigo y 1 (150 m <sup>2</sup> ) para cebada	Humedad dentro del silo inferior al 12% para granos sin maltear, y 4% para granos malteados	Tiempo máximo de almacenamiento: 3 meses	Ambiente
Molienda de la Malta	Triturar los granos tratando de mantener la cascara intacta para que sea fácil de remover	Exponer las enzimas y los almidones contenidos en los granos	Molino de rodillos: 1 molino de 4 rodillos con capacidad de 1,500 Kg/h	Tamaño de las partículas: partículas finas	Tiempo del proceso: variable (25Kg/min)	Ambiente
Tratamiento del Agua	Filtrar el agua	Eliminar impurezas y microorganismos del agua	Planta de tratamiento de agua: osmosis inversa (100 hL/h)	La concentración de minerales y el pH del agua	Tiempo del proceso: variable (166 L/min)	Ambiente
Maceración (Maceración Maltasa)	Mezclar cantidades específicas de malta con agua y calentar	Promover el desarrollo de enzimas, convertir los almidones de la malta en azúcares fermentables	Tanque de macerado (108 hL), 4 hp.	pH: 6.0	Tiempo del proceso: 160 minutos	Varias. Temperatura de fase de reposo: 35°C-45°C
Separación del Mosto	Hacer circular el mosto por filtros	Separar las partículas insolubles de los elementos disueltos	Lauter Tun (10 hL)	Bombeo homogéneo del mosto desde el tanque de macerado	Tiempo del proceso: 100-110 minutos	Temperatura del agua: 30°C-78°C
Ebullición del Mosto	Hervir el mosto junto con el lúpulo y adjuntos	Esterilizar el mosto, incrementar color y extraer sustancias amargas del lúpulo	Hervidor de mosto (108 hL) calentado por vapor. Calentador externo. <i>Whirlpool</i> (108 hL)	Levadura se incorpora al comienzo y al final del proceso	Tiempo de ebullición: 60-90 minutos	Temperatura de cocción: >100°C

Continuación Tabla 3-8.

Etapas	Descripción de las Operaciones	Objetivos	Equipos	Parámetros de Control	Tiempo	Temperatura
Enfriamiento del Mosto	Pasar el mosto por el intercambiador de calor e inyectar aire	Crear las condiciones adecuadas de temperatura y oxigenación del mosto para la fermentación	Equipo enfriador de agua y glicol (125 hL/h)	Nivel de oxigenación del mosto 6-8 mg/L	Tiempo del proceso: < 60 minutos	Temperatura enfriamiento: 20°C y 22°C
Fermentación del Mosto	Anadir la levadura	Transformar el mosto en cerveza al convertir el azúcar en alcohol y CO <sub>2</sub>	Unitanks: 6 tanques (500 hL/cu)	Gravedad original, color, turbidez, contenido de dióxido de carbono, etc.	Tiempo del proceso: 5 días	Temperatura de fermentación: 20°C y 22°C
Acondicionamiento de la cerveza	Disminuir la temperatura y almacenar	Estabilizar y madurar la cerveza, y controlar los niveles de CO <sub>2</sub> de la cerveza	Unitanks: 6 tanques (500 hL/cu) y 2 centrifugadoras	Nivel de CO <sub>2</sub> : 4.8 g/L	Tiempo del proceso: 4 días	Temperatura de almacenamiento: 0°C
Filtrado de Cerveza	Pasar la cerveza a través de un filtro	Remover partículas suspendidas y clarificar la cerveza	Unidad de filtrado combinada de tierra diatomácea y membrana (100 hL/h)	Limpieza de los filtros	Tiempo variable: 100 hL/h	Temperatura: 1°C y 0°C
Carbonatación de la cerveza	Segunda fermentación / Inyectar CO <sub>2</sub> directamente a la cerveza	Aumentar el contenido de CO <sub>2</sub> de la cerveza	Tanques refrigerados: 2 (500 hL)	Volúmenes de dióxido de carbono	Segunda fermentación: 1 semana, Inyección de CO <sub>2</sub> : < 1 hora	Temperatura segunda fermentación: 21°C y 25°C
Envasado de la Cerveza	Pasteurizar y envasar la cerveza	Contener y proteger la cerveza	Línea de pasteurizado, lavado de botellas, embotellado y etiquetado: (4000 botellas/h)	Temperatura de pasteurizado: 71°C y 79°C	Tiempo variable: 4000 botellas/h	Temperatura de embotellado: 1°C a ambiente

Autor: Borja, D., 2010

Figura 3-2. Flujo del proceso a través de equipos

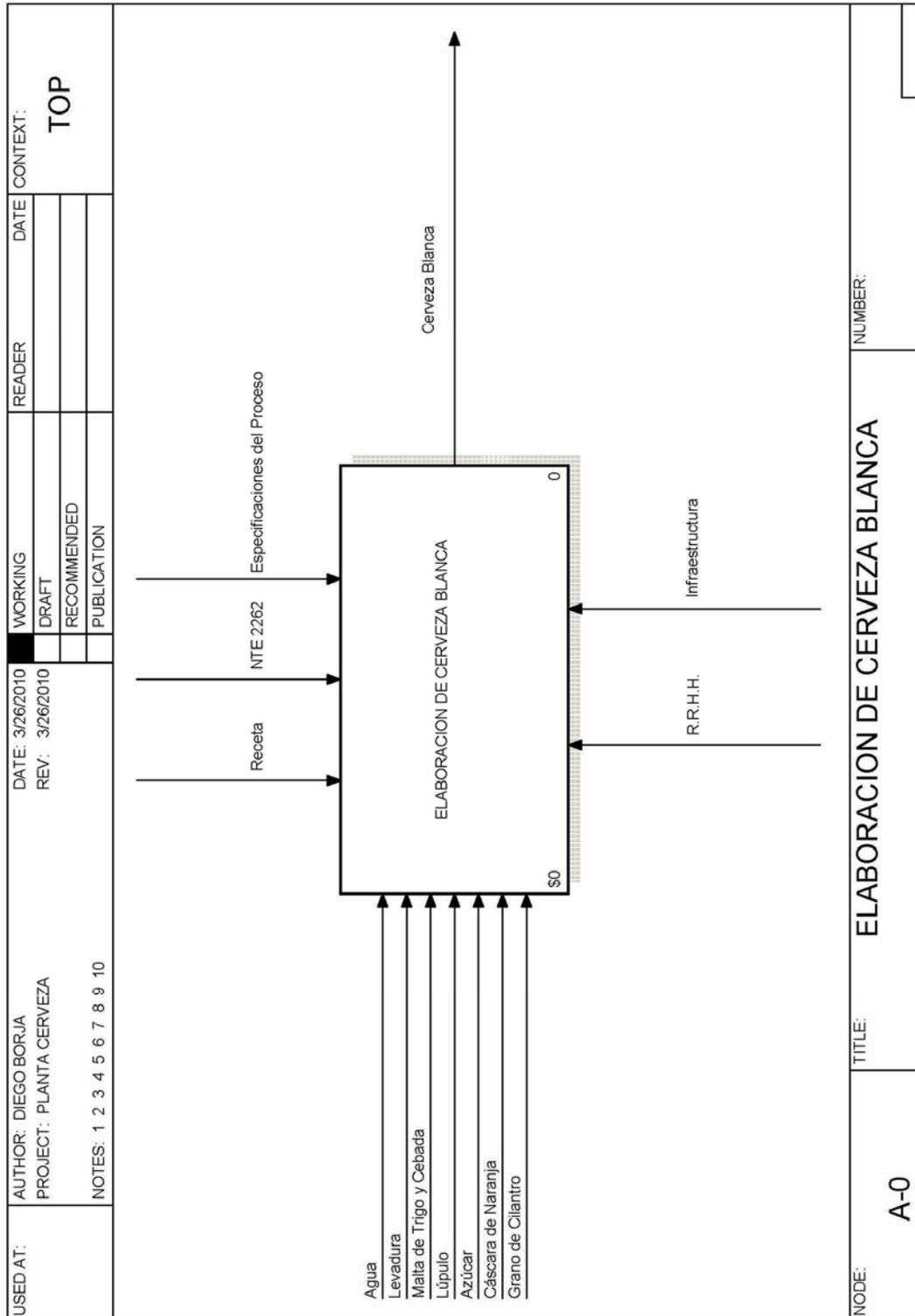


Autor: Borja, D., 2010

### 3.2.2. Diagramas IDEF0 del proceso

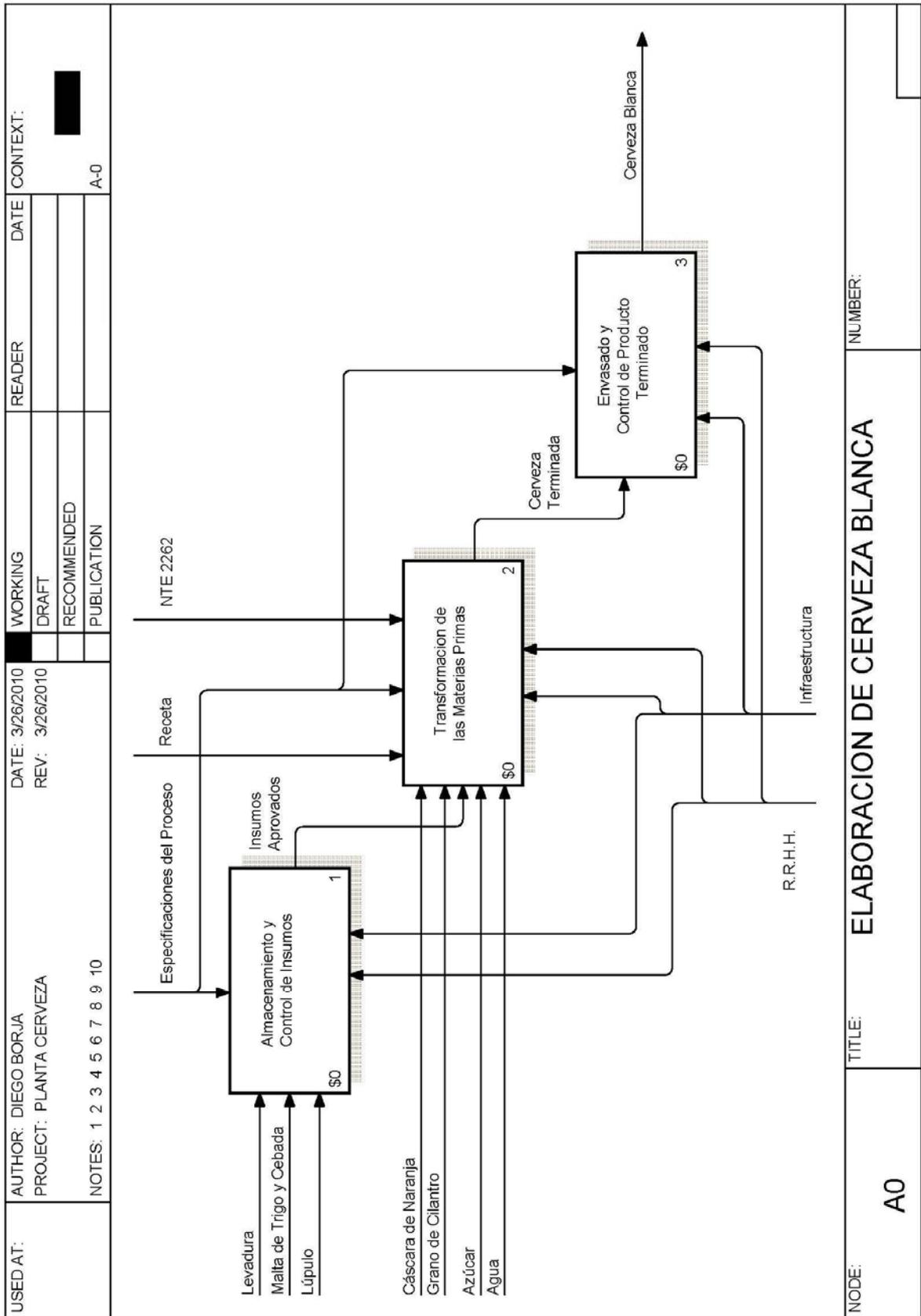
Para que se pueda entender mejor el flujo del proceso, se presentan los diagramas de la elaboración de cerveza blanca en formato IDEF0.

Figura 3-3. Diagrama IDEF0 – nivel superior



Autor: Borja, D., 2010

Figura 3-4. Diagrama IDEF0 – nivel intermedio



NUMBER:

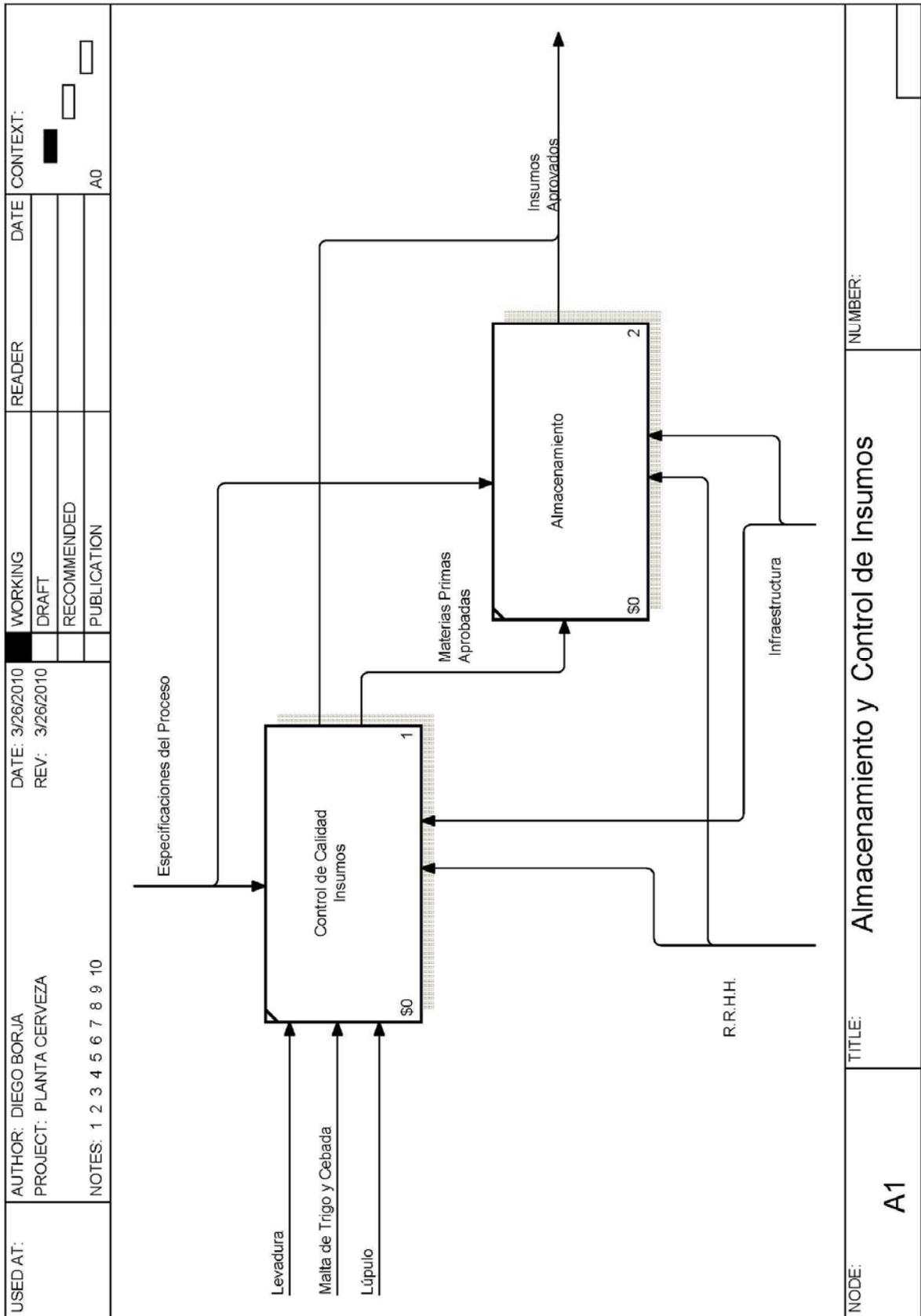
TITLE: ELABORACION DE CERVEZA BLANCA

NOTE:

A0

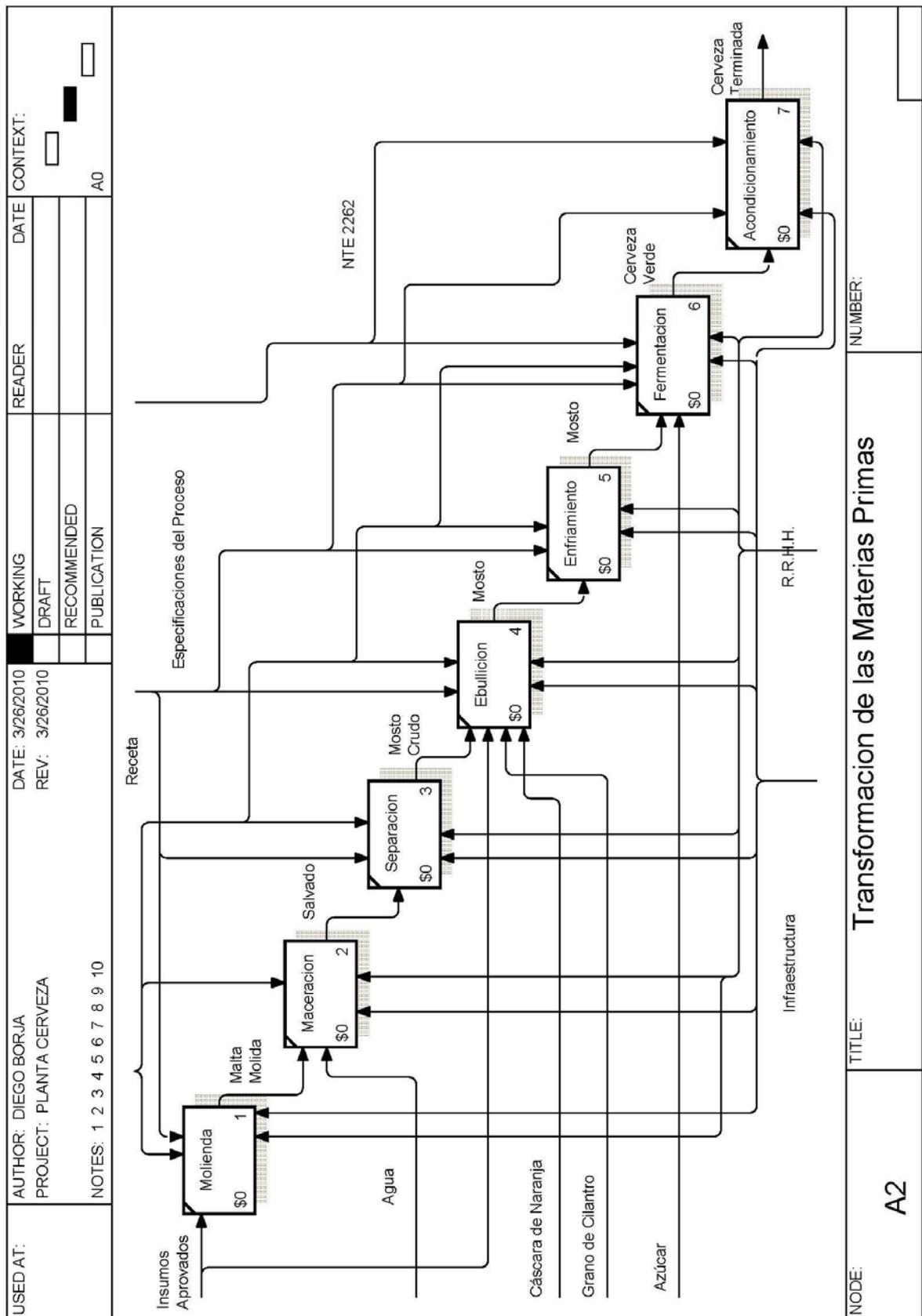
Autor: Borja, D., 2010

Figura 3-5. Diagrama IDEF0 – nivel inferior 1



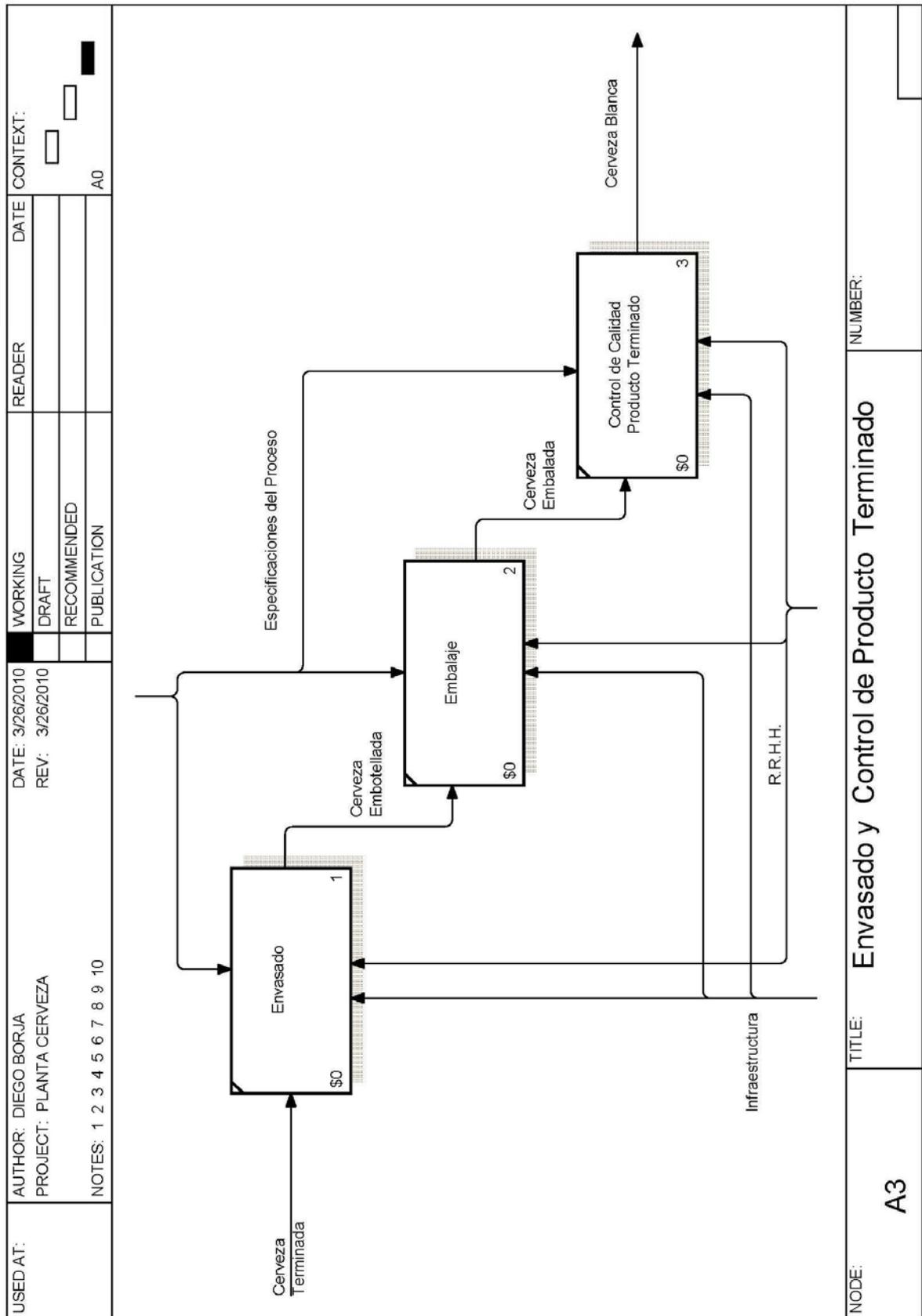
Autor: Borja, D., 2010

Figura 3-6. Diagrama IDEF0 – nivel inferior 2



Autor: Borja, D., 2010

Figura 3-7. Diagrama IDEF0 – nivel inferior 3



Autor: Borja, D., 2010

### 3.2.3. Simulación de tiempos de proceso

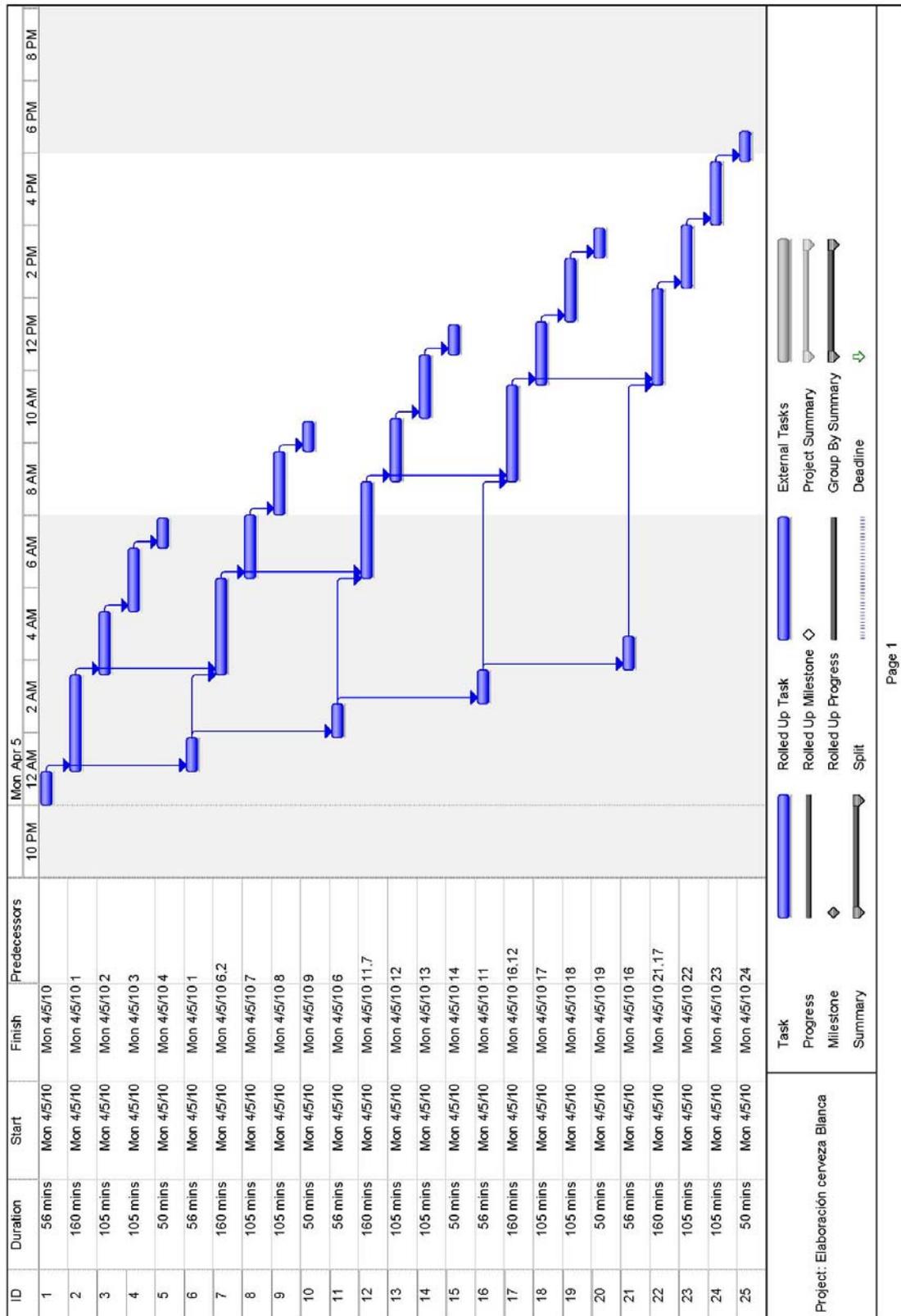
Se presentan los diagramas de Gantt del proceso productivo para que se pueda evidenciar con facilidad el tiempo que demora en completarse un ciclo de producción, y la frecuencia con la que se produce un lote de producto terminado. Se concluyó que, con una productividad del 100% en todos los procesos, se pueden elaborar 3000 hl de cerveza blanca (equivalente a la producción de 6 *Unitanks*, y su respectivo envasado) en aproximadamente 14 días, o el equivalente a 80,000 hl al año. También se pueden evidenciar los cuellos de botella del proceso, que serían la fermentación y maduración en *Unitanks*, y el envasado.

Para tener un mejor entendimiento de los tiempos de ciclo del proceso y para comprobar con exactitud si el proceso seleccionado es capaz de producir las cantidades esperadas, se ha elaborado un modelo de simulación en SIMUL8.

En el primer escenario de la simulación se manejaron índices de productividad del 100% para todos los procesos, y se obtuvo como resultado una capacidad anual de 106,200 hl. Estos resultados son completamente teóricos ya que ningún proceso real mantendrá niveles de productividad del cien por ciento. Por esta razón, se planteó un segundo escenario en el cual se manejan índices de productividad de los procesos más cercanos a la realidad (Ver anexo 9.6), y se obtuvo como resultado una capacidad anual de 64,800 hl. Esta capacidad se utilizará como referencia para dimensionar el tamaño de la planta.

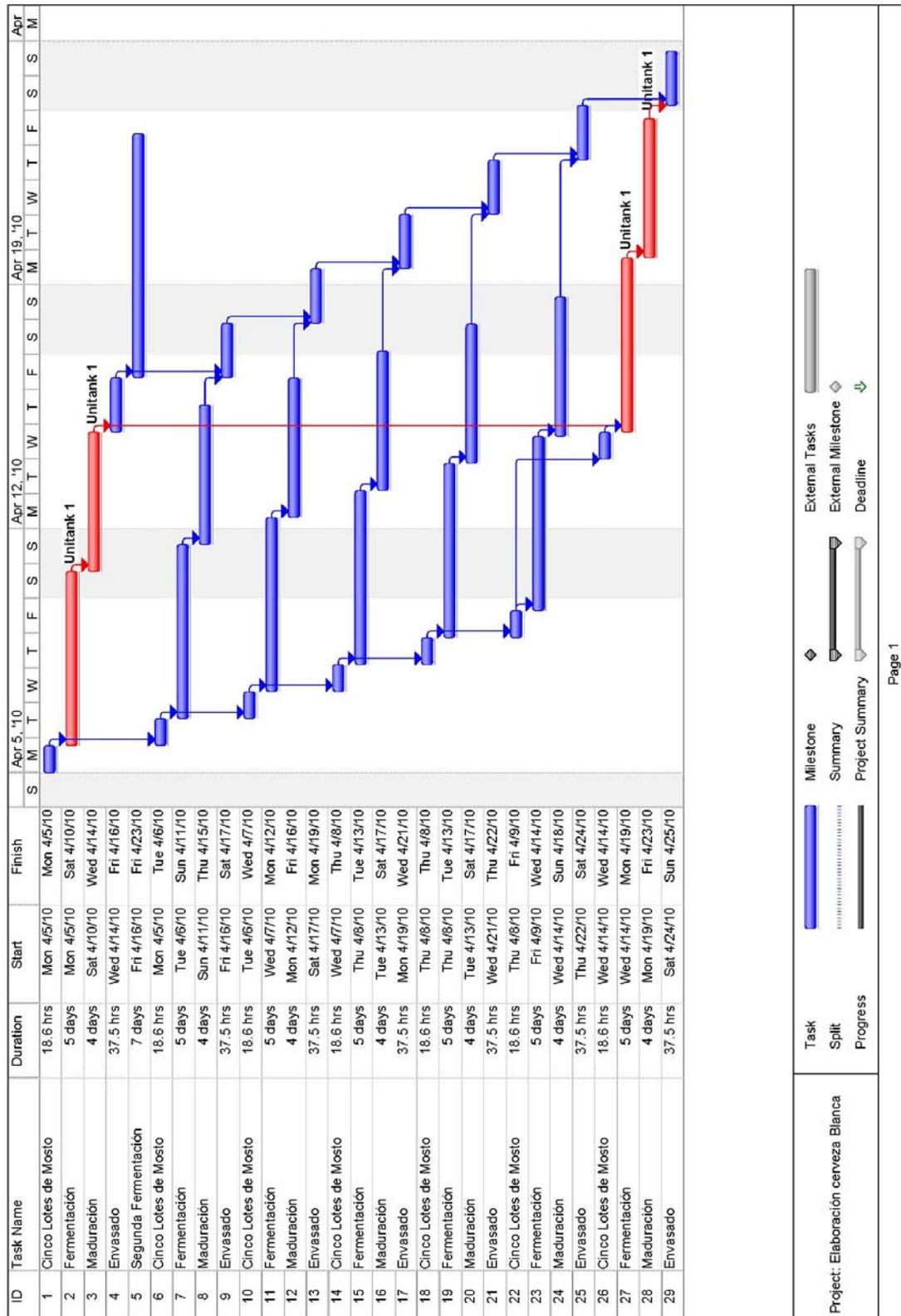
Por último y teniendo en cuenta una posible expansión de la capacidad de planta, se planteó un tercer escenario en el cuál se considera una inversión adicional en equipos para brindarles más capacidad a los procesos. De igual manera se manejaron índices de productividad realistas, y como resultado se obtuvo una capacidad anual de 103,200 hl.

Figura 3-8. Diagrama de Gantt de proceso de elaboración de cinco lotes de mosto



Autor: Borja, D., 2010

Figura 3-9. Diagrama de Gantt del proceso productivo global



Autor: Borja, D., 2010

### 3.2.4. Descripción detallada del proceso

Para tener un modelo consistente y simple de manejar, se van a definir algunos parámetros base con relación al proceso general, en función de la cerveza propuesta y del tamaño de planta seleccionado:

- Del total de malta a utilizar en la elaboración de cerveza blanca, el 55% corresponde a malta de trigo, y el 45 % restante a malta de cebada.
- El tamaño seleccionado para la planta es de 65,000 hl/año, y para el almacenamiento en los silos se considerara un 21.6% de dicha capacidad equivalente a 14.000 hl (un 16.6% corresponde a la capacidad para dos meses de producción, lo cual es inferior al tiempo máximo de almacenamiento de granos, recomendado para silos de acero galvanizado que es de tres meses. El 5% restante corresponde a una capacidad de seguridad que se le da al silo para asegurar la disponibilidad de granos en caso de que la entrega de la malta por parte de los proveedores se retrase).
- El tamaño de lote (*batch*) para realizar el mosto (molienda, maceración, separación, cocción, enfriamiento) se fija en 100 hl. El tamaño del lote (*batch*) de cerveza (5 lotes consecutivos de mosto que se juntan para seguir los procesos de fermentación, maduración, envasado y segunda fermentación) se fija en 500hl.

#### 3.2.4.1. Almacenamiento de maltas de trigo y de cebada

El almacenamiento de la malta de trigo y de cebada se lo lleva a cabo, como ya se mencionó anteriormente, dentro de silos para granos hechos de acero e incluso de concreto. Para este estudio se considerarán silos de acero corrugado galvanizado debido a la facilidad de ensamble que ofrecen, a la versatilidad que proveen, y a la gran protección que brindan a los granos contra los factores climáticos y la humedad. Para el Ecuador, se deben considerar dos escenarios para mantener el control de humedad dentro de los silos. Si se decide por localizar la planta en alguna de las ciudades de la sierra, no sería necesario tener sistemas externos de climatización dentro del silo, aunque si sería prudente incorporar un sistema de ventilación externo para contrarrestar los posibles aumentos en la humedad del aire efecto de la lluvia. Por otro lado, si se decide localizar la planta en alguna de las ciudades de la

costa, se deberían incorporar ambos sistemas, tanto el de climatización como el de ventilación ya que la humedad y el calor en esta región del país puede llegar a ser perjudicial para la conservación adecuada de la malta.

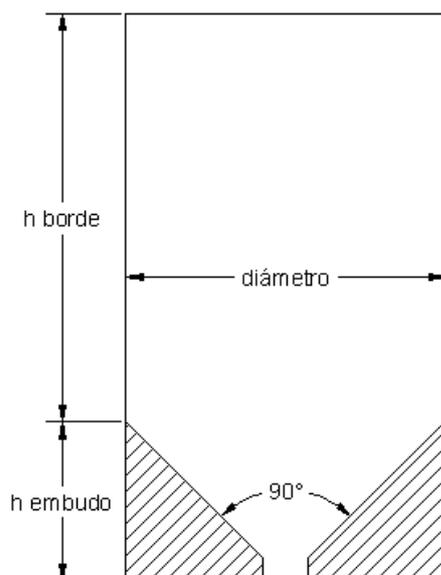
Además de esto, se debe monitorear el nivel de contenido del silo; la forma más sencilla para realizar esto es a través de balanzas industriales que se colocan en la base del silo que más tarde pueden acoplarse a un sistema de control electrónico de monitoreo. Para terminar, el ángulo interno del embudo en la parte baja del silo, tiene que ser de  $90^\circ$ .

Como se mencionó antes, el parámetro más importante a ser controlado es la humedad de los granos dentro del silo. Para los granos malteados (como en el caso del trigo y la cebada de este estudio) la humedad ideal debe ser inferior al 5%, y para los granos sin maltear la humedad ideal debe ser inferior al 15% (Eßlinger, 2009).

#### 3.2.4.1.1. Capacidad de los silos

En función de los parámetros establecidos para el proceso general se concluye que se requieren dos silos: un silo de 105 toneladas para el trigo malteado, y un silo de 85 toneladas para la cebada malteada.

Figura 3-10. Corte transversal de un silo cilíndrico



Fuente: Eßlinger, 2009

Características del silo para trigo:

Capacidad del silo:  $C_{\text{silo1}} = 105 \text{ ton.}$

Angulo interno del embudo:  $\alpha = 90^\circ.$

Diámetro del silo:  $\Phi = 4.5 \text{ m.}$

Dimensiones del silo:

Altura del borde  $h_{\text{borde}} = (C_{\text{silo1}})/(W_{\text{hl, M4}} * (\pi * \Phi^2 / 4))$

$h_{\text{borde}} = (105)/(0.55 * (\pi * 4.5^2 / 4)) = 12 \text{ m.}$

Altura del embudo  $h_{\text{embudo}} = (\Phi/2)/(\tan(\alpha/2))$

$h_{\text{embudo}} = (4.5/2)/(\tan(90^\circ/2)) = 2.25 \text{ m.}$

Altura Total = 12 m + 2.25 m = 14.25 m.

Características del silo para cebada:

Capacidad del silo:  $C_{\text{silo1}} = 85 \text{ ton.}$

Angulo interno del embudo:  $\alpha = 90^\circ.$

Diámetro del silo:  $\Phi = 4.5 \text{ m.}$

Dimensiones del silo:

Altura del borde  $h_{\text{borde}} = (C_{\text{silo1}})/(W_{\text{hl, M4}} * (\pi * \Phi^2 / 4))$

$h_{\text{borde}} = (85)/(0.55 * (\pi * 4.5^2 / 4)) = 9.7 \text{ m.}$

Altura del embudo  $h_{\text{embudo}} = (\Phi/2)/(\tan(\alpha/2))$

$h_{\text{embudo}} = (4.5/2)/(\tan(90^\circ/2)) = 2.25 \text{ m.}$

Altura Total = 9.7 m + 2.25 m = 11.95 m (Eßlinger, 2009) (Ver anexo 9.1).

*$W_{\text{hl, M4}}$  corresponde al peso de los granos malteados con una humedad del 4%, expresado en  $\text{ton/m}^3$ .*

En el mercado se encuentran silos de medidas estandarizadas que son más económicos que los silos hechos a la medida. Para este caso se escogieron silos de 4.6 m de diámetro, de 14.63 m y 12.19 m de altura total, y de  $189 \text{ m}^3$  y  $150 \text{ m}^3$  de volumen (es decir, 103.95 ton y 82.5 ton a 4% de humedad) respectivamente.

Como método para llenar y vaciar los silos se selecciona el método de barrena flexible. Esta forma de transportar granos consiste en un sistema de barrena de acero colocado dentro de una manguera de PVC. La barrena gira accionada por un motor eléctrico y fuerza los granos a avanzar a lo largo del

tubo. Se caracteriza por ser un sistema sencillo y seguro, además de ser fácil de instalar y ocupar poco espacio<sup>12</sup>.

#### **3.2.4.2. Molienda de maltas de trigo y de cebada**

El proceso de molienda de las maltas, como se mencionó anteriormente, se puede realizar en general de dos formas. Puede hacerse una molienda en seco o una molienda en mojado. Por razones de buenas prácticas de manufactura, se deben mantener condiciones adecuadas para las materias para prevenir la contaminación de las mismas. El proceso de molienda en mojado no conlleva riesgos de explosión del polvillo de los granos molidos, pero en cambio genera un posible foco de contaminación de las materias primas ya que estas se pegan en las paredes del molino, y requieren una cuidadosa y constante limpieza para evitar que se desarrollen microorganismos peligrosos. Por el contrario, el sistema de molienda en seco garantiza un control adecuado de las materias primas y es más sencillo de mantener. En cuanto al riesgo de explosión, este se puede controlar y minimizar al tomar medidas de protección en las instalaciones y en el resto del proceso.

Con respecto al equipo de molienda a utilizarse, se ha seleccionado un molino de rodillos en seco con una configuración de 4 rodillos de una capacidad de molienda de 1,500 Kg/h. Este molino es más que adecuado para las necesidades de la planta ya que tiene la capacidad de moler los 1323 kg necesarios para cada lote de mosto en 56 minutos, mientras el siguiente proceso, la maceración, necesita 160 minutos (ver simulación de tiempos). Además puede moler más de 1300 toneladas al año (comparado con las 859 toneladas necesarias para producir 65000 hl), lo cual dejaría una capacidad ociosa en caso de que se aumente la producción de la planta<sup>13</sup>.

Una vez que las partículas salen del molino, pasan por un tamiz para separar las partículas de tamaños indeseables y las impurezas como la cascarilla de los granos. Los tamaños de la rejilla del tamiz varían de acuerdo al tamaño de partículas que se desee. Existen dos escalas para medir el tamaño del tamiz, la de la Asociación Americana de Químicos Cerveceros (ASBC) y la de la

---

<sup>12</sup> (Brock Grain Systems, 2010)

<sup>13</sup> (Kaspar Schulz, 2010)

Convención Cervecera Europea (EBC) (Ver anexo 9.2). Para el caso de este estudio se necesita que los granos molidos tengan el tamaño de gravilla fina. El tamiz adecuado para alcanzar dicho tamaño es el número 30 de la ASBC o el número 4 de la EBC (Goldammer, 2008).

#### **3.2.4.3. Tratamiento del agua**

Este proceso, pese a su simpleza, es quizás de los más importantes en la elaboración de la cerveza. Las propiedades del agua es un factor crucial en la calidad del producto final debido a que, si el agua contiene agentes indeseados, se puede afectar negativamente al sabor y al olor del mismo.

Además de eso, el agua tiene que estar libre de microorganismos riesgosos para la salud del ser humano, ya que se le debe dar a la cerveza el tratamiento que se le da a cualquier otro alimento.

En este caso, se ha seleccionado un proceso de purificación de agua llamado osmosis inversa. Este proceso consiste en hacer pasar el agua por una membrana semipermeable a una altísima presión. En la membrana quedan todos los residuos de minerales y microorganismos del agua, quedando como resultado un agua sumamente pura. Esta agua purificada no contiene olores ni sabores que puedan afectar en lo posterior al sabor de la cerveza.

La planta de tratamiento de agua seleccionada para este proceso, puede procesar hasta 15 m<sup>3</sup> de agua por hora o 150 hl/h (lo que es ampliamente suficiente para cada lote de mosto, ver simulación de tiempos). Esta agua purificada en los filtros osmóticos tiene que someterse a un control de calidad en donde se le estabiliza el pH, y pasa luego a ser utilizada por el resto de procesos.

#### **3.2.4.4. Proceso de maceración maltasa**

En el proceso de maceración las enzimas convierten los almidones de la malta en azúcares fermentables. Existen diferentes variaciones del proceso general de maceración, cada una con el propósito de alcanzar diferentes niveles de concentración de enzimas para otorgar características diferentes a las cervezas resultantes. El proceso de maceración Maltasa es especial para las cervezas de trigo ya que se busca mayores concentraciones de glucosa. Estos niveles altos de azúcar se consiguen al promover el desarrollo de la enzima

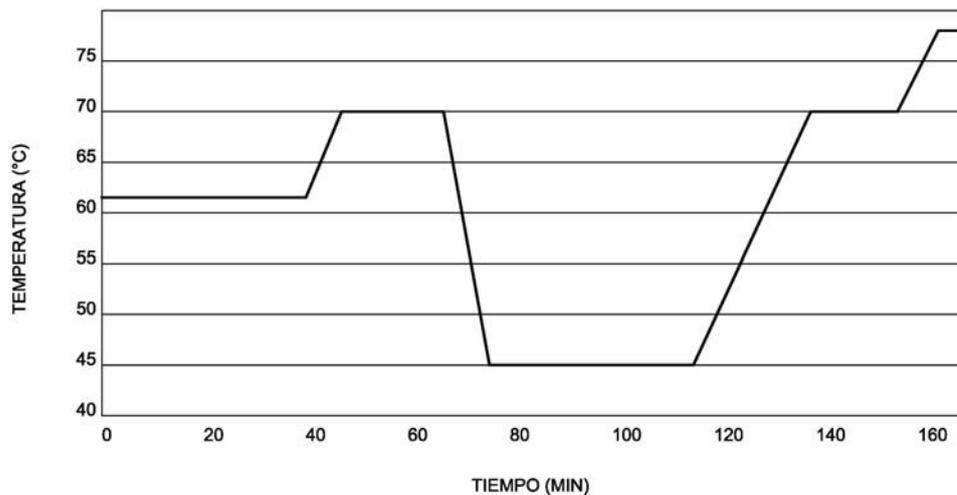
maltasa, mediante un proceso especial de macerado. La enzima maltasa convierte la maltosa en glucosa la cual que será el alimento de la levadura, y mientras más glucosa exista en el mosto, mayor será el grado alcohólico de la cerveza. Inicialmente, el 60% del volumen del tanque de macerado se llena de agua incorporando el 45% de la malta molida y se calienta el tanque a 60° C durante 40 minutos. Luego de transcurrido ese tiempo, se eleva la temperatura a 70°C durante 30 minutos. En el transcurso de ese tiempo ocurre el proceso de gelatinización de la malta, en el cual la malta absorbe grandes cantidades de agua lo que termina por destruir las estructuras cristalinas del almidón. Terminado la etapa anterior, se procede a agregar agua fría al mosto hasta alcanzar los 45°C de temperatura para proporcionar un ambiente favorable para el desarrollo de la enzima maltasa. Se deja reposar el mosto durante 40 minutos. Una vez finalizado el tiempo de reposo, se agrega el 65% restante de la malta molida, se eleva la temperatura gradualmente durante 20 minutos hasta alcanzar los 70° C nuevamente y se mantiene así durante otros 20 minutos más. Para terminar se vuelve a elevar la temperatura a 78°C y se mantiene ahí hasta que hayan transcurrido 170 minutos desde el comienzo de la maceración (Eßlinger, 2009).

Para facilitar el proceso, se está tomando en cuenta incorporar un sistema automatizado de control. Con eso se logra un mayor control de los parámetros y además se simplifican las tareas del personal.

Además, se debe controlar el pH del mosto para prevenir que las enzimas se deterioren. Para cada proceso especial de maceración se maneja un nivel de pH diferente. Para el caso específico de la maceración Maltasa se debe mantener un nivel de pH del mosto de 6.0 (Goldammer, 2008).

Como equipo para este proceso se selecciona un tanque de macerado de 108 hl, compatible con el tamaño de lote de 100 hl planteado en los parámetros del proceso general. Es un tanque calentado por vapor de 2.4 metros de diámetro, de acero inoxidable como se requiere para los equipos que se encuentran en contacto con alimentos. A más de eso, posee un agitador movido por un motor eléctrico de 4 caballos de fuerza (Kaspar Schulz, 2010).

Figura 3-11. Proceso de maceración maltasa



Fuente: Goldammer, 2008

### 3.2.4.5. Separación del mosto

El propósito de esta etapa es el de separar los compuestos disueltos de la malta, de las partes insolubles de la misma. Como se vio en la descripción general del proceso, existen varios métodos para realizar la separación del mosto que requieren equipos diferentes. Para el tipo de cerveza que se plantea elaborar, conviene más el método del tanque de separación o *Lauter Tun*. El *Lauter Tun* es un recipiente ancho y de poca altura; contiene un fondo falso perforado en la mitad del recipiente que cumple las funciones de un colador. Un aspa de altura ajustable con paletas, remueve las partículas que se asientan en el fondo falso mientras unos rociadores en la parte superior del tanque inyectan agua caliente para facilitar el paso del mosto por los agujeros del fondo perforado.

Pese a que el proceso es automático, se deben tomar varias precauciones durante el transcurso del mismo. Primero, se debe evitar el ingreso de aire dentro del tanque. Segundo, el bombeo del mosto dentro del *Lauter Tun* debe ser lo más homogéneo posible para garantizar los resultados de la separación. Por último, el agua de rociado no debe superar nunca los 78° C para evitar pérdidas de las propiedades del mosto (Eßlinger, 2009).

Este proceso con el *Lauter Tun* es continuo, pero necesita de un tanque de acumulación (parte del propio equipo). Para ser compatible con el equipo de macerado, se ha escogido utilizar un *Lauter Tun* de 10 hl de capacidad y 60

hl/h de velocidad. Para los 100 hl que se maceran en la etapa anterior, el proceso tarda pues entre 100 y 110 minutos. El tanque está construido en acero inoxidable como se requiere para el contacto con alimentos, mide 3.4 m de diámetro y 0.65 m de alto, posee una estructura de soporte en acero inoxidable y un pequeño silo en donde se almacenan las partículas insolubles de los granos. Dichas partículas insolubles se extraen del *Lauter Tun* mediante un transportador compuesto por una barrena de acero inoxidable dentro de una tubería de Perbunan<sup>14</sup> (plástico altamente resistente al envejecimiento por calor y a la abrasión, y tiene una baja permeabilidad de gas), que extrae 16 m<sup>3</sup> de partículas por hora.

#### **3.2.4.6. Ebullición o cocción del mosto**

Pese a que el proceso de separación del mosto se realiza a temperaturas elevadas, siempre quedan microorganismos, como hongos y bacterias, que pueden resultar en alteraciones del sabor y de las propiedades de la cerveza terminada. Por esto, es importante llevar a ebullición el mosto a temperaturas superiores a los 100°C por al menos 45 minutos, y sobre todo agitarlo constantemente para evitar que se formen grumos a causa de la precipitación de proteínas efecto de la cocción. Además en esta fase se agrega el lúpulo, que ayudado por las altas temperaturas se isomeriza y libera sus característicos toques amargos y aromáticos (Eßlinger, 2009).

Otro efecto beneficioso de la ebullición es que se logra eliminar gran parte de los constituyentes volátiles que se encuentran disueltos en el mosto, y que a la larga podrían derivar en aromas y olores indeseados.

Al final de esta etapa el mosto debería ser brillante, y debería contener grandes partículas suspendidas de lúpulo y otros elementos, que se deben retirar.

En cuanto a los equipos para la cocción, se decidió por un hervidor de mosto de 108 hl calentado externamente por vapor. El calentador externo viene incluido con el tanque, junto con las tuberías y conexiones necesarias. Este hervidor de mosto viene además junto con otro tanque de 108 hl conocido como *Whirlpool* que cumple la función de eliminar las partículas que a altas

---

<sup>14</sup> (Lanxess, 2010)

temperaturas se disuelven, pero que conforme la temperatura desciende al momento de finalizada la ebullición, vuelven a un estado insoluble.

Como consecuencia de la selección de equipos, el proceso de ebullición que se va a utilizar varía ligeramente del proceso tradicional. Esta variación del proceso se conoce como método de ebullición suave '*SchoKo*', el cual se divide en dos fases: la fase de calentamiento que se realiza en el hervidor, y la fase de evaporación que se lleva a cabo en el *Whirlpool*. Primero se calienta el mosto durante 60 minutos en el hervidor a temperaturas entre 97°C y 99°C para minimizar la evaporación. Luego se eleva la temperatura del mosto sobre los 100°C hasta que comienza hervir y se lo pasa al *Whirlpool*. Dentro de este último, el mosto comienza a girar y se evapora un 5% más, ya que aún se encuentra a temperatura de ebullición (Eßlinger, 2009).

Para finalizar, se retiran las partículas residuales de lúpulo que se acumularon en el fondo del *Whirlpool* por efecto del remolino de agua que se forma. El proceso de *Whirlpool* puede demorar hasta unos 45 minutos.

#### **3.2.4.6.1. Adición del lúpulo y adjuntos**

La cerveza blanca en cuestión requiere dos tipos de lúpulo que se deben incorporar al mosto en momentos determinados. Al comienzo del proceso de ebullición se debe colocar el lúpulo para amargar dosificado en partes, durante un lapso máximo de 10 minutos. Una vez el proceso de cocción esté por terminar (10 minutos antes del final) se debe incorporar el lúpulo de aroma para que no solo potencie el bouquet de la cerveza sino también para que le dé cuerpo (Goldammer, 2008).

Durante la mitad del proceso de cocción se agregan las cáscaras de naranja y los granos de cilantro con el fin de que su sabor se logre transferir al mosto, más no opaquen el sabor amargo del lúpulo.

#### **3.2.4.7. Enfriamiento del mosto**

Una vez que el mosto sale del proceso de ebullición se debe enfriar para que se encuentre a la temperatura ideal para la posterior acción de la levadura en el proceso de fermentación.

La temperatura a la cual se debe enfriar el mosto depende principalmente del tipo de cerveza que se vaya a realizar y del tipo de levadura que se vaya a

emplear. Para la cerveza blanca de este estudio, se necesita una levadura *Saccharomyces cerevisiae* que requiere temperaturas de entre 10°C y 25°C para que la fermentación se realice eficientemente. Ahora, como se va a emplear una mezcla especial de levadura pre-cultivada que viene con parámetros específicos del proveedor ya que es una mezcla especial para cervezas blancas, se requiere un rango más específico de temperatura para el mosto. Es imperativo que el mosto se encuentre entre 20°C y 22°C para que la levadura actúe como debería (Szamatulski & Szamatulski, 1998).

Se ha escogido un sistema de enfriamiento de una sola etapa, que consiste en un conjunto de tuberías enfriadas por agua. Dicha agua es, a su vez, refrigerada por un intercambiador de calor externo de glicol. Dentro del sistema de enfriamiento está incluido el equipo de aireado del mosto, el cual consiste en una bomba que inyecta aire filtrado a través de una boquilla. El equipo de aireado cumple el propósito nivelar los niveles de oxígeno del mosto para que este dentro de los parámetros deseados para la fermentación. En el caso de la cerveza blanca planteada, se requieren concentraciones de oxígeno de 6 a 8 mg/l para que la levadura pueda actuar eficazmente (Eßlinger, 2009).

Todo el sistema, enfriamiento y aireado, tiene una capacidad de 125 hl por hora y tiene la facultad de enfriar el mosto hasta una temperatura de 10°C.

En consecuencia, utilizando estos equipos se puede realizar el proceso de enfriamiento y aireado de todo el lote de producción en menos de una hora.

#### **3.2.4.8. Fermentación del mosto**

La fermentación se inicia al añadir la levadura al mosto. Usualmente se requieren entre 0.5 y 0.7 litros de levadura por hectolitro de mosto, lo que corresponde a entre 15 y 20 millones de células de levadura por mililitro. Para el caso de la cerveza blanca propuesta, se requieren 0.66 litros de levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Este tipo de levadura se conoce también como levadura de alta fermentación, ya que dicho proceso ocurre en la parte alta del tanque.

De la misma forma que para el resto de los procesos, existen parámetros que se deben controlar para asegurar la calidad de la fermentación. Se refieren a la composición del mosto y al proceso de fermentación en sí, y son los siguientes:

Composición del mosto:

- Gravedad original (gravedad específica antes del comienzo de la fermentación)
- ANL > 230 mg/l (amino nitrógeno libre)
- Calcio entre 10-20 mg/l
- Magnesio > 40 mg/l
- Zinc 0.10-0.15 mg/l

Fermentación y almacenamiento:

- Temperatura: 20-22°C
- Control de la variación del pH (al final de la fermentación – pH: 4.1 a 4.3)
- Turbidez
- Color
- Contenido de CO<sub>2</sub>
- Presión dentro del tanque (Eßlinger, 2009)

Como equipos para el proceso de fermentación se seleccionaron tanques fermentadores de doble propósito, conocidos como *Unitanks*. Estos tanques tienen la particularidad de no solo servir para el proceso de fermentación, sino también para las fases de acondicionamiento y de almacenamiento previo al envase.

Se necesitan 6 *Unitanks* de acero inoxidable de 500 hl de capacidad cada uno, ya que el proceso de fermentación dura varios días y se necesita la capacidad para poder mantener fluyendo a los procesos anteriores (ver Simulación de Tiempos de Proceso). Efectivamente, en total el proceso de fermentación dura 5 días, pero a esto hay que sumarle el tiempo de acondicionamiento.

Cada *Unitank* tiene una forma cilindro-cónica, y mide 3.7 metros de diámetro y 12.125 metros de altura. Además, se pueden sellar herméticamente para que la concentración de CO<sub>2</sub> se mantenga durante la fase de almacenamiento.

Una vez que ha transcurrido el tiempo de fermentación, la levadura se ha reproducido y multiplicado enormemente, y para poder aprovecharla se debe retirarla de la superficie de la cerveza. Justamente, la ventaja de la alta fermentación es que al acumularse en la superficie, la levadura es más fácil de remover. Se puede realizar esta operación manualmente, o con ayuda de

mangueras de succión neumática o barrenas flexibles. En el caso de nuestro estudio se va a optar por la extracción manual ya que el volumen de producción no es muy alto.

Esta levadura extraída se debe someter a un proceso de limpieza antes de poderla reutilizar. La extracción de impurezas de la levadura consiste básicamente en un tamizado de levadura para atrapar partículas de gran tamaño como residuos de lúpulo, e incluso de malta. Finalmente se la debe almacenar a temperaturas bajas de 0°C a 3°C hasta que se la vaya a usar nuevamente.

Algo que se debe tener en cuenta es que el tamaño de lote de mosto que llega de la fase de cocción es de 100 hl, y el tamaño del tanque de fermentación es cinco veces mayor. Por esta razón se debe primero llenar el *Unitank* con los cinco lotes de mosto, y una vez lleno comenzar con la fermentación.

#### **3.2.4.9. Acondicionamiento de la cerveza (Maduración)**

Debido al tipo de equipos seleccionados para el proceso de fermentación, el acondicionamiento se limita a la fase de maduración que se realiza en los mismos *Unitanks* de fermentación.

Una vez que ha terminado la fermentación y que se ha removido la levadura acumulada en la superficie de la cerveza, se reduce la temperatura del tanque a 4°C, y se comienza una reducción lenta de la temperatura (2°C por día) hasta llegar a los 0°C. A estas bajas temperaturas, los pequeños remanentes de levadura que quedaron en los tanques, siguen interactuando con la cerveza. Pese a que la levadura ya no fermenta más bajo estas condiciones, contribuye enormemente a mejorar el sabor de la cerveza y aumenta los niveles de CO<sub>2</sub>.

Cuando se ha llegado a los 0°C, el tanque se presuriza a 2.0 bar para retener la concentración de dióxido de carbono que se produjo y que aún se sigue produciendo. El proceso de acondicionamiento (maduración) dura en total 4 días.

Durante el tiempo de acondicionamiento, los remanentes de levadura y de otros elementos insolubles, terminan por asentarse en el fondo del tanque. Entonces, al momento de extraer la cerveza, las partículas indeseadas permanecen sedimentadas dentro para luego ser limpiadas una vez que el

*Unitank* esté vacío. Pero para la cerveza blanca, muchas de estas partículas en especial la levadura, no terminan por asentarse por lo que se deben remover mediante un proceso de centrifugación. Para este proceso se utilizan centrifugadoras eléctricas, que se conectan a la salida de los *Unitanks* para atrapar la mayor cantidad levadura y partículas posibles, y de esta manera estabilizar biológicamente la cerveza. De todas maneras, siempre va a ser aconsejable pasteurizarla antes de ser embotellada para cortar cualquier proceso microbiológico contraproducente.

#### **3.2.4.10. Filtrado de la cerveza**

El proceso de filtrado, como antes mencionado, cumple el propósito de remover las partículas suspendidas que se encuentran en la cerveza, además de potenciar la claridad y brillo del producto terminado. Para la cerveza blanca, el proceso de filtrado es innecesario porque se no se busca que la cerveza sea transparente, sino que siempre se desea que tenga un poco de turbidez ya que esto le da cuerpo (Eßlinger, 2009).

Sin embargo, no se puede dejar de lado el filtrado ya que muchos otros tipos de cerveza lo requieren. Por esta razón se va a tomar en cuenta un método de filtrado para incorporarlo en el estudio. Se ha optado por un filtrado combinado de tierra diatomácea y de membrana. La tierra diatomácea o diatomita, es un polvo resultante de la trituración de una piedra sedimentaria silícea, que posee propiedades abrasivas y de filtrado<sup>15</sup>. El sistema de filtrado completo, está hecho en acero inoxidable, y puede procesar hasta 100 hl por hora. En función de la calidad de filtrado que se desee se pueden seleccionar diferentes tipos de membrana con porosidades diferentes, para darle una mayor o menor permeabilidad.

#### **3.2.4.11. Carbonatación de la cerveza**

La carbonatación es un proceso necesario para poder alcanzar los niveles deseados de CO<sub>2</sub> de la cerveza, ya que en la mayoría de las veces la fermentación no alcanza a producir cantidades suficientes de dióxido de carbono. Para compensar los bajos niveles de CO<sub>2</sub> generados, además de las

---

<sup>15</sup> (Wikipedia, 2010)

pérdidas que se producen en el filtrado y en los cambios de tanques, se utilizan varios métodos de carbonatación en función del tipo de cerveza que se desee elaborar. Para la cerveza blanca se ha optado por un proceso de segunda fermentación en botella, pero como para el caso del filtrado, se debe considerar algún otro método para ser utilizado en la elaboración de otros tipos de cerveza.

La segunda fermentación en botella, consiste en agregar pequeñas cantidades de azúcar y levadura a la cerveza, instantes antes de ser embotellada. Cronológicamente, la segunda fermentación se auto-realiza una vez que la cerveza ha sido pasteurizada (embotellada y tapada), en contraste con otros tipos de carbonatación que se realizan antes de la pasteurización. Para ello, antes de la pasteurización se agrega la glucosa de adición, y después de esta se añade la levadura.

Luego, necesariamente se deben dejar reposar las botellas a temperaturas entre 21°C y 25°C durante una semana, y durante dos semanas en el caso de los barriles, para dar tiempo a que ocurra el proceso de fermentación. Como resultado de esta fermentación se produce un aumento en los niveles de CO<sub>2</sub>, lo que le da a la cerveza blanca su característica espuma consistente. Después de transcurrida la semana, el proceso de fermentación se detiene por sí solo y los pocos residuos de levadura se asientan en el fondo de la botella. Al final, los niveles de dióxido de carbono de la cerveza estarán cerca de los 4.0 volúmenes de gas.

Para saber cuánta azúcar se debe agregar dentro de la botella para la segunda fermentación, se debe calcular la cantidad de glucosa necesaria para llevar a la cerveza de sus volúmenes actuales de CO<sub>2</sub> a los niveles deseados (Ver anexo 9.3). En función de la cantidad de glucosa que se utilice, se deberá calcular con exactitud la proporción de levadura a utilizar.

Ahora, para el resto de tipos de cerveza se ha decidido por un sistema de carbonatación mecánico, que consiste en inyectar el dióxido de carbono directamente a la salida del filtro para luego almacenar la cerveza en tanques refrigerados especiales, llamados *Bright Beer Tanks*. De igual manera, se debe medir los niveles originales de CO<sub>2</sub> para corregirlos hasta alcanzar los niveles deseados. Se va a contar con dos de estos tanques refrigerados, de 500 hl

cada uno, en caso de que se decida por elaborar otro tipo de cerveza. Estos tanques se conectan directamente a la línea de envasado, para pasar por una pasteurización antes de ser envasados.

#### **3.2.4.12. Envasado de la cerveza**

La última fase del proceso de elaboración de cerveza, es el envasado. Aquí se busca colocar la cerveza terminada en un envase que la proteja de los efectos del ambiente, del sol y de los microorganismos.

El primer paso antes del envasado es la esterilización final del producto terminado para cortar por completo la acción de cualquier residuo de levadura, y para matar cualquier microorganismo nocivo que por alguna razón se encuentre presente.

El proceso de esterilización que se ha seleccionado es un proceso de pasteurización *flash*, el cual se integra al proceso de envasado y forma un flujo único de producto. Este proceso consiste en hacer circular continuamente la cerveza a través de tuberías a una temperatura entre los 71°C y 79°C, durante un periodo de 15 a 60 segundos. El objetivo es alcanzar el mínimo nivel de pasteurización; es decir, lo suficiente para inactivar a los microorganismos sin alterar las propiedades de la cerveza. La ventaja de este método es que además de garantizar la inactivación de los microorganismos, se requiere menos espacio físico y una menor inversión de capital que otros métodos de esterilización.

Entrando ya al proceso de envasado como tal, se ha seleccionado una línea de embotellado rotatorio de capacidad de 4000 a 7000 botellas por hora. Esta línea se acopla directamente a línea de pasteurizado *flash* y a las líneas de lavado de botellas a la entrada, como a la máquina etiquetadora a la salida. Los equipos son completamente automatizados por lo que se requiere principalmente personal de supervisión. Cuenta con sensores que inspeccionan las botellas en busca de imperfecciones, tanto a la entrada como a la salida de la línea.

Una vez que las cervezas han salido de la línea de embotellado, se las empaqueta manualmente para luego llevarlas al almacenamiento.

En lo que respecta a la segunda fermentación, la secuencia que se sigue es la siguiente: primero, ingresa la cerveza con el azúcar añadido a la línea y se

pasteuriza. De ahí pasa a la línea de embotellado en donde, al mismo tiempo que ingresa la cerveza dentro del envase, ingresa también una pequeña cantidad de levadura disuelta. Finalmente se encapsula, se etiqueta y se almacena a la temperatura adecuada hasta que termine la fermentación.

### **3.2.5. Procesos de apoyo**

#### **3.2.5.1. Control de calidad**

El control de calidad de la cerveza y de sus componentes, en las diferentes partes del proceso, es fundamental para poder garantizar a los consumidores que el producto es adecuado para el consumo. Hoy en día, la gente está consciente del riesgo que presentan los contaminantes en los alimentos, y exigen a los productores controle dichos riesgos. De la misma manera, exige sabor, funcionalidad y presentación. Gracias a los avances tecnológicos recientes, resulta factible realizar análisis de control bastante precisos.

Evidentemente, existen una infinidad de posibles análisis que se pueden realizar en un laboratorio, por lo que no se puede enumerar todos. Así que en este estudio, se van a considerar solamente los más importantes.

Se pueden identificar sobretodo dos grandes procesos de control que deben realizarse: el control de las materias primas compradas a los varios proveedores de la empresa; y el control en los procesos, es decir, el control que se efectúa al producto mientras atraviesa las diferentes etapas del proceso de producción. Se pueden realizar también otros procesos de control complementarios: el control de insumos y el control de componentes *packaging*.

Como ya se mencionó, en el Ecuador, el instituto ecuatoriano de normalización tiene establecido los requisitos que debe cumplir la cerveza para ser considerada apta para el consumo humano.

De todas maneras, más allá del control exigido por la legislación de un país, una compañía debe estar comprometida con asegurar la calidad de sus productos por voluntad propia.

##### **3.2.5.1.1. Control en las materias primas**

En lo que se refiere a materias primas, se deben controlar ciertos aspectos físicos y químicos de las mismas, para tener la certeza de que se encuentran en condiciones adecuadas para formar parte del producto. Además, se debe exigir a los proveedores que incluyan los análisis respectivos realizados por ellos para cada lote. En el siguiente cuadro se detallan los análisis que se

recomiendan efectuar a los insumos, y la frecuencia con la que se los debería realizar:

Tabla 3-9. Esquema de control de insumos para cervecerías

Muestra	Análisis	Frecuencia
Malta de Trigo o Cebada	Friabilímetro	Cada lote
	Prueba de tamaño (tamiz)	Cada lote
	Prueba de tacto	Cada lote
	Contenido de Agua	A cada proveedor, cada 3 meses
	Homogenidad y modificación	A cada proveedor, cada 3 meses
	Contaminantes	A cada proveedor, cada 3 meses
	Micotoxinas	A cada proveedor, cada 3 meses
	Metales pesados	A cada proveedor, cada 6 meses
Lúpulo	Contenido de sustancias amargantes ( $\alpha$ -ácidos)	Cada lote
Entrada de Agua	Olor y sabor	Una vez a la semana
	Conductividad	Una vez a la semana
	Turbidez	Una vez a la semana
	pH	Una vez a la semana
	Metales pesados	Al menos una vez al año
	Contaminantes	Al menos una vez al año
	Color	Al menos una vez al año
	Total de carbón orgánico	Al menos una vez al año
Agua del Proceso	Olor y sabor	Una vez a la semana
	Conductividad	Una vez a la semana
	Turbidez	Una vez a la semana
	Dureza total (contenido de minerales)	Una vez a la semana
	Alcalinidad	Una vez a la semana
	Alcalinidad residual	Una vez a la semana
Agua de Servicio	pH	Una vez a la semana
	Dureza total (contenido de minerales)	Una vez a la semana
Agua para la Caldera	Dureza total (contenido de minerales)	Diariamente
	Conductividad	Diariamente
Ácidos	Concentración	Cada 3 meses
	Pureza	Cada 3 meses
Cáusticos	Concentración	Cada 3 meses
	Pureza	Cada 3 meses
Desinfectantes	Concentración	Cada 3 meses
	Pureza	Cada 3 meses

Fuente: Eßlinger, 2009

Los análisis deben ser realizados por personal calificado, que sepa conducir pruebas de laboratorio adecuadamente.

### 3.2.5.1.2. Control en los procesos

Pasando a los controles en los procesos, se requiere que se analicen muestras del producto conforme va atravesando por las diferentes etapas del proceso general. La finalidad es, de igual manera, asegurarse de que el producto se mantenga dentro los parámetros de consumo y que presente las características deseadas de sabor, grado alcohólico, niveles de dióxido de carbono, color, etc.

En el siguiente cuadro se detallan los análisis que se recomiendan efectuar a la cerveza en las diferentes etapas del proceso de elaboración, y la frecuencia con la que se los debería realizar:

Tabla 3-10. Esquema de control de procesos para cervecías

Muestra	Análisis	Frecuencia
Malta del Molino	Evaluación visual	Cada lote
Mosto en Etapa de Macerado	Sacarificación (prueba de yodo)	Cada lote
Mosto en Etapa de Separación	Nivel de azúcar (extracto)	Cada lote
	Turbidez	Cada lote
	Olor y sabor	Cada lote
Mosto en Etapa de Cocción	Nivel de azúcar (extracto)	Cada lote
	pH	Una vez al mes
	Color	Una vez al mes
	Unidades de amargura ( $\alpha$ -ácidos)	Una vez al mes
	Índice de ácido thiobarbitúrico (TBI)	Una vez al mes
	Viscosidad	Una vez al mes
	Compuestos de nitrógeno	Una vez al mes
Mosto en Etapa de Fermentación	Gravedad original	Cada lote
	Grado alcohólico	Cada lote
	Nivel de azúcar (extracto)	Cada lote
	Grado de fermentación	Cada lote
Cerveza sin Filtrar	Gravedad original	Cada lote
	Grado alcohólico	Cada lote
	Nivel de azúcar (extracto)	Cada lote
	Grado de fermentación	Cada lote
	pH	Cada lote
	Nivel de dióxido de carbono	Cada lote
	Turbidez	Cada lote
	Análisis sensorial	Cada lote

Continuación Tabla 3-11.

Muestra	Análisis	Frecuencia
Cerveza Filtrada	Nivel de oxígeno	Cada lote
	Nivel de dióxido de carbono	Cada lote
	Turbidez	Cada lote
	Análisis sensorial	Cada lote
Cerveza en Tanque <i>Bright Beer</i>	Nivel de oxígeno	Cada lote
	Nivel de dióxido de carbono	Cada lote
	Análisis sensorial	Cada lote
	Gravedad original	Cada lote
	Grado alcohólico	Cada lote
	Nivel de azúcar (extracto)	Cada lote
	Grado de fermentación	Cada lote
	pH	Cada lote
	Color	Cada lote
Unidades de amargura ( $\alpha$ -ácidos)	Cada lote	
Cerveza en el Llenado	Gravedad original	Cada lote
	Grado alcohólico	Cada lote
	Nivel de azúcar (extracto)	Cada lote
	Grado de fermentación	Cada lote
	Color	Cada lote
Cerveza Envasada	Gravedad original	Cada lote
	Grado alcohólico	Cada lote
	Nivel de azúcar (extracto)	Cada lote
	Grado de fermentación	Cada lote
	Color	Cada lote
	pH	Cada lote
	Color	Cada lote
	Unidades de amargura ( $\alpha$ -ácidos)	Cada lote
	Nivel de dióxido de carbono	Cada lote
	Espuma	Cada lote
	Turbidez	Cada lote
	Dióxido de sulfuro	Cada 3 meses
	Polifenoles	Cada 3 meses

Fuente: Eßlinger, 2009

Para poder establecer los parámetros exactos, en los cuales se deben enmarcar los análisis de calidad, se debe primero realizar el desarrollo del producto de referencia. Es decir, se deben producir lotes de prueba de la cerveza hasta que esta alcance las características que se desea. Se prosigue a realizar los análisis químicos y físicos de esa cerveza, y estos se fijan como patrones de control para los lotes venideros.

Se tienen que definir los parámetros para los procesos de esta forma, ya que las características físicas y químicas ideales cambian de cerveza a cerveza.

Además, se tienen que realizar controles de calidad de los productos terminados para verificar que el producto se encuentre bien envasado, cumpla

con todos los requerimientos sanitarios, y no tenga defectos en su presentación. Se puede realizar esto mediante un control por muestreo que al comienzo debería ser riguroso, y conforme se vayan dando buenos resultados podría realizarse con menos frecuencia.

#### **3.2.5.1.3. Controles complementarios**

En control de los insumos (como, agentes limpiadores y desinfectantes, etc.) tendrá un tratamiento especial.

Para los agentes y sustancias que requieran análisis químico especial, se opta por contratar los servicios de algún laboratorio para que realice dichos estudios.

Se los realizará con una frecuencia de cuatro veces al año, durante el primer año hasta poder evaluar bien a los proveedores, y a partir de ahí se los realizará una sola vez al año.

Para lo que son materiales *packaging* relacionados con el proceso de envase y embalaje (como botellas de vidrio, tapas, etiquetas, cartones, etc.) se realizarán controles por muestreo aleatorio de los lotes que lleguen. Se deberán definir y acordar con los proveedores las especificaciones técnicas de cada artículo. Se deberá definir un proceso de muestreo para poder realizar mediciones dimensionales, pruebas funcionales y controles visuales de dichos elementos. Además, se deberá exigir a los proveedores que apliquen controles a sus procesos y que acompañen cada lote entregado con el certificado de calidad correspondiente, para que dichos elementos ofrezcan mayores garantías de calidad, y en consecuencia se minimice el riesgo de recibir productos no conformes.

#### **3.2.5.1.4. Equipos de laboratorio**

Se han seleccionado los siguientes equipos de laboratorio, necesarios para realizar todos los análisis químicos y físicos de la cerveza.

- Espectrofotómetro
- Equipo de destilación
- Set para determinar unidades de amargura
- Centrifugadora

- Agitador
- Microscopio
- Medidores de turbidez para tubería
- Analizador portable de oxígeno
- Analizador automático de cerveza
- Set anaeróbico
- Esterilizador de aire caliente
- Medidor de pH
- *Forcing Tester*
- Medidor de turbidez para laboratorio
- Dispositivo de muestreo
- Llenador de botellas de muestra
- Medidor NIBEM de estabilidad de la espuma
- Medidor de pureza del CO<sub>2</sub>

### **3.2.5.2. Limpieza y desinfección**

En la industria de alimentos, la limpieza y la desinfección juegan un papel trascendental cuando se refiere a la calidad y al tiempo de vida en estantería del producto. La limpieza y la desinfección cumplen los objetivos de remover cualquier sustancia que pueda contaminar al producto, y de dejar inactivos a los microorganismos. Los contaminantes se pueden clasificar principalmente en dos grupos: contaminantes inorgánicos como óxido y polvo; y contaminantes orgánicos como bacterias y hongos (Goldammer, 2008).

#### **3.2.5.2.1. Método de limpieza**

Se ha seleccionado el método de limpieza de limpieza in situ (CIP). Este es un método automático de limpieza para los principales componentes de la línea de producción como son los fermentadores, tanques, mangueras, filtros, etc. La ventaja de este método, a más de ser completamente automatizado, es que permite realizar la limpieza sin tener que desensamblar los equipos, tarea que es bastante complicada. Esto termina afectando positivamente a la reducción de los tiempos de limpieza, lo que deriva en un aumento de la productividad y en un ahorro de dinero y tiempo. Incluso, todos los equipos que se han

seleccionado para el proceso de elaboración del producto, son compatibles con el sistema CIP e incorporan de fábrica el sistema interno para el CIP.

El método CIP, consiste en rociar agentes limpiadores y desinfectantes dentro de los equipos, ayudado por bombas.

Existen tres métodos principales de limpieza CIP: el método CIP sin recuperación, el método CIP con tanque de recuperación y el método CIP combinado (Eßlinger, 2009). Para motivos de nuestra propuesta, se ha decidido optar por el método CIP sin recuperación. Este método consiste de un tanque *buffer*, de una bomba de presión, de válvulas, de un equipo dosificador, de un sistema de calefacción y de un sistema de control. El sistema CIP sin recuperación realiza primero un proceso de pre-lavado de los equipos, en donde se rocía agua a presión dentro del equipo para remover las partículas adheridas a las paredes. Luego esta agua pasa por una línea de retorno que conduce al sistema de tratamiento de agua. Para el siguiente paso, se vuelve a tomar agua, se la mezcla con agentes limpiadores y desinfectantes, y se la hace circular a través del sistema del equipo. De igual manera, una vez que el paso se ha completado, el líquido residual pasa al sistema de tratamiento de agua. Para finalizar, se realiza una última circulación, esta vez solamente con agua, para eliminar cualquier residuo de los agentes limpiadores o desinfectantes que se hayan usado. Para ver programas de limpieza más detallados por los que se podría optar para limpiar tanto los tanques y equipos, como las tuberías se puede referir a los anexos 9.4 y 9.5.

Los equipos seleccionados para este proceso son los siguientes:

Para los equipos y tuberías:

- 5 tanques de 20 hl
- 1 tanque calentado por vapor para agentes limpiadores

Para los tanques:

- 3 tanques de 35 hl

Para ambos se incluyen las respectivas bombas de alimentación, bombas de retorno, dosificadores automáticos, y sistemas de control.

### **3.2.5.2.2. Agentes limpiadores**

Los agentes limpiadores se pueden clasificar en tres grandes grupos: agentes neutrales, agentes alcalinos o cáusticos, y agentes ácidos.

Los agentes neutrales se emplean cuando se debe remover, de las superficies de los equipos, sustancias fácilmente solubles en agua. Los agentes alcalinos se utilizan cuando se debe remover sustancias orgánicas que no se disuelven con tanta facilidad en agua. Y por último, se usan los agentes ácidos cuando se necesita remover sustancias minerales que difícilmente se disuelven en agua (Eßlinger, 2009).

### **3.2.5.2.3. Agentes desinfectantes**

Además de la limpieza, se necesita garantizar una adecuada desinfección de los equipos para asegurar la completa eliminación de microorganismos posiblemente nocivos para la salud humana.

La desinfección puede realizarse de dos maneras: una física, que involucra tratamientos de equipos mediante exposición a rayos UV, a rayos X, y al calor; y una química que involucra el empleo de agentes desinfectantes (Eßlinger, 2009).

Los principales agentes desinfectantes, utilizados en la industria cervecera son los siguientes:

- Sustancias que contengan cloro activo
- Agentes oxidantes
- Aldehídos
- Compuestos cuaternarios de amonio
- Dióxido de cloro
- Ácidos carboxílicos halogenados

### **3.2.5.3. Manejo de residuos**

El proceso de elaboración de cerveza genera grandes cantidades de agua residual y de desechos sólidos, que deben ser tratados o desechados de la forma menos costosa que cumpla con las regulaciones gubernamentales.

### 3.2.5.3.1. Agua residual

Los líquidos de desecho contienen, principalmente, residuos del proceso de elaboración de la cerveza, como son: azúcares, levadura, alcohol etílico, grasas volátiles y almidones solubles; y residuos de los procesos de limpieza y desinfección como son: ácido nítrico, soda cáustica, etc. Generalmente el agua residual se encuentra temperaturas entre 25°C y 38°C, además sus niveles de pH pueden variar entre 2 y 12, dependiendo del tipo y la cantidad de químicos utilizados en la limpieza de los equipos. Se estima que entre 3 y 10 litros de agua de desecho se generan por cada litro de cerveza producido. Necesariamente se requiere tratar estas aguas residuales, antes de poder descargarlas en las redes de alcantarillado. Para esto existen varios procesos que se pueden realizar, ligados en esencia al tipo de correcciones que se deban realizar a las propiedades del agua (Goldammer, 2008).

En el siguiente cuadro se presenta una caracterización detallada de los valores típicos de las aguas residuales de una cervecería antes de cualquier tratamiento:

Tabla 3-11. Composición del agua residual de elaboración de cerveza

Parámetro	Unidades	Media	Mínimo	Máximo
KMnO <sub>4</sub> (permanganato de potasio)	mgO <sub>2</sub> /L	2231	869	4840
COD (demanda química de oxígeno)	mg/l	2628	933	5515
BOD <sub>5</sub> (demanda biológica de oxígeno - 5 días)	mgO <sub>2</sub> /L	1668	600	3671
DOC (carbón orgánico disuelto)	mg/l	651	190	1620
Material Sedimentable	mg/l	15.8	2.5	61.6
TRS (total de sulfuros reducidos)	mg/l	426.1	106.6	1953.7
Residuo de ignición (contenido purezas inorgánicas)	mg/l	208.6	45.3	1236.5
TIN (total de nitrógeno inorgánico)	mg/l	12.5	4.2	29.6
TKN (total de nitrógeno Kjeldahl)	mg/l	58.2	26.6	126.8
TBN (total d nitrógeno confinado)	mg/l	70.2	37.1	137.2
NH <sub>4</sub> -N (nitrato de amonio)	mg/l	2.8	0.3	21.1
NO <sub>2</sub> -N (nitrito nitrógeno)	mg/l	1.3	0.1	20.7
NO <sub>3</sub> -N (nitrato nitrógeno)	mg/l	12.3	0.9	26.2
Total Fosfato	mg/l	10.6	0.8	41
Otro Fosfato	mg/l	11.8	1	33.6

Fuente: Eßlinger, 2009

Y estos son algunos de los requerimientos exigidos en el TULAS (normativa ecuatoriana) con respecto a las descargas al sistema de alcantarillado público:

Tabla 3-12. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetro	Unidades	Máximo
Temperatura	°C	40
Potencial de Hidrógeno	pH	5-9
COD (demanda química de oxígeno)	mg/l	500
BOD5 (demanda biológica de oxígeno - 5 días)	mgO2/L	250
Material Sedimentable	mg/l	20
TKN (total de nitrógeno Kjeldahl)	mg/l	40

*Fuente: Ministerio del Ambiente, 2010*

Ya una vez que se han caracterizado a los efluentes de la planta<sup>16</sup>, y que se conocen los límites permisibles de descarga para el sistema de alcantarillado público, se seleccionan los procesos adecuados para corregir los parámetros de las aguas residuales hasta llevarlos a los niveles requeridos por la legislación.

Se recomienda comenzar el tratamiento de los efluentes con un proceso de sedimentación por gravedad, para que cualquier partícula sólida se asiente y pueda ser removida con facilidad. Esto se puede realizar en un tanque de sedimentación circular de flujo radial o en piscinas de sedimentación. A partir de aquí comenzaría la fase química del proceso. Se sugiere enviar el agua sin sedimentos a un tanque en donde se pueda corregir su pH, agregando ya sean bases o ácidos hasta alcanzar los niveles permisibles. Para determinar la cantidad de bases o ácidos a utilizar se debe realizar un análisis químico del efluente, y en función de sus resultados se realiza la dosificación. Generalmente se utilizan bases como el hidróxido de sodio o el hidróxido de calcio; y ácidos como el sulfúrico o el hidroclicórico.

Después de haber corregido la acidez del agua, aún se tienen que reducir los niveles de demandas química y biológica de oxígeno. Para reducir los niveles de COD se puede optar por un método de oxigenación del efluente, utilizando un serpentín de una tubería tipo flauta por donde se inyecta aire. Y para reducir los niveles de BOD<sub>5</sub> se debe tratar necesariamente mediante un proceso de

<sup>16</sup> (Ministerio del Ambiente, 2010)

tratamiento bacteriano. Para una planta del tamaño que se está analizando en este trabajo es preferible utilizar un tratamiento aeróbico ya que requiere una menor inversión, no produce malos olores, y son fáciles de mantener.

Al momento de implementar el proyecto se debería consultar con un experto en manejo de efluentes para que ratifique o no el proceso propuesto, y realice la selección de equipos adecuados en función del capital que se esté dispuesto a invertir.

### **3.2.5.3.2. Desechos sólidos**

Los desechos sólidos que se generan en una cervecería son principalmente: desechos de los granos de cereal, residuos de lúpulo y proteínas coaguladas, residuos de levadura, tierra diatomácea del proceso de filtrado, y los desechos de los materiales de empaçado y embalaje.

De igual manera, es aconsejable mantener los distintos desechos de forma separada para poder darles un tratamiento diferenciado.

Los desechos de grano de cereal sirven como alimento para el ganado, por lo que se recomienda almacenarlos para venderlos eventualmente (Eßlinger, 2009).

Los residuos de lúpulo y de proteínas coaguladas, pueden ser almacenados junto a los desechos de los cereales o pueden ser descargados al sistema de alcantarillado. Esta última opción no es aconsejable, aunque sigue siendo una opción posible y legal.

Los residuos de levadura que no puedan ser reutilizados nuevamente en el proceso de fermentación, pueden servir también como alimento para el ganado como un tipo de suplemento alimenticio. Sin embargo, la levadura viva puede ser perjudicial para los animales, razón por la cual se debe matarla mediante un proceso de cocción de 12 horas de duración, a 60°C de temperatura.

La tierra diatomácea debe ser destinada a rellenos sanitarios apropiados, y la forma más aconsejable para hacerlo es contratando los servicios de un gestor ambiental para que se encargue de esta tarea.

Por último, los desechos de materiales de embalaje y envases defectuosos deben ser tratados como desechos comunes, y ser enviados a los rellenos sanitarios municipales o estatales (es aconsejable separar vidrio, papel y hojalata).

### 3.3. Indicadores de los procesos

La selección de los indicadores de los procesos depende de lo que cada empresa considere importante para su gestión. De hecho, resulta bastante costoso realizar mediciones para absolutamente todo, por lo que es recomendable concentrarse en los que, a criterio de cada uno, sean relevantes.

A continuación, se van a proponer algunos indicadores que se cree son importantes para medir el desempeño de los diferentes procesos industriales, y que se cree puedan ayudar a controlar la eficiencia, la productividad, y la calidad en las operaciones. Se podrá escoger entre estos indicadores los que se considere más relevantes para formar parte del capítulo de procesos internos del Cuadro de Mando Integral de la empresa.

**Nivel de cumplimiento de los proveedores:** es el grado de cumplimiento de los proveedores con los plazos de entrega de los pedidos de insumos y materias primas.

*Unidad Operacional = (pedidos conformes recibidos a tiempo / total de pedidos realizados) x 100*

**Calidad de los insumos recibidos:** es el nivel de cumplimiento de los requisitos de los insumos comprados.

*Unidad Operacional = (pedidos recibidos no conformes / total de pedidos) x 100*

**Nivel de utilización de equipos:** se refiere a qué tanto de la capacidad instalada de la empresa está siendo utilizada efectivamente en el proceso productivo.

*Unidad Operacional = (capacidad utilizada / capacidad instalada) x 100*

**Cumplimiento del tiempo de ciclo:** se mide para los procesos batch (maceración, fermentación, etc.), y es la relación que existe entre el tiempo de ciclo real y el tiempo de ciclo estándar. El tiempo de ciclo, es el tiempo de procesamiento que toma terminar un ítem.

*Unidad Operacional = (tiempo de ciclo estándar / tiempo de ciclo real) x 100*

**Cumplimiento del tiempo de salida:** se mide para los procesos continuos (envasado), y es la relación que existe entre el tiempo de salida real y el tiempo de salida estándar. El tiempo de salida, es el tiempo entre ítems completados medido en la salida del proceso.

$$\text{Unidad Operacional} = (\text{tiempo de salida estándar} / \text{tiempo de salida real}) \times 100$$

**Tiempo productivo de los procesos:** se refiere a qué tan bien, cada proceso, está ocupando el tiempo de la jornada laboral para realizar actividades que generen valor.

$$\text{Unidad Operacional} = (\text{tiempo jornada} - \text{tiempo paras programadas} - \text{tiempo paras no programadas} - \text{tiempos ociosos}) / (\text{tiempo jornada} - \text{tiempo paras programadas}) \times 100$$

**Porcentaje de paradas no programadas:** se refiere a cuánto tiempo de la jornada laboral destinada a la producción de un proceso, se pierde en paradas no programadas.

$$\text{Unidad Operacional} = (\text{tiempo paras no programadas} / (\text{tiempo jornada} - \text{tiempo paras programadas})) \times 100$$

**Porcentaje de productos defectuosos:** es la relación entre los productos no conformes detectables que salen al final del proceso y el total de productos elaborados.

$$\text{Unidad Operacional} = (\text{unidades defectuosas} / \text{total unidades producidas}) \times 100$$

**Buenos a la primera:** se mide para los procesos batch (maceración, fermentación, etc.), y es la relación entre los productos o lotes que han salido conformes del proceso al primer intento y el total de productos o lotes procesados.

$$\text{Unidad Operacional} = (\text{lotes conformes 1}^{\text{er}} \text{ intento} / \text{total lotes procesados}) \times 100$$

**Tasa de pérdidas:** es la relación entre la cantidad de insumos consumidos frente a la cantidad de insumos requeridos idealmente para esa producción.

*Unidad Operacional = ((insumos utilizados – insumos requeridos) / insumos requeridos) x 100.*

**Productividad general:** es la relación entre la cantidad de producto conforme terminado y la cantidad de producción programada.

*Unidad Operacional = (producción real / producción programada) x 100*

**Tasa de servicio:** es el grado de cumplimiento en la entrega (a tiempo, ítems correctos, y cantidad correcta) con relación a los pedidos realizados por los clientes.

*Unidad Operacional = (pedidos conformes entregados / total de pedidos recibidos) x 100*

## 4. Capítulo IV

### 4.1. Mapa de identificación de riesgos ambientales

Con el propósito de tener conocimiento de los riesgos ambientales más evidentes que se presentarían en las instalaciones, para después incorporar controles en el diseño de las mismas, se ha realizado un mapa de identificación de los principales aspectos ambientales y sus respectivos impactos. A continuación se muestra una tabla que resume los aspectos encontrados en función de los procesos y las actividades que se realizan:

Tabla 4-1. Mapa de aspectos ambientales

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES (MAPA DE RIESGOS)				
ÁREA	PROCESO	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO
Bodegas	Alm. Insumos	Manejo de Insumos	Derrame de Químicos	Contaminación Agua
		Molienda	Explosión del Polvo de Cereal	Contaminación Suelo
Producción	Maceración	Llenado del Tanque	Derrame	Contaminación Aire
		Vaciado del Tanque	Generación de Efluentes	Contaminación Agua
	Separación del Mosto	Llenado del Tanque	Derrame	Contaminación Suelo
		Vaciado del Tanque	Generación de Desechos (material orgánico)	Contaminación Agua
	Ebullición del Mosto	Llenado del Tanque	Generación de Efluentes	Contaminación Suelo
		Vaciado del Tanque	Derrame	Contaminación Agua
	Fermentación del Mosto	Llenado del Tanque	Derrame	Contaminación Suelo
		Vaciado del Tanque	Generación de Desechos (material orgánico)	Contaminación Suelo
	Carbonatación de Cerveza	Inyección de CO2	Generación de Efluentes	Contaminación Agua
			Derrame	Contaminación Agua
Envasado	Llenado y Embalaje	Generación de Desechos (residuos de empaques)	Contaminación Suelo	
		Derrame	Contaminación Suelo	
Limpieza	Lavado de Equipos	Generación de Efluentes	Contaminación Agua	
		Derrame	Contaminación Suelo	
Generación de Energía	Quema de Combustible	Emisión de Gases	Contaminación Aire	
		Almacenamiento Combustible	Derrame	Contaminación Agua
Gestión	Uso de Material de Oficina	Generación de Efluentes	Contaminación Suelo	
		Generación de Desechos (material de oficina)	Contaminación Agua	
Administrativa				Contaminación Suelo

Autor: Borja, D., 2010

## 4.2. Mapa de identificación de riesgos de seguridad

De igual manera, se ha realizado un mapa de identificación de los principales factores riesgo de seguridad que pudieran existir en las instalaciones y cuyos controles puedan ser incorporados en el diseño de la infraestructura de la planta. Este también podrá ser utilizado, para en lo posterior, realizar un plan de prevención de riesgos. A continuación se muestra una tabla que resume los factores encontrados en función de los procesos y las actividades que se realizan:

Tabla 4-2. Mapa de factores de riesgo

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO (MAPA DE RIESGOS)						
ÁREA	PROCESO	ACTIVIDAD / LOCACIÓN	EQUIPO	MATERIALES	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO
Bodegas	Alm. Insumos	Bod. Insumos	Montacargas		Atropellamiento	Mecánico
	Alm. Producto Terminado	Bod. Producto Terminado	Montacargas	Químicos Insumos	Intoxicación Incendio	Químico Mecánico
Producción	Alm. de Malta	Silos	Silo	Productos	Atropellamiento Incendio	Mecánico Mecánico
	Molienda	Molienda Malta	Molino		Calda	Mecánico
	Maceración	Maceración	Tanque		Explosión	Mecánico
	Separación del Mosto	Separación del Mosto	Lauter Tun		Inhalación de Partículas	Químico
	Ebullición del Mosto	Ebullición del Mosto	Tanque		Quemadura	Mecánico
	Fermentación del Mosto	Fermentación del Mosto	Tanque		Quemadura	Mecánico
	Carbonatación de Cerveza	Inyección de CO2	Tanque		Quemadura Exposición a Microorganismos Explosión	Mecánico Biológico Mecánico
	Envasado	Embalaje y Palletización	Bandas Transportadoras		Sobre-esfuerzo	Ergonómico
	Limpieza	Equipos	Tanques		Quemadura con Químicos	Químico
	Generación de Energía	Cuarto Generadores	Generadores Tanques		Sobre-exposición a Químicos	Químico
	Generación de Vapor	Cuarto Evaporador	Combustible Evaporador		Electrocución Explosión	Mecánico Mecánico
	Gestión	Oficinas		Elementos Inflamables	Quemadura Sobre-exposición al Calor Incendio	Mecánico Físico Mecánico

Autor: Borja, D., 2010

## **4.3. Diseño de las instalaciones**

### **4.3.1. Criterios de diseño**

Para elaborar el Layout de las instalaciones de la planta cervecera, se deben tomar en cuenta varios criterios de diseño en lo referente a dimensionamiento de áreas de trabajo, pasillos, ubicación de luminarias, etc. A continuación se van a mencionar los más importantes a ser considerados.

#### **4.3.1.1. Piso de la planta**

Los pisos de las zonas que no requieren una limpieza muy estricta, como bodegas u oficinas, pueden y suelen ser de concreto únicamente. Sin embargo, para las zonas de la planta en donde se necesita mantener un alto grado de sanidad y en donde existe alto riesgo de derrame de líquidos, se requiere un tipo de piso que cumpla requerimientos especiales. Es necesario que dichos pisos sean fáciles de limpiar, que no tengan porosidades en donde se puedan acumular residuos, que soporten el tráfico de personas, y que no guarden olores.

Usualmente se utilizan recubrimientos sintéticos, que son colocados sobre el piso de concreto para darle las características deseadas. Y de hecho, este método es el más recomendable por tener un costo bastante accesible, y por disponer de una amplia gama de recubrimientos como son: epóxicos, uretanos, y acrílicos<sup>17</sup>.

#### **4.3.1.2. Compartimentación**

La compartimentación reduce significativamente la capacidad de propagación del fuego y el humo en caso de un incendio o explosión. Esta consiste en formar barreras verticales y horizontales alrededor de las potenciales fuentes de incendios. En el caso de la cervecería, como se analizó en el mapa de riesgos de seguridad, existe un factor de riesgo en el proceso de molienda. Para controlar una eventual explosión o incendio, no solo se debe mantener la zona bien ventilada sino que se debe aislar al molino del resto de las instalaciones para que en caso de que se produzca un incendio este no se propague. Además, el equipo se debe ubicar en una sola planta sin ningún otro

---

<sup>17</sup> (Food Manufacturing, 2010)

piso sobre él, ya que las explosiones del polvo de los cereales tienden a destruir los techos. Por dichas razones, el molino se deberá localizar en una esquina del edificio donde tenga una buena ventilación, además se deberán colocar paredes de ladrillo hasta el techo e instalaciones eléctricas a prueba de explosiones.

Existe además un ligero riesgo de explosión por despresurización de algunos tanques y equipos utilizados en el proceso, por lo que se debería tener la misma precaución de no colocar ningún piso sobre dichos equipos (Hanna & Konz, 2004).

#### **4.3.1.3. Ubicación de extintores**

Con respecto a los extintores se deben tomar en cuenta cuatro factores al momento de seleccionarlos y ubicarlos. Primero, el tipo de fuego que se deberá apagar. Existen 5 tipos principales de fuego: combustibles (A), materiales inflamables (B), eléctricos (C), metales combustibles (D), y medios de cocción combustibles (K). Se descartan los fuegos tipo D y K, ya que no se los maneja en ninguna parte del proceso. Segundo, se debe tener en cuenta la altura a la cual se coloca el extintor. Extintores cuyo peso total no exceda las 40 libras, se deben colocar de tal manera de que su parte superior no sobrepase los 153 cm de altura con relación al piso. Y extintores cuyo peso total exceda las 40 libras, se deben colocar de tal manera de que su parte superior no sobrepase los 107 cm de altura con relación al piso. Tercero, los extintores deben estar colocados de tal manera de que las personas no tengan que caminar más de una cierta distancia para alcanzarlos. Para fuegos tipo A, la distancia máxima para caminar es de 23 metros. Para fuegos tipo B varía de acuerdo a la efectividad del extintor, la distancia usual es de 15 metros pero si el extintor no es muy efectivo se debe reducir dicha distancia a 9 metros. Para fuegos tipo C se utiliza la misma distancia que para los de tipo A, es decir 23 metros. Ahora, es recomendable utilizar extintores ABC ya que con estos se puede apagar los tres tipos de fuego que se puedan presentar. Cuarto y último, el extintor debe permanecer siempre visible y, debe estar apropiadamente marcado y etiquetado. Debe colocarse de tal manera de que su visibilidad no sea obstruida por ningún otro elemento. Además, su etiqueta tiene que estar clara y se debería poder leer desde una distancia de 1 metro. Las marcas en la

pared que indican la presencia de un extintor se debería poder leer desde una distancia de 8 metros<sup>18</sup>.

#### **4.3.1.4. Redes húmedas**

Por razones de seguridad, se debe instalar una red húmeda contra incendios en las instalaciones tanto fuera como dentro del edificio. En el exterior se deben colocar mangueras contra incendio e hidrantes para poder actuar ante una emergencia. En el interior se debe colocar una red de aspersores para combatir rápidamente cualquier incendio que se produzca. Los aspersores se deben colocar en un cierto grado de densidad; para esto es preferible leer detenidamente la norma NFPA 13 de instalaciones de aspersores. De todas formas, al momento de la construcción de la planta es preferible consultar con un experto en el tema, que realice un diseño adecuado a las necesidades de la fábrica. El típico sistema contra incendios consta de una fuente de agua (usualmente la red de agua potable), una fuente de respaldo (tanque de almacenamiento), válvulas y tuberías, y un sistema de alarma que alerte a los bomberos y a los equipos de emergencia<sup>19</sup>.

#### **4.3.1.5. Detección de incendios**

Se debe instalar un sistema de detección de incendios, preferiblemente utilizando sensores de humo ya que los techos de la cervecería son altos y el humo se detecta más rápidamente. El sistema de detección, es a su vez el que activa la alarma y que efectúa la apertura de los aspersores. De igual manera que para el sistema de aspersores, es recomendable que el diseño de este sistema lo realice un equipo especializado en el tema que conozca detalladamente las normas NFPA. En el caso de los detectores de incendios se puede consultar la norma NFPA 72E (Hanna & Konz, 2004).

#### **4.3.1.6. Parqueaderos**

Los parqueaderos son sumamente importantes para el diseño de las instalaciones ya que deben ser suficientes para albergar a los vehículos de los empleados y de las visitas, aprovechando y optimizando el espacio. Se ha

---

<sup>18</sup> (National Fire Protection Association, 2010)

<sup>19</sup> (National Fire Protection Association, 2010)

decidido por una disposición de parqueaderos en 90°, es decir perpendiculares a la vía; ubicados en un lote único para simplificar las tareas de control y seguridad. El sentido de las vías es único, ya que se decidió por que el ingreso y la salida de automóviles sean independientes para mejorar el flujo. En el caso de una evacuación, las vías tendrán el ancho adecuado para usarse en ambos sentidos y usar tanto el ingreso como la salida como rutas de escape. Cada espacio de estacionamiento tiene que tener 2.75 metros de ancho y 6.1 metros de profundidad; la vía debe tener 7.3 metros de ancho para que pueda funcionar en ambos sentidos (Hanna & Konz, 2004).

#### **4.3.1.7. Pasillos**

Los pasillos pueden ser de tres tipos: pasillos para uso combinado de vehículos y personas, pasillos exclusivos para vehículos, y pasillos exclusivos para personas.

El ancho del pasillo combinado para uso de vehículos y personas, es de 3.7 metros. Esto proporciona espacio suficiente para que los vehículos se muevan en ambos sentidos, y que las personas se desplacen con seguridad. Los pasillos exclusivos para vehículos, en especial montacargas, deben tener al menos 2.8 metros de ancho. Y los pasillos exclusivos para personas deben tener al menos 0.9 metros de ancho. En la práctica, dependiendo de cómo se abran las puertas en los pasillos de oficinas su ancho suele ser variar entre 1.8 y 2.4 metros (Hanna & Konz, 2004).

#### **4.3.1.8. Escaleras**

Existen principalmente dos tipos de escaleras: las escaleras verticales, y las escaleras con gradas. Las escaleras verticales tienen que tener peldaños de por lo menos 15.25 cm de huella, separados de 25.4 cm a 30.5 cm entre sí. El ancho de la escalera debería tener entre 48.3 cm y 61 cm, para asegurar que la persona pueda sujetarse cómodamente de la misma.

Las escaleras con peldaños se sujetan a los mismos criterios que las escaleras verticales con la diferencia de que tiene pasamanos para sujetarse; estos pasamanos deben tener 91 cm de altura para que sean cómodos para las personas (Hanna & Konz, 2004).

#### 4.3.1.9. Almacenamiento

Se ha decidido por incluir dos bodegas en el diseño de la planta, una para insumos, materias primas y componentes *packaging*, y otra para productos terminados. Para la bodega de insumos se ha optado por bodegas tipo hangar, en las cuales se colocan los *pallets* apilados en el suelo. Bajo este modelo de bodegas se reduce el monto de la inversión ya que no se debe comprar *racks* para colocar los *pallets*, y además se consigue mantener un sistema de manejo de bodegas tipo *FIFO* (primero en entrar, primero en salir).

La bodega de productos terminados tiene que ser diseñada de forma distinta a la bodega de insumos ya que dichos productos tienen tiempos de vida relativamente cortos, y que además debe proporcionar condiciones de temperatura especiales para el proceso de segunda fermentación en botella. Por estas razones, se ha decidido por un tipo de bodega similar a la de insumos, con la diferencia de que esta debe incluir un sistema de climatización para mantener el producto a una temperatura constante de 25°C para que el proceso de fermentación se realice con normalidad (Hanna & Konz, 2004).

En cuanto a la capacidad de las bodegas, se ha calculado un tamaño para la bodega de insumos, materias primas y componentes *packaging*, lo suficientemente grande para almacenar el equivalente a 18 días de producción en el caso de que se produzcan 40,000 hl al año, y para 12 días de producción en el caso de que se produzcan 60,000 hl al año. Para la bodega de producto terminado, se le ha dado una capacidad de almacenamiento de producto terminado (en presentación de botellas de 333 cc) para 44 días de producción en el caso de que se produzcan 40,000 hl al año, y para 30 días de producción en el caso de que se produzcan 60,000 hl al año. La capacidad de las bodegas de producto terminado es mayor que la de insumos, ya que se desea que exista la posibilidad de almacenar un *stock* de seguridad, para contrarrestar posibles picos de demanda o situaciones críticas en la empresa que disminuyan o paraliquen la producción.

#### **4.3.1.10. Zonas de descarga para camiones**

Con respecto a las zonas de descarga para camiones se debe considerar dos aspectos: las dimensiones y orientaciones de las estaciones de descarga, y el tamaño de las vías de acceso de los camiones.

Las estaciones de descarga deben tener un ancho mínimo de 2.6 m, y una altura mínima de 2.75 m. En caso de que se necesite nivelar la altura del camión con la de la estación de descarga, se emplean niveladores en forma de rampa. La profundidad de las estaciones puede variar mucho, dependiendo del tipo de camión que vaya a aparcar allí, por esa razón para este diseño se tomarán la profundidad requerida para un camión de remolque grande, que es de 16.7 metros.

Además, las estaciones se van a orientar a 60° con respecto a la línea del pasillo de vehículos, para facilitar las maniobras de los conductores y así reducir los tiempos de descarga.

Las vías de acceso tendrán 6.7 metros a la entrada y a la salida, y 4.87 metros una vez adentro. De igual manera, en los giros de 90° que se produzcan en la vía se deberán diseñar curvas con un radio de no menos de 15.25 metros, con el propósito de que los camiones más largos puedan curvar sin inconvenientes (Hanna & Konz, 2004).

#### **4.3.1.11. Cintas transportadoras**

Las cintas transportadoras se utilizan para transportar las botellas y envases en general a lo largo de la línea de envasado. Se necesita un requerimiento especial de altura para el último tramo del transportador en donde se descargan las cajas de producto terminado de la línea para colocarlas en los *pallets*. Es imperativo que la altura del extremo se final se encuentre al nivel de la cintura del trabajador para que realice un esfuerzo menor al momento de levantar las cajas, y se minimice el riesgo de que sufra alguna lesión a causa de esta actividad.

#### **4.3.1.12. Iluminación**

Por el tipo de actividad que se realiza no es necesario el uso de luminarias muy intensas, aunque si se debe diferenciar entre los niveles de iluminación

necesarios para las distintas actividades y áreas, con el fin de minimizar el consumo de energía eléctrica.

Para los pasillos y áreas en las que no se realicen actividades laborales, es suficiente contar una iluminancia de 30 lux. Para los lugares en donde se realicen tareas simples que requieren poca concentración visual basta contar con una iluminancia de 100 lux. Para las áreas del proceso productivo es suficiente tener una iluminancia de 500 lux, y para las oficinas una iluminancia de 1000 lux (iluminancia es la potencia luminosa percibida por el ojo humano [flujo luminoso] en un área determinada<sup>20</sup>) (Westinghouse Electric Corporation, 1978).

Otro aspecto a considerar es el sistema de iluminación de emergencia. Se necesita que las luminarias de emergencia proporcionen al menos una iluminancia de 10 lux para alumbrar las rutas de evacuación y las salidas de emergencia. Las lámparas de emergencia deben ser completamente autónomas, es decir deben funcionar independientemente se haya cortado el flujo de energía eléctrica hacia la planta.

#### **4.3.2. Localización de la planta**

En lo referente a la localización de la planta, existen un sin número de factores que influyen al momento de tomar una decisión. Algunos de ellos son puramente subjetivos, y la importancia que se les dé va a depender de la persona que haga el análisis de localización. Sin embargo, existen factores puramente técnicos y objetivos que deben considerarse siempre, y que la localización escogida debe cumplir. Es necesario que el terreno en donde se vaya a ubicar la planta disponga de los servicios necesarios de alcantarillado, de energía eléctrica, de agua potable, de teléfono, de internet, y además, vías de acceso en buen estado. Por obvias razones, es preferible buscar opciones dentro de los parques industriales establecidos en las ciudades ya que estos cuentan con todos estos servicios en la magnitud que demanda la industria. Inclusive, en estas localizaciones se encuentran definidas líneas de fábrica que permiten construir industrias de mediano y alto impacto, que cuentan con más facilidades al momento de gestionar los desechos, que se encuentran alejadas

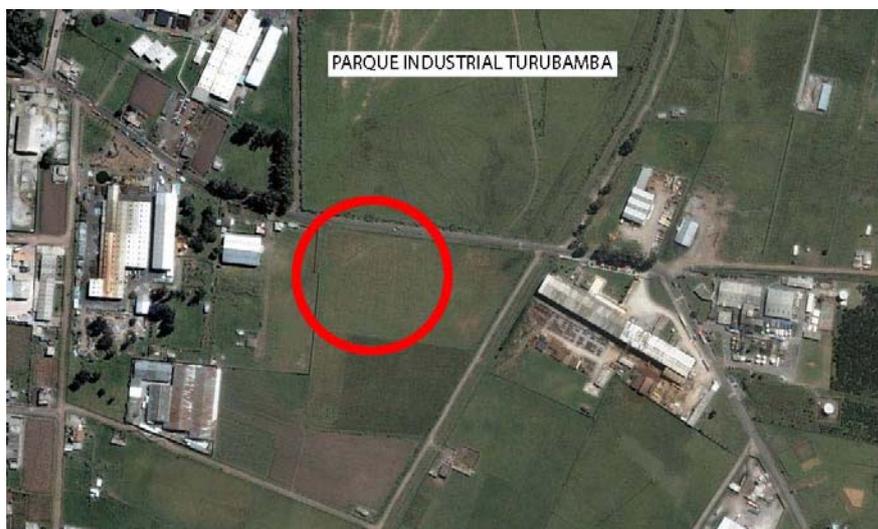
---

<sup>20</sup> (Wikipedia, 2010)

de las zonas más densamente pobladas, que están muy cerca de las grandes carreteras que conectan las diferentes ciudades, etc. A parte de eso, lo más coherente sería ubicar las instalaciones lo más próximo posible a los grandes mercados y centros de consumo del producto que se desee comercializar. Así, para el caso de este trabajo, se ha evidenciado (gracias al estudio de mercado realizado anteriormente) que existen dos centros principales de consumo de cerveza en cuanto a su volumen de consumo anual, que son las ciudades de Quito y Guayaquil. Por esto, es recomendable ubicar la planta lo más cerca posible de uno de estos dos lugares, con el propósito de minimizar los costos de distribución en lo posterior.

Como referencia para el estudio financiero, se ha seleccionado un terreno en el parque industrial Turubamba en el sur de la ciudad de Quito. El parque industrial de Turubamba se encuentra en la Panamericana Sur km 14 ½, casi a la salida de la ciudad, aspecto que beneficia para lo que es entrada y salida de camiones. A parte de lo mencionado, se puede también considerar los costos de transporte, la disponibilidad de mano de obra, además de factores emocionales y de preferencia de quién realice el estudio. Afortunadamente, los parques industriales tienen la ventaja de implícitamente disponer de mano de obra, y al encontrarse cerca de las grandes carreteras los costos de transporte tienden a ser bajos. A continuación se muestra una foto aérea del parque para mostrar la ubicación del terreno seleccionado:

Figura 4-1. Terreno en parque industrial Turubamba



*Fuente: Google, 2010*

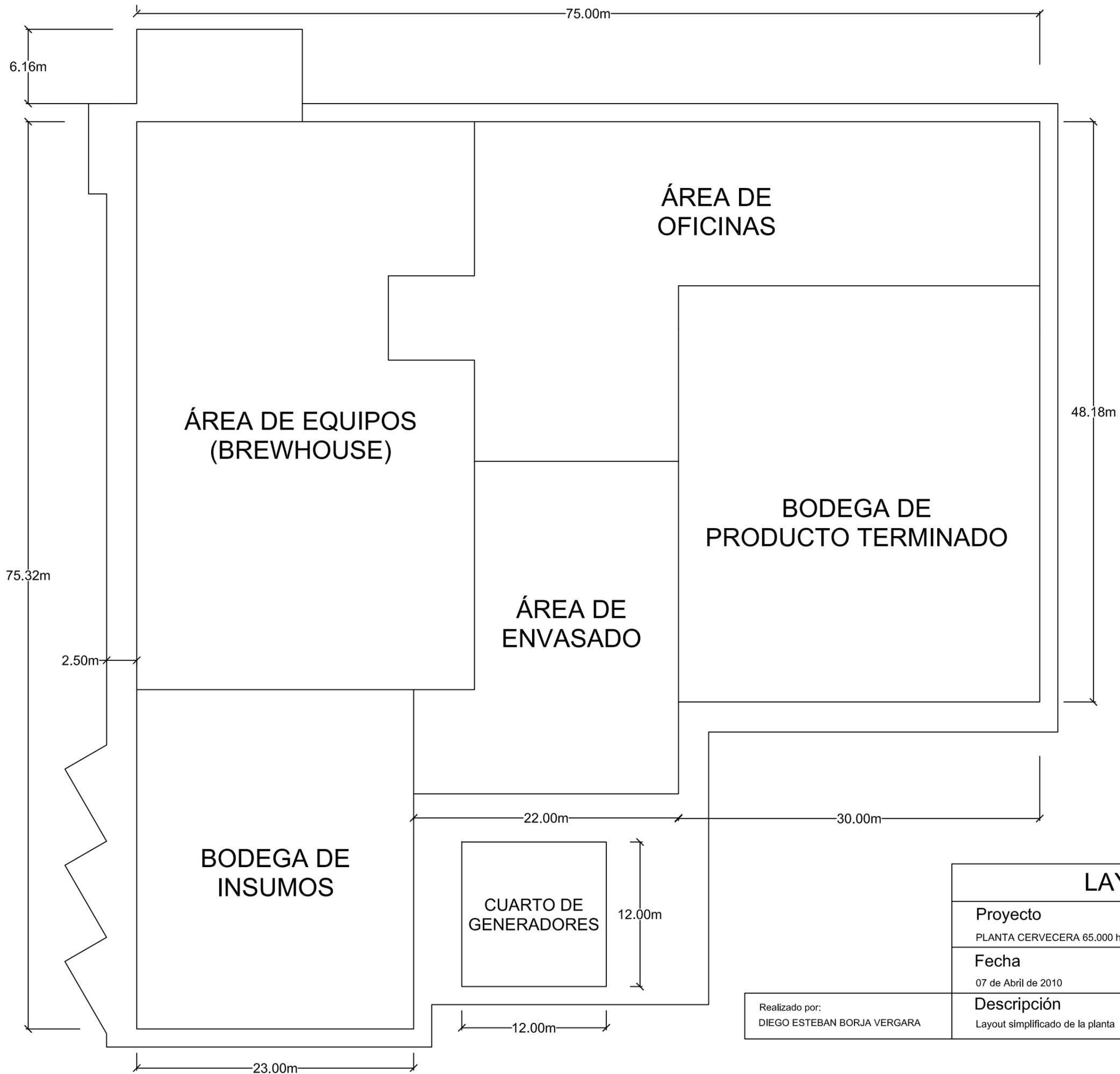
En conclusión, para este proyecto se ha seleccionado un terreno en función de una técnica de imitación, es decir, se selecciona una ubicación en base a la experiencia de otras industrias. Como en el parque industrial Turubamba existen muchas otras empresas de mediano impacto que están satisfechas con su ubicación, es racional pensar que va a resultar un buen lugar para colocar la empresa. Ahora, si no se podría encontrar un terreno en una zona industrial predeterminada se tendría que realizar un análisis más profundo en el que se tendría que verificar la disponibilidad de servicios básicos, y las normativas de construcción y operación que haya determinado el municipio de cada ciudad.

#### **4.3.3. Layout**

Se ha realizado una propuesta para el diseño de las instalaciones de una cervecería según las características descritas anteriormente, que corresponda a los procesos seleccionados y sus respectivos equipos. Este diseño ha sido plasmado en un Layout, en el que se detalla la ubicación de las áreas de la empresa, la ubicación de equipos, y las dimensiones de las obras civiles.

Además, se ha utilizado como referencia los criterios de diseño antes mencionados, para el dimensionamiento de pasillos, de vías de acceso, y para efectuar controles apropiados en la infraestructura para controlar los riesgos ambientales y de seguridad que se podrían presentar.

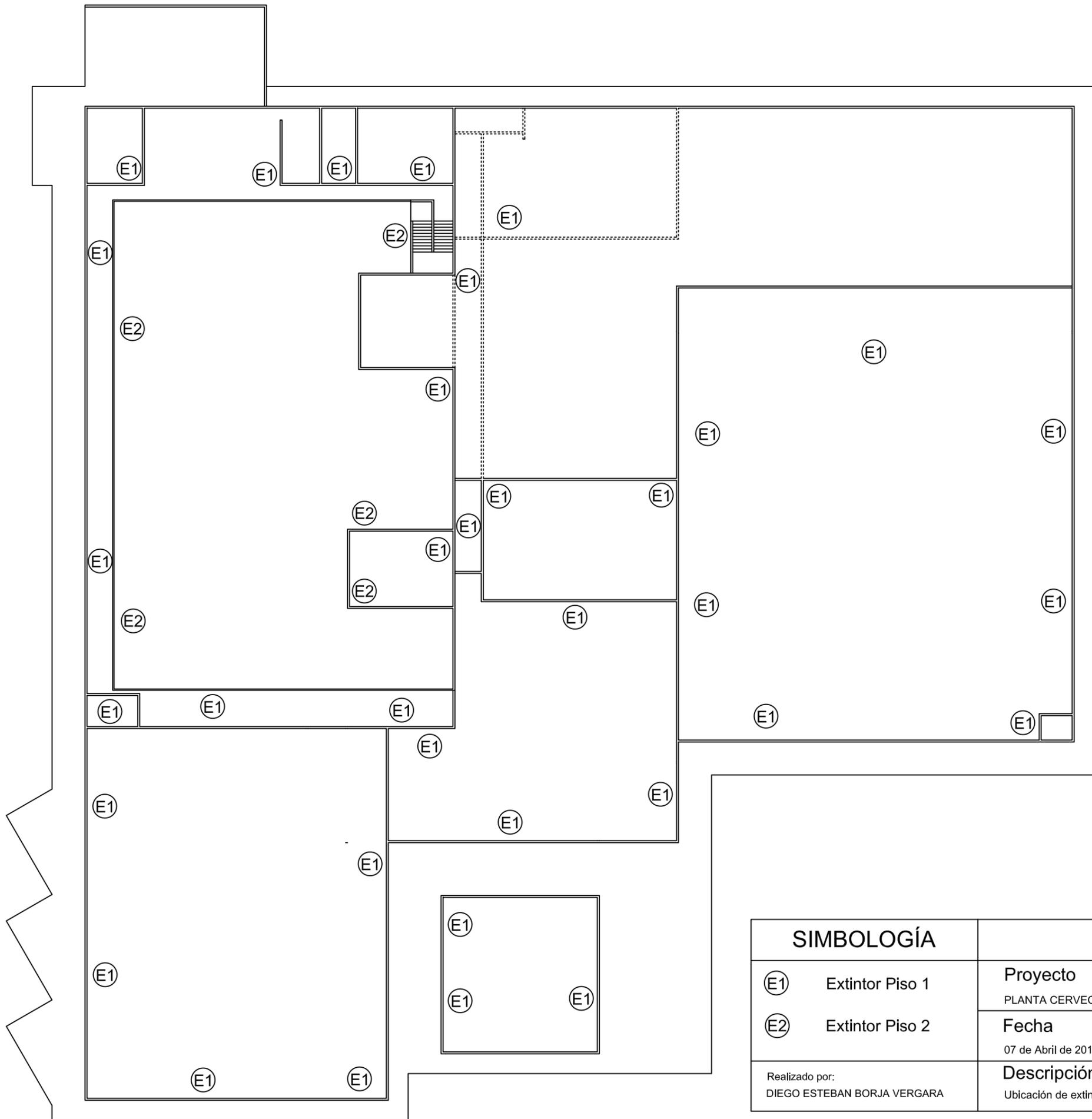
A continuación, se expone el resultado del diseño del Layout presentado en cinco planos: el primero muestra una visión general de la ubicación de las diferentes aéreas de la planta; el segundo, una vista con la ubicación de los extintores en las áreas de producción; el tercero, una vista del nivel inferior de la planta; el cuarto, una vista del nivel superior de la planta (se muestran también las partes de la planta inferior que no están cubiertas por una losa); y el quinto, muestra el flujo de personas y equipos a través de la planta.



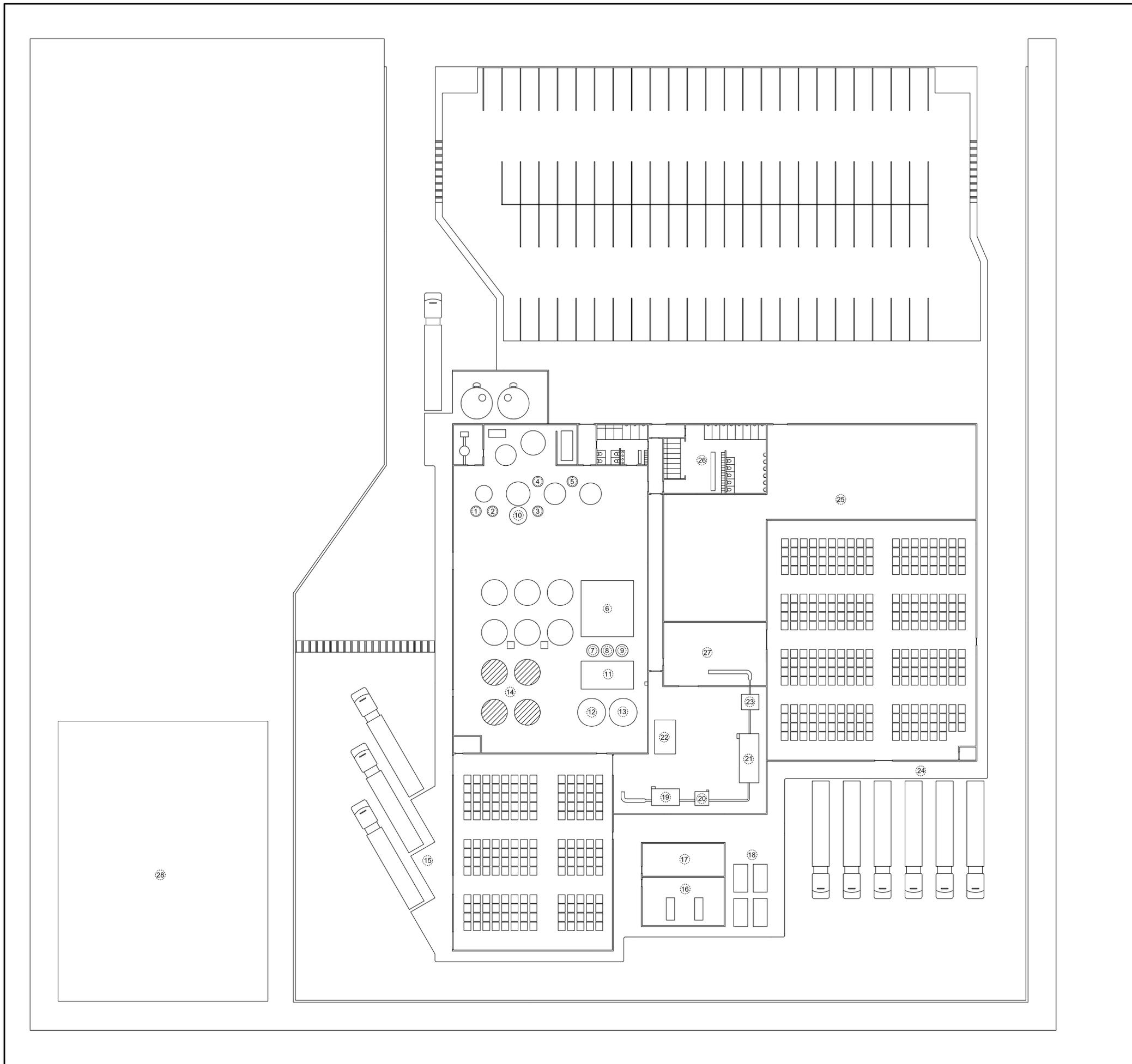
### LAYOUT

<b>Proyecto</b> PLANTA CERVECERA 65.000 hL/Año	<b>Hoja</b> 1 / 5
<b>Fecha</b> 07 de Abril de 2010	
<b>Descripción</b> Layout simplificado de la planta	

Realizado por:  
DIEGO ESTEBAN BORJA VERGARA



SIMBOLOGÍA		LAYOUT	
ⓔ1	Extintor Piso 1	Proyecto PLANTA CERVECERA 65.000 hL/Año	Hoja 2 / 5
ⓔ2	Extintor Piso 2	Fecha 07 de Abril de 2010	
Realizado por: DIEGO ESTEBAN BORJA VERGARA		Descripción Ubicación de extintores	



## LEYENDA

- 1 - Tanque CIP 20 hL
- 2 - Tanque CIP 20 hL
- 3 - Tanque CIP 20 hL
- 4 - Tanque CIP 20 hL
- 5 - Tanque CIP 20 hL
- 6 - Línea de Enfriamiento
- 7 - Tanque CIP 25 hL
- 8 - Tanque CIP 25 hL
- 9 - Tanque CIP 25 hL
- 10 - Tanque para Residuos Lauter Tun
- 11 - Filtro
- 12 - Tanque Cerveza Pre-ensado
- 13 - Tanque Cerveza Pre-ensado
- 14 - Espacio para Expansión de Unitanks
- 15 - Zona de Descarga Bodega Insumos
- 16 - Cuarto de Generadores
- 17 - Cuarto de UPS
- 18 - Tanques de Combustible
- 19 - Tanques de Lavado de Botellas
- 20 - Equipo de Verificación de Botellas
- 21 - Equipo de Llenado de Botellas
- 22 - Pasteurizador
- 23 - Equipo de Etiquetado de Botellas
- 24 - Zona de Carga Bodega Producto Terminado
- 25 - Oficinas Planta Baja
- 26 - Vestidor de Hombres
- 27 - Zona de Empacado
- 28 - Espacio para Tratamiento de Efluentes

## SIMBOLOGÍA

Paso Peatonal



## DIMENSIONES GENERALES

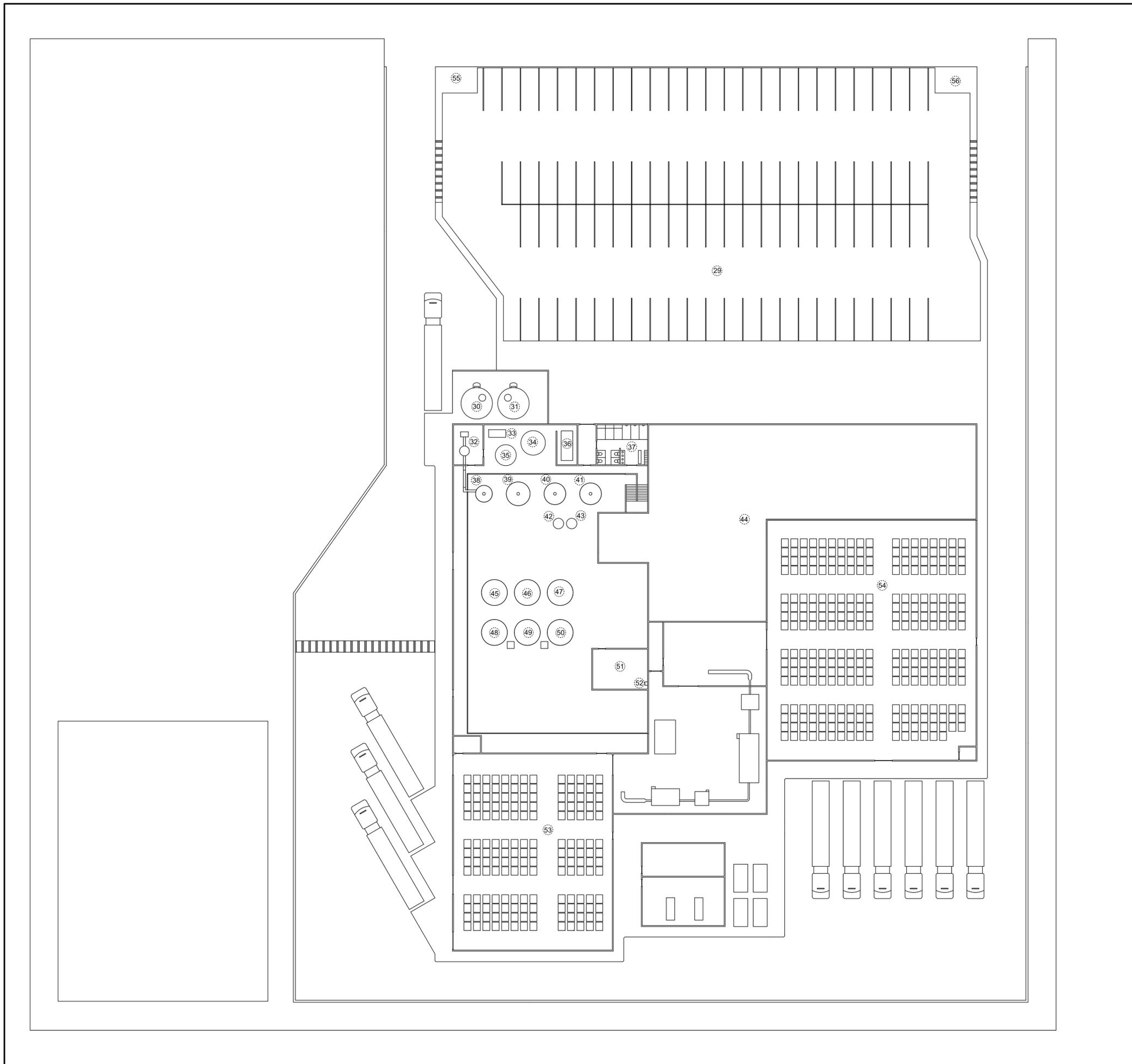
LOCACIÓN	ÁREA
Bodega de Insumos	635 m <sup>2</sup>
Bodega de Producto Terminado	920 m <sup>2</sup>
Cuarto de Envasado	315 m <sup>2</sup>
Cuarto de Equipos Planta Baja	1236 m <sup>2</sup>
Cuarto de Equipos Planta Alta	832 m <sup>2</sup>
Cuarto de Generadores y UPS	137 m <sup>2</sup>
Zona de Empacado	133 m <sup>2</sup>
Oficinas Planta Baja	775 m <sup>2</sup>
Oficinas Planta Alta	1028 m <sup>2</sup>
Laboratorio	45 m <sup>2</sup>
Vestidor de Hombres	137 m <sup>2</sup>
Vestidor de Mujeres	42 m <sup>2</sup>
Estacionamiento	2820 m <sup>2</sup>
Espacio para Tratamiento de Efluentes	1200 m <sup>2</sup>

Realizado por:

DIEGO ESTEBAN BORJA VERGARA

## LAYOUT

Proyecto PLANTA CERVECERA 65.000 hL/Año	Hoja 3 / 5
Fecha 07 de Abril de 2010	
Escala 1:275	
Descripción Implantación de la cervecería - Nivel 0	



## LEYENDA

- 29 - Estacionamiento de Vehículos
- 30 - Silo de Malta de Trigo
- 31 - Silo de Malta de Cebada
- 32 - Molino de Granos
- 33 - Equipo de Osmosis Inversa
- 34 - Tanque de Agua Caliente
- 35 - Tanque de Agua Fría
- 36 - Caldera de Vapor
- 37 - Vestidor de Mujeres
- 38 - Tanque de Macerado
- 39 - Lauter Tun
- 40 - Tanque de Cocción
- 41 - Whirlpool
- 42 - Tanque de Levadura
- 43 - Tanque de Levadura
- 44 - Oficinas Planta Alta
- 45 - Unitank
- 46 - Unitank
- 47 - Unitank
- 48 - Unitank
- 49 - Unitank
- 50 - Unitank
- 51 - Laboratorio
- 52 - Elevador de Muestras
- 53 - Bodega de Insumos
- 54 - Bodega de Producto Terminado
- 55 - Garita de Salida de Vehículos
- 56 - Garita de Entrada de Vehículos

## SIMBOLOGÍA

Paso Peatonal



## DIMENSIONES GENERALES

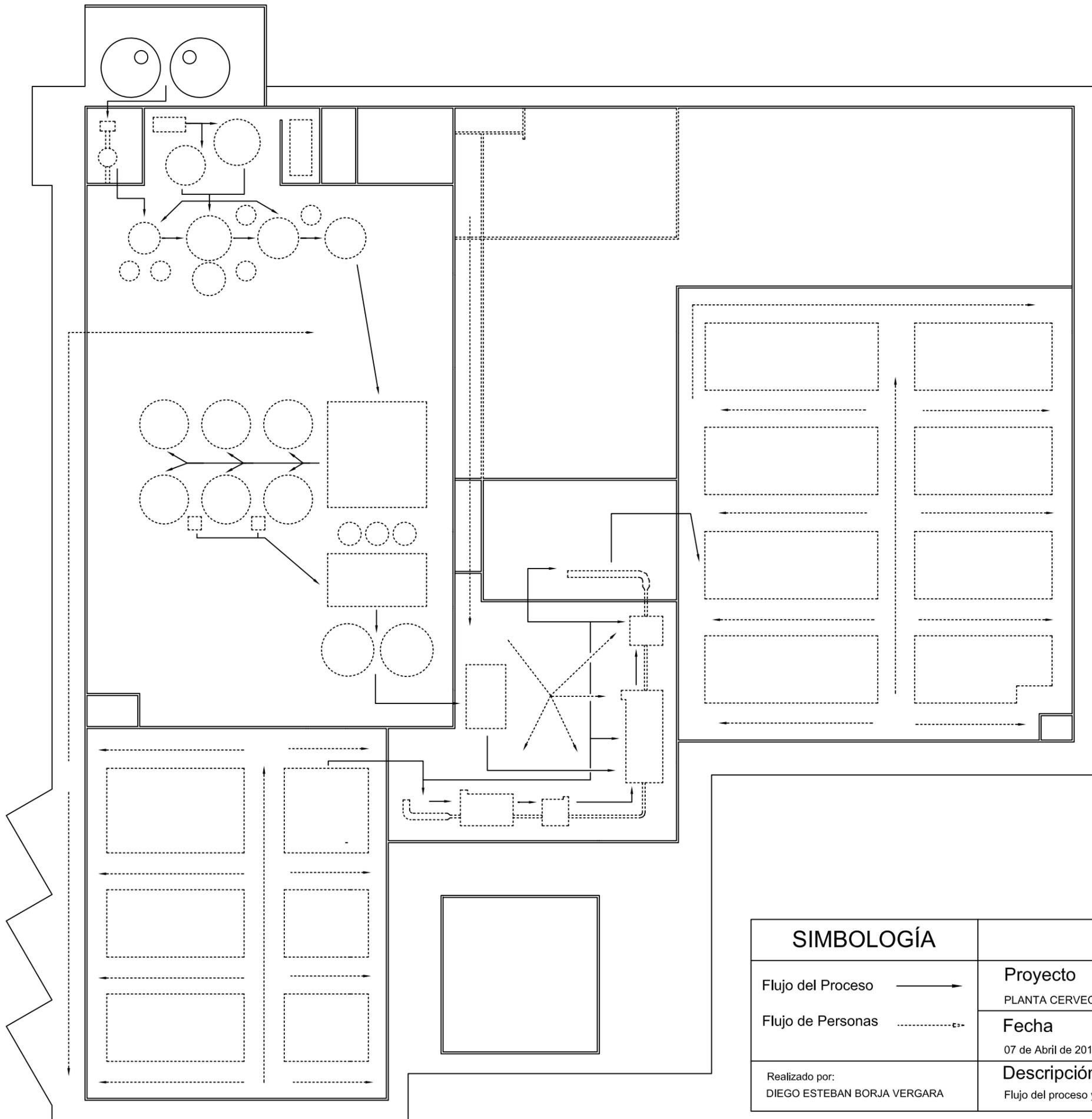
LOCACIÓN	ÁREA
Bodega de Insumos	635 m <sup>2</sup>
Bodega de Producto Terminado	920 m <sup>2</sup>
Cuarto de Envasado	315 m <sup>2</sup>
Cuarto de Equipos Planta Baja	1236 m <sup>2</sup>
Cuarto de Equipos Planta Alta	832 m <sup>2</sup>
Cuarto de Generadores y UPS	137 m <sup>2</sup>
Zona de Empacado	133 m <sup>2</sup>
Oficinas Planta Baja	775 m <sup>2</sup>
Oficinas Planta Alta	1028 m <sup>2</sup>
Laboratorio	45 m <sup>2</sup>
Vestidor de Hombres	137 m <sup>2</sup>
Vestidor de Mujeres	42 m <sup>2</sup>
Estacionamiento	2820 m <sup>2</sup>
Espacio para Tratamiento de Efluentes	1200 m <sup>2</sup>

Realizado por:

DIEGO ESTEBAN BORJA VERGARA

## LAYOUT

Proyecto PLANTA CERVECERA 65.000 hL/Año	Hoja 4 / 5
Fecha 07 de Abril de 2010	
Escala 1:275	
Descripción Implantación de la cervecera - Nivel 1	



SIMBOLOGÍA		LAYOUT	
Flujo del Proceso	→	Proyecto	Hoja 5 / 5
Flujo de Personas	- - - - -	PLANTA CERVECERA 65.000 hL/Año	
		Fecha	
		07 de Abril de 2010	
Realizado por:		Descripción	
DIEGO ESTEBAN BORJA VERGARA		Flujo del proceso y de personas	

## 5. Capítulo V

### 5.1. Presupuesto para la inversión

El objetivo de calcular el presupuesto para la inversión es el de generar información sobre el monto de la inversión inicial necesaria para lanzar el proyecto. Esta información es necesaria para el cálculo del flujo de caja inicial y en consecuencia para el estudio de la viabilidad económica del proyecto.

El análisis del presupuesto para la inversión se va a centrar en lo que respecta a los activos fijos que se deberán adquirir, y el capital de trabajo necesario para comenzar la operación de la planta.

#### 5.1.1. Inversión en equipos y otros

A continuación se muestra una tabla en la cual se presenta un desglose de los gastos en los que se deberá incurrir al momento de comprar los equipos necesarios para la planta, para las oficinas, y otros gastos que se tengan que realizar previo a la puesta en marcha.

Se utilizaron tres métodos diferentes para cotizar los diferentes equipos. El primero se utilizó para los equipos cuyos precios se pudieron conseguir de proveedores nacionales, y consistió en consultas telefónicas de precios. El segundo se utilizó para los equipos que no se consiguen en el país y tienen que ser importados. Se utilizó una cotización de una empresa alemana llamada Kaspar Schulz (Ver anexo 9.8) cuyos precios se encontraban en Euros; luego se convirtieron los precios a dólares americanos, y se corrigieron por un factor de 1.3 (T. Villón, comunicación personal, Abril 12, 2010) para equiparar los costos de fletes e impuestos de importación. El tercer método que se utilizó fue para los equipos cuyos precios no se pudo conseguir cotización ni dentro, ni fuera del país. Se utilizaron como referencia precios obtenidos de un estudio realizado por una empresa consultora argentina para la empresa AmBev de Brasil (Ver anexo 9.7), y luego se sacaron equivalentes de precio de equipos similares a los requeridos por medio de la siguiente fórmula para la economía del tamaño (Sapag & Sapag, 2008):

$$I_t = I_o [T_t / T_o]^{\alpha}$$

Donde:

$I_t$  = Inversión necesaria para un tamaño  $T_t$  de planta

$I_o$  = Inversión necesaria para un tamaño  $T_o$  de planta

$T_o$  = Tamaño de planta utilizado como base de referencia

$\alpha$  = Exponente del factor de escala ( $\alpha = 0.6$ )

Tabla 5-1. Costo de equipos y gastos de instalación

COSTO DE EQUIPOS Y OTROS							
DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD	MARCA	DISTRIBUIDOR	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL	MÉTODO
Silo de acero corrugado	189 m <sup>2</sup>	Brock	Aditmaq	\$341,442	1	\$341,442	3
Silo de acero corrugado	150 m <sup>2</sup>	Brock	Aditmaq	\$279,361	1	\$279,361	3
Molino de rodillos	1500 kg/h	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$168,605	1	\$168,605	2
Equipo de osmosis inversa	67 GPM (150 gl/h)	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$276,632	1	\$276,632	2
Tanque de macerado	108 hL	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$269,513	1	\$269,513	2
Lauter Tun	10 hL	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$203,088	1	\$203,088	2
Tanque de cocción	108 hL	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$228,474	1	\$228,474	2
Whirlpool	108 hL	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$145,123	1	\$145,123	2
Sistema de refrigeración	125 hL/h	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$288,860	1	\$288,860	2
Sistema de filtrado por membrana	100 hL/h	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$507,920	1	\$507,920	2
Unitank	580 hL	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$134,446	6	\$806,676	2
Tanque refrigerado	500 hL	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$122,559	2	\$245,118	2
Línea de envasado	4000 bot/h	Krones	Krones	\$2,641,818	1	\$2,641,818	3
Tanque CIP	20 hL	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$16,107	5	\$80,535	2
Tanque CIP	25 hL	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$16,982	3	\$50,946	2
Tanque de agua	160 hL	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$87,542	1	\$87,542	2
Tanque de agua caliente	245 hL	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$61,279	1	\$61,279	2
Caldera de vapor	4000 kg/h	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$498,113	1	\$498,113	2
Bombas, válvulas y tuberías	N/A	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$368,202	1	\$368,202	2
Sistema operativo para equipos	N/A	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$183,173	1	\$183,173	2
Tanque de levadura	20 hL	Kaspar Schulz	Kaspar Schulz	\$29,764	2	\$59,527	2
Sistema de control computarizado	N/A	Braumatik S7	Kaspar Schulz	\$171,757	1	\$171,757	2
Equipo de laboratorio	N/A	N/A	Kaspar Schulz	\$347,086	1	\$347,086	2
Planta de tratamiento de efluentes	300 m <sup>3</sup> /día	N/A	N/A	\$499,404	1	\$499,404	3
Tuberías inoxidable	N/A	N/A	Kaspar Schulz	\$215,488	1	\$215,488	2
Costos de ingeniería	N/A	N/A	N/A	\$40,400	1	\$40,400	2
Instalación de equipos	N/A	N/A	N/A	\$323,200	1	\$323,200	2
Repuestos	N/A	N/A	N/A	\$42,000	1	\$42,000	2
Montacargas	3 Ton	Yale	Antonio Pino Ycaza	\$34,372	5	\$171,860	1
Estacion de Trabajo	N/A	Tecnimueble	Tecnimueble	\$580	44	\$25,520	1
Mobiliario de Oficina	N/A	Tecnimueble	Tecnimueble	\$15,000	1	\$15,000	1
Computadores	N/A	N/A	Computron	\$650	42	\$27,300	1
Equipos de oficina	N/A	N/A	Varios	\$30,000	1	\$30,000	1
<b>SUBTOTAL</b>						\$9,700,961	
Imprevistos y miscelaneos	N/A	N/A	N/A	\$970,096	1	\$970,096	
				<b>TOTAL</b>		<b>\$10,671,057</b>	

Autor: Borja, D., 2010

### 5.1.2. Inversión en obras civiles

En el siguiente cuadro se muestra el monto de la inversión que se deberá realizar para la construcción de las obras civiles de la planta, incluyendo el terreno y las edificaciones. Las dimensiones se obtuvieron del Layout propuesto anteriormente, y los costos estimados fueron proporcionados por una empresa consultora que realiza valoraciones de activos fijos.

Tabla 5-2. Estimación de costo de obras civiles

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN			
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	TAMAÑO (m <sup>2</sup> )	COSTO x m <sup>2</sup>	TOTAL
Galpones	1,555	\$180	\$279,900
Oficinas	1,803	\$220	\$396,660
Industriales	2,877	\$220	\$632,940
Vías	4,342	\$80	\$347,360
Parqueaderos	2,820	\$80	\$225,600
Muros	578	\$60	\$34,680
<b>SUBTOTAL</b>			<b>\$1,917,140</b>
Terreno	30,000	\$15	\$450,000
<b>TOTAL</b>			<b>\$2,367,140</b>

Fuente: AT&S Consultores, 2010

### 5.1.3. Gasto de sueldos y salarios

En la tabla presentada a continuación se detalla el gasto de sueldos y salarios para el período de un año de operación de la planta. Se han sobredimensionado ligeramente los requerimientos de personal con el propósito de maximizar su costo en el flujo de caja. En todo caso, se debería realizar un estudio detallado de los puestos de trabajo para llegar a un nivel óptimo de personal, y así optimizar los recursos destinados a esta área.

Tabla 5-3. Estimación de sueldos

SUELDOS Y SALARIOS			
PUESTO	N° DE PLAZAS	SUELDO ANUAL	TOTAL
Guardia de seguridad	9	\$4,900	\$44,100
Operador de montacargas	10	\$4,900	\$49,000
Jefe de bodega	3	\$8,400	\$25,200
Operario de línea de envasado	30	\$4,900	\$147,000
Analista de laboratorio	4	\$8,400	\$33,600
Supervisor de <i>brewhouse</i>	4	\$8,400	\$33,600
Operario de planta	6	\$4,900	\$29,400
Jefe de calidad	1	\$16,800	\$16,800
Jefe de producción	1	\$16,800	\$16,800
Jefe de cadena de suministro	1	\$16,800	\$16,800
Jefe de recursos humanos	1	\$16,800	\$16,800
Jefe de marketing y ventas	1	\$16,800	\$16,800
Empleado administrativo	20	\$8,400	\$168,000
Gerente General	1	\$49,000	\$49,000
Gerente Financiero	1	\$42,000	\$42,000
<b>TOTAL</b>			<b>\$704,900</b>

Autor: Borja, D., 2010

Los salarios anuales incluyen todas las obligaciones previstas en la ley como son décimo tercero y décimo cuarto sueldos, y aportaciones al IESS y fondos de reserva.

#### 5.1.4. Capital de trabajo

Tabla 5-4. Estimación de capital de trabajo

COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN										
	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
Producción anual (HL)	42,421	44,361	46,301	48,241	50,181	52,122	54,062	56,002	57,942	59,882
<b>Producción anual (botellas 333 cc)</b>	<b>12,726,295</b>	<b>13,308,333</b>	<b>13,890,370</b>	<b>14,472,405</b>	<b>15,054,443</b>	<b>15,636,478</b>	<b>16,218,515</b>	<b>16,800,551</b>	<b>17,382,588</b>	<b>17,964,624</b>
Ingredientes	\$0.21	\$0.21	\$0.21	\$0.21	\$0.21	\$0.21	\$0.21	\$0.21	\$0.21	\$0.21
Insumos	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15
Energía	\$0.13	\$0.13	\$0.13	\$0.13	\$0.13	\$0.13	\$0.13	\$0.13	\$0.13	\$0.13
Distribución	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10
Comisión a minorista	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15
<b>Total de costos variables</b>	<b>\$9,417,458</b>	<b>\$9,848,166</b>	<b>\$10,278,874</b>	<b>\$10,709,580</b>	<b>\$11,140,288</b>	<b>\$11,570,993</b>	<b>\$12,001,701</b>	<b>\$12,432,408</b>	<b>\$12,863,115</b>	<b>\$13,293,822</b>
Sueldos y salarios	\$704,900	\$704,900	\$704,900	\$704,900	\$704,900	\$704,900	\$704,900	\$704,900	\$704,900	\$704,900
Otros	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000
<b>Total de costos fijos</b>	<b>\$804,900</b>									
<b>Total de costos</b>	<b>\$10,222,358</b>	<b>\$10,653,066</b>	<b>\$11,083,774</b>	<b>\$11,514,480</b>	<b>\$11,945,188</b>	<b>\$12,375,893</b>	<b>\$12,806,601</b>	<b>\$13,237,308</b>	<b>\$13,668,015</b>	<b>\$14,098,722</b>
<b>Capital de trabajo (2 meses)</b>	<b>\$1,990,865</b>									

Autor: Borja, D., 2010

El capital de trabajo representa a la cantidad de recursos necesarios para la operación de la planta durante un periodo determinado de tiempo. El capital de trabajo garantiza la disponibilidad de recursos corrientes para sostener las operaciones mientras transcurre cada ciclo productivo es decir para financiar la cuentas por cobrar a clientes, los stocks de producto acabado y materias primas, etc. durante el ciclo. Para efectos de este estudio, se considera que el capital de trabajo una vez constituido el primer año es fijo a lo largo del tiempo y se ha tomado como referencia un tiempo de dos meses con relación al costo anual de operación del año 5, para calcular el monto del capital de trabajo que se requiere

Nótese que para estimar los costos unitarios referenciales, se utilizó información proporcionada por una fuente de una de las más grandes cervecerías del país. Estos costos fueron corregidos al alza (el doble) para ajustarse al tipo de cerveza que se va a realizar.

## **5.2. Análisis de factibilidad económica**

El análisis o evaluación de los aspectos financieros es muy importante al momento de establecer la viabilidad de un proyecto. Entonces, como una referencia para quien se interese en este trabajo, se va realizar un análisis de factibilidad para comprobar si una planta cervecera de las características propuestas podría ser económicamente atractiva para invertir.

A continuación se va prever los costos y las ganancias, el resultado neto y el flujo de caja arrojados en cada periodo de operación (se escogió un lapso de tiempo de estudio de 10 años para tener una buena visibilidad). De esta manera se podrá analizar la viabilidad económica del proyecto calculando el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) generados (se escogió un lapso de tiempo de estudio de 5 años, porque se espera garantizar un retorno de inversión rápido).

### **5.2.1. Recursos financieros**

Existen muchas formas de conseguir los recursos para financiar la inversión que se debe realizar antes de comenzar las operaciones de la fábrica. Dependiendo del origen de los recursos, estos tienen costos diferentes; los

fondos provenientes de entidades financieras privadas tienen costos mayores a los de entidades públicas. El objetivo es buscar un equilibrio entre las cantidades que se financian de las distintas fuentes, para minimizar el monto que estas representan en los gastos y así maximizar las utilidades.

Para efectos de este estudio se analizaron varios escenarios de financiamiento, y finalmente se decidió por un modelo en el cual se financia con préstamos de la Corporación Financiera Nacional el 74% del monto total de la inversión. Esto se desglosa en dos préstamos diferentes: uno para financiar el 70% de los activos fijos, y otro para financiar el 100% del capital de trabajo.

Tabla 5-5. Recursos necesarios

RECURSOS NECESARIOS		
DESCRIPCIÓN	MONTO	
Inv. Equipos	\$10,671,057	
Inv. Obras civiles	\$1,917,140	
Inv. Terreno	\$450,000	
SUBTOTAL	\$13,038,197	
Capital de trabajo	\$1,990,865	
<b>TOTAL</b>	<b>\$15,029,062</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>CANTIDAD FINANCIABLE</b>	<b>\$11,117,603</b>	<b>73.97%</b>
<b>RESTANTE</b>	<b>\$3,911,459</b>	<b>26.03%</b>

Autor: Borja, D., 2010

Tabla 5-6. Amortización de crédito para equipos

MONTO		\$9,126,738.04		TABLA DE AMORTIZACIÓN DEL PRÉSTAMO (70% DE ACTIVOS FIJOS - CRÉDITO DE PRIMER PISO DE LA CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL)				
INTERÉS		11.00%						
N		20						
PERIODO	SEMESTRE	PAGO	INTERESES	AMORTIZACIÓN	DEUDA PENDIENTE	INTERÉS ANUAL	AMORTIZACIÓN ANUAL	
AÑO 0	-	-	-	-	\$9,126,738.04	-	-	
AÑO 1	SEMESTRE 1	\$1,146,095.94	\$1,003,941.18	\$142,154.76	\$8,984,583.28			
	SEMESTRE 2	\$1,146,095.94	\$988,304.16	\$157,791.78	\$8,826,791.50	\$1,992,245.34	\$299,946.54	
AÑO 2	SEMESTRE 3	\$1,146,095.94	\$970,947.06	\$175,148.88	\$8,651,642.62			
	SEMESTRE 4	\$1,146,095.94	\$951,680.69	\$194,415.25	\$8,457,227.37	\$1,922,627.75	\$369,564.13	
AÑO 3	SEMESTRE 5	\$1,146,095.94	\$930,295.01	\$215,800.93	\$8,241,426.44			
	SEMESTRE 6	\$1,146,095.94	\$906,556.91	\$239,539.03	\$8,001,887.40	\$1,836,851.92	\$455,339.96	
AÑO 4	SEMESTRE 7	\$1,146,095.94	\$880,207.61	\$265,888.33	\$7,735,999.08			
	SEMESTRE 8	\$1,146,095.94	\$850,959.90	\$295,136.04	\$7,440,863.03	\$1,731,167.51	\$561,024.37	
AÑO 5	SEMESTRE 9	\$1,146,095.94	\$818,494.93	\$327,601.01	\$7,113,262.03			
	SEMESTRE 10	\$1,146,095.94	\$782,458.82	\$363,637.12	\$6,749,624.91	\$1,600,953.76	\$691,238.13	
AÑO 6	SEMESTRE 11	\$1,146,095.94	\$742,458.74	\$403,637.20	\$6,345,987.70			
	SEMESTRE 12	\$1,146,095.94	\$698,058.65	\$448,037.29	\$5,897,950.41	\$1,440,517.39	\$851,674.50	
AÑO 7	SEMESTRE 13	\$1,146,095.94	\$648,774.55	\$497,321.40	\$5,400,629.01			
	SEMESTRE 14	\$1,146,095.94	\$594,069.19	\$552,026.75	\$4,848,602.26	\$1,242,843.74	\$1,049,348.15	
AÑO 8	SEMESTRE 15	\$1,146,095.94	\$533,346.25	\$612,749.69	\$4,235,852.57			
	SEMESTRE 16	\$1,146,095.94	\$465,943.78	\$680,152.16	\$3,555,700.41	\$999,290.03	\$1,292,901.85	
AÑO 9	SEMESTRE 17	\$1,146,095.94	\$391,127.05	\$754,968.90	\$2,800,731.52			
	SEMESTRE 18	\$1,146,095.94	\$308,080.47	\$838,015.47	\$1,962,716.04	\$699,207.51	\$1,592,984.37	
AÑO 10	SEMESTRE 19	\$1,146,095.94	\$215,898.76	\$930,197.18	\$1,032,518.87			
	SEMESTRE 20	\$1,146,095.94	\$113,577.08	\$1,032,518.87	\$0.00	\$329,475.84	\$1,962,716.04	

Autor: Borja, D., 2010

Tabla 5-7. Amortización de crédito para capital de trabajo

MONTO		\$1,990,864.59	TABLA DE AMORTIZACIÓN DEL PRESTAMO (100% DE CAPITAL DE TRABAJO - CRÉDITO DE PRIMER PISO DE LA CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL)				
INTERÉS		10.50%					
N		6					
PERIODO	SEMESTRE	PAGO	INTERESES	AMORTIZACIÓN	DEUDA PENDIENTE	INTERÉS ANUAL	AMORTIZACIÓN ANUAL
AÑO 0	-	-	-	-	\$1,990,864.59	-	-
AÑO 1	SEMESTRE 1	\$463,835.37	\$209,040.78	\$254,794.58	\$1,736,070.01	\$391,328.13	\$536,342.60
	SEMESTRE 2	\$463,835.37	\$182,287.35	\$281,548.01	\$1,454,522.00		
AÑO 2	SEMESTRE 3	\$463,835.37	\$152,724.81	\$311,110.56	\$1,143,411.44	\$272,783.01	\$654,887.72
	SEMESTRE 4	\$463,835.37	\$120,058.20	\$343,777.16	\$799,634.28		
AÑO 3	SEMESTRE 5	\$463,835.37	\$83,961.60	\$379,873.77	\$419,760.51	\$128,036.45	\$799,634.28
	SEMESTRE 6	\$463,835.37	\$44,074.85	\$419,760.51	\$0.00		

Autor: Borja, D., 2010

### 5.2.2. Depreciación de equipos y obras civiles

La depreciación de los bienes de una empresa, es una forma de disminuir la cantidad de impuestos a la renta que se deben pagar cada año, cosa que claramente beneficia a los resultados de las operaciones de la misma. El monto de la depreciación está calculado en función de los plazos que permite la legislación, según el método de depreciación lineal (depreciación anual constate durante un periodo de años establecido).

Tabla 5-8. Depreciación de obras civiles

DEPRECIACIÓN DE OBRAS CIVILES			
DESCRIPCIÓN	MONTO (USD)	PERIODO	DEPRECIACIÓN ANUAL
Obras civiles	\$1,917,140	20	\$95,857

Autor: Borja, D., 2010

Tabla 5-9. Depreciación de equipos

DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS			
DESCRIPCIÓN	MONTO	PERIODO	DEPRECIACIÓN ANUAL
Silo de acero corrugado	\$341,442	15	\$22,763
Silo de acero corrugado	\$279,361	15	\$18,624
Molino de rodillos	\$168,605	15	\$11,240
Equipo de osmosis inversa	\$276,632	15	\$18,442
Tanque de macerado	\$269,513	15	\$17,968
Lauter Tun	\$203,088	15	\$13,539
Tanque de cocción	\$228,474	15	\$15,232
Whirlpool	\$145,123	15	\$9,675
Sistema de refrigeración	\$288,860	15	\$19,257
Sistema de filtrado por membrana	\$507,920	15	\$33,861
Unitank	\$806,676	15	\$53,778
Tanque refrigerado	\$245,118	15	\$16,341
Línea de envasado	\$2,641,818	15	\$176,121
Tanque CIP	\$80,535	10	\$8,054
Tanque CIP	\$50,946	10	\$5,095
Tanque de agua	\$87,542	10	\$8,754
Tanque de agua caliente	\$61,279	10	\$6,128
Caldera de vapor	\$498,113	15	\$33,208
Bombas, válvulas y tuberías	\$368,202	15	\$24,547
Sistema operativo para equipos	\$183,173	15	\$12,212
Tanque de levadura	\$59,527	10	\$5,953
Sistema de control computarizado	\$171,757	10	\$17,176
Equipo de laboratorio	\$347,086	10	\$34,709
Planta de tratamiento de efluentes	\$499,404	15	\$33,294
Tuberías inoxidable	\$215,488	10	\$21,549
Repuestos	\$42,000	5	\$8,400
Montacargas	\$171,860	5	\$34,372
Estacion de Trabajo	\$25,520	3	\$8,507
Mobiliario de Oficina	\$15,000	3	\$5,000
Computadores	\$27,300	3	\$9,100
Equipos de oficina	\$30,000	3	\$10,000
<b>TOTAL</b>			<b>\$712,896</b>

Autor: Borja, D., 2010

### 5.2.3. Utilidades y flujo de caja

La utilidad bruta (EBITDA en inglés) es un indicador utilizado para analizar la rentabilidad operacional de un negocio antes de tomarse en cuenta los costos “no operacionales” como depreciación, intereses e impuestos. La utilidad neta (después de impuestos) muestra la ganancia (o pérdida) final de cada ejercicio tomando en cuenta todos los costos.

El flujo de caja sistematiza la información de las inversiones realizadas, las inversiones durante la operación, los egresos e ingresos de la operación, y la

recuperación del capital de trabajo (Sapag & Sapag, 2008). Es el dinero cash disponible arrojado al final de cada periodo de operación.

Tabla 5-10. Utilidades y flujo de caja

	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
<b>UTILIDADES Y FLUJO DE CAJA</b>											
Terreno											
Equipos	-\$450,000										
Obras civiles	-\$1,917,140										
Capital de trabajo	-\$1,990,865										
<b>Inversiones</b>	<b>-\$15,029,062</b>										
<b>Préstamo</b>	<b>\$11,117,603</b>										
Producción anual (botellas 333 cc)	12,726,295	13,308,333	13,890,370	14,472,405	15,054,443	15,636,478	16,218,515	16,800,551	17,382,588	17,964,624	
Ingredientes	\$0.21	\$0.21	\$0.21	\$0.21	\$0.21	\$0.21	\$0.21	\$0.21	\$0.21	\$0.21	
Insumos	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	
Energía	\$0.13	\$0.13	\$0.13	\$0.13	\$0.13	\$0.13	\$0.13	\$0.13	\$0.13	\$0.13	
Distribución	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	
Comisión a minorista	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	
<b>Total de costos variables</b>	<b>-\$9,417,468</b>	<b>-\$9,848,166</b>	<b>-\$10,278,874</b>	<b>-\$10,709,680</b>	<b>-\$11,140,288</b>	<b>-\$11,570,993</b>	<b>-\$12,001,701</b>	<b>-\$12,432,408</b>	<b>-\$12,863,115</b>	<b>-\$13,293,822</b>	
Sueldos y salarios	-\$704,900	-\$704,900	-\$704,900	-\$704,900	-\$704,900	-\$704,900	-\$704,900	-\$704,900	-\$704,900	-\$704,900	
Otros	-\$100,000	-\$100,000	-\$100,000	-\$100,000	-\$100,000	-\$100,000	-\$100,000	-\$100,000	-\$100,000	-\$100,000	
<b>Total de costos fijos</b>	<b>-\$804,900</b>										
<b>Total de costos</b>	<b>-\$10,222,368</b>	<b>-\$10,653,066</b>	<b>-\$11,083,774</b>	<b>-\$11,514,480</b>	<b>-\$11,945,188</b>	<b>-\$12,375,883</b>	<b>-\$12,806,601</b>	<b>-\$13,237,308</b>	<b>-\$13,668,015</b>	<b>-\$14,098,722</b>	
Precio de venta al público	\$1.12	\$1.12	\$1.12	\$1.12	\$1.12	\$1.12	\$1.12	\$1.12	\$1.12	\$1.12	
<b>Ingresos</b>	<b>\$14,253,451</b>	<b>\$14,905,333</b>	<b>\$15,557,215</b>	<b>\$16,209,094</b>	<b>\$16,860,976</b>	<b>\$17,512,855</b>	<b>\$18,164,737</b>	<b>\$18,816,618</b>	<b>\$19,468,498</b>	<b>\$20,120,379</b>	
<b>EBITDA</b>	<b>\$4,031,092</b>	<b>\$4,252,266</b>	<b>\$4,473,441</b>	<b>\$4,694,614</b>	<b>\$4,915,788</b>	<b>\$5,136,961</b>	<b>\$5,358,136</b>	<b>\$5,579,310</b>	<b>\$5,800,483</b>	<b>\$6,021,657</b>	
Depreciación de equipos	-\$712,896	-\$712,896	-\$712,896	-\$712,896	-\$712,896	-\$712,896	-\$712,896	-\$712,896	-\$712,896	-\$712,896	
Depreciación de obras civiles	-\$95,857	-\$95,857	-\$95,857	-\$95,857	-\$95,857	-\$95,857	-\$95,857	-\$95,857	-\$95,857	-\$95,857	
<b>Total depreciación</b>	<b>-\$808,753</b>										
Gasto intereses de crédito	-\$2,383,573	-\$2,195,411	-\$1,964,888	-\$1,731,168	-\$1,600,954	-\$1,440,517	-\$1,242,844	-\$999,290	-\$689,208	-\$329,476	
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>\$838,766</b>	<b>\$1,248,103</b>	<b>\$1,699,799</b>	<b>\$2,154,693</b>	<b>\$2,506,081</b>	<b>\$2,887,691</b>	<b>\$3,306,539</b>	<b>\$3,771,266</b>	<b>\$4,292,523</b>	<b>\$4,883,428</b>	
Impuesto a la renta (25%)	-\$209,691	-\$312,026	-\$424,950	-\$538,673	-\$626,520	-\$721,923	-\$826,635	-\$942,617	-\$1,073,131	-\$1,220,857	
<b>Utilidad después de impuestos</b>	<b>\$629,074</b>	<b>\$936,077</b>	<b>\$1,274,849</b>	<b>\$1,616,020</b>	<b>\$1,879,561</b>	<b>\$2,165,768</b>	<b>\$2,479,904</b>	<b>\$2,828,450</b>	<b>\$3,219,392</b>	<b>\$3,662,571</b>	
Depreciación de equipos	\$95,857	\$95,857	\$95,857	\$95,857	\$95,857	\$95,857	\$95,857	\$95,857	\$95,857	\$95,857	
Depreciación de obras civiles	\$95,857	\$95,857	\$95,857	\$95,857	\$95,857	\$95,857	\$95,857	\$95,857	\$95,857	\$95,857	
Amortización del capital	-\$836,289	-\$1,024,452	-\$1,254,974	-\$561,024	-\$691,238	-\$851,674	-\$1,049,348	-\$1,292,902	-\$1,592,984	-\$1,962,716	
<b>Flujo de caja</b>	<b>-\$3,911,459</b>	<b>\$601,538</b>	<b>\$720,378</b>	<b>\$828,628</b>	<b>\$1,963,749</b>	<b>\$1,997,076</b>	<b>\$2,122,847</b>	<b>\$2,239,309</b>	<b>\$2,344,301</b>	<b>\$2,435,161</b>	<b>\$2,508,608</b>

Autor: Borja, D., 2010

En este escenario se utilizó un precio referencial de un \$1.12 por botella, y los niveles de demanda se mantuvieron como se estimaron. Posteriormente se analizarán otros escenarios para evaluar los efectos que tendrían sobre el flujo de caja.

#### 5.2.4. Evaluación financiera

Se va a utilizar principalmente dos criterios de evaluación, el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). El primer criterio plantea que un proyecto se debe aceptar si su valor actual neto es igual o superior a cero. Y el segundo expresa la tasa de interés más alta que se podría pagar sin perder dinero; se acepta si dicha tasa es mayor o igual al valor del costo de capital promedio ponderado.

Para calcular el VAN primero se debe determinar lo que se denomina el costo de capital promedio ponderado, que es un promedio ponderado de las distintas tasas de interés que se pagan a las diferentes fuentes de financiamiento.

Tabla 5-11. Costo de capital promedio ponderado

CCPP		
ORIGEN	CAPITAL	INTERÉS
Préstamo	70%	11.0%
Préstamo	5%	10.5%
Propio	25%	8.0%
<b>CCPP</b>		<b>10.23%</b>

*Autor: Borja, D., 2010*

Utilizando el CCPP y los flujos de caja se calculó el valor actual neto para un periodo de 5 años. Utilizando los flujos de caja se calculó también la tasa interna de retorno. Estos resultados se encuentran tabulados a continuación:

Tabla 5-12. VAN y TIR

<b>Van</b>	\$335,985
<b>Tir</b>	13%

*Autor: Borja, D., 2010*

Como se puede evidenciar en los resultados del VAN y el TIR, bajo las condiciones determinadas para el modelo, el proyecto sería rentable.

Otro indicado utilizado comúnmente para la evaluación financiera es el *Payback*, el cual muestra el periodo de tiempo en el que se planea recuperar el

capital invertido. Para el caso de este análisis el periodo de *Payback* es de cuatro años. Cabe recalcar que este indicador no es muy confiable ya que no toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, ni la tasa de interés que se le paga al capital. Sin embargo se ha decidido por incluirlo ya que muchos profesionales aún utilizan esta herramienta.

### 5.2.5. Análisis de escenarios alternativos

Se han planteado distintos escenarios de precios y niveles de demanda con el propósito de analizar el efecto que tiene su variación en el resultado final del flujo, en el VAN y en el TIR. Se van a manejar tres escenarios de demanda, el primero en el cual los niveles de demanda han caído en un 10%, otro en el cual han caído un 5%, y finalmente uno en el cuál no se han producido variaciones de demanda.

De igual manera, el rango de precios de venta que se van a manejar va desde \$1.10 a \$1.15 dólares americanos.

Los resultados de los diferentes escenarios se muestran tabulados a continuación:

Tabla 5-13. Escenarios alternativos de precio y demanda

ESCENARIOS ALTERNATIVOS				
N°	DEMADA	PRECIO	VAN	TIR
1	=	\$1.10	-\$442,946	6.6%
2	=	\$1.11	-\$53,481	9.8%
3	=	\$1.12	\$335,985	12.9%
4	=	\$1.13	\$725,451	15.9%
5	=	\$1.14	\$1,114,916	18.9%
6	=	\$1.15	\$1,504,382	21.8%
7	-5.0%	\$1.10	-\$1,044,704	1.6%
8	-5.0%	\$1.11	-\$674,711	4.7%
9	-5.0%	\$1.12	-\$304,719	7.8%
10	-5.0%	\$1.13	\$65,273	10.7%
11	-5.0%	\$1.14	\$435,266	13.7%
12	-5.0%	\$1.15	\$805,258	16.6%
13	-10.0%	\$1.10	-\$1,646,461	-3.8%
14	-10.0%	\$1.11	-\$1,295,942	-0.7%
15	-10.0%	\$1.12	-\$945,423	2.3%
16	-10.0%	\$1.13	-\$594,904	5.3%
17	-10.0%	\$1.14	-\$244,385	8.2%
18	-10.0%	\$1.15	\$106,135	11.1%

*Autor: Borja, D., 2010*

También, se han planteado escenarios para evaluar los efectos provocados por variaciones en los costos unitarios de insumos e ingredientes, y en el gasto

correspondiente a sueldos y salarios de los empleados. Recordemos que para este estudio se sobreestimaron voluntariamente los requerimientos de mano de obra y los costos de insumos y materias primas. Por lo tanto, es probable que dichos valores sean en realidad mucho menores. Lo que se desea es evaluar el efecto que las posibles disminuciones en los requerimientos de mano de obra y en costos de insumos, tendrían en la rentabilidad del proyecto. Se ha tomado como referencia disminuciones de los gastos de sueldos y salarios de un 5% y un 10%, y disminuciones en los costos de ingredientes e insumos en saltos de dos centavos de dólar. El precio de venta se mantiene en \$1.12, y la demanda en sus niveles normales.

Los resultados de los diferentes escenarios se muestran tabulados a continuación:

Tabla 5-14. Escenarios alternativos de costo de insumos y sueldos

ESCENARIOS ALTERNATIVOS				
N°	SUELDOS Y SALARIOS	COSTOS DE INGREDIENTES E INSUMOS	VAN	TIR
1	=	\$0.36	\$335,985	12.9%
2	=	\$0.34	\$1,168,582	19.3%
3	=	\$0.32	\$2,001,179	25.6%
4	=	\$0.30	\$2,833,775	31.7%
5	-5.0%	\$0.36	\$441,898	13.7%
6	-5.0%	\$0.34	\$1,274,495	20.1%
7	-5.0%	\$0.32	\$2,107,092	26.4%
8	-5.0%	\$0.30	\$2,939,689	32.5%
9	-10.0%	\$0.36	\$547,812	14.5%
10	-10.0%	\$0.34	\$1,380,409	21.0%
11	-10.0%	\$0.32	\$2,213,005	27.2%
12	-10.0%	\$0.30	\$3,045,602	33.3%

*Autor: Borja, D., 2010*

Cómo se puede ver en los resultados, existe una gran sensibilidad del modelo a las pequeñas variaciones de precio. A penas una variación de un centavo en el precio de venta, es la diferencia entre tener un valor actual neto negativo y uno positivo. Y un aumento de 3 centavos puede multiplicar el VAN por cinco. Afortunadamente, el precio de venta que se utilizó como referencia para el análisis financiero se encuentra muy por debajo de los precios de productos similares. Por esta razón, existe una gran posibilidad de que se puedan aumentar los precios en varios centavos sin que se vean afectadas las ventas. En todo caso, cabría la posibilidad de realizar un profundo estudio de mercado

que evalúe hasta que cuanto estarían dispuestos los consumidores a pagar por el producto en cuestión.

Otro aspecto que se evidenció fue que pequeñas variaciones de los costos unitarios de los insumos e ingredientes, pueden provocar un gran aumento en la rentabilidad del negocio. Esto indica que el poder disminuir costos unitarios, ya sean de fabricación o de las materias primas y componentes *packaging*, es muy beneficioso. En consecuencia, el poder negociar efectivamente con los proveedores será un factor clave para mejorar la rentabilidad.

Por otro lado, una disminución del gasto de sueldos y salarios afecta menos en el resultado final que las variaciones en los costos de materias primas e insumos, aunque sigue siendo considerable. Pese a todo, será siempre importante implementar programas de mejoramiento de la productividad con el fin de conseguir reducciones en este rubro.

Cabe recalcar, que una forma factible para mantener la rentabilidad es buscar diferentes formas de financiamiento. Se puede buscar capitales privados a tasas más bajas que la de las entidades financieras.

## **6. Capítulo VI**

### **6.1. Pautas para la implementación del proyecto**

#### **6.1.1. Análisis del mercado**

El primer paso que se tiene que dar para la implementación del proyecto de cualquier tipo de cervecería, es realizar un profundo análisis de las características del mercado. Esta vez el análisis va más allá de simples cantidades de oferta y demanda; el verdadero propósito es caracterizar al consumidor, e identificar sus gustos y preferencias. Esta información es la que determina el tipo de cerveza que se va a elaborar, el tipo de envase a utilizar, las distintas presentaciones del producto, y referencias demográficas de los consumidores. Todo esto influirá enormemente en la selección de los procesos productivos e insumos, y en la determinación de precios y nichos de mercado.

#### **6.1.2. Diseño del producto**

Cuando se ha determinado el tipo de cerveza que desea el consumidor y que se podría comercializar en el mercado, el siguiente paso es diseñar el producto como tal. Se debe definir una receta para la cerveza ya que esta afecta directamente al proceso productivo, y al proceso de compras y abastecimientos. Del mismo modo, se debe definir la forma y color de la botella, así como las características gráficas de la etiqueta. Si es que resulta interesante económicamente se podrá utilizar una botella de forma estándar (no es necesario financiar ni depreciar los moldes de soplado).

#### **6.1.3. Selección del proceso**

Una vez definido el tipo de cerveza y su receta, se selecciona el proceso de elaboración que mejor se ajuste a dicho producto. La selección del proceso es crucial ya que pese a que el proceso de elaboración de cerveza es similar para todas las cervezas, existen algunas diferencias que terminan influyendo al momento de seleccionar un proceso específico y sus respectivos equipos. Es necesario consultar con especialistas en el tema, o en la literatura disponible.

#### **6.1.4. Selección de equipos**

A continuación de haber seleccionado el proceso, se deben seleccionar los equipos óptimos que se ajusten al mismo. En esta fase lo más recomendable es contactarse con los proveedores y cotizar los equipos que se mejor se adapten al proceso y a la capacidad financiera del proyecto. Se puede lograr una disminución en el monto de las inversiones si se trata de conseguir equipos usados, si se pueden conseguir en el mercado local, o si se cotizan equipos tecnológicamente menos avanzados. Esto dependerá principalmente del nivel de automatización que se desee, de la calidad de los equipos, y como se mencionó antes, de la cantidad de recursos que se dispongan para la inversión.

#### **6.1.5. Negociación con proveedores y distribuidores**

La negociación con proveedores y distribuidores tiene como objetivo fijar las condiciones en las cuales se van a mantener las relaciones comerciales. En esta fase se busca lograr convenios para conseguir tratamientos preferenciales y precios competitivos con los proveedores, y además buscar buenas tarifas con los distribuidores. En el estudio económico, se evidenció que un centavo en el costo unitario es crucial.

#### **6.1.6. Selección de la localización**

La selección de la localización para colocar la planta dependerá principalmente de tres factores: de la ubicación del mercado de consumidores, de las regulaciones gubernamentales concernientes a líneas de fábrica, y una vez más, del presupuesto que se disponga para este rubro.

#### **6.1.7. Diseño de las instalaciones**

El diseño de las instalaciones de la planta se debe basar en la localización de la misma y en las características del terreno seleccionado. Esto determinará la disposición de los accesos, la disponibilidad de servicios básicos, etc. Se deben realizar los planos detallados de las instalaciones incluyendo las partes arquitectónica, civil, eléctrica, sanitaria, etc.

### **6.1.8. Construcción**

La construcción de las instalaciones parte de los diseños realizados en el paso anterior, y es por mucho lo que más tiempo toma. Esta tarea puede ser asumida por la misma empresa, o puede ser encomendada a una empresa constructora. Esto dependerá principalmente del tiempo y del dinero que se disponga.

### **6.1.9. Instalación y puesta a punto de equipos**

La instalación y la puesta a punto de los equipos deben realizarse bajo la supervisión de personal especializado, de preferencia recomendado por el mismo proveedor. Esta fase es crucial para el éxito de la implementación, ya que una mala calibración o falla en la instalación de algún equipo puede provocar retrasos significativos en los cronogramas, y obligar a la empresa a incurrir en gastos innecesarios.

### **6.1.10. Desarrollo del producto**

En esta fase, se realizan las pruebas de laboratorio y de control de calidad del producto tal como se lo desea producir. Se afinan los estándares de fabricación y las especificaciones del producto. De la misma manera se ponen a punto los procesos productivos para que se ajusten a las características del producto. Se prueban la receta, los envases, etiquetas, etc. para que cumplan tanto con los estándares y especificaciones que se han fijado, como con los requerimientos legales.

### **6.1.11. Capacitación de trabajadores**

De igual manera, la capacitación es fundamental para el correcto manejo y operación de los equipos. De preferencia la capacitación debe ser realizada por un profesional experto en el tema y que sea recomendado por el proveedor de equipos. Además se debe realizar un proceso de formación continua en temas de productividad, seguridad, y calidad.

### **6.1.12. Pruebas industriales**

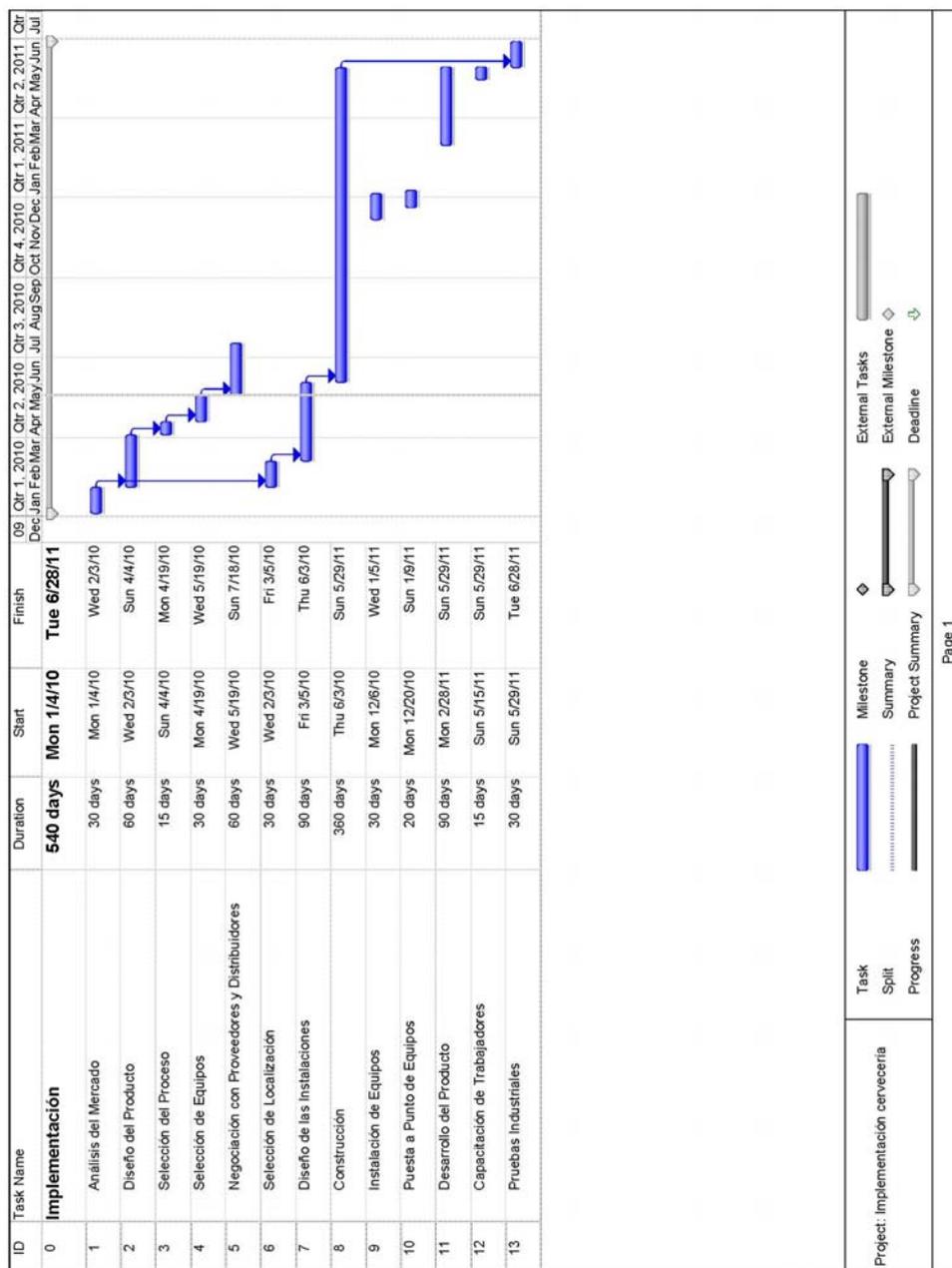
Las pruebas industriales consisten en evaluar las condiciones de operación de la fábrica. Necesariamente se tienen que realizar una vez finalizada la

construcción para poder probar el correcto funcionamiento de los equipos instalados, de la infraestructura, tuberías, etc. Y además durante estas pruebas, se realizan simulacros de producción para poder calcular con mejor precisión los tiempos reales de procesamiento.

### 6.1.13. Diagrama de Gantt de implementación del proyecto

A continuación se muestra un cronograma típico de la fase de implementación de un proyecto de una cervecería:

Figura 6-1. Diagrama de Gantt de la implementación del proyecto



Autor: Borja, D., 2010

## **6.2. Factores de éxito**

Los factores de éxito de un proyecto son aquellos que terminan siendo críticos para la operación y la rentabilidad del mismo.

### **6.2.1. Barreras arancelarias**

Que las barreras arancelarias se mantienen altas, puede ser beneficioso para el proyecto ya que los principales productos competidores son importados, y eso permitiría una mejor competencia de precios con dichos productos.

Si a su vez, se dan las condiciones para que existan disminuciones en los aranceles de importación de maquinaria y materias primas, se podría reducir dramáticamente el monto de la inversión en equipos, y se podrían conseguir mejores precios de las materias primas importadas.

### **6.2.2. Control de costos**

El control de los costos jugará un papel importante el éxito del negocio. Si se logran aplicar y mantener programas de mejoramiento que permitan reducir los costos de operación unitarios, se podrían obtener mayores márgenes de ganancia. Como se evidenció, disminuciones de a penas centavos en los costos variables unitarios representan aumentos significativos en las utilidades.

### **6.2.3. Poder de negociación con proveedores**

Otro factor que podría resultar fundamental para el negocio de la cerveza es el poder de negociación que se tendría con los proveedores de insumos, materias primas, y componentes *packaging*. De hecho todas las compras que influyan en los costos variables deberían ser prioritarias al momento de negociar sus precios de compra con los respectivos proveedores.

Y no solo el poder de negociación afecta a los precios, sino a la calidad y al tiempo de respuesta de los proveedores frente a los pedidos que se realicen. Si se tiene un gran poder de negociación se puede conseguir un mejor tiempo de entrega, un mejor control de calidad de los insumos, y que la entrega de insumos se realice de la manera que más beneficie a la productividad del proceso.

#### **6.2.4. Poder de negociación con distribuidores**

De igual manera, el que existan las condiciones para que se puedan mantener buenas relaciones con los proveedores, influiría mucho en el éxito del proyecto. Se pueden lograr alianzas estratégicas con ellos, lo que permitiría reducir los costos de distribución, y posiblemente mejorar la calidad y los tiempos de entrega de los pedidos a los clientes.

#### **6.2.5. Elasticidad precio de la demanda**

En lo que se refiere al precio de venta del producto, si la demanda del mercado no se ve afectado por los pequeños aumentos de precios (algunos centavos), una cervecería tendría una forma efectiva de mantener su rentabilidad en momentos que se necesite compensar aumentos en los costos de producción y costos de materias primas, y disminuciones repentinas de la demanda.

Hay un margen importante en el precio de venta fijado como referencia en este estudio, con el precio de venta de los productos similares.

#### **6.2.6. Niveles de competencia**

Evidentemente, si en el mercado existe poca competencia de productos similares, resulta más sencillo mantener los niveles de ventas y a su vez las utilidades. Además, cuando existen pocos productos que reemplacen al que se elabora, se tiene un poco más de poder al momento de realizar aumentos en los precios de venta.

#### **6.2.7. Barreras de entrada**

La existencia de altas barreras de entrada puede, a la larga, resultar beneficioso al momento de mantener el éxito de un proyecto. Esto evitaría que posibles competidores entren al mercado y les quiten participación a los productos que se están elaborando. Algunas barreras son: el alto nivel de inversión necesario, la necesidad de una tecnología de punta, el poco conocimiento que existe respecto al proceso, la existencia de oligopolios en el mercado, etc.

## 7. Capítulo VII

### 7.1. Conclusiones

1. El tamaño (capacidad nominal) de la planta seleccionada es de 65,000 hl/año, con la posibilidad de expandirse a 100,000 hl/año basándose principalmente en una pequeña mejora en la productividad de los procesos, y realizando una leve inversión adicional en la adquisición equipos. Por otro lado, la capacidad real de producción de la planta está íntimamente relacionada con la eficiencia con la que se manejen sus procesos, y con la eliminación de los cuellos de botella que se vayan generando.
2. Los indicadores planteados en este estudio permiten medir eficazmente la eficiencia y la productividad de la planta, y van a resultar claves al momento de mantener e implementar programas de mejoramiento de los procesos.
3. Según los datos obtenidos del mapeo de riesgos ambientales, se observa que el tipo de industria no presenta mayores riesgos ambientales, a excepción de los efluentes que contienen altos niveles de contaminantes orgánicos. La mayoría de aspectos ambientales pueden ser controlados sencillamente incorporando el diseño de las instalaciones un sistema adecuado de tratamiento de efluentes, y manteniendo programas ambientales adecuados.
4. En cuanto a lo obtenido en el mapeo de riesgos de seguridad, se evidenció que, al igual que los aspectos ambientales, la mayoría de estos pueden ser controlados mediante soluciones de infraestructura, aunque siempre se debe manejar un sistema de seguridad y salud ocupacional. El principal riesgo identificado es el riesgo de explosión en el proceso de molienda de granos. Si bien se tomaron los controles respectivos en el diseño de las instalaciones, se debe estructurar un programa de seguridad para controlar los niveles de polvillo en el aire.
5. Como indica el análisis financiero, el correcto manejo de los costos de la empresa es indispensable. El tipo de negocio en cuestión, resultó ser muy sensible a las pequeñas variaciones de los precios de venta y de

los costos variables unitarios. Por eso, cualquier reducción de costos que se logre podría ser la diferencia entre el éxito y el fracaso de un negocio de este tipo. De ahí que termina siendo trascendental mantener una buena relación con los proveedores y distribuidores, e implementar y mantener programas de mejoramiento continuo de la productividad.

6. Finalmente, se evidencia que el proyecto, tal como se lo ha analizado, resulta ser viable técnica y económicamente. Existe una buena disponibilidad de materias primas, de insumos, y de equipos. Además, los diferentes escenarios de análisis utilizados muestran posibilidades prometedoras de que proyectos de esta índole resulten rentables para los inversionistas. Por ejemplo, en el análisis financiero realizado se demuestra que bajo los parámetros fijados, se podría conseguir un retorno del monto aportado por el inversionista en un periodo de cinco años pagándolo una tasa de interés del 8%. En ese caso, se obtiene un valor actual neto de \$335,985 que es mayor a cero y por lo tanto satisfactorio, y una tasa interna de retorno del 13% lo que indica que se podría pagar a los capitales prestados una tasa de hasta el 13% anual y el proyecto continuaría siendo rentable.

## 7.2. Recomendaciones

1. Enmarcado en los objetivos planteados, se realizó un estudio de mercado bastante conciso que se enfocó principalmente en analizar cantidades globales de demanda. Pero dada la importancia del estudio de mercado para las operaciones de la planta, se recomienda profundizar en dicho estudio (en particular los precios de venta y la tasa de penetración en el mercado) para obtener un grado mayor de confianza en los resultados y de esta forma se tenga un mejor respaldo para tomar decisiones que se basen en esta información.
2. Se recomienda realizar un análisis exhaustivo de los puestos de trabajo y las cargas laborales para determinar apropiadamente la cantidad exacta de personal necesario, y los respectivos turnos de trabajo. El nivel de personal utilizado para este estudio fue tomado con un gran nivel de seguridad, es decir se sobredimensionó el requerimiento de mano de obra, y eso es otra razón por la cual se debería realizar dicho estudio ya que existe la necesidad de optimizar la cantidad de personal. Al final, la cantidad de personal y los turnos de trabajo son los que determinarán el costo de la mano de obra e influirán significativamente en el resultado financiero del proyecto.
3. Se recomienda también realizar un análisis de cargas de los equipos para dimensionar apropiadamente los generadores eléctricos de respaldo que se deben colocar en las instalaciones. Debido a que todos los equipos cotizados funcionan principalmente con electricidad, el buen diseño del sistema eléctrico de respaldo resultará decisivo al momento de enfrentar una falla del suministro y así evitar paras no programadas prolongadas.
4. Al momento de comenzar la implantación de la fábrica va a ser necesario instalar y calibrar los equipos y sistemas. Esta tarea es sumamente compleja por lo que es recomendable contratar a un experto cervecero, lo más probable es que sea alguien del mismo proveedor de los equipos, para que no solo se encargue de la supervisión de la instalación de los equipos y su puesta a punto, sino también de la capacitación de los trabajadores.

5. Al momento de comenzar las operaciones, se recomienda comenzar inmediatamente con un programa de mejoramiento continuo orientado a la reducción de costos de producción, y al mejoramiento de la eficiencia de los procesos productivos.
6. En lo referente a los temas que quedaron por profundizar, específicamente en lo concerniente al manejo de efluentes y al diseño de la red húmeda de la planta, se recomienda consultar a personas o empresas especializadas en el tema para llegar a una solución viable. En todo caso, las pautas y nociones de ambos temas fueron tratadas en este proyecto, y existe ya una base para usar como punto de partida.
7. Es posible que quien se interese en este proyecto, tome la decisión de elaborar un tipo de cerveza distinto al usado como referencia. Por esta razón, es imperativo que se vuelvan a calcular los tiempos de procesamiento específicos para la receta seleccionada, y se hagan los ajustes respectivos a los requerimientos de equipos y de personal, y posiblemente al Layout de las instalaciones.
8. El tamaño de las bodegas, una vez más, está calculado para mantener un stock de insumos y de producto terminado, en las condiciones descritas anteriormente y para el tipo de cerveza utilizada como referencia para este estudio. Así que, si se decide optar por un tipo diferente de cerveza, o un tipo diferente de envase, se debería verificar si el tamaño de bodega propuesto sigue siendo factible para los nuevos tiempos de salida del nuevo producto; y en caso de que no lo sea, se deberá redimensionar las bodegas.
9. Otro aspecto importante a considerar es lo relacionado con las comisiones pagadas a los minoristas, y las tarifas pagadas a los distribuidores. Es importante tener en cuenta que se debería comenzar un proceso de negociación con los antes mencionados, para conseguir que acepten por lo menos los valores planteados en el análisis financiero.
10. Por último, para el análisis financiero se utilizaron aproximaciones de los costos variables de producción razón por la cual, se recomienda realizar un análisis preciso de los costos de los insumos, de las materias primas,

y de los recursos energéticos para tener una mayor certitud los resultados. El hecho de haber realizar aproximaciones de los costos no afecta a los cálculos de rentabilidad, debido a que estos fueron sobreestimados para darle un mayor margen de seguridad.

## 8. Bibliografía:

### 8.1. Textos guía

- Blank, L., & Tarquin, A. (2006). *Ingeniería Económica*. México: McGraw-Hill.
- Eßlinger, H. M. (2009). *Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Goldammer, T. (2008). *The Brewer's Handbook: The Complete Book to Brewing Beer*. Clifton: Apex Publishers.
- Hanna, S., & Konz, S. (2004). *Facility Design & Engineering*. Portland: Holcomb Hathaway Publishing.
- Bravo, J. (2009). *Gestión Avanzada de Procesos*. Santiago: Evolución.
- Miller, D. G. (1995). *Dave Miller's Homebrewing Guide: Everything You Need to Know to Make Great Tasting Beer*. Pownal: Storey Publishing.
- Sapag, N., & Sapag, R. (2008). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. México: McGraw-Hill.
- Szamatulski, T., & Szamatulski, M. (1998). *Clone Brews: Homebrew Recipes for 150 Commercial Beers*. Pownal: Storey Publishing.
- Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., & Tanchoco, J. (2006). *Planeación de Instalaciones*. México: Thomson Learning.
- Westinghouse Electric Corporation. (1978). *Lighting Handbook*. New Jersey: Westinghouse.

### 8.2. Referencias a notas al pie

[1] Real Academia Española (2001). *Diccionario de la Lengua Española*. Extraído el 1 de Febrero de 2010 desde <http://buscon.rae.es/drae/>

[2] Cervecería Nacional S.A. (2010). *Historia*. Extraído el 1 de Febrero de 2010 desde <http://www.cervecerianacional.com.ec>

[3] Wikipedia, The Free Encyclopedia (2010). *Barley*. Extraído el 2 de Febrero de 2010 desde <http://en.wikipedia.org/wiki/Barley>

- [4] Wikipedia, The Free Encyclopedia (2010). *Hops*. Extraído el 2 de Febrero de 2010 desde <http://en.wikipedia.org/wiki/Hops>
- [5] Wikipedia, The Free Encyclopedia (2010). *Yeast*. Extraído el 2 de Febrero de 2010 desde <http://en.wikipedia.org/wiki/Yeast>
- [6] The British Standards Institution (2010). *OHSAS 18001 Salud y Seguridad en el Trabajo*. Extraído el 16 de Febrero de 2010 desde <http://www.bsigroup.es/es/certificacion-y-auditoria/Sistemas-de-gestion/estandares-esquemas/OHSAS-18001/>
- [7] Instituto Ecuatoriano de Normalización (2010). *Código de Práctica Ecuatoriano*. Extraído el 21 de Marzo de 2010 desde [http://apps.inen.gov.ec/normas/norma.php?COD\\_NORMA=2019](http://apps.inen.gov.ec/normas/norma.php?COD_NORMA=2019)
- [8] National Fire Protection Association (2010). *NFPA Catalog*. Extraído el 21 de Marzo de 2010 desde <http://www.nfpa.org/catalog/>
- [9] Instituto Ecuatoriano de Normalización (2010). *Norma Técnica Ecuatoriana*. Extraído el 21 de Marzo de 2010 desde [http://apps.inen.gov.ec/normas/norma.php?COD\\_NORMA=2370](http://apps.inen.gov.ec/normas/norma.php?COD_NORMA=2370)
- [10] Instituto Ecuatoriano de Normalización (2010). *Norma Técnica Ecuatoriana*. Extraído el 22 de Marzo de 2010 desde [http://apps.inen.gov.ec/normas/norma.php?COD\\_NORMA=2446](http://apps.inen.gov.ec/normas/norma.php?COD_NORMA=2446)
- [11] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2007). *Las Condiciones de Vida de los Ecuatorianos: Resultados de la Encuesta de Condiciones de Vida – Quinta Ronda*. INEC: Quito.
- [12] Brock Grain Systems (2010). *Conveying Systems*. Extraído el 17 de Marzo de 2010 desde [http://www.brockgrain.com/products.php?product\\_id=204](http://www.brockgrain.com/products.php?product_id=204)
- [13] Kaspar Schulz (2010). *Brauereimaschinenfabrik & Apparatebauanstalt*. Extraído el 17 de Marzo de 2010 desde [http://www.kaspar-schulz.com/index.php?article\\_id=22&clang=1](http://www.kaspar-schulz.com/index.php?article_id=22&clang=1)
- [14] Lanxess (2010). *Perbunan*. Extraído el 18 de Marzo de 2010 desde <http://techcenter.lanxess.com/trp/emea/en/products/description/article.jsp?docId=4030>

- [15] Wikipedia, The Free Encyclopedia (2010). *Diatomaceous Earth*. Extraído el 20 de Marzo de 2010 desde [http://en.wikipedia.org/wiki/Diatomaceous\\_earth](http://en.wikipedia.org/wiki/Diatomaceous_earth)
- [16] Ministerio del Ambiente (2010). *Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua*. Extraído el 23 de Marzo de 2010 desde <http://www.ambiente.gov.ec/docs/LIBRO%20VI%20Anexo%201.pdf>
- [17] Food Manufacturing (2010). *Floors Fit for the Food Industry*. Extraído el 13 de Abril de 2010 desde <http://www.foodmanufacturing.com/scripts/ShowPR~RID~8133.asp>
- [18] National Fire Protection Association (2010). *Standard for Portable Fire Extinguishers*. Extraído el 04 de Abril de 2010 desde [http://www.nfpa.org/onlinepreview/online\\_preview\\_document.asp?id=1010#](http://www.nfpa.org/onlinepreview/online_preview_document.asp?id=1010#)
- [19] National Fire Protection Association (2010). *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*. Extraído el 04 de Abril de 2010 desde [http://www.nfpa.org/onlinepreview/online\\_preview\\_document.asp?id=1310#](http://www.nfpa.org/onlinepreview/online_preview_document.asp?id=1310#)
- [20] Wikipedia, La Enciclopedia Libre (2010). *Iluminancia*. Extraído el 5 de Abril de 2010 desde <http://en.wikipedia.org/wiki/Iluminancia>

## 9. Anexos

### 9.1. Peso de la cebada y la malta

Tabla 9-1. Peso de hectolitro de cebada y malta

	Abreviación	Peso (tons/m <sup>3</sup> )
Cebada (secada al aire, 15%)	$W_{hl, B15}$	0.65-0.7
Cebada (expandida por la humedad, 40%)	$W_{hl, B40}$	0.5
Malta (secada al aire, 4%)	$W_{hl, M40}$	0.55

Fuente: Eßlinger, 2009

### 9.2. Tamaños estándar de tamiz

Tabla 9-2. Tamaños estándar de tamiz

ASBC			EBC			
Número	Ancho de la Malla	Nombre de la Fracción	Número	Ancho de Alambre en mm	Ancho de la Malla en mm	Nombre de la Fracción
10	2.000	Cáscara	1	0.31	1.270	Cáscara
14	1.410	Cáscara	2	0.26	1.010	Gravilla Áspera
18	1.000	Cáscara	3	0.15	0.547	Gravilla Fina 1
30	0.590	Gravilla Áspera	4	0.07	0.253	Gravilla Fina 2
60	0.250	Gravilla Fina	5	0.04	0.152	Harina
100	0.149	Harina	Bandeja	-	-	Harina Fina
Pan	-	Harina Fina	-	-	-	-

Fuente: Goldammer, 2008

### 9.3. Cálculo para la adición de glucosa

$V_0CO_2$  = Volumen inicial de dióxido de carbono

$V_1CO_2$  = Volumen deseado de dióxido de carbono

Por cada 3.7 g/L de glucosa se gana 1 volumen de  $CO_2$

$$\text{Adición de Glucosa (g/L)} = (V_1CO_2 - V_0CO_2) * (3.7 \text{ g/L})$$

Fuente: Goldammer, 2008

#### **9.4. Programa para limpieza de equipos**

- Lavado con agua fresca
- Segundo lavado con agua fresca
- Preparación de agentes alcalinos
- Circulación de agentes alcalinos
- Lavado con agua fresca
- Segundo lavado con agua fresca
- Preparación de agentes ácidos
- Circulación de agentes ácidos
- Lavado con agua fresca
- Preparación de agentes desinfectantes
- Circulación de agentes desinfectantes
- Lavado con agua fresca
- Lavado final con agua fresca

*Fuente: Eßlinger, 2009*

#### **9.5. Programa para limpieza de tuberías**

- Lavado con agua fresca
- Preparación de agentes alcalinos
- Circulación de agentes alcalinos
- Lavado con agua fresca
- Preparación de agentes ácidos
- Circulación de agentes ácidos
- Lavado con agua fresca
- Preparación de agentes desinfectantes
- Circulación de agentes desinfectantes
- Lavado con agua fresca
- Lavado final con agua fresca

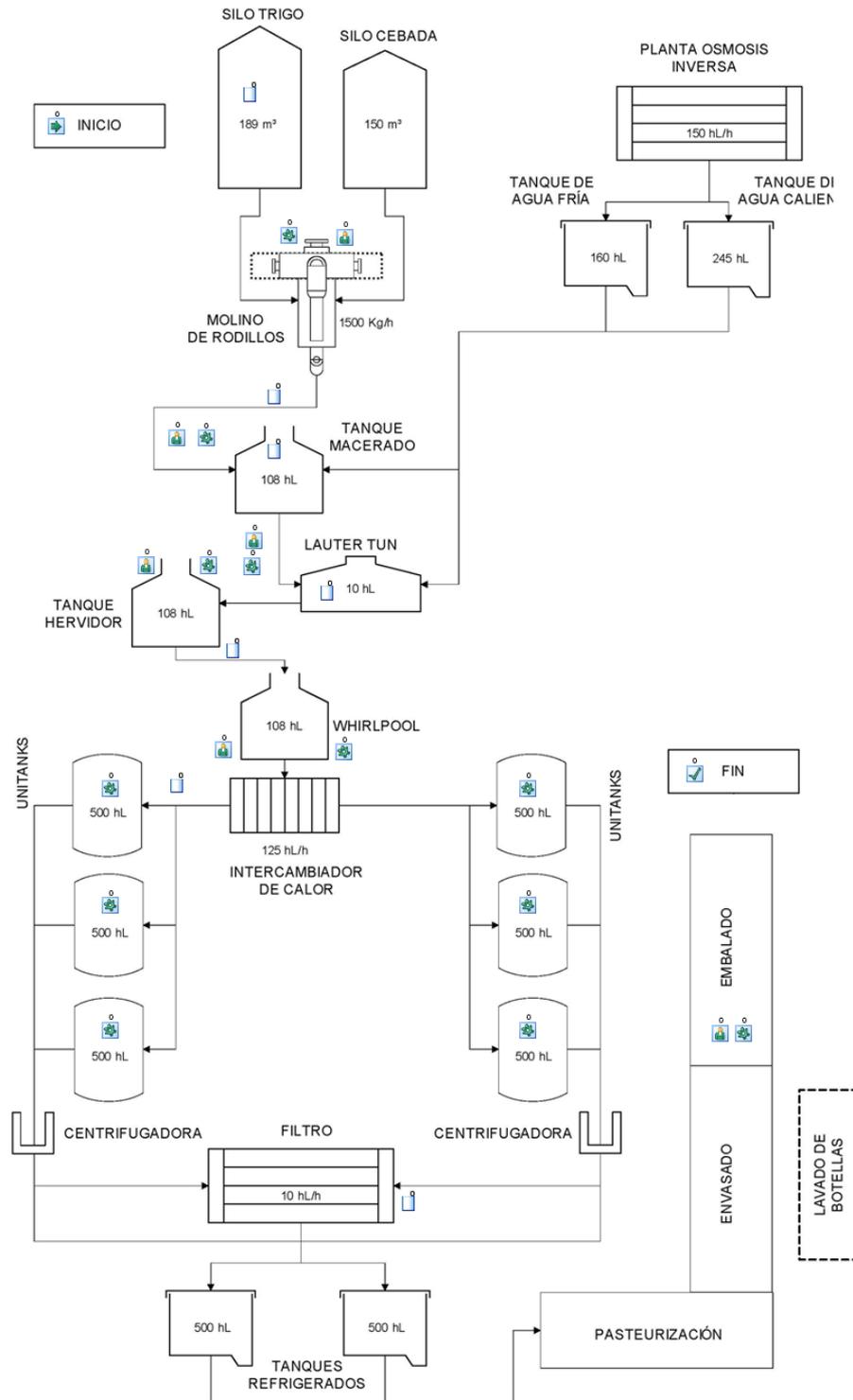
*Fuente: Eßlinger, 2009*

#### **9.6. Simulación del proceso en SIMUL8**

Se realizó un modelo de simulación del proceso para garantizar que los equipos seleccionados y sus capacidades, permitan alcanzar la capacidad de

producción deseada de la planta manteniendo un flujo homogéneo. A continuación se muestra una toma de la pantalla del software, seguido por los cuadros de resumen de la simulación. El archivo de la simulación, se encuentra adjunto a la versión digital de este trabajo.

Figura 9-1. Captura de pantalla de simulación del proceso productivo



Autor: Borja, D., 2010

En la simulación se tuvieron que definir varios parámetros en cuanto a las horas de la jornada laboral y los turnos que se trabajaran en cada proceso.

Los procesos, desde la molienda hasta el envasado trabajan las 24 horas del día durante los 7 días de la semana, para aprovechar lo más que se pueda la capacidad de la planta.

Bajo estos parámetros y con un rendimiento del 100% en todos los procesos, en 52 semanas se pueden llegar a producir 106,200 hl de cerveza blanca.

Un detalle adicional de modelo, es que las unidades producidas finales equivalen a la cantidad de botellas de 333 cc. envasadas en un turno de 8 horas. Es decir, que cada una equivale a 30,000 botellas o 100 hl.

Estos son los resultados de la simulación para los procesos principales:

## Results

Embotellado	Waiting %	2.86
Embotellado	Working %	97.14
Embotellado	Blocked %	0.00
Embotellado	Stopped %	0.00
Embotellado	Number Completed Jobs	1060.00
Embotellado	Minimum use	0.00
Embotellado	Average use	0.97
Embotellado	Maximum use	1.00
Embotellado	Current Contents	0.00
Embotellado	Change Over %	0.00
Embotellado	Off Shift %	0.00
Embotellado	Resource Starved %	0.00
Enfriamiento	Waiting %	90.06
Enfriamiento	Working %	9.94
Enfriamiento	Blocked %	0.00
Enfriamiento	Stopped %	0.00
Enfriamiento	Number Completed Jobs	1062.00
Enfriamiento	Minimum use	0.00
Enfriamiento	Average use	0.10
Enfriamiento	Maximum use	1.00
Enfriamiento	Current Contents	0.00
Enfriamiento	Change Over %	0.00
Enfriamiento	Off Shift %	0.00
Enfriamiento	Resource Starved %	0.00

Macerado	Waiting %	67.55
Macerado	Working %	32.45
Macerado	Blocked %	0.00
Macerado	Stopped %	0.00
Macerado	Number Completed Jobs	1062.00
Macerado	Minimum use	0.00
Macerado	Average use	0.32
Macerado	Maximum use	1.00
Macerado	Current Contents	0.00
Macerado	Change Over %	0.00
Macerado	Off Shift %	0.00
Macerado	Resource Starved %	0.00
Molienda	Waiting %	88.65
Molienda	Working %	11.35
Molienda	Blocked %	0.00
Molienda	Stopped %	0.00
Molienda	Number Completed Jobs	1062.00
Molienda	Minimum use	0.00
Molienda	Average use	0.11
Molienda	Maximum use	1.00
Molienda	Current Contents	0.00
Molienda	Change Over %	0.00
Molienda	Off Shift %	0.00
Molienda	Resource Starved %	0.00
Separacion	Waiting %	78.71
Separacion	Working %	21.29
Separacion	Blocked %	0.00
Separacion	Stopped %	0.00
Separacion	Number Completed Jobs	1062.00
Separacion	Minimum use	0.00
Separacion	Average use	0.21
Separacion	Maximum use	1.00
Separacion	Current Contents	0.00
Separacion	Change Over %	0.00
Separacion	Off Shift %	0.00
Separacion	Resource Starved %	0.00

Unitank 1	Waiting %	13.12
Unitank 1	Working %	86.88
Unitank 1	Blocked %	0.00
Unitank 1	Stopped %	0.00
Unitank 1	Number Completed Jobs	36.00
Unitank 1	Minimum use	0.00
Unitank 1	Average use	0.87
Unitank 1	Maximum use	1.00
Unitank 1	Current Contents	0.00
Unitank 1	Change Over %	0.00
Unitank 1	Off Shift %	0.00
Unitank 1	Resource Starved %	0.00
Unitank 2	Waiting %	13.33
Unitank 2	Working %	86.67
Unitank 2	Blocked %	0.00
Unitank 2	Stopped %	0.00
Unitank 2	Number Completed Jobs	36.00
Unitank 2	Minimum use	0.00
Unitank 2	Average use	0.87
Unitank 2	Maximum use	1.00
Unitank 2	Current Contents	0.00
Unitank 2	Change Over %	0.00
Unitank 2	Off Shift %	0.00
Unitank 2	Resource Starved %	0.00
Unitank 3	Waiting %	0.00
Unitank 3	Working %	0.00
Unitank 3	Blocked %	0.00
Unitank 3	Stopped %	0.00
Unitank 3	Number Completed Jobs	35.00
Unitank 3	Minimum use	0.00
Unitank 3	Average use	0.00
Unitank 3	Maximum use	0.00
Unitank 3	Current Contents	0.00
Unitank 3	Change Over %	0.00
Unitank 3	Off Shift %	0.00

Unitank 4	Waiting %	0.00
Unitank 4	Working %	0.00
Unitank 4	Blocked %	0.00
Unitank 4	Stopped %	0.00
Unitank 4	Number Completed Jobs	35.00
Unitank 4	Minimum use	0.00
Unitank 4	Average use	0.00
Unitank 4	Maximum use	0.00
Unitank 4	Current Contents	0.00
Unitank 4	Change Over %	0.00
Unitank 4	Off Shift %	0.00
Unitank 4	Resource Starved %	0.00
Unitank 5	Waiting %	0.00
Unitank 5	Working %	0.00
Unitank 5	Blocked %	0.00
Unitank 5	Stopped %	0.00
Unitank 5	Number Completed Jobs	35.00
Unitank 5	Minimum use	0.00
Unitank 5	Average use	0.00
Unitank 5	Maximum use	0.00
Unitank 5	Current Contents	0.00
Unitank 5	Change Over %	0.00
Unitank 5	Off Shift %	0.00
Unitank 5	Resource Starved %	0.00
Unitank 6	Waiting %	0.00
Unitank 6	Working %	0.00
Unitank 6	Blocked %	0.00
Unitank 6	Stopped %	0.00
Unitank 6	Number Completed Jobs	35.00
Unitank 6	Minimum use	0.00
Unitank 6	Average use	0.00
Unitank 6	Maximum use	0.00
Unitank 6	Current Contents	0.00
Unitank 6	Change Over %	0.00
Unitank 6	Off Shift %	0.00
Unitank 6	Resource Starved %	0.00

Bajo los mismos parámetros pero esta vez disminuyendo los rendimientos de los procesos productivos; a 60% en proceso de envasado, a 95 % el proceso de fermentación, y a 90% el resto de procesos, en un periodo de 52 semanas se podrán producir 64,800 hl de cerveza blanca. Esta estimación de la capacidad de producción de la planta es mucho más cercana a la realidad que la anterior. Evidentemente, si se consigue una mejora en la productividad de los procesos se podría alcanzar una producción mayor.

Otro escenario que se simuló fue para el caso en que se realice una expansión de infraestructura de la planta. Esta expansión consistiría en comprar cuatro *Unitanks* más para el proceso de fermentación y maduración, y aumentar la capacidad de la línea de envasado de 4,000 bot/h a 7,000 bot/h al adquirir una nueva cabeza rotatoria de la máquina de llenado.

Manejando los mismos niveles de eficiencia del primer modelo de simulación y estos nuevos parámetros de capacidad de la planta, se podría llegar a producir 103,200 hl/año.

## 9.7. Levantamiento de activos de AmBev Brasil

Tabla 9-3. Activos AmBev Brasil

EQUIPAMENTO	LOCALIZACAO	CAPACIDADE	MARCA	VALOR A NOVO
Armazenamento de Grãos e Beneficiamento - 2 Silos de 3.300 Tons	Aguas Claras do Sul - Rio Grande do Sul - RS	3.300 Tons / 5888 m <sup>3</sup>	N/A	\$3,442,000
Envasamento Long Neck (Garrafas 355 ml)	João Pessoa - Paraíba - PB	33.000 Garrafas/h	KHS	\$9,370,000
Estacao de Tratamento de Efluentes Industriais (ETEI)	Jundiai - São Paulo - SP	3.600 m <sup>3</sup> /día	N/A	\$2,218,000

Fuente: Levin S.A., 2006

## 9.8. Cotización de equipos de Kaspar Schulz



KASPAR SCHULZ Kaspar-Schulz-Strasse 1 D-96052 Bamberg

Cerveza Quitena  
Oe-5c  
00017 Quito  
ECUADOR

UNSER ZEICHEN:  
ANSPRECHPARTNER:  
DURCHWAHL:

Dieter Pollok  
0951 / 6099 -52

BAMBERG, DEN:

19. November 2009

### Quotation / Angebot 15611

We thank you for your inquiry and are glad to submit the following quotation. Please note our enclosed terms of sale. We trust that our quotation will induce you to place an order. We assure you that your order will be carried out to your complete satisfaction.

### MACHINES AND INSTALLATIONS FOR A REGIONAL BREWERY

Annual capacity **50.000 - 150.000 hl / year** (expandable)

Design: **Bavarian Brewhouse**  
Material: stainless steel 1.4301 / AISI 304  
Malt charge: 1.600 kg dry grist  
Hot wort quantity: **100 hl**  
Capacity step 1: 50.000 hl / year with 10 weekly brews  
Capacity step 2: 150.000 hl / year with 30 weekly brews  
Degree of operation: automatic control by **BRAUMATIK S7**  
Current supply: 400/230 V, 50 Hz, 3 phases

Yours sincerely,

**KASPAR SCHULZ**  
Brauereimaschinenfabrik  
& Apparatebauanstalt KG

KASPAR SCHULZ – SEIT 1677  
Brauereimaschinenfabrik & Apparatebauanstalt KG

Kaspar-Schulz-Strasse 1  
D - 96052 Bamberg  
HRA Bamberg 8754  
UST-IDNR.: DE 258322251  
TELEFON: +49 (0) 951 60 99 0  
TELEFAX: +49 (0) 951 60 99 60  
MAIL: info@kaspar-schulz.de  
WEB: www.kaspar-schulz.de

SPARKASSE BAMBERG  
KTO.: 72421 / BLZ: 77050000  
IBAN: DE3377050000000072421  
SWIFT / BIC: BYLADEM1 SKB  
HYPOVEREINSBANK BAMBERG  
KTO.: 2545055 / BLZ: 77020070  
IBAN: DE88770200700002545055  
SWIFT / BIC: HYVEDEMM411

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
1.000		<b>Brewery plant for Ecuador :</b>		

**- QUOTATION -**

for a modern beer brewery plant  
with an annual start capacity of 50.000 hl/a

**Step 1**

**Concept for start capacity of 50.000 hl/a  
based on brewhouse with capacity 100 hl cast out  
wort**

**Annual capacity is realized by 10 weekly brews  
with 4-6 brews/day, leading to 3 brewing days  
and 1 cleaning day per week**

**Unitanks with 500 hl nominal contents  
calculated for 6 - 7 days fermentation time  
and 10 - 14 days storage and maturation time**

**Yeast propagation system and water tanks**

**Step 2**

**Concept for capacity expansion to 150.000 hl/a  
by increasing the number of weekly brews to  
30 brews/week, leading to 5 - 6 brewing days  
and 1 cleaning day per week**

**Installation of additional fermenting/storage tanks**

*Brauereianlage für Ecuador :*

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
10.000	1 X	<p><b>Malt and grist handling</b> Malt bin incl. malt transport to mill for sack or big bag malt delivery.</p> <p>Malt mill for dry milling, 4-Roller mill KUENZEL 20/60 or adequate capacity 1.500 kg/h</p> <p>Grist bin with screw material : steel ST37 empty sensor</p> <p>Grist transport capacity : 8 t/h length : 6 m <i>Malz- und Schrothandling</i></p>	96.300,00	96.300,00



Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
20.000	1 X	<b>3-Vessel-Brewhouse with 100 hl of cast out wort</b>	<b>483.310,00</b>	<b>483.310,00</b>

*Brewhouse capacity :  
5 - 6 brews / day  
depending on malt quality  
designed for infusion mashing*

**Equipment for mashing in**  
SCHULZ Optimasher pre-mashing system  
Water mixing for mashing in

**Mash Vessel 108 hl**  
steam heated (2,5 - 3 barü saturated steam)  
agitator with gear motor 4,0/2,2 kW,  
steam jacket for heating up the mash,  
CIP-system (spray balls) incl. all steam armatures  
shell and bottom insulated, dome and shell carefully  
grinded  
Diameter 2.400 mm,  
nominal contents 80 hl  
total contents: 108 hl  
support construction with legs, stainless steel

**Lauter Tun, stainless steel**  
diameter 3.400 mm  
spent grains cutting and removal machine  
with one main and one side arme,  
frequency controlled gear motor 0,5/7,5 kW  
spent grains removal slide valve,  
Lautering ring pipe system,  
Mashing from below, return of cloudy wort below wort  
level, frequency controlled lautering pump, insulation  
of shell and bottom,  
dome and shell carefully grinded  
Spent grains buffer below lauter tun  
support construction made of stainless steel  
Inductive flow meter for wort and sparging water

**Wort Kettle / Whirlpool for 100 hl of cast out wort**  
steam heated (2,5 - 3 barü saturated steam)  
external boiling system with cone and hat  
CIP-system (spray balls)  
incl. all steam armatures  
shell and bottom insulated, dome and shell carefully

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
		grinded Diameter 3.100 mm, nominal contents 108 hl total contents: 185 hl support construction with legs, stainless steel		
		<b>Spent grains transportation</b> exzenter-screw pump rotor made of stainless steel, stator made of perbunan, capacity: spent grains from capacity : approx. 16 cbm/h time of discharge of spent grains : 15 min <i>3-Geräte Sudhaus 100 hl/Sud</i>		
30.000	1 X	<b>Wort treatment</b> <b>Wort cooling equipment for 125 hl/h</b> one stage wort cooler for cooling down the wort from 94°C to 10-12°C. Brewing liquor is heated up from 4 °C to 80 °C, plates made of stainless steel DIN 1.4439, surface approx. 66 m², weight 1.450 kg  <b>Wort aeration</b> Wort aeration system with special designed aeration nozzle, feed pump, preassembled, incl. CIP set, air filter set and all armatures <i>Würzebehandlung</i>	53.300,00	53.300,00
40.000	1 X	<b>Brewhouse-CIP</b> CIP unit for the cleaning of the brewhouse vessels and the wort treatment plant. 5 x 20 hl vessels, one caustic vessel is steam heated (coil) and insulated, CIP feed pump, panel, conductivity measurement and flow dedector <i>Sudhaus-CIP</i>	46.000,00	46.000,00

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
50.000	1 X	<b>Accessoires: Pumps, Valves and pipe work</b>	210.300,00	210.300,00

**Pumps, frequency controlled**  
Mashpump, Lauterpump, cast out pump,  
wort cooling pump

**Valves, throttles and armatures**

drive: electro-pneumatic  
Mash vessel (8 sets)  
Lauter Tun (10 sets)  
Wort Kettle / Whirlpool (8 sets)  
Wort cooling (5 sets)  
CIP-Wort cooling (6 sets)  
CIP-Paneel, feed side (15 sets)

**Pipework in the brewhouse**

Mash and wort within the brewhouse  
Wort to whirlpool, wort cooler  
Air supply to wort aeration  
CIP-feed and return  
mounting and installation material pipework  
*Zubehör: Pumpen, Ventile, Verrohrung.*

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
60.000	1 X	<b>Operating system for brewhouse</b>	<b>104.620,00</b>	<b>104.620,00</b>

brewhouse control system incl. power cabinet,  
cabinet for frequency controlled motor units

Scope:

- malt and grist handling,
- brewhouse,
- wort treatment,
- CIP in the brewhouse,
- CIP for wort treatment

Brewhouse with manual remote control

Measurement techniques for temperature,  
level indicator, conductivity, and others  
Inductive flowmeter for cold and hot water,  
cold wort after wort cooling

Air supply for brewhouse and wort aeration  
1 separate reciprocating compressor (oilfree) 30 m<sup>3</sup>/h -  
7,0 barg

Air filter set (activated coal, steril, submicron)  
pneumatic hoses for pneumatic valves  
*Bediensystem für Sudhaus*

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
70.000	1 X	<b>Fermenting and Storage tanks - Unitanks</b>	<b>971.100,00</b>	<b>971.100,00</b>

designed as Unitanks (alternatively usable for two-tank-processing). Tanks erected on a concrete support construction.

**10 cylindroconical fermentation and storage tanks**

*This number of tanks is suitable to handle an annual capacity of approx. 75.000 - 100.000 hl/a and ensures the requested flexibility in the summer months !*

material: CrNi steel 1.4301 / AISI 304  
nominal contents: 500 hl (fermentation)  
580 hl (storage)  
total contents: 625 hl  
diameter 3.700 mm  
height 12.125 mm  
working overpressure 2,0 barü  
type: cylindro-conical  
cone: 60°

CCT including all armatures, man hole DN 450/65, flange DN 600 on the top, insulation (insulation is covered with aluminium trapezoid with coloured coating), special designed roof, complete made of stainless steel, carefully grinded cover, made of stainless steel at the cone.

Insulation and covers  
alu-trapezoid with coloured coating, special roof design for outdoor installation

Subcontraction for tanks in steel or concrete done by customer !

**Temperature control unit**

for 10 Unitanks  
display and power cabinet in storage room

**Yeast tanks**

Working overpressure 2 bar g  
consisting of:  
2 cylindro-conical tanks with 20 hl contents  
jackets for cooling  
standing on three feet, made of stainless steel

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
		incl. temperature control unit for 2 tanks		
		<b>Dosing unit / aeration unit</b> consting of 1 movable pump and one inductive flow meter, programmable 1 movable beer / CIP pump		
		<b>CIP-Plant for tank cleaning</b> 3 vessels with 25 hl total contents each, feed pump, return pump, measurement techniques Automatical dosing unit for acid, caustics and an third detergent Process control unit		
		<b>Bright Beer Cellar</b> Working overpressure 3 bar g consisting of: 2 Tanks with dished bottoms, with 500 hl contents, each tanks cooled, not insulated Tanks with level gauge, temperature control <i>Gär- und Lagertanks - Unitanks</i>		
75.000	2 X	<b>Movable beer pumps</b> <i>bewegliche Bierpumpen</i>	8.750,00	17.500,00
80.000	1 X	<b>Down Stream Processing</b> <b>Filtration Unit</b> combined filter unit for diatomas earth and sheet filtration nominal capacity : 100 hl/h plates and sludge frames made of stainless steel additional equipment (piping), mixing and dosing unit for diathomenous earth  CO2-Supply: tank and piping done by customer <i>Down Stream Processing</i>	215.400,00	215.400,00

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
90.000	1 X	<b>Refrigeration plant</b>	165.000,00	165.000,00

**1 pc. Ammonia Packaged-Type Chilling Unit - Split Design**

Ammonia Water Chilling Unit  
with high-capacity shell and tube plate-type evaporator  
= maximum capacity at minimum refrigerant charge

Chilling Unit in strong industrial execution, unit  
equipped with:

**2 pcs. Multi-cylinder open-type Compressor Units**  
complete Ammonia compressors  
cooling capacity: approx. 170 kW

**1 pc. strong and reliable Water Chiller Type AP**

a system of high efficiency with reduced Ammonia  
charge  
all water touched parts: stainless steel  
integrated Ammonia liquid separator,  
all controls, safety valves and automatic high pressure  
float valve, safety level controller and oil drain/return  
system  
all Control and Regulating Elements for manual and  
automatic service including thermostat with digital  
indication, frost control (thermostat) with digital  
indication, flow switch and capacity control system

**Electric Switch Board (according to VDE and DIN)**

protection class IP 54 / IP 44  
Switch Board with main interruptor and selector  
switches, with pilot control lamps for operation and  
disturbance, malfunction indicator, digital temperature  
indicator and step capacity controller of water chiller,  
main fuses and control fuses, possible remote control,  
control voltage transformer, working hour metre

*Unit factory-assembled and pressure-tested.*

Glycol water outlet temperature: - 5°C  
Glycol water inlet temperature: - 2°C

This unit is foreseen for: Ammonia operation  
Execution according to:  
European Machinery Directives 89/392  
EWG and Pressure Equipment Directives 97/23 EG;

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
		<p>applied standards are DIN EN 292-1/2, EN 378, UVV/BGV D4, EN 60.204-1, DIN ISO 9001 as well as VDE-0100, 0113, 0660</p> <p><b>1 pc. Evaporative Condenser</b> in completely galvanized steel construction, additionally coated against corrosion wet bulb temperature: + 24°/25°C as well as stop valve, air purging valve and safety valve</p> <p><b>1 pc. Chilled Water Buffer Tank</b> - 2 compartments tank complete with all connections and water pipework between Chiller</p> <p><b>2 pcs. Water Circulating Pumps</b> complete with controls and valves</p> <p><b>1 pc. Pump</b> - for the water chiller circuit</p> <p><b>2 pc. Pumps</b> - for circulation Glycol water to the consumers, coolers and tanks <i>Kälteanlage</i></p>		
91.000	1 X	<p><b>Glycol filling of cooling unit</b> <i>Glykolfüllung</i></p>	30.000,00	30.000,00
92.000	1 X	<p><b>Air compressor</b> Air compressor for multiple use in brewery <i>Luftkompressor</i></p>	64.580,00	64.580,00

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
<b>93.000</b>	1 X	<b>Full automatic BRAUMATIC S7</b> Fully automated brewhouse control system incl. power cabinet for frequency controlled motor units  Visualisation: 2 SIEMENS monitors 19" full coloured  Scope of automatisisation :  - malt intake, malt and grist handling, - brewhouse, - wort treatment, - CIP in the brewhouse, - CIP for wort treatment, - temperature control of tanks  Basic hardware: Siemens S7 Software: BRAUMATIC Operation system: Win CC Communication with the plant: MPI Profibus Brewhouse with manual remote control via PC All date of the brews are prepared within an ACCESS-format. These data can be transferred to another PC of process management data handling Measurement techniques for temperature, level indicator, conductivity, and others 4 Inductive Flowmeter for Cold water, Hot water, cold wort after wort cooling <i>Vollautomatik BRAUMATIK S7</i>	<b>98.100,00</b>	<b>98.100,00</b>
<b>95.000</b>	1 X	<b>Beer hoses</b> <i>Bierschläuche</i>	<b>21.000,00</b>	<b>21.000,00</b>

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
100.000	1 X	<p><b>Water tanks and water treatment</b></p> <p><b>Cold water tank</b> with nominal contents of 160 hl AISI 304, continuous measurement of contents and additional level indicator for "full" 2 cold water feed pump 60 m<sup>3</sup>/h with 4,0 barü vessel insulated with 100 mm rockwool coved with aluminium trapeziod incl. automatic valve for automatic filling incl. volume indication</p> <p>incl. heat exchanger for cooling the cold water &lt;20°C down to 3°C with the use of glycol -3°C capacity 80 hl/h with</p> <p><b>Brewing water tank</b> (hot liquor) Hot water tank with nominal contents of 245 hl steam heated coil, AISI 316L 3 different outlets, continous measurement of contents with pressure measurement techniques hot water feed pump 40 m<sup>3</sup>/h with 3,5 barü vessel insulated with 100 mm rockwool coved with aluminium trapezoid</p> <p>incl. heating device for hot water capacity 300 kW</p> <p><b>Water treatment plant</b> based on reverse osmosis capacity 10 m<sup>3</sup>/h incl. filters <i>Wassertanks und Wasseraufbereitung</i></p>	243.800,00	243.800,00
120.000	1 X	<p><b>Steam boiler</b></p> <p>capacity for brewery: 4.000 kg/h saturated steam with 6 barg</p> <p>Steam reduction (to 2.5 - 4 barg) and distribution unit with safety valves</p> <p>steam boiler 4 to/h incl. feed water treatment <i>Dampferzeuger</i></p>	284.500,00	284.500,00

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
200.000	1 X	<b>Spare parts kits</b> mechanic and electro-pneumatic parts <i>Ersatzteilsets</i>	<b>30.000,00</b>	<b>30.000,00</b>
<b>Sum EUR</b>				<b>3.134.810,00</b>



Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



**Budgetary price services / Richtpreise**

Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
130.000	1 X	<b>Engineering</b> planning of the brewery layout and dimensioning of all necessary machines; development of a pipework scheme and application to the individual conditions on site; elaboration of all plans on AutoCAD; close co-ordination with customer as to local supplies, necessary connections to mains, gas, etc. <i>Engineering</i>	30.000,00	30.000,00
140.000	1 X	<b>Piping material 1 (budgetary price)</b> Piping material for product, CIP and air, stainless steel, incl. supports for wall mounting and all necessary bends.  Insulation of pipework done by customer ! <i>Rohrleitungsmaterial 1 (RP)</i>	135.000,00	135.000,00
150.000	1 X	<b>Piping material 2 (budgetary price)</b> Piping material for steam, condensate and glycole circuits, stainless steel, incl. supports for wall mounting and all necessary bends.  Insulation of pipework done by customer ! <i>Rohrleitungsmaterial 2 (RP)</i>	90.000,00	90.000,00
160.000	1 X	<b>Installation (budgetary price)</b> bringing in, placement and adjustment of the described technical equipment with our technicians on site; installation of the pipework as specified, instruction and supervision of local helpers and local suppliers. In the case of a splitted mounting due to customer request, the additional travelling costs and time will be charged separately. <i>Montage (RP)</i>	240.000,00	240.000,00
170.000	1 X	<b>Commissioning (budgetary price)</b> Commissioning by our head brewer, cleaning of the brewhouse plant and rinsing of the pipework; instruction of your brewmaster during the production of brews of sales beer during a period of up to 3 continuous weeks on site. <i>Inbetriebnahme (RP)</i>	30.000,00	30.000,00
175.000	1 X	<b>Commissioning of steam boiler and refrigeration plant</b>	15.000,00	15.000,00

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
<i>IBN für Dampfkessel und Kälteanlage</i>				



Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



### Options / Optionen

Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
31.000	1 X	<b>Wort boiling upgrade "SchoKo"</b>	<b>85.700,00</b>	<b>85.700,00</b>

as recommended upgrade leading to 60 % reduction in energy consumption compared to standard wort boiling system --> economic advantage.

The patented SchoKo system separates the traditional process of wort boiling into two individually controlled steps:

The simmering of the wort just below boiling temperature for a definite time period, and the evaporation through expansion into a vacuum.

The wort is no longer be boiled in the kettle but agitated, dispersed by an adjustable wort dispersion plate in the kettle dome and kept at a controlled temperature - simmering boil instead of rolling boil ! The regular evaporation in the kettle is approx. 1 %.

With the transfer to the whirlpool the hot trub is removed. The following inline process of vacuum evaporation reduces the total volume by a max. of 6 %. The whole process does not consume any additional heating energy for evaporation ! The evaporation-energy is provided by the cooling off while expanding into the vacuum.

The brewhouse consumption of prime energy is reduced to below 1,2 liter oil or adequate per hectoliter wort produced (60 % reduction compared to standard wort boiling systems) although the same evaporation rate is achieved. This leads to an additional advantage concerning the quality of the wort indicated by excellent analysis results for proteins and DMS as well as TBZ because of less thermal impact on the wort.

For the first time in history ever the brewer is able to control each of these main quality parameters individually. Innovative gentle boiling system SchoKo for better beer quality and significant reduction of energy costs. The energy costs within the brewhouse are highly reduced compared to the standard wort

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
		boiling system. <i>Würzekochsystem "SchoKo"</i>		
32.000	1 X	<b>Hot break tank</b> Nominal contents 20 hl, Total contents 25 hl diameter 1,200 mm, cylindro-conical type with dosing pump, standing on three stainless steel legs <i>Heißstrubtank</i>	16.100,00	16.100,00
51.000	1 X	<b>Prepiping in Bamberg</b> <i>Vorverrohrung Sudhaus in Bamberg</i>	120.000,00	120.000,00
52.000	1 X	<b>Platform</b> made of stainless steel <i>Podest</i>	33.500,00	33.500,00
71.000	1 X	<b>Platform on the tank top</b> made of St-37-2 zinquered, according to DIN and UVV <i>Podest an Tankdach</i>	22.800,00	22.800,00
80.910	1 X	<b>Set of welding machines and accessories</b> Set of welding machines, accessories and mounting tools according to quotation by our supplier <i>Schweißmaschinen und -zubehör</i>	18.500,00	18.500,00
80.920	1 X	<b>Additional tools</b> 1 box inert gas discs; 1 box welding tongs; 1 hook spanner; 1 set inert gas plugs; 1 straight grinder <i>Zusätzliches Werkzeug</i>	2.320,00	2.320,00
80.930	6 X	<b>Large tool box</b> with lock, for transport and storage of all items; designed for transport by fork lift <i>Große Werkzeugkiste</i>	320,00	1.920,00
94.000	1 X	<b>Laboratory equipment</b> - Spectrophotometer set (useable for different water-, wort- and beer analysis like Diacetyl, Bitter Units, FAN, etc - Distillation unit Parnas Marco (sample preparation for the determination of Diacetyl) - Set for determination of Bitter Units - Set universal laboratory centrifuge - Shaker	198.240,00	198.240,00

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Microscope set</li> <li>- Nutrient media set</li> <li>- Inline turbidity meter for beer after filtration</li> <li>- Inline turbidity meter for wort at lauter tun outlet</li> <li>- Portable oxygen analyzer</li> <li>- Automatic beer analyzer (% alcohol, real extract, original &amp; apparent extract, specific gravity, real &amp; apparent degree of fermentation and calories</li> <li>- Anaerobic set</li> <li>- Circulation oven &amp; hot air sterilizer</li> <li>- Forcing tester</li> <li>- pH-Meter</li> <li>- Laboratory turbidity meter for determination of beer turbidity</li> <li>- Sampling device</li> <li>- PU monitor for tunnel pasteurisation</li> <li>- Printer/charger</li> <li>- NIBEM foam stability tester</li> <li>- Sample bottle filler</li> <li>- Flasher head</li> <li>- CO2 purity tester</li> <li>- Keg monitor</li> <li>- Standard keg</li> <li>- Laser printer</li> <li>- Bottle monitor</li> <li>- Bottle standard</li> <li>- Microbiological work place</li> <li>- Accessory set for sterile sampling</li> </ul>		
155.000	1 X	<b>Electric installation and material</b> done by customer <i>Elektroinstallation/-material (bauseits)</i>		
301.000	1 X	<b>Bottle filler (to be discussed yet)</b> Bottle filler equipment to be discussed later, prices depend on actual demand, e.g. hourly filling rate, bottle sizes, labeling options, etc.. Manufacturers for professional filling lines can be recommended by KASPAR SCHULZ, but will be supplied by these companies. The price range for a complete bottling line of 4.000 bottles/hour is approx. 250.000 - 400.000 EUR depending on quality and scope of automatisisation. <i>Flaschenabfüllung (bauseits)</i>		
302.000	1 X	<b>KEG filler (to be discussed yet)</b> KEG filler equipment to be discussed later, prices		

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



Pos	Quantity / Menge	Article / Bezeichnung	Price / Einzelpreis	Total EUR
-----	------------------	-----------------------	---------------------	-----------

depend on actual demand, e.g. hourly filling rate,  
automatic options, etc.. Manufacturers for professional  
filling lines can be recommended by KASPAR SCHULZ,  
but will be supplied by these companies. The price  
range for a semiautomatic kegging line of 30 KEG/hour  
is approx. 70.000 EUR or for a fullautomatic kegging  
line of 60 KEG/hour approx. 350.000 EUR.  
*KEG-Abfüllung (bauseits)*



Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



**TERMS OF PAYMENT AND DELIVERY**

**PRICE:** FCA (Free Carrier) Bamberg, Incoterms 2000, Packing extra.

The prices are based on the today's costs of materials and wages. In the case of any variation within these factors, we must reserve the right to adjust our prices accordingly.  
The prices are valid max. 3 months after the date of this quotation.

**PAYMENT** Payable in EUR

40 % as advanced payment and is immediately due with the placement of the order.  
Please transfer the remittance to one of our following accounts with:

Sparkasse Bamberg,  
Account No. 72 421  
Bank Area Code - BLZ:- 770 500 00,  
IBAN: DE3377050000000072421  
**S.W.I.F.T./ BIC: BYLA DE M1 SKB**

HYPOVEREINSBANK  
Account No. 2 545 055  
Bank Area Code - BLZ 770 200 70  
IBAN: DE88770200700002545055  
**S.W.I.F.T./BIC HYVE DE MM 411**

60 % payable upon delivery against an Irrevocable and Confirmed Letter of Credit from a prime International Bank.  
The L/C is to be opened within 30 days after signing the contract. All charges are borne by the applicant.

**DELIVERY**

**5-6 months** is agreed upon as the latest date of shipment if clarification of all technical and commercial details are completed, in particular:

The down-payment/deposit has to be credited to our bank account.  
The L/C must be opened.

One copy of the complete contract signed by the customer and sent back to contractor.

**The indicated delivery time is subject to the availability of half finished products !**

**FORCE MAJEURE**

The Supplier shall not be responsible for the delay of shipment or non-delivery of the goods due to Force Majeure, which might occur during the process of manufacturing or in the course of loading or transit. The Supplier shall advise the Purchaser immediately of the occurrence mentioned above and within fourteen days. Thereafter the Supplier shall send a notice by airmail to the Purchaser for their acceptance of a Certificate of the Accident issued by competent Government Authorities under whose jurisdiction the accident occurs as evidence thereof. Under such circumstances the Supplier, however, are still under the obligation to take all necessary measures to hasten the delivery of the goods. In case the accident lasts for more than three months the Purchaser shall have the right to cancel the contract.  
In case of force majeure any indemnifications are excluded.

**RIGHT OF OWNERSHIP**

The Supplier shall retain ownership of items delivered until all payments have been made in accordance with the contract.

The Purchaser may not pledge items, or transfer title for same. In case of seizure, confiscation or other disposition by third parties, the Purchaser shall notify the Supplier immediately

In so far that law exists which covers the delivered item and which does not permit the Right of Ownership, but does

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



permit other rights, then the Supplier is entitled to all such rights. The Purchaser shall be obliged to assist the Supplier in any measures he undertakes to protect this Right of Ownership or any other rights regarding the delivered goods.

#### **WARRANTY**

The guaranteed period of warranty of the equipment on all mechanical parts shall be 12 months beginning from setting up date, or a maximum of 18 months beginning from B/L-date.

The Supplier's liability does not cover defects which are caused by faulty maintenance, incorrect erection or faulty repair by Purchaser, or alterations carried out without the Supplier's consent. Finally the Supplier's liability does not cover normal wear and tear or deterioration.

#### **EXCLUSIONS:**

- transportation and insurance
- taxes and import duties
- mounting
- setting up and commissioning
- head brewer's training
- installation materials
- pipe lines outside the brewhouse
- dispensing line and tap
- drains and gullies
- sewage treatment
- brewing water treatment
- electrical wiring outside the brewhouse
- buildings and foundations
- furniture for buildings
- spare parts
- raw materials and supplies
- plastic tube, hose pipes, hose connections
- hoses for the cooling medium
- room cooler for the store
- laboratory materials
- all costs for licensing and getting the allowance for running the brewery from the local authorities
- and all other deliveries and performances not specifically stated in this quotation.

#### **Commissioning oil- or gas-fired boiler**

The adjustment and commissioning of the burner to the local conditions will be taken care of by a regional, manufacturer-authorized firm. The costs have to be paid by the operating company.

#### **MOUNTING, SETTING UP AND TRAINING**

All erection costs incurred and commissioning of the mechanical equipment including sending an Engineer and starting up the Brewery are to be paid by the Purchaser.

All travelling expenses incurred by the Supplier in respect of his employees, the transport of their equipment and personal effects, including return flight tickets (open tickets), expenses for VISA, transfer cost from/to airport and the accommodation (hotel or apartment Western standard) of the Supplier's employees during erection and setting up are to be paid by the Purchaser.

In case of Supervisor Mounting of the delivered equipment with a supervising engineer the working time of our engineer is limited from Monday - Saturday, with max. 60 h/ week.

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



**Purchasers Responsibilities and Constructional Performance**

An Interpreter (language of foreign country / German or English ) is to be available during the erection and installation time.

The Purchaser shall provide the Supplier with closed or guarded premises on or near the site as protection against theft and deterioration of the plant to be erected, of the tools and equipment and the clothing of the Supplier's employees.

The purchaser guarantees that the temperature in the working area is above 15° C at any time and that sufficient lighting in the working area is available.

A telephone, fax and modem connection has to be available during mounting and setting up time for our employees free of charge.

The supply and erection of the required scaffoldings are to comply with all valid safety rules and regulations.

All vehicles supplied must conform with the valid safety rules and regulations. It is also your responsibility to fully insure all goods which are moved by any of the above vehicles.

The following vehicles to unload and install heavy equipment have to be provided by customer:

- crane
- fork lift

All equipment required for the erection and instalment such as power, welding gas (i.e. Argon, Oxygen, Moulding gas, Acetylene etc) construction site illumination must be available on the construction site in good time and free of charge.

Accordingly any additional bricklaying and stemming which may be required to complete the ceiling or walls which also includes the attachment of pipes and girders, supportive foundations etc and the finishing paintwork are entirely the Purchaser's responsibility.

The return transport for any of the above vehicles or equipment that were made available for this instalment, which have not been returned by the assembly men are the Purchasers responsibility.

Temporary assistance is required throughout the entire installation period (i.e. 1 worker per technician).

The utilisation of facilities are to be made available to our employees such as the workshop, recreation rooms, sanitary facilities etc.

Any and all costs incurred in the above set out constructional requirements are the entire responsibility of the Purchaser.

We will only acknowledge parts or utensils/elements which are required by our own employees on site for this particular installation, if, the delivery note is countersigned upon delivery by our company appointed Assembly Manager and a copy is forwarded on to us in Germany.

All additional costs which may incur which have not been specifically set out in our contract are your responsibility.

**ARBITRATION**

All disputes arising from the execution of or in connection with this contract, shall be settled amicably through friendly negotiation. In case no settlement can be reached through negotiation, the case shall be submitted to the International Chamber of Commerce, Paris for arbitration in accordance with its rules of procedure. The arbitral award is final and

Quotation 15611 dated 19.11.2009  
for Cerveza Quitena



binding upon both parties. Arbitration fee shall be borne by the losing party.

The contract shall be subject to German Law. CISG (United Nations Convention on Contracts for the International Sale of Goods) is excluded.

**FINAL CONDITIONS**

Any agreement between the Parties concerned shall only be binding if it has been confirmed in writing and signed by both Parties.

Should parts of this contract be cancelled or disputable, all other remaining parts of this contract keep their validity and are not affected.

As far as anything else is not ruled out in this contract, this order is subject to our General Conditions.

**LANGUAGE AND IST EFFECT**

This contract has been written in the english language and issued with two originals.

In the case of discrepancy in interpretation arising between the translation into foreign languages, this contract and our General Terms of Delivery shall be binding in the english wording only.

**ENCLOSURES**

General Conditions

