



300617  
8  
24  
**UNIVERSIDAD LA SALLE**

ESCUELA DE INGENIERIA  
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

GUÍA DE SELECCION DEL SISTEMA DE LIMPIEZA  
PARA PROCESOS INDUSTRIALES DE ELABORACION  
DE ALIMENTOS

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
CON ESPECIALIDAD EN:  
**INGENIERIA INDUSTRIAL**  
P R E S E N T A N :  
**GUSTAVO ALBERTO CALVO NUÑEZ**  
**FRANCISCO ALVAREZ ARZATE**

ASESOR DE TESIS: ING. ALFONSO RAMON BAGUR

MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I IMPORTANCIA DE LA LIMPIEZA EN LOS PROCESOS DE MANUFACTURA DE ALIMENTOS</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>PROCESO DE ELABORACIÓN DE JAMÓN COCIDO DE PIERNA</b>	<b>8</b>
<b>PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO</b>	<b>13</b>
<b>PROCESO DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LÍQUIDA PARA MASA PANADERA</b>	<b>20</b>
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>24</b>
<b>CAPITULO II DIFERENTES TIPOS DE SISTEMA DE LIMPIEZA</b>	<b>25</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>26</b>
<b>A) SISTEMAS DE LIMPIEZA EN SECO</b>	<b>26</b>
<b>B) SISTEMAS DE LIMPIEZA EN HÚMEDO</b>	<b>28</b>
<b>CUADROS COMPARATIVOS GENERALES</b>	<b>31</b>
<b>CAPITULO III ASPECTOS VITALES PARA LA SELECCIÓN DEL EQUIPO DE LIMPIEZA</b>	<b>55</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>56</b>
<b>PROCESO DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LÍQUIDA</b>	<b>59</b>
<b>EXPLICACIÓN DETALLADA DEL PROCESO</b>	<b>66</b>
<b>SISTEMA DE LIMPIEZA CIP</b>	<b>79</b>
<b>FACTORES DE LIMPIEZA</b>	<b>80</b>
<b>SECUENCIA DE LA LIMPIEZA</b>	<b>83</b>
<b>COMPONENTES DE LA LIMPIEZA</b>	<b>87</b>
<b>CUADRO COMPARATIVO</b>	<b>101</b>

---

---

<b>CAPITULO IV DISEÑO DE INGENIERÍA DEL SISTEMA DE LIMPIEZA CIP AL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LIQUIDA</b>	<b>102</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>103</b>
<b>ANÁLISIS CUADRO COMPARATIVO</b>	<b>103</b>
<b>RESUMEN DEL EQUIPO SELECCIONADO</b>	<b>107</b>
<b>ANÁLISIS DEL DIAGRAMA DE PROCESO DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LÍQUIDA Y VISTA EN PLANTA CON EL SISTEMA CIP PRELIMINAR</b>	<b>109</b>
<b>ANÁLISIS DE CIRCUITOS DE LIMPIEZA</b>	<b>119</b>
<b>DIAGRAMA DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LÍQUIDA CON EL SISTEMA CIP(NOMENCLATURA)</b>	<b>149</b>
<b>VISTA EN PLANTA DEL EQUIPO DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LÍQUIDA CON EL SISTEMA CIP(Y SU NOMENCLATURA)</b>	<b>151</b>
<b>RESUMEN DE BOMBAS DE ALIMENTACIÓN Y RETORNO CIP</b>	<b>153</b>
<b>TABLA DE TIEMPOS DE LAVADO</b>	<b>154</b>
<b>TRATAMIENTO PARA DESECHOS DE SOLUCIONES DETERGENTES</b>	<b>155</b>
<b>CAPITULO V MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE LIMPIEZA CIP</b>	<b>156</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>157</b>
<b>COMPROBACIÓN DE SERVICIOS EXTERIORES AL SISTEMA DE LIMPIEZA CIP</b>	<b>157</b>
<b>SELECCIÓN DEL CIRCUITO A LAVAR</b>	<b>159</b>
<b>INICIALIZACIÓN DEL CICLO DE LIMPIEZA CIP</b>	<b>160</b>
<b>SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE LIMPIEZA CIP</b>	<b>161</b>
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>162</b>
<b>ANEXO A</b>	<b>165</b>
<b>ANEXO B</b>	<b>175</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>188</b>

---

---

## INTRODUCCIÓN

INTRODUCCION

## INTRODUCCIÓN

En los procesos industriales de manufactura de alimentos, cabe señalar la importancia que tiene la limpieza del equipo e instalaciones, como una parte más del proceso mismo, por lo cual el papel del Ingeniero Industrial será el de aumentar la productividad en el proceso, tomando en consideración las necesidades de limpieza del equipo.

En cada proceso existen diferentes factores que influyen en la productividad y no existe ninguno que sea independiente de los demás. La importancia que se atribuye a cada uno de estos factores depende del giro de la empresa, industria y del proceso mismo.

En el caso de los procesos de manufactura de alimentos, uno de los factores más importantes es el de la limpieza y sanidad de los equipos e instalaciones que se hayan involucrado en forma directa e indirecta durante todo el proceso de elaboración de los productos alimenticios.

Siendo la limpieza un factor parte del proceso para la producción de alimentos, el Ingeniero Industrial deberá hacer que las operaciones de limpieza involucradas en el sistema sean actividades que no afecten la continuidad del mismo.

La limpieza como factor clave en la elaboración de alimentos es el resultado del diseño sanitario de construcciones y equipo, así como también de la cuidadosa planeación de los sistemas de limpieza.

El arreglo de equipo en producción ó "Lay Out" debe considerar a los sistemas de limpieza en el mismo. De esta forma será el Ingeniero Industrial el que en forma integrada lleve de la mano el proyecto desde su inicio, con una mentalidad de producción económica.

Un buen diseño de los sistemas de limpieza en la planta puede reducir de una manera significativa los costos de operación y al mismo tiempo incrementar en forma muy amplia la calidad de esta operación. Para conseguir esto es necesario definir lo que el "trabajo de limpieza" significa, y solo entonces seleccionar el sistema correcto, para la obtención de óptimos resultados basados en la productividad del sistema.

Los avances tecnológicos que se han desarrollado para la limpieza de los equipos con que se trabaja, así como de los materiales utilizados, harán que el trabajo de limpieza sea un proceso sencillo y de fácil operación.

Para asegurar un producto limpio y sanitario la Ingeniería Industrial como responsable que es del proceso, deberá tener en consideración siempre los procesos de limpieza en el diseño del sistema que producirá los alimentos.

Podemos asegurar que sin un trabajo de ingeniería de planeación, de programación de limpiezas y sanitización, los procesos de elaboración de alimentos pueden ser significativamente más costosos. Por lo que el trabajo de limpieza debe ser una operación planeada y no empírica como tradicionalmente se lleva a cabo, y con estas actividades los problemas de limpieza tales como envenenamiento de alimentos de comida, putrefacción, plagas e insectos, y por daños ocasionados por material externo (físico y/o químico) se reducirán.

Como consecuencia de un buen sistema de limpieza se tendrá un periodo de espera más corto, reduciendo las horas extras, los retrasos ó paros de línea, un producto con una mejor calidad, etc., convirtiendo por tanto las actividades de limpieza en una actividad menos costosa.

El diseño de ingeniería de una planta procesadora de alimentos se encontrará en ventaja al conocer de antemano los riesgos y sensibilidades de los productos alimenticios que fabricará, y al tomar las medidas adecuadas para éstas, dando como resultado un diseño significativamente más barato, que cumpla con el objetivo social de producir alimentos que cubran con las normas de calidad que satisfagan a los clientes.

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo principal el dar a conocer las características que existen en los diferentes procesos de manufactura de alimentos, dando una guía para la correcta selección del sistema de limpieza óptimo para el proceso que se quiera analizar, así como también la guía para el desarrollo de un manual de operación y mantenimiento del sistema de limpieza que se seleccione.

Con lo anterior la Ingeniería Industrial se aplicará en beneficio del proceso y la fabricación de productos alimenticios, ahorrando en su operación y mejorando su calidad.

El Ingeniero Industrial deberá aplicar todas las herramientas posibles para hacer que un sistema productivo sea rentable y eficiente, por esto es que en este trabajo se proporciona el material adecuado para seleccionar el mejor sistema de limpieza en su proceso de fabricación de alimentos.

-En el primer capítulo se explicaran tres procesos con características diferentes, resaltando la importancia que la limpieza tiene en la elaboración de alimentos.

-En el segundo capítulo se explicará lo que la limpieza significa, así como los diferentes sistemas de limpieza que existen, haciendo un cuadro comparativo entre ellos.

-En el tercer capítulo, tomaremos un proceso de elaboración de alimentos que por sus características de necesidades de limpieza, resulte interesante el análisis del mismo para que a manera de guía determinar el sistema de limpieza más adecuado al mismo

-En el cuarto capítulo se hará el proyecto de ingeniería para la adaptación del sistema de limpieza al proceso seleccionado.

-En el quinto y último capítulo se presenta el manual del sistema de limpieza seleccionado.



# **I IMPORTANCIA DE LA LIMPIEZA EN LOS PROCESOS DE MANUFACTURA DE ALIMENTOS**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>PROCESO DE ELABORACIÓN DE JAMÓN COCIDO DE PIERNA</b>	<b>8</b>
<b>PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO</b>	<b>13</b>
<b>PROCESO DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LÍQUIDA PARA MASA PANADERA</b>	<b>20</b>
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>24</b>

# **I IMPORTANCIA DE LA LIMPIEZA EN LOS PROCESOS DE MANUFACTURA DE ALIMENTOS**

## **INTRODUCCIÓN**

El Ingeniero Industrial debe participar desde la planeación, selección y diseño de cualquier proceso productivo, haciendo que estos sean realmente productivos. La limpieza siendo parte integral de los procesos de manufactura de alimentos para el consumo humano debe de considerarla desde la planeación .

Un proceso de manufactura se define como el conjunto de fases sucesivas que transforman la materia prima (animales, granos, etc.) en un producto terminado ,limpio y sanitario; como resultado de un diseño, un proceso y un método de fabricación.

La industria de procesamiento de alimentos la podemos dividir en:

- Carnes y Aves
- Leche y sus derivados
- Panadería y Repostería
- Procesamiento de granos
- Cereales y preparación de mezclas secas
- Pastas
- Comida congelada
- Elaboración de conservas

Para dejar perfectamente claro lo que un proceso de manufactura de alimentos significa, así como también hacer notar las diferencias que existen entre procesos de diferentes ramas y por lo tanto sus diferentes necesidades sanitarias, definiremos tres procesos que son:

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| - Elaboración de Jamón cocido de pierna (ganado porcino) | <b>Carnes y Aves.</b>          |
| - Elaboración de Queso                                   | <b>Leche y sus derivados.</b>  |
| - Elaboración de Esponja Líquida                         | <b>Panadería y Repostería.</b> |

Estos procesos fueron seleccionados dado que su complejidad es diferente en los tres (de menor a mayor) y sus requerimientos de limpieza son también diferentes , con distinto grado de complejidad.

## PROCESO DE ELABORACIÓN DE JAMÓN COCIDO DE PIERNA

El proceso de elaboración de jamón cocido de pierna de cerdo generalmente se lleva a cabo en talleres de carne, que son lugares donde se efectúa la práctica de transformación del animal vivo en productos elaborados para el uso y consumo humano. Estos talleres de carne son pequeñas fábricas para la producción semi-industrial de alimentos.

Debido a que la mayoría del equipo es de construcción sencilla, tienen una capacidad de producción reducida y realizan la mayoría de las fases en forma manual.

Por lo anterior se obtiene una calidad no constante del producto terminado, por las posibles limitaciones del control del proceso.

Siendo la carne cruda un medio para la proliferación de microorganismos, es importante mantener una estricta higiene en todos los locales y separar las operaciones sucias, como la matanza y la evisceración, de las otras.

Así como también es preciso almacenar la carne fresca en frigoríficos y en cuanto esta este acondicionada ponerla a la venta.

El taller de industrialización del jamón de pierna de cerdo se conforma de las siguientes fases:

NUM OPERACION Y DESCRIPCION	FLUJO	CONDICIONES Y REQUERIMIENTOS
1 TRANSPORTE AL TALLER		EN CAMIONES, FERROCARRIL, O A PIE
2 CORRAL DE AYUNO		ESTANCIA DE 8 A 24 HRS./AGUA PARA CONSUMO Y LAVADO, INSPECCION Y CONTROL SANITARIO
3 ENTRADA DEL CERDO	□	ACCESO AL TALLER
4 PESADO EN VIVO	○	BASCULA
5 LAVADO DEL CERDO	○	AGUA FRIA PARA LAVADO (MANGUERA) Y CEPILLADO
6 ATURDIMIENTO	○	TRAMPA DE SUJECION, ELECTRICO O GAS O GOLPE
7 EYUGULACION	○	GANCHO Y GRUA DE LEVANTADO, CUCHILLO, RECIPIENTE.
8 ESCALDADO		TINA, AGUA ENTRE 65 Y 70° C, 3 A 4 min. GANCHO Y GRUA
9 DEPILADO	○	MESA, CUCHILLOS RASPADORES (DROS PARAFINA)
10 EVISERACION Y CORTES ABDOMINAL Y TORACICA	○	GANCHO Y GRUA, CUCHILLO, TINA Y SEQUETA ELECTRICA
11 INSPECCION Y LIMPIEZA	○	INSPECCION Y CONTROL SANITARIO, LAVADO AGUA FRIA.
12 REFRIGERACION	○	CAMARA DE REFRIGERACION
13 DESPIECE	○	MESA, CUCHILLO Y SIERRA MANUAL
14 ELABORACION DE PRODUCTOS	○	
15 DESHUESADO	○	CUCHILLO
16 CURADO	○	SALMUERA, JERINGAS, 4 DIAS A 3°C.
17 ENFUNDADO Y MOLDEADO	○	AGUA, CEPILLO, MALLA ALGODON, MOLDEC/TAPA Y PRESION
18 COCIDO	○	AGUA 70 A 80°C
19 ESCURRIDO	○	FRIO 0°C, ESCURRIR Y APLICAR PRESION 24 HRS.
20 DESMOLDE	○	AGUA TIBIA LAVAR Y TIJERAS
21 ENVOLTURA	○	ENVOLTURAS DE PLASTICO
22 ALMACENAMIENTO	▽	REFRIGERACION 5°C
23 DISTRIBUCION	□▷	REFRIGERACION 5°C

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1. Transporte al taller	Movilización de su lugar de crianza al taller.
2 Corral de Ayuno	Estancia del cerdo para su reposo previo a su sacrificio.
3 Entrada del cerdo	Acceso a plataforma de encierro.
4 Pesado en vivo	Necesario para el cálculo del rendimiento de la canal.
5 Lavado del cerdo	Lavado y cepillado exterior para retiro de suciedades.
6 Aturdimiento	Inmovilización e insensibilización del cerdo.
7 Eyugulación	Corte de la yugular y desangrado.
8 Escaldado	Inmersión del cerdo en agua caliente (65 a 70°C ) para el ablandamiento de la unión de las cerdas con los folículos de la piel.
9 Depilado	Eliminación de cerdas de la piel y corte de cabeza.
10 Evisceración y Cortes abdominal y torácica	Remoción del contenido de órganos interiores , vísceras y división en dos troncos (canales).
11 Inspección y limpieza	Control sanitario de vísceras y órganos para verificar la ausencia de enfermedades y lavado escrupuloso con agua fría.
12 Refrigeración	Consiste en la aplicación de frío permitiendo la conservación y posterior utilización. El frío elimina el calor natural de la carne frenando el desarrollo de procesos de descomposición.
13 Despique	Conjunto de operaciones que permiten los diferentes cortes de la canal de acuerdo con la utilización de consumo.
14 Elaboración de los productos	Sección del taller donde los cortes son enviados a las diferentes áreas de elaboración según el correspondiente producto terminado.
15 Deshuesado	Eliminación del hueso y cuero de la pierna de cerdo.
16 Curado	Inyección de salmuera fría (10% peso), e inmersión en salmuera durante 4 días a 3°C.

17 Enfundado y Moldeado	Enfundado de la pieza correspondiente al tamaño del molde en malla de algodón.
18 Cocido	Cocido de los jamones de 70 a 80°C.
19 Escurredo	Cada molde se deja escurrir y enfriar por 24 hrs.
20 Desmolde	Se saca el jamón del molde y malla para ser lavado con agua tibia y recorte de bordes sobresalientes.
21 Envoltura	Embutido del jamón en fundas de plástico y es atado el extremo.
22 Almacenamiento	El jamón cocido de pierna se almacena bajo refrigeración, hasta el momento de su comercialización.
23 Distribución	Distribución del producto para su comercialización bajo refrigeración.

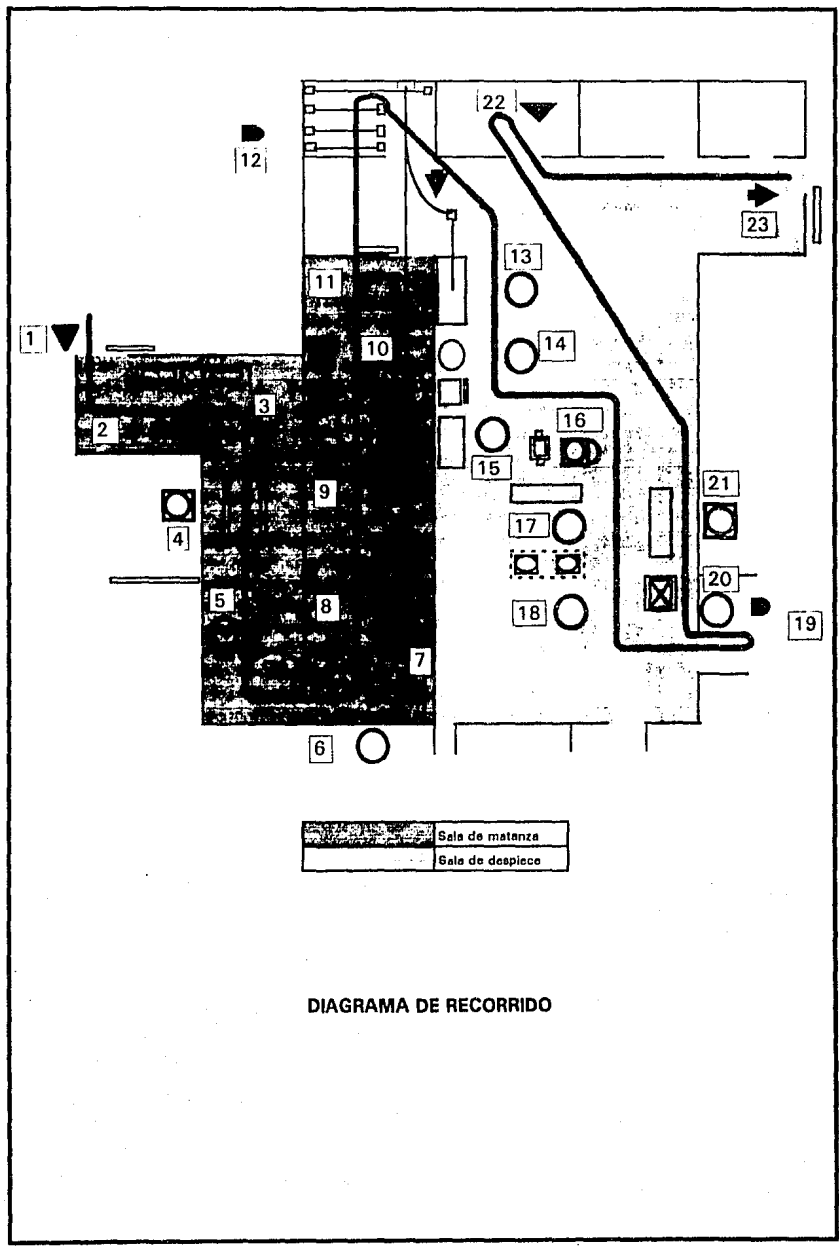


DIAGRAMA DE RECORRIDO



## **PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO**

La leche representa un elemento importante en la alimentación humana. La leche es producida por todos los mamíferos femeninos después del nacimiento de sus crías.

Con el término de leche se distingue la leche de vaca; Si se trata de leche de otros animales se especifica, como leche de cabra por ejemplo.

El proceso de elaboración de leche se centra en la producción de leche de consumo, limpia y sana , así como a su transformación en diferentes productos comestibles de larga duración.

Debido a que la leche representa un medio adecuado para el desarrollo de microorganismos ,estos provocan un rápido deterioro de la misma.En el proceso de elaboración de la leche se controla a tiempo las posibles contaminaciones sometiendo a esta a determinados tratamientos de conservación, desde la ordeña hasta la elaboración y venta de productos, debiéndose efectuar esta bajo estrictas condiciones de higiene.

Además , para evitar el deterioro de la materia prima, se debe someter a diferentes tratamientos de conservación.

La composición química de la leche es:

Agua	87.6%	
Sales Minerales	0.2%	Disuelta
Lactosa	6.6%	Disuelta
Grasa	3.6%	Emulsionada
Vitaminas y Proteínas	1.9%	En forma Coloidal

El proceso de elaboración de queso se conforma de las siguientes fases:

	NUM OPERACION Y DESCRIPCION	FLUJO	CONDICIONES Y REQUERIMIENTOS
1	ORDEÑA		ACCION MECANICA O MANUAL,BAIADO
2	RECOLECCION		JARRAS O TANQUES CISTERNA,TUB. DE CONDUCCION Y REFRIG.
3	TRANSPORTE AL TALLER		UNIDAD DE TRANSPORTE EQUIPADA CON REDILAS O CISTERNA
4	DESCARGA DEL TRANSPORTE		ACCION MANUAL O MECANICA DE VACIADO,BANDA TRANSPORTA
5	VACIADO DE JARRAS		COLADORES PARA IMPUREZAS
6	PESADO DE LECHE		BASCULA CON TINA
7	DEPURADO		BOMBA , FILTROS
8	ENFRIAMIENTO POR PLACAS		INTERCAMBIADOR DE CALOR A BASE DE PLACAS, AGUA FRIA.
9	TANQUE DE ALMACENAMIENTO		CUBA DE 50 A 500 LTS. DE CAPACIDAD
10	¿CONTENIDO DE GERMEÑES?		INSPECCION Y CONTROL SANITARIO,ANALISIS MICROBIAL
11	ESTANDARIZACION DE LECHE		ADICION DE GRASA O EN SU CASO DESNATAR
12	SIEMBRA DE LECHE		CULTIVOS LACTICOS
13	COAGULACION DE CASEINA		ENZIMAS O ACIDOS, BOMBA CUBA DE 60 A 500 LTS.PALA
14	CORTE DE MASA CUAJADA		TERMOMETRO, LIRA CON HILOS HORIZONTALES Y VERTICALES
15	DESUERADO		BOLSAS DE TELA FINA
16	MOLDEADO		CIRCULARES ,REJILLAS DE MADERA
17	PRENSADO		PRENSA MECANICA
18	SALADO		PORRON DE SALMUERA PREPARADA, DESPACHADOR
19	MADURACION		RECIPIENTE, TIEMPO.
20	ENVASADO		MATERIAL PLASTICO.
21	ALMACENAMIENTO		CUARTO DE REFRIGERACION, CHAROLAS DISPENSARIAS
22	DISTRIBUCION		UNIDADES DE TRANSPORTE CON REFRIGERACION

## **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

<b>1 Ordeña</b>	Extracción del producto lácteo de las glándulas mamarias de la vaca.
<b>2 Recolección</b>	Recibo de la leche cruda en jarras para su transportación a planta.
<b>3 Transporte a taller</b>	Transporte por medio de tanques cisterna con equipo frigorífico.
<b>4 Descarga del transporte</b>	Colocación de las jarras en banda transportadora y destapado de las mismas manualmente.
<b>5 Vaciado de jarras</b>	La leche pasa por un colador para la retención de impurezas hacia tinas de proceso.
<b>6 Pesado de leche</b>	Pesado de la tina para determinar las porciones de ingredientes a suministrar.
<b>7. Depurado</b>	Bombeo de la leche a través de filtros para eliminar impurezas.
<b>8 Enfriamiento por placas</b>	La leche se filtra y su temperatura se baja a 3°C para reducir el desarrollo de microorganismos durante el almacenamiento previo.
<b>9 Almacenamiento</b>	Almacenamiento de la leche cruda en frío.

10 ¿Bajo contenido en gérmenes patógenos?

SI :

**Terminación** Tratamiento suave (63°C, 15 seg.) que se aplica para reducir la pérdida de calidad de la leche que no será utilizada en un periodo de 24 hrs.

NO :

**Pasteurización Baja** Destrucción de gérmenes patógenos alterando lo menos posible la composición y estructura de la leche. (75°C, 20 seg.).

11 Estandarización de la leche

Obtención del contenido graso preestablecido en la leche de acuerdo al tipo de queso que se quiera elaborar.

12 Siembra de la leche

Adición de cultivos lácticos (bacterias) a la leche higienizada, provocando la acidificación para su conservación, consistencia y sabor.

13 Coagulación de caseína

Se adiciona el cuajo, que es la enzima que coagula la leche. Proceso en que las proteínas se vuelven insolubles y se solidifican transformando la leche en una sustancia semi-sólida y gelatinosa, por acción de ácido ó por medio de enzimas

14 Corte de masa cuajada

La lira se introduce verticalmente en la masa cuajada en un rincón de la tina (depósito), paralelo a la cabecera y se mueve hacia el otro extremo a lo largo de la tina, raspando el fondo en plano horizontal y luego vertical hasta completar una cuadrícula.

- 15 Desuerado** Eliminación del suero que se encuentra en los poros ó cavidades de la cuajada, mediante la introducción de esta en bolsas de tela fina, que son colgadas para que el suero escurra a través de la malla.(15 a 24 hrs.).
- 16 Moldeado** La cuajada escurrida se deposita en moldes acondicionados a la temperatura de cuajado y la forma que comercialmente sea vendido.
- 17 Prensado** Acción mecánica de prensado de la cuajada, conservando la forma de moldeado.
- 18 Salado** Adición de sal para reducir la proliferación de bacterias y distribución uniforme de la cuajada en el molde.
- 19 Maduración** Desarrollo de varios procesos químicos, físicos , microbiológicos y enzimáticos que resultan en el color y sabor característicos del queso.
- 20 Envasado** Envoltura con parafina ó materiales plásticos contráctiles para la protección contra influencias extremas, contaminación de la corteza, microorganismos, insectos y desecación del producto
- 21 Almacenamiento** El queso es almacenado bajo refrigeración, hasta el momento de su comercialización.
- 22 Distribución** Distribución del producto para su comercialización bajo refrigeración.

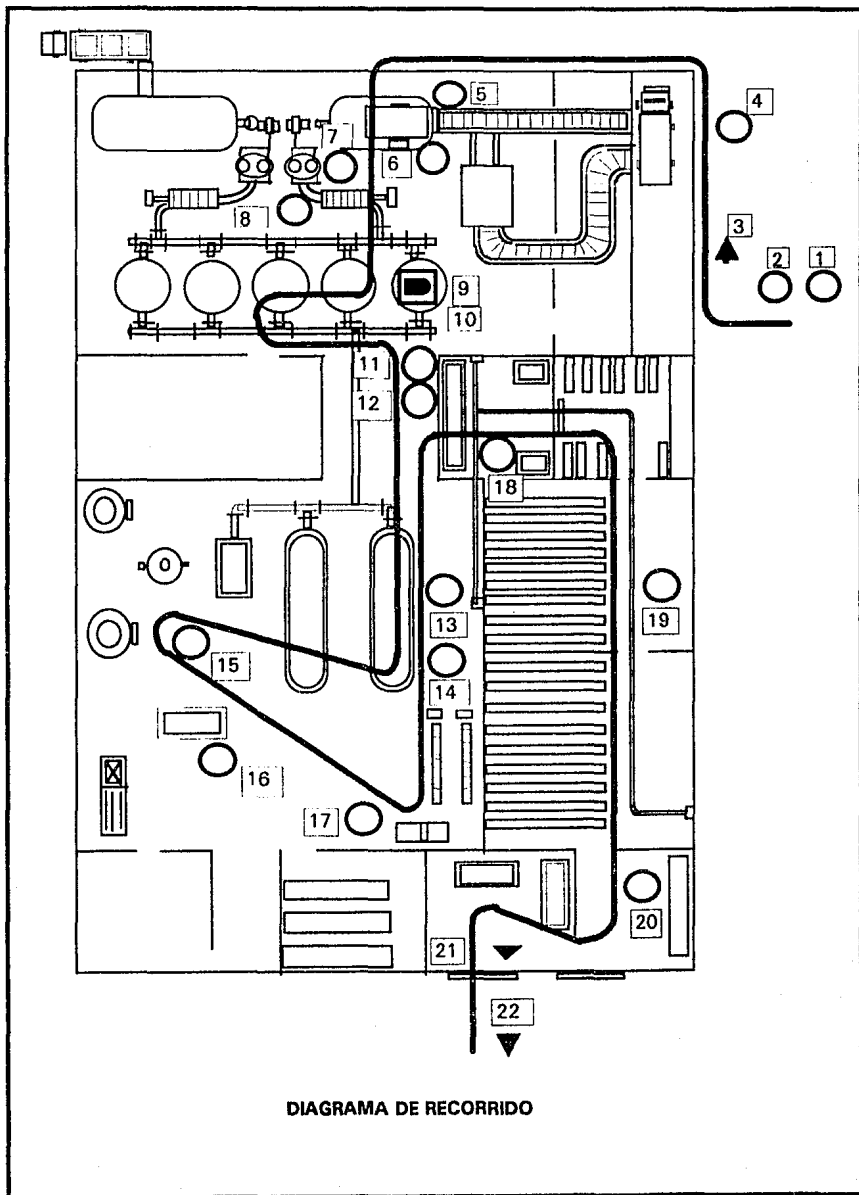


DIAGRAMA DE RECORRIDO

## **PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE ESPONJA LÍQUIDA PARA MASA PANADERA**







La Esponja Líquida es una sustancia en la cual se ha logrado la fermentación de levadura ( el cual es un microorganismo llamado sacheronices cerebiceae), el cual tiene las propiedades de darle al pan volumen, color y sabor.

Este producto terminado representa aproximadamente el 50% de los ingredientes totales de la masa panadera.

Como la Esponja Líquida es una sustancia que a su vez es un medio adecuado para el desarrollo de otros microorganismos no deseables para el proceso, se debe tener sanitizado todo el equipo que entre en contacto físico con el producto en sus diferentes etapas.

El proceso de elaboración de Esponja Líquida se conforma de las siguientes fases:



NUM OPERACION Y DESCRIPCION	FLUJO	REQUERIMIENTOS Y CONDICIONES
1 PREPARACION		TANQUE CON AGITACION TIPO TURBINA, INGREDIENTES
2 FERMENTACION		TANQUES CON CHAQUETA . AGUA 6°C., AGITACION LENTA
3 ENFRIAMIENTO		ENFRIADOR DE PLACAS, FLUJO ALTO AGUA FRIA 6°C
4 ALMACENAMIENTO		TANQUE CON CHAQUETA, AGUA 6°C, AGITACION LENTA
5 PESADO Y DOSIFICADO		TANQUE AISLADO CON SIST. PARA PESADO
6 LAVADO		SISTEMA C.I.P. O MANUAL (TRADICIONAL)

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

- 1 Preparación  
Consiste en mezclar los ingredientes que componen la Esponja Líquida utilizando un tanque preparador con agitador, de acuerdo a una formulación y secuencia específica.
- 2.Fermentación  
Esta comienza con la activación de la levadura en aproximadamente 15 a 20 minutos después de mezclados los ingredientes.
- 3.Enfriamiento  
Este consiste en enfriar la Esponja Líquida haciéndola pasar por un intercambiador de calor del tipo placas.
- 4.Almacenamiento  
Consiste en mantener la Esponja Líquida a la temperatura de 8 a 10°C disponible para ser mandada en cualquier momento a la zona de mezclado.
- 5.Dosificación y Pesado  
La Esponja Líquida antes de ser mandada a la mezcladora ,es pesada como un ingrediente más para la formulación de lo que será la masa para pan, en un tanque para posteriormente transferirla a la mezcladora.
- 6.Lavado del Equipo  
Consiste en el lavado de cada uno de los tanques de preparado, fermentación, almacenamiento e intercambiado de calor, así como también tuberías, válvulas,etc.

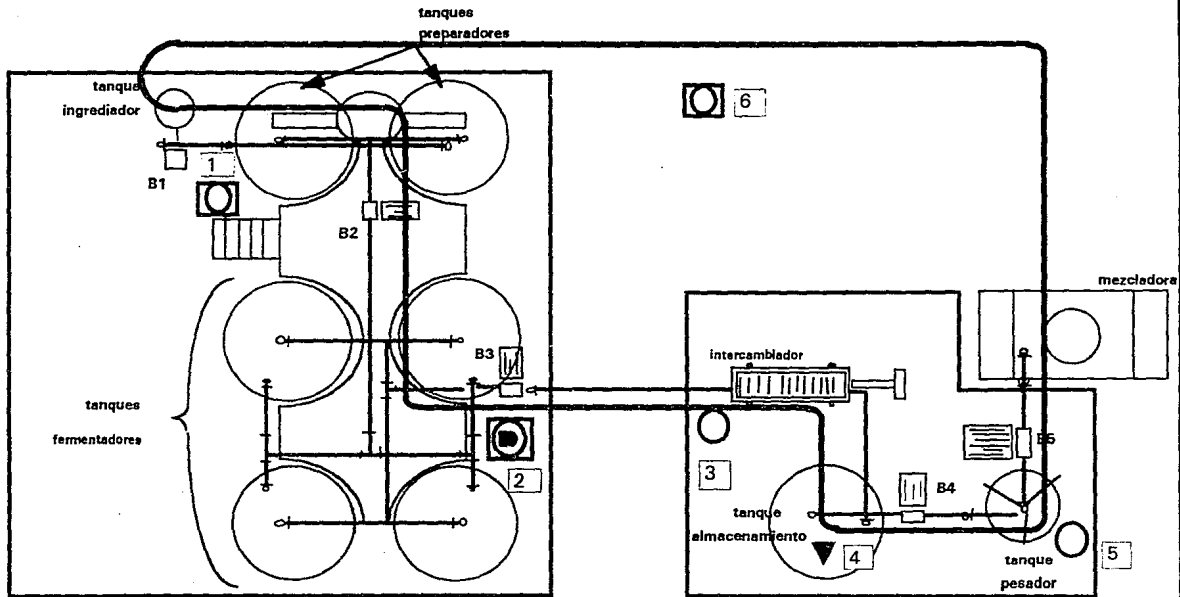


DIAGRAMA DE RECORRIDO

## **CONCLUSIÓN**

Los diferentes tipos de procesos de limpieza que se utilizan son necesarios e indispensables para la fabricación de los tres productos antes descritos.

En el caso del proceso de elaboración de jamón cocido de pierna en un taller de carnes, por sus características de elaboración, no justifica un sistema automatizado de limpieza. No así en los procesos de elaboración de queso y de esponja líquida para masa de pan, que aunque con distintos grados de complejidad, los dos requieren de sistemas automatizados de limpieza (en el caso de elaboración de queso la automatización se justifica hasta el almacenamiento de leche antes de ser estandarizada para queso).

Por lo anterior y como ejemplo para los próximos capítulos, tomaremos el caso del proceso de elaboración de Esponja Líquida, en donde la limpieza del equipo a lo largo de todo el proceso es de vital importancia

## **II DIFERENTES TIPOS DE SISTEMA DE LIMPIEZA**

**INTRODUCCIÓN** 26

**A) SISTEMAS DE LIMPIEZA EN SECO** 26

**B) SISTEMAS DE LIMPIEZA EN HÚMEDO** 28

**CUADROS COMPARATIVOS GENERALES** 31

**CAPITULO II**

## II DIFERENTES TIPOS DE SISTEMAS DE LIMPIEZA

### SISTEMA DE LIMPIEZA

#### INTRODUCCIÓN

Empezaremos por definir los diferentes sistemas de limpieza del equipo para el proceso de alimentos, clasificación y dando sus características principales.

Un sistema de limpieza debe ser parte integral de un proceso de producción de alimentos y lo podemos definir como la secuencia de operaciones que se realizan sobre el equipo de producción y que logran que este se mantenga en óptimas condiciones higiénicas para manejar las materias primas.

Los sistemas de limpieza son tan variables como procesos de elaboración de alimentos existen, pero se pueden clasificar en 2 grupos:

- a) Sistemas de limpieza en seco
- b) Sistemas de limpieza en húmedo

#### a) Sistemas de limpieza en seco:

Este consiste en la remoción de sustancias ajenas al proceso (polvo, mugre, manchas, etc.) sin la utilización de un líquido (agua). Gran cantidad y variedad de operaciones de limpieza que se realizan en una planta procesadora de alimentos. Se utilizan los sistemas de limpieza en seco, los cuales pueden dividirse de la siguiente manera:

##### **Barrido**

Acción mecánica directa que se ejerce sobre material polvoso (residuo) para su desplazamiento del área (superficie) a limpiar. Comúnmente realizado por una escoba. Uso en pisos.

##### **Cepillado**

Acción mecánica directa que se ejerce sobre residuos incrustados para su desplazamiento de la superficie a limpiar. Comúnmente realizado por un cepillo de cerda gruesa, lija o fibra. Para uso en pisos y paredes.

## **Secado**

Este consiste en la eliminación del excedente de humedad en pisos, paredes, etcétera, por medio del utilización de aire caliente, generalmente suministrado por una resistencia eléctrica.

## **Soplado**

Acción neumática directa que se ejerce sobre el residuo polvoso (viruta) para su desplazamiento de la superficie a limpiar. Con flujo relativamente alto y una relación de compresión entre 2 y 10 psig. Requerimientos de mangueras y pistola de aire comprimido

## **Vacío**

Este consiste en la generación de vacío, el cual provoca que los polvos sean jalados por tuberías hasta pasar a una bolsa de almacenamiento, en donde una vez agrupados se tiran manualmente.

El sistema de vacío tiene la ventaja de no esparcir polvo durante la recolección (aspirado), así como la remoción de polvo y suciedad empotrada profundamente en las superficies.

Existen a su vez dos tipos de vacío industrial disponibles:

### **-Portátil**

Por sus dimensiones y diseño puede ser transportado en la espalda por el operario en las diversas áreas de trabajo.

### **-Central**

Este tiene la ventaja de tener mayor poder de succión y su uso puede ser utilizado en varias terminales al mismo tiempo, compuesto principalmente de:

- Bomba de vacío,
- Separadores del material colectado del aire.(partículas grandes y polvo pesado)
- Tubería
- Manguera flexible

El sistema realiza la operación de limpieza a través de la succión en las tuberías y tanques del proceso, acarreado el material remanente y polvos por la línea hasta su desalojo en depósitos de desechos, ubicados a no más de 25 metros del equipo a limpiar.

Este sistema se utiliza en la limpieza de paredes, pisos, techos y en equipos de proceso principalmente.

**b)Sistemas de limpieza en húmedo:**

Este concepto abarca a toda aquella limpieza que involucra la utilización de un líquido (generalmente agua), para la remoción de las manchas de los equipos. Junto con el agua este tipo de limpieza involucra efectos químicos, mecánicos, por temperatura, frecuencia de la limpieza, etc., durante su operación. La química de la limpieza involucra entre otros aspectos la correcta selección de los químicos y la calidad del agua.

Debido a la existencia de diferentes tipos de suciedades y capas de las mismas agrupadas en las superficies de los equipos de manufactura de alimentos, la adecuada selección de químicos para la limpieza puede ahorrar muchas horas de trabajo e incrementar el nivel de calidad de la misma.

La adecuada aplicación de los productos químicos de limpieza, es esencial para la reciclabilidad de estos en la operación de limpieza, según sus propiedades detergentes y esterilizantes lo permitan, representando ahorros significativos de consumo de químicos y la protección del medio ambiente por contaminación de sustancias de desechos industriales tóxicos.

Los expertos de Limpieza en Húmedo han adoptado terminología específica para definir los diferentes sistemas que existen, siendo los más comunes los que a continuación se mencionan:

Clean Out of Place Systems COP	Sistemas de Limpieza fuera del lugar
Central Cleaning Systems CCS	Sistema Central de Limpieza
Hose Cleaning Station HCS	Estación de mangueras de limpieza
Clean in Place Systems CIP	Sistema de Limpieza en el lugar

**Clean Out Place Systems COP**

Los sistemas de limpieza fuera del lugar hacen exactamente lo que su nombre indica .La limpieza de los equipos de proceso de alimentos se lleva a cabo fuera del lugar donde están instalados para su operación. Esto significa que se mueve el equipo de su colocación normal de trabajo, desensamblando estos y trasladados a un cuarto de limpieza especialmente diseñado y equipado para lavar los equipos, ocasionando con esto que la productividad en la línea espere a que estos sean limpiados por personal designado y reinstalados para volver a arrancar la producción. Lo anterior, incrementa los costos y tiempos de producción. Este cuarto muchas veces es usado para la limpieza de utensilios menores como equipo portable, columnas, moldes, etc.



## **Central Cleaning Systems CCS**

En los sistemas centrales de limpieza, se suministra agua caliente por medio de tuberías a un número de estaciones de limpieza, ubicadas estratégicamente en toda el área de manufactura. Los químicos de limpieza pueden ser suministrados también por equipo de bombeo a estas estaciones de limpieza, o ser alimentados directamente en el suministro del agua caliente a cada estación.

El sistema se utiliza para limpiar equipo, paredes, pisos, techos, etc., permitiendo realizar trabajos de limpieza en equipo y/o área que el proceso lo permita sin afectar la continuidad de los procesos de elaboración de alimentos.

## **Hose Cleaning Station HCS**

La estación de mangueras de limpieza es un sistema de mayor tamaño que los sistemas centrales de limpieza, siendo este similar en cuanto al principio de funcionamiento.

La estación puede manejar agua caliente a baja ó alta presión. Esta puede contar con los mismos componentes que el sistema central ó ser especialmente diseñada para mezclar agua / vapor.

La estación es colocada generalmente en áreas remotas de la planta y ha sido usada prácticamente por todos los segmentos de la industria de alimentos por muchos años, usándose principalmente para limpiar equipo, pisos, paredes, techos, por lo que los volúmenes de agua y vapor utilizados varían dependiendo de las necesidades y el grado de limpieza que se requiera. Es importante considerar como parte de este sistema los aditamentos para el ahorro de agua.

## **Clean in Place CIP**

El C.I.P. es el sistema de limpieza que opera en secuencia y orden definidos, limpiando los equipos de proceso y tubería por su interior, sin la necesidad de desmontar ó desensamblar la tubería o equipo para su limpieza.

El C.I.P. debe ubicarse lo más cercano posible al equipo a lavar, por tanto en el diseño de la planta y sus equipos (lay out) se debe integrar la operación del sistema de limpieza para obtener óptimos resultados. El C.I.P. hace fluir una solución con detergentes (alcalino, ácido, sanitizante) en cada paso de su secuencia, la cual combinada con otros efectos (mecánicos, temperatura, duración, etc.) actúa sobre las suciedades ó manchas del equipo ó tubería.

El C.I.P. esta integrado de los siguientes elementos:

- Unidad de recirculación
- Equipo de espreado
- Sistema de líneas (tuberías) de suministro/retorno  
(válvulas, bombas, páncales de transferencia)
- Equipo de suministro de químicos
- Equipo de control de programas
- Aparatos de control monitoreo y grabado

La secuencia planeada de la limpieza aumentará la eficiencia del equipo utilizado, teniendo así la flexibilidad de poder limpiar parte del equipo de proceso, mientras otros siguen trabajando. Todo esto sin riesgo de ser contaminado el producto con los detergentes y esterilizantes de limpieza, por medio de un control programado con el ciclo de limpieza. La operación se puede repetir cuantas veces sea necesario, con este proceso se evitan los paros innecesarios de la producción por la operación de limpieza.

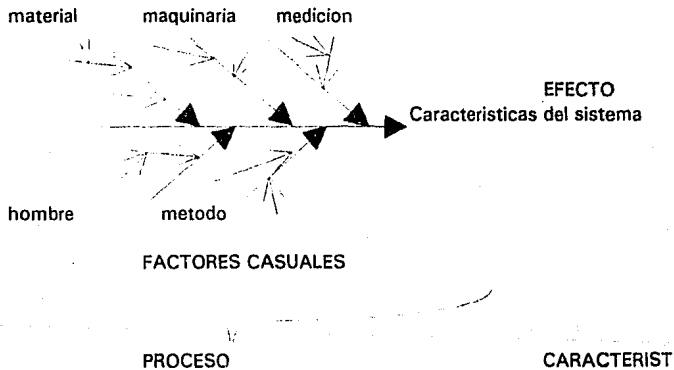
## CUADROS COMPARATIVOS GENERALES

### Introducción

Dadas las características generales de los sistemas de limpieza, procederemos a realizar un concentrado de información en forma de cuadros comparativos ,donde objetivamente se consideran las variables mas importantes de cada sistema de limpieza comparado con los demás. Esta herramienta permitirá al Ingeniero Industrial facilitar la correcta selección del sistema de limpieza más apropiado a su proceso.

Para poder realizar este concentrado de información, relativo a los diferentes sistemas de limpieza que existen ,se debe tomar en cuenta los principales factores que dan forma a las características de los sistemas de limpieza.

Para hacer esto mas claro veamos el siguiente diagrama:



-Como vemos del diagrama, estas variables forman en conjunto un proceso (en nuestro caso el sistema de limpieza) , dando como resultado un efecto o sea las características del sistema de limpieza.

Procederemos a dar una explicación de lo que significa y abarca el concepto de cada una de estas variables:

## **MATERIALES**

Materia prima que será transformada a un producto final agregando a este un trabajo u operación.

## **MAQUINARIA**

Herramienta que facilita la aplicación y aprovechamiento de la energía en forma repetida ,para la transformación de la materia prima a un producto terminado parcial o totalmente.

## **MEDICIÓN**

Estimación comparativa con respecto a una unidad patrón que evalúa dimensiones, tiempos, desempeño ,etcétera para su control.

## **HOMBRE**

Elemento humano capaz de desarrollar un trabajo para la transformación de la materia prima, mediante un método y maquinaria.

## **MÉTODO**

Termino utilizado para designar la técnica empleada para realizar una operación.

Una vez dadas las bases para considerar estas variables como las más importantes, procederemos a realizar el cuadro comparativo principal o base del análisis de los sistemas de limpieza ,asi como también los cuadros respectivos de cada una de las variables:

CUADRO BASE					
	Características Generales				
	METODO	CONTROL	MANO DE OBRA	MAQUINARIA Y EQUIPO	MATERIALES
Tipo de sistema					
En seco:					
Barrido					
Capillado					
Secado					
Soplado					
Vacio:					
Portatil					
Central					
En húmedo:					
COP					
CCS					
HCS					
CIP					

**CUADRO DE METODO (TIPOS DE PROCESO)**

	Características generales						
	Tipo de proceso	Nivel de producción	# de turnos	Reciclable	Area de Aplicación	Tipo de Industria	Tamaño Industria
Tipo de sistema							
<b>En seco:</b>							
Barrido	general	bajo		No	general	general	general
Cepillado	general	bajo/medio		No	accesorios	especifico	pequeña
Secado	general	bajo/medio		No	equipo	general	general
Soplado	general	bajo/medio		No	equipo	especifico	peq-media
<b>Vacío:</b>							
Portatil	general	bajo		No	equipo	especifico	pequeña
Central	general	medio/alto		No	equipo	especifico	media-grande
<b>En húmedo:</b>							
COP	intermitente	bajo/medio		10%	equipo/accs	general	paquena-media
CCS	general	medio/alto		25%	equipo/accs	semiespecifico	media-grande
HCS	intermitente	medio		No	equipo/accs	semiespecial	general
CIP	continuo	alto		80%	equipo/accs	especial	media-grande

**CUADRO CONTROL(MAN O AUTO)**

	Características Generales					
	Operación	Tiempo de Limpieza	# de terminales	Eficiencia	ppm, sanit. esterilización, etc.	Area de ubicación
<b>Tipo de sistema</b>						
<b>En seco:</b>						
<b>Barrido</b>	manual	variable	-	bajo	manchas ,polvos	general
<b>Cepillado</b>	manual	variable	-	medio	manchas incrustadas	general
<b>Secado</b>	manual	variable	-	bajo	-	especial
<b>Soplado</b>	manual	variable	-	medio	polvos	especial
<b>Vacío:</b>						
<b>Portatil</b>	manual	variable	-	medio-alto	polvos-residuos	general
<b>Central</b>	semimanual	variable	determinado	medio-alto	polvos-residuos	general
<b>En húmedo:</b>						
<b>COP</b>	manual	variable	determinado	medio-alto	nivel microbial y hongos	lejano
<b>CCS</b>	semimanual	variable	determinado	medio-alto	nivel microbial y hongos	anexo
<b>HCS</b>	manual	variable	determinado	medio	nivel residuos y hongos	anexo
<b>CIP</b>	automático	fijo	determinado	alto	nivel bacterial	involucrado

<b>MANO DE OBRA</b>			
	<b>Características generales</b>		
	<b>Seguridad Personal Equipo</b>	<b>Nivel de Capacitación</b>	<b># Personal utilizado</b>
<b>Tipo de sistema</b>			
<b>En seco:</b>			
<b>Barrido</b>	básico	bajo	variable
<b>Cepillado</b>	básico	bajo	variable
<b>Secado</b>	básico	bajo	variable
<b>Soplado</b>	básico	bajo	variable
<b>Vacío:</b>			
Portatil	básico	bajo/medio	1 operario
Central	básico	medio	variable
<b>En húmedo:</b>			
<b>COP</b>	gafas,boquillas/botas, guantes	medio	dependiente
<b>CCS</b>	gafas,boquillas/botas, guantes	medio/alto	dependiente
<b>HCS</b>	gafas,boquillas/botas, guantes	medio	dependiente
<b>CIP</b>	gafas,boquillas/botas, guantes	alto	1 operario



**CUADRO MAQUINARIA Y EQUIPO**

	Características generales								
	Máquinas Dimensiones	Costo Inicial	Costo Operación	Tiempo Amortización	Costo Detergentes	Gasto Agua	Costo Sist. Reciclable	Reciclable	Requerimientos de Instalación
Tipo de sistema									
<b>En seco:</b>									
Barrido	mínima	bajo	medio	-	-	-	-	-	-
Cepillado	mínima	bajo	medio	-	-	-	-	-	-
Secado	mínima	bajo	medio	-	-	-	-	-	bajo
Soplado	mínima	bajo-medio	bajo-medio	bajo	-	-	-	-	bajo
Vacío:									
Portatil	mínima	medio	medio	bajo	-	-	-	-	-
Central	media-alta	medio	medio	medio	-	-	-	-	medio
<b>En húmedo:</b>									
COP	media-alta	medio-alto	medio-alto	medio	bajo-medio	medio-alto	-	-	medio
CCS	alta	medio-alto	medio	medio-alto	medio-alto	medio	-	-	medio-alto
HCS	media	medio	medio	medio	medio	alto	-	-	medio
CIP	media	alto	medio	alto	alto	medio	medio	alto	medio-alto

CUADRO MATERIALES			
	Características generales		
	Agua cantidad	Detergentes cantidad	Nivel energético
Tipo de sistema			
<b>En seco:</b>			
Barrido	-	-	-
Cepillado	-	-	-
Secado	-	-	bajo
Soplado	-	-	bajo
<b>Vacío:</b>			
Portatil	-	-	bajo
Central	-	-	bajo-medio
<b>En húmedo:</b>			
COP	alto	medio	medio
CCS	medio-alto	medio	alto
HCS	medio-alto	medio	medio
CIP	bajo-medio	bajo-medio	alto

**CUADRO BASE**

	Características Generales				
	METODO	CONTROL	MANO DE OBRA	MAQUINARIA Y EQUIPO	MATERIALES
Tipo de sistema					
En seco:					
Barrido	general	manual/baja eficiencia/polvos	variable/baja capacitación y riesgo	costo bajo/dimensión mín.	-
Cepillado	especial/solo accesorios	manual/media eficiencia/manchas	variable/baja capacitación y riesgo	costo bajo/dimensión mín.	-
Secado	general/equipo	manual/baja eficiencia	variable/baja capacitación y riesgo	costo bajo/dim.e inst. mín.	-
Soplado	general/equipo	manual/media eficiencia/polvos	variable/baja capacitación y riesgo	costo bajo/dim.e inst. mín.	especific.media calidad
Vacio:					
Portatil	especial/equipo chico	manual/media alta eficiencia/residuos	1 operador/baja media cap. y riesgo	costo bajo medio/dim. mín.	especific.media calidad
Central	especial/equipo medio	semimanual/media alta eficiencia/polvos	variable/media cap. y riesgo	costo medio alto/dim.e inst. media	especific.media calidad
En húmedo:					
COP	general/equipo/acces.chicos	manual/media alta efic./microbios y hongos	variable/media cap. y riesgo	\$medio/dim. media-alta/inst. m	cant.alta/especific.media
CCS	semiesp./acces y eq. medio	semiman./media alta efic./micro. y hongos	variable/media alta cap. y riesgo	\$medio alto/dim.alta/inst. m-a	cant.med-alta/especific.m-alta
HCS	semiesp./gral/eq. y accs-	manual/media eficiencia y hongos	variable/media cap. bajo riesgo	\$medio/dim.media/inst. media	cant.media alta/especific.media
CIP	especial/grande/eq. y accs.	automático/alta eficiencia/bacterial	1 operador/alta cap. medio riesgo	\$alto/dim. media/inst. alta	cant.baja media/especific.alta

Como vemos en el cuadro base (mostrado con anterioridad), se manejan cinco variables consideradas como las más importantes de un proceso, enfocadas en este caso a comparar los tipos de sistemas de lavado que existen, señalando las características más relevantes de estas.

Podemos notar que cada variable en el cuadro base requiere de un análisis mas detallado, y se muestra en las hojas anexas tituladas : **Cuadro de Método, Cuadro de Control, Cuadro de Mano de Obra, Cuadro de Maquinaria y Equipo y Cuadro de Materiales**, concluyendo con un **Cuadro BASE FINAL**, el cual abarca los aspectos relevantes de cada variable.

Este Cuadro BASE servirá para la correcta selección del sistema de Limpieza más adecuado a un proceso, quedando los cuadros de las variables como un apoyo en caso de aclaración ó información en detalle en algún aspecto en especial.

A continuación procederemos a analizar nuestro proceso en forma general utilizando el Cuadro BASE, observando primero cada una de las variables de los cuadros anexos, para posteriormente concluir con un resumen de los aspectos mas relevantes en el CUADRO BASE.

Haciendo referencia al CAPITULO I (Proceso de Elaboración de Esponja Líquida para masa panadera) procederemos a analizar nuestro Cuadro BASE, con la primera variable que es denominada MÉTODO, apoyándonos con el cuadro anexo del mismo.

## **CUADRO denominado MÉTODO**

### **Tipo de proceso:**

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas de limpieza en seco quedan descartados por su incompatibilidad. No así con los sistemas de limpieza en húmedo que contemplan una producción continua del producto, siendo factible el sistema de limpieza CIP por cumplir con la continuidad del proceso, mientras que el COP requiere desensamble del equipo para su traslado al cuarto de limpieza, con lo que no es posible continuar la producción. Lo mismo sucede con el CCS , HCS, teniendo estos además la desventaja de solo poder limpiar exteriores del equipo de proceso.

### **Nivel de producción:**

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas de limpieza en seco quedan descartados por su incompatibilidad. No así con los sistemas de limpieza en húmedo, de los cuales podemos considerar el lavado CIP, CCS, y en menor grado el COP como posibles para ser usados en el proceso, dependiendo este del nivel de producción de la línea; teniendo el COP la desventaja del desensamble del equipo y traslado a un cuarto para su lavado; y el CCS de no satisfacer los requerimientos de calidad en la limpieza en este caso.

Número de turnos:

Este por lo general se aplicará en nuestro caso para líneas de producción continua, en donde dos turnos es lo mas conveniente.

Reciclable:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo de los cuales tenemos que para nuestro proceso el COP en cuanto a su reciclabilidad, permite alguna reutilización de las soluciones limpiadoras. Mientras que el CCS , HCS , no tienen ninguna reutilización. Mientras que el sistema CIP tiene una capacidad del 80 % de reciclabilidad de las soluciones limpiadoras.

Area de aplicación:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en Húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso, todos aplican.

Tipo de Industria:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo de los cuales tenemos que para nuestro proceso, todos aplican, siendo el CIP y COP los más convenientes a nuestro proceso.

Tamaño de Industria:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso, que es parte de la elaboración Industrial del pan de caja, le corresponden por igual el HCS, CCS, CIP y el COP.

Conclusión MÉTODO

Como podemos observar de todas las variables de Cuadro de Método , el sistema de limpieza en húmedo es el más conveniente, ya que en todos las variables resultan aplicables, siguiendo en orden de aplicación primeramente el CIP y COP , y detrás el CCS y HCS en forma no muy conveniente.

**CUADRO DE METODO (TIPOS DE PROCESO)**

	Características generales						
	Tipo de proceso	Nivel de producción	# de turnos	Reciclable	Area de Aplicación	Tipo de Industria	Tamaño Industria
Tipo de sistema							
<b>En seco:</b>							
Barrido	general	bajo	1	No	general	general	general
Cepillado	general	bajo/medio	1	No	accesorios	especifico	pequeña
Secado	general	bajo/medio	1	No	equipo	general	general
Soplado	general	bajo/medio	1	No	equipo	especifico	peq-media
<b>Vacío:</b>							
Portatil	general	bajo	1	No	equipo	especifico	pequeña
Central	general	medio/alto	1	No	equipo	especifico	media-grande
<b>En húmedo:</b>							
COP		bajo/medio	2	10%			pequeña-media
CCS	general	medio/alto	1	25%			
HCS	intermitente	medio	2	No			
CIP			3	80%			

poco factible  
 factible

## CUADRO denominado CONTROL

### Operación:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo de los cuales tenemos que para nuestro proceso, todos aplican, Siendo para nuestro proceso más conveniente un control estricto, por lo que la automatización marca el rumbo para lograr la calidad que se espera, ya que se requiere siempre el mismo grado de limpieza es; por esto que el CIP es el mas conveniente , seguido del CCS y no aplicando para nuestro caso el COP y el CCS.

### Tiempo de limpieza:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo de los cuales tenemos que para nuestro proceso , todos aplican, y la limpieza se encuentra integrada en el mismo. Es importante considerar el tiempo que lleva la limpieza para poder programar adecuadamente las corridas de producción en la línea, siendo por esto el sistema CIP el más conveniente por tener este los mismos tiempos de limpieza siempre. No así el COP, HCS, CCS, los cuales dependen de diferentes factores humanos.

### Número de terminales:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo de los cuales tenemos que para nuestro proceso, todos aplican, diferenciándose en el número de terminales de servicio, dependiendo de las necesidades que el proceso requiera.

### Eficiencia:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo de los cuales tenemos que para nuestro proceso, el CIP y el COP obtienen el resultado deseado, aunque no con el mismo grado de eficiencia en la aplicación de la limpieza, encontrándose en desventaja el CCS y el HCS . El primero por no alcanzar el objetivo ya que su aplicación en nuestro proceso desperdiciaría mucho insumo, tiempos, etc. (deficiente).

### Calidad de Limpieza

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo de los cuales tenemos que para nuestro proceso, la importancia de alcanzar una limpieza a nivel bacteriano, para el adecuado desarrollo del proceso, nos empuja directamente a la utilización del CIP; y en grado mucho menor de lograr este nivel en el COP. Quedando descartados por no acercarse a este grado el CCS y el HCS.

Ubicación de área:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo de los cuales tenemos que para nuestro proceso, resulta más conveniente que el Equipo de limpieza se encuentre lo mas cercano del proceso a limpiar, por lo que aplican todos, encontrándose en ventaja en nuestro caso el CIP, que esta integrado como parte del proceso.

Conclusión CONTROL

Como podemos observar de todas las variables de Cuadro de Control, el sistema CIP aplica en todas las variables, siendo el mas conveniente en nuestro proceso.



**CUADRO CONTROL(MAN O AUTO)**

	Características Generales					
	Operación	Tiempo de Limpieza	# de terminales	Eficiencia	ppm, sanit. esterilización, etc.	Area de ubicación
Tipo de sistema						
<b>En seco:</b>						
Barrido	manual	variable	-	bajo	manchas ,polvos	general
Cepillado	manual	variable	-	medio	manchas incrustadas	general
Secado	manual	variable	-	bajo	-	especial
Soplado	manual	variable	-	medio	polvos	especial
Vacío:						
Portatil	manual	variable	-	medio-alto	polvos-residuos	general
Central	semimanual	variable	determinado	medio-alto	polvos-residuos	general
<b>En húmedo:</b>						
COP	manual	variable	determinado	medio-alto	nivel microbial y hongos	
CCS	semimanual	variable	determinado	medio-alto	nivel microbial y hongos	
HCS	manual	variable	determinado	medio	nivel residuos y hongos	
CIP	manual	variable	determinado	medio	nivel residuos y hongos	

poco factible

factible

## CUADRO denominado MANO DE OBRA

### Seguridad personal y equipo

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso, todos aplican, encontrando diferencias en cuanto al nivel de riesgo al cual el personal encargado esta expuesto. Siendo los más convenientes el uso del HCS y CCS, seguidos del CIP y por último el COP.

### Nivel de Capacitación:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso todos los sistemas son compatibles, encontrando diferencias en cuanto al nivel de capacitación y conocimientos técnicos que tenga el operario, por lo que resulta inconveniente el uso del CIP, ya que en ocasiones existe el riesgo por el manejo de detergentes concentrados. Es recomendable la utilización del COP, HCS, y CCS en este orden, por su fácil operación.

### Número de personal utilizado

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso, el minimizar el número de personal necesario en cualquier actividad es conveniente, por lo que el sistema CIP es el ideal, seguido de los otros (CCS, COP, y HCS).

### Conclusión CUADRO MANO DE OBRA

Como podemos ver en el cuadro no existe una opción concluyente, por lo que este requerirá de un análisis más profundo del proceso y sus necesidades de limpieza, por lo que en el cuadro BASE, cualquier opción es factible en los sistemas en húmedo.

<b>MANO DE OBRA</b>			
	Características generales		
	Seguridad Personal Equipo	Nivel de Capacitación	# Personal utilizado
Tipo de sistema			
<b>En seco:</b>			
Barrido	básico	bajo	variable
Cepillado	básico	bajo	variable
Secado	básico	bajo	variable
Soplado	básico	bajo	variable
Vacio:			
Portatil	básico	bajo/medio	1 operario
Central	básico	medio	variable
<b>En húmedo:</b>			
COP	gafas boquillas/botas, guantes		dependiente
CCS		medio/alto	dependiente
HCS			dependiente
CIP	gafas boquillas/botas, guantes	alto	

poco factible

factible

## CUADRO denominado MAQUINARIA Y EQUIPO

### Máquinas (dimensiones)

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso, todos aplican dependiendo del área disponible en la planta, siendo más conveniente utilizar el que menor espacio ocupa, por lo que bajo este criterio seleccionamos el CIP y HCS. Quedando en desventaja el COP y CCS, por requerir ambos de un cuarto especial

### Costo inicial:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso la reducción de costos de inversión inicial es importante (vital), por lo que nos inclinamos sobre el HCS, seguidos del COP, CCS y CIP en ese orden.

### Costo de operación:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso la reducción de costos de operación es importante, siendo los más viables el CIP, HCS y CCS. No tanto así el COP.

### Tiempo de amortización:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso el menor tiempo de amortización es más conveniente, siendo los más viables el COP y el HCS, siguiéndoles el CCS y CIP en ese orden.

### Costo de detergente:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso la reducción de costos de detergente es vital, por lo que nos inclinamos a la utilización del COP y del HCS como los más convenientes. Siendo más costosos los sistemas CCS y CIP.

### Gasto de agua:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso la reducción del consumo de agua es de considerarlo hoy en día, por lo que es conveniente el uso del CIP y del CCS, y en menor grado el COP y HCS, por que estos utilizan agua a criterio del operador.

#### Costo sistema reciclable:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso el factor reciclabilidad es privativo del sistema CIP, ya que ninguno de los demás tienen esta capacidad. Teniendo este un costo medio.

#### Reciclable:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso el CIP es el único que tiene esta posibilidad, que de utilizarse resulta altamente conveniente por el alto grado de reutilización de la solución limpiadora.

#### Requerimientos de instalación:

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso el requerimiento de instalación de cualquier proceso sean los menores posibles, por lo que nos conviene la utilización del COP y HCS, seguidos por el CCS y CIP.

#### Conclusión MAQUINARIA Y EQUIPO

Como podemos ver en el cuadro, para determinadas circunstancias podemos decir que son convenientes en la utilización del HCS o de la del CIP en menor grado.

### CUADRO MAQUINARIA Y EQUIPO

	Características generales								
	Máquinas Dimensiones	Costo Inicial	Costo Operación	Tiempo Amortización	Costo Detergentes	Gasto Agua	Costo Sist. Reciclable	Reciclable	Requerimientos de Instalación
Tipo de sistema									
<b>En seco:</b>									
Barrido	minima	bajo	medio	-	-	-	-	-	-
Cepillado	minima	bajo	medio	-	-	-	-	-	-
Secado	minima	bajo	medio	-	-	-	-	-	bajo
Soplado	minima	bajo-medio	bajo-medio	bajo	-	-	-	-	bajo
<b>Vacío:</b>									
Portatil	minima	medio	medio	bajo	-	-	-	-	-
Central	media-alta	medio	medio	medio	-	-	-	-	medio
<b>En húmedo:</b>									
COP	media-alta	medio-alto	medio-alto	medio	bajo-medio	bajo-medio	-	bajo	medio
CCS	alta	medio-alto	medio-alto	medio-alto	medio-alto	medio-alto	medio	-	medio-alto
HCS	media	medio	medio	medio	medio	medio	-	-	medio
CIP	media	medio	medio	alto	alto	medio	medio	alto	medio-alto

poco factible

factible

## CUADRO denominado MATERIALES

### Agua cantidad

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en Húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso los requerimientos de agua deben ser los mínimos posibles, por lo que el CIP con su facultad de reciclabilidad, resulta ser el más conveniente, no así los demás en el que la utilización de agua es de una sola vez.

### Detergentes cantidad

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en Húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso los requerimientos de detergente van en función de la cantidad de agua utilizada y concentración de los mismos, por lo que el CIP es el más conveniente por su facultad reciclable del sistema. No así los demás sistemas en el que la utilización de detergentes es de una sola vez.

### Calidad especificación :

Considerando que nuestro proceso se realiza en condiciones húmedas, los sistemas en seco no son compatibles. No así los sistemas en Húmedo, de los cuales tenemos que para nuestro proceso los requerimientos de calidad de los materiales utilizados para nuestro proceso, requieren de altas especificaciones de pureza y el CIP se perfila como el más conveniente, seguido por el CCS.

## Conclusión CUADRO DE MATERIALES

Como podemos observar en el cuadro, el más conveniente es el CIP, no descartando el CCS como alternativa.

CUADRO MATERIALES			
	Características generales		
	Agua cantidad	Detergentes cantidad	Nivel energético
Tipo de sistema			
<b>En seco:</b>			
Barrido	-	-	-
Cepillado	-	-	-
Secado	-	-	bajo
Soplado	-	-	bajo
Vafo:			
Portatil			bajo
Central			bajo-medio
<b>En húmedo:</b>			
COP	alto	medio	medio
CCS	medio-alto	medio	alto
HCS	medio-alto	medio	medio
CIP	bajo-medio	bajo-medio	alto

malo  
 bueno



A continuación mostraremos el Cuadro BASE , considerando el resumen de los aspectos relevantes de cada una de las variables aplicadas al proceso de Esponja Líquida para masa panadera.

Como vemos en el cuadro BASE, existe una mayor afinidad del sistema de limpieza automático CIP (Clean in Place) y el Proceso, que con cualquier otro sistema de limpieza que se haya comparado.

**CUADRO BASE**

	Características Generales				
	METODO	CONTROL	MANO DE OBRA	MAQUINARIA Y EQUIPO	MATERIALES
Tipo de sistema					
En seco:					
Barrido	general	manual/baja eficiencia/polvos	variable/baja capacitación y riesgo	costo bajo/dimensión min.	-
Cepillado	especial/solo accesorios	manual/media eficiencia/manchas	variable/baja capacitación y riesgo	costo bajo/dimensión min.	-
Secado	general/equipo	manual/baja eficiencia	variable/baja capacitación y riesgo	costo bajo/dim.e inst. min	-
Soplado	general/equipo	manual/media eficiencia/polvos	variable/baja capacitación y riesgo	costo bajo/dim.e inst. min	especif.media calidad
Vacio:					
Portatil	especial/equipo chico	manual/media alta eficiencia/residuos	1 operador/baja media cap. y riesgo	costo bajo medio/dim. min	especif.media calidad
Central	especial/equipo medio	semimanual/media alta eficiencia/polvos	variable/media cap. y riesgo	costo medio alto/dim.e inst. media	especif.media calidad
En húmedo:					
COP	general/equipo/accs chicos	manual/media alta efica/microbios y hongos		\$medio/dim. media-alta/inst. m	cant.alta/especif.media
CCS	semiesp./accs y eq. medio	semiman./media alta efica/micro. y hongos		\$medio alto/dim.alta/inst. m-a	cant.med-alta/especif.m-alta
HCS	semiesp./gral/eq. y accs	manual/media eficiencia y hongos			cant.media alta/especif.media
CIP	especial/equipo y accs	especial/media alta eficiencia y hongos		alto/dim. media/inst. alta	cant.baja media/especif.media

poco factible  
factible

### **III ASPECTOS VITALES PARA LA SELECCIÓN DEL EQUIPO DE LIMPIEZA**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>56</b>
<b>PROCESO DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LIQUIDA</b>	<b>59</b>
<b>EXPLICACIÓN DETALLADA DEL PROCESO</b>	<b>66</b>
<b>SISTEMA DE LIMPIEZA CIP</b>	<b>79</b>
<b>FACTORES DE LIMPIEZA</b>	<b>80</b>
<b>SECUENCIA DE LA LIMPIEZA</b>	<b>83</b>
<b>COMPONENTES DE LA LIMPIEZA</b>	<b>87</b>
<b>CUADRO COMPARATIVO</b>	<b>101</b>

## **CAPITULO III**

### III ASPECTOS VITALES PARA LA SELECCIÓN DEL EQUIPO DE LIMPIEZA

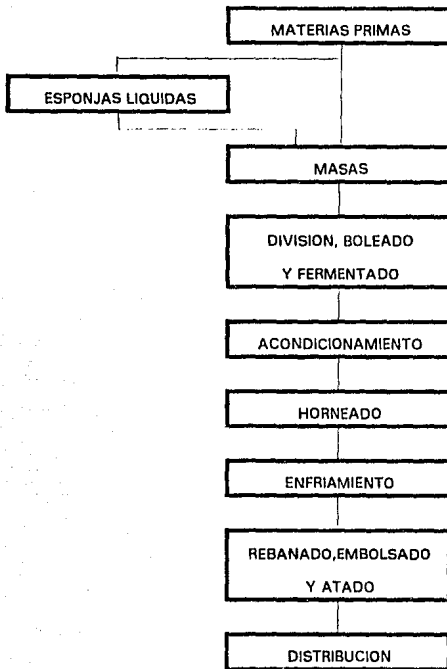
#### INTRODUCCIÓN

En el capítulo anterior se demostró que el sistema de limpieza en húmedo CIP es el más conveniente de aplicar en el proceso de elaboración de Esponja Líquida para masa panadera. El objetivo de este capítulo es la creación de un proyecto de ingeniería en detalle, el cual integrará el proceso de elaboración de esponja líquida con el sistema de limpieza CIP, mediante el uso de una **METODOLOGÍA** que nos permita el análisis del proceso, para la correcta integración del CIP en el mismo.

Para el logro de esto, como primer paso se debe conocer el proceso, y todas las variables que afectan tanto interna como externamente.

Primeramente situaremos al subproceso dentro del contexto general en la elaboración de pan de caja. Definiremos que la Esponja Líquida es un ingrediente de la masa con la cual se elabora el pan de caja. Situaremos al subproceso de esponja líquida dentro de su contexto general en la elaboración de pan de caja.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE ELABORACIÓN DE PAN DE CAJA



Como se puede observar del diagrama , el proceso de elaboración de Esponja Líquida, es en realidad un subproceso en la elaboración de Pan de Caja. Así como también vemos que la masa panadera está compuesta tanto de Esponja Líquida como de otros ingredientes suministrados en la misma mezcladora.

## ESPONJA LÍQUIDA

La Esponja Líquida es una mezcla en la cual se ha logrado la fermentación de la levadura. Este proceso incluye la producción de CO<sub>2</sub> y Alcohol, resultado de una reacción química que el microorganismo sacharónicos cerebiceae produce en este medio .La esponja líquida tiene como propósito principal hacer el proceso más eficiente dando volumen, color y sabor al pan de caja.

La siguiente tabla muestra la totalidad de los ingredientes usados en la preparación de la masa para pan de caja.

### FORMULACION TIPICA DE PAN BLANCO DE CAJA

<b>FORMULA TIPICA DEL PAN BLANCO</b>			
<b>INGREDIENTES</b>	<b>PORCENTAJE %</b>	<b>FORMULA DE ESPONJA LIQUIDA</b>	<b>INGREDIENTES EN MEZCLADORA</b>
HARINA	100	50,02	49,98
AGUA	66	55,77	10,23
LEVADURA	3	3	
ALIMENTO P/LEVADURA	0,625	0,625	
SAL	2,25	0,5	1,75
AZUCAR	8	1,5	6,5
LECHE	3		3
INHIBIDORES	0,125	0,125	
MANTECA	3		3
EMULSIFICANTES	0,5		0,5
<b>TOTAL</b>	<b>186,5</b>	<b>111,54</b>	<b>74,96</b>

Como se muestra en la tabla la cantidad de harina es de casi el 50 % en la Esponja Líquida, aunque este porcentaje puede variar dependiendo del producto a elaborar, también se puede observar la pequeña cantidad de azúcar utilizada y que la leche no interviene en el proceso de esponja líquida.

### **Ingredientes de las Esponjas Líquidas.**

#### **APL (Alimento para levadura)** **Y ENZIMAS**

Cloruro de sodio  
Sulfato de calcio  
Cloruro de Amonio  
Harina  
Fécula de Maiz  
Bromato de Potasio  
Fosfato monocalcico

#### **AGUA**

Dureza 50 a 100 ppm CaCO<sub>3</sub>  
PH : 6.6 a 7.0

#### **HARINA**

Tipo I

#### **LEVADURA**

Del tipo seca instantanea 3/4 del total y  
1/4 en mezcladora.

Esta se debe hidratar previamente en proporción de 9:1 (agua:levadura seca instantanea), por lo menos 10 minutos entre 30 a 32 grados centígrados.

### **PROCESO DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LIQUIDA**

#### **Introducción.**

Hace mas de 70 años, se descubrió que la masa mezclada en alta velocidad durante un tiempo corto, requería de diferente formulación que las masas desarrolladas en periodos mas largos.

Con la práctica se pudo establecer que la masa puede ser:

- Condicionadas mecánicamente durante el mezclado.
- Condicionadas bioquímicamente durante la fermentación.
- Condicionadas químicamente durante el formado, acondicionado y horneado.

Los sistemas de producción existentes en la actualidad, utilizan la tecnología de mezclado continuo combinándose con el posterior redondeo y moldeo convencional para piezas individuales de masa. En este procedimiento la Esponja Líquida contiene una alta cantidad de harina entre el 50% y 60% de la masa. Tal cantidad de harina puede ser manejada suministrándole suficiente agua para permitir una esponja fluida, capaz de ser bombeada y medible en tuberías y bombas comerciales.

*Nota: Ver anexo A para propiedades físicas y químicas de los ingredientes de la Esponja Líquida.*

Existen dos formas principales de elaborar la esponja líquida:

- Sistema de Fermentación Continuo
- Sistema de Fermentación en Baches

## SISTEMA DE FERMENTACIÓN CONTINUO

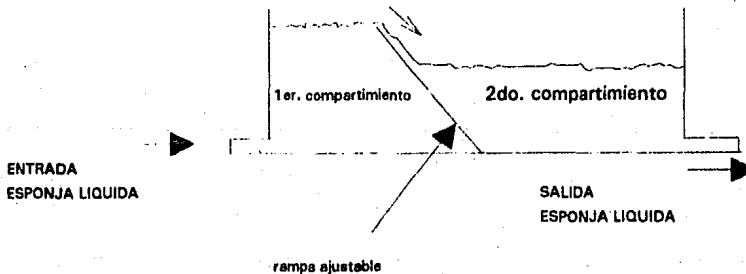
Este sistema se basa en la utilización de un solo tanque de fermentación continua, empleando previamente la incorporación medida y continua de los ingredientes de la esponja, tales como harina, agua, levadura y alimento para levadura.

El principio del sistema continuo de fermentación da el control completo y continuo sobre las tres variables más importantes:

- Densidad
- Viscosidad
- Uniformidad de Fermentación

El proceso que cubre el concepto de ser un método continuo, consiste en la incorporación de una mezcla fermentable dentro de una primera cámara de fermentación. Al incrementarse el volumen, disminuyendo la densidad, esta mezcla es continuamente transferida a una segunda cámara. Mientras los primeros incrementos crecen en densidad, esta es continuamente removida de la segunda cámara.

Existen muchos diseños de tanques para este fin. Un diseño en particular que cubre con el principio básico de ser continuo, es un tanque horizontal rectangular con un baffle atravesado a lo ancho del tanque, el cual permite una variación del volumen.

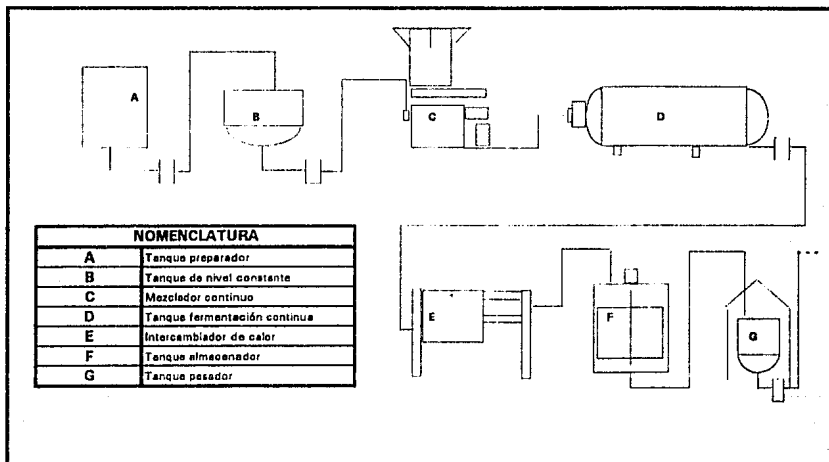




### SECUENCIA DE OPERACIÓN:

La esponja es suministrada en un extremo (al primer compartimiento) del tanque fermentador. Durante la etapa inicial de fermentación, la esponja cambia de densidad (aumentando su volumen) y, fluyendo sobre el baffle decreciendo su densidad y moviéndose a la descarga del tanque.

### DIAGRAMA TÍPICO DEL SISTEMA DE FERMENTACIÓN CONTINUA



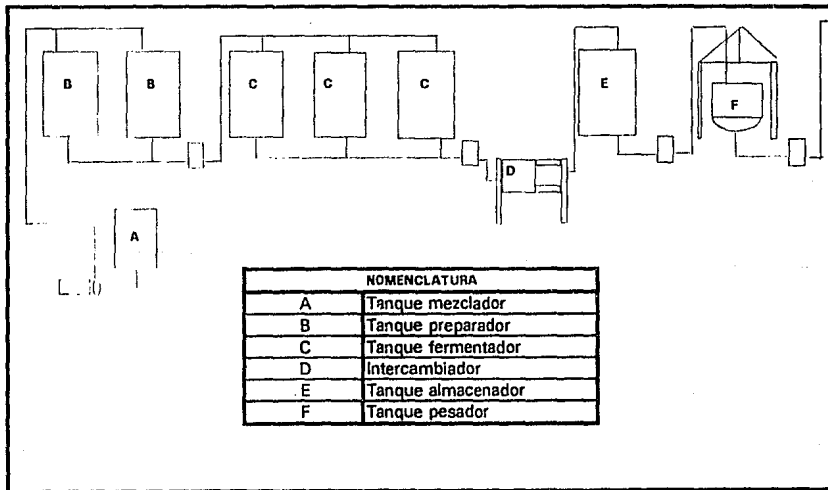
## SISTEMA DE FERMENTACIÓN EN BACHES O CARGAS

Este sistema se basa en la utilización de un tanque preparador donde se realiza el mezclado de los ingredientes y transferido del contenido mezclado por medio de una bomba a otro tanque en donde se lleva a cabo la fermentación.

El proceso da inicio, con la hidratación de la levadura en un tanque pequeño, al mismo tiempo en el tanque preparador son vaciados el agua, harina y el contenido del tanque pequeño. Todo esto al ritmo de integración que proporciona un agitador del tipo turbina, el cual logra la integración de los ingredientes en aproximadamente 10 minutos. En este punto es posible el bombeo del tanque preparador al tanque fermentador quedando libre el primero para dar inicio a otro ciclo.

Por lo general se contarán con mas tanques fermentadores que preparadores, ya que el tiempo que permanece la esponja en los fermentadores es más grande que el tiempo de preparado. En operación normal los ingredientes de la esponja líquida son suministrados en el agua a una temperatura tal que la mezcla final en el tanque sea aproximadamente de 26.6 °C, incrementándose esta dos o tres grados durante su estancia en los tanques fermentadores, los cuales tienen un sistema de control de temperatura por medio de camisa de agua helada.

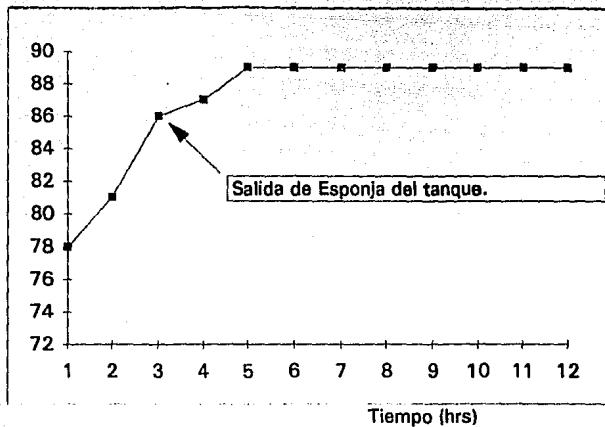
### DIAGRAMA TIPICO DE SISTEMA DE FERMENTACION EN BACHES



A continuación se presentan gráficas de las variables más importantes del proceso de elaboración de Esponja Líquida utilizando del 60 al 65 % de la harina total en la Esponja y un 50 al 52 % de contenido de sólidos.

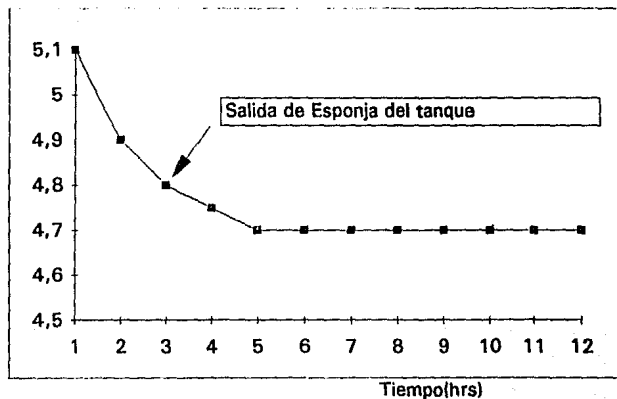
Temperatura

F

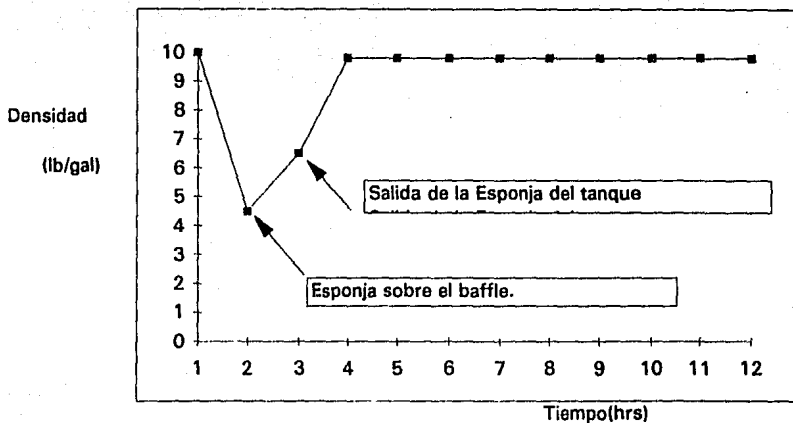


Temperatura promedio durante el llenado y operación.

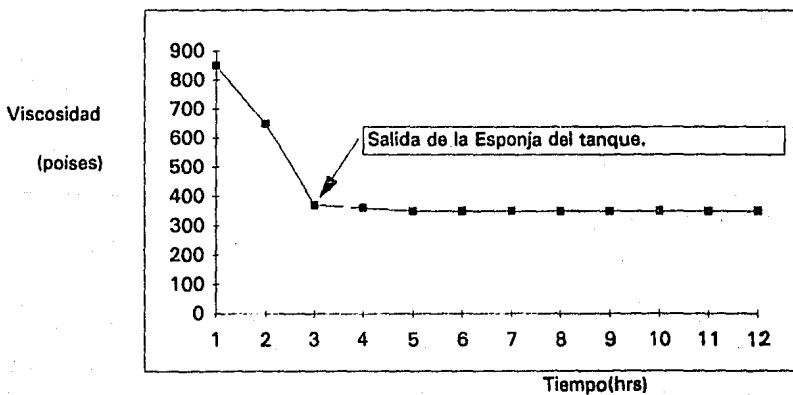
PH



Nivel de PH promedio durante el llenado y operación

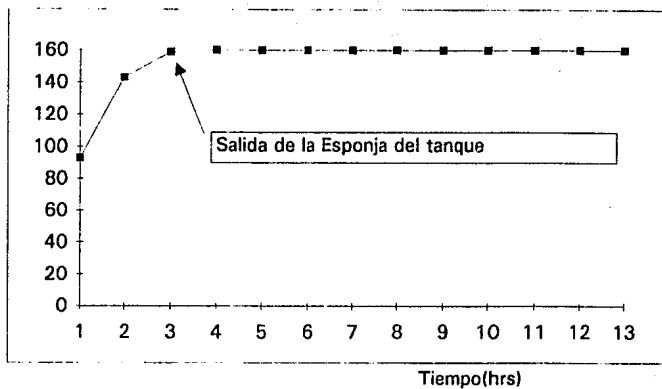


Densidad promedio durante el llenado y operación



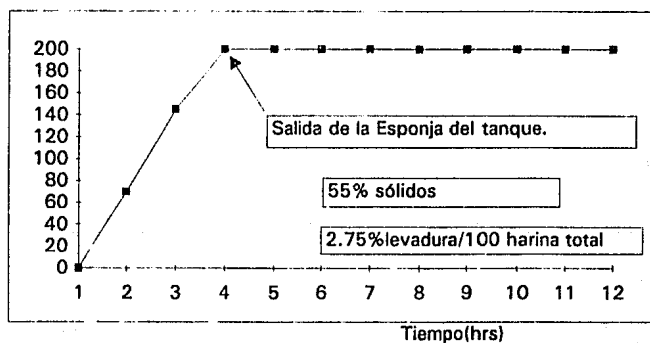
Viscosidad promedio durante el llenado y operación.

10GM de  
Muestra =  
Titratable  
Acidity  
como  
ML-N/100  
NaOH



Titratable Acidity promedio durante el llenado y operación.

Presion  
(mmHg)



Poder gasificante promedio de la Esponja Líquida

Siendo el sistema de fermentación en baches, un proceso el cual nos indica una clara división en las operaciones de su proceso por realizar estas en diferentes partes de su equipo, con esto tenemos la posibilidad de integrar el sistema de limpieza CIP al proceso debido a sus ventajas y capacidades.

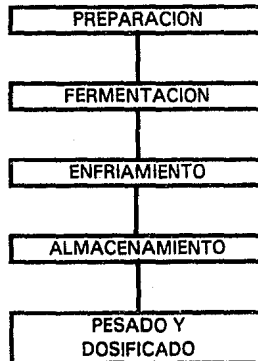
Por lo anterior seleccionaremos el sistema de fermentación en baches.

## **EXPLICACIÓN DETALLADA DEL PROCESO**

### **SISTEMA DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LÍQUIDA PARA MASA PANADERA CON FERMENTACIÓN EN BACHES**

A continuación procederemos a definir el sistema, sus diagramas y descripción del mismo.

**El proceso de elaboración de Esponja Líquida se conforma de las siguientes fases:**



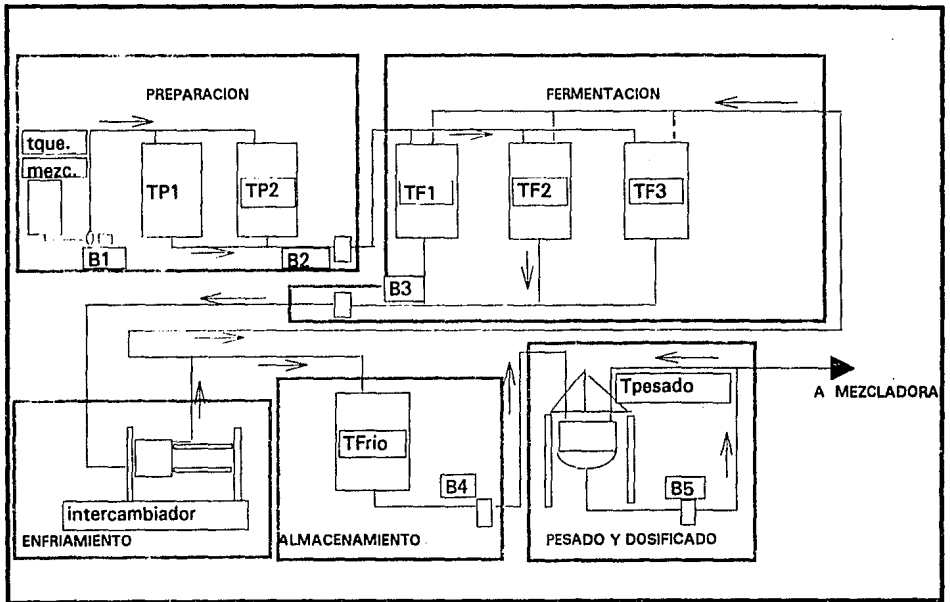


DIAGRAMA DE ELABORACION DE ESPONJA LIQUIDA

Para motivos de este trabajo de tesis, se propone la realización en el proceso de 3 baches de masa por hora, por lo que la mezcladora deberá tener una capacidad para mezclar de 600 Kgs.(1800/3) a la vez.

Para el cálculo del volumen de los tanques, nos apoyaremos en las gráficas de las variables más importantes del proceso, vistas en este capítulo. Como se puede observar en la gráfica de densidad, vemos que esta varía con respecto al tiempo, en donde observamos que el punto mas bajo es de aproximadamente 4.5 lb/gals.(0.54 kg/lit), por lo que:

**Volumen de Esponja Líquida requerida /hora:  $954.54 \text{ kg/hr} / 0.54 \text{ kg/lit} = 1767.66 \text{ lit/hr} = 467.01 \text{ gal/hr}$**

Siendo los 467 gals/hr el Ciclo de Esponja Líquida en galones(CAPACIDAD) cada 60 minutos, por lo que la capacidad de los tanques será de 500 galones(por ser este el tanque comercial más próximo).

Como vemos de las tablas en donde se muestra las características de la Esponja Líquida durante el tiempo desde su preparación hasta el tiempo de fermentación, la densidad de producto varía con respecto al tiempo.

Para el cálculo del volumen que deben tener los tanques de preparación, así como los tanques de fermentación y tanque frío, serán de la misma capacidad por tratarse de un sistema en Baches. Por lo que se considerara la **DENSIDAD MENOR POSIBLE** de la Esponja Líquida durante todo el proceso, cuyo valor en promedio es de **0.5 kg/lit**.

Por lo que el volumen de Esponja requerida en 1 hr. :

$$1080\text{kg/hr} / 0.5\text{kg/hr} = 2160 \text{ lit/hr} = 570 \text{ gals/hr}$$

Supongamos un sistema estandar para la elaboración de masa para usarse en panadería, con una producción típica de 1590 kg/hr(3500 lb/hr). Como ya vimos en la Formulación Típica de la Esponja, tomaremos como el 60% la participación de la Esponja Líquida en el total de ingredientes de la MASA:

<b>MASA PANADERA =</b>	<b>ESPONJA LIQUIDA +</b>	<b>INGREDIENTES EN MEZCLADORA</b>
(100%)	(60%)	(40%)
1590 kg/hr	=	954.54 kg/hr + 635.45 kg/hr

En nuestro caso, el Sistema de Elaboración de Esponja Líquida por tratarse de un Sistema en Baches, lo que se produce en el tanque preparador se trasvasa completamente la Esponja al Tanque Fermentador, y esta a su vez al Tanque Frío (almacenador).

Debido a que no es conveniente el realizar masas muy grandes, principalmente por tener que usar mezcladoras de gran tamaño y receptores para mantener la masa el tiempo necesario, hasta que la línea de producción lo demande para su consumo. Por ejemplo, en este caso el realizar una masa de casi 2 toneladas para ser consumida en 1 hr., requeriríamos de un equipo y espacio grande, por lo cual es conveniente el realizar masas en intervalos menores. De este factor dependerá el diseño de todo el equipo de proceso de Esponja Líquida.



Descripción de las ACTIVIDADES en detalle.

## PREPARACIÓN

Operación inicial que consiste en mezclar los ingredientes que componen la Esponja Líquida utilizando un tanque incorporador con agitador, de acuerdo a una formulación y secuencia específica.

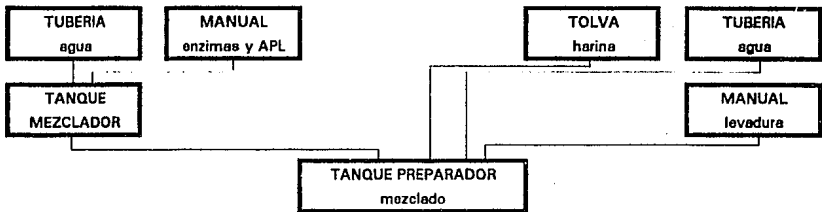


DIAGRAMA DE PREPARACION

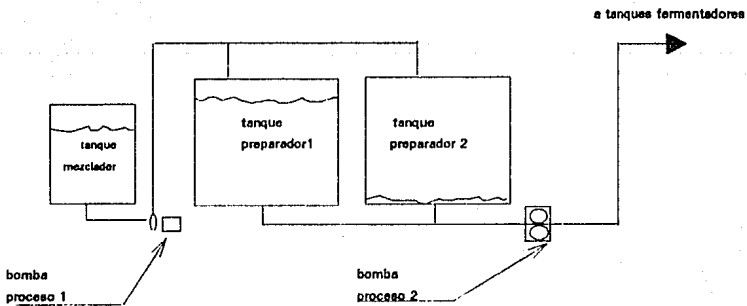


DIAGRAMA DE PREPARACION

Como se puede observar en los diagramas, el mezclado de los ingredientes se realiza en el tanque preparador, siendo este el lugar donde convergen todos los ingredientes para su mezclado, los cuales son los siguientes:

#### **APL (Alimento para levadura) Y ENZIMA**

*Cloruro de sodio*  
*Sulfato de calcio*  
*Cloruro de amonio*  
*Harina*  
*Harina de maíz*  
*Bromato de potasio*  
*Fosfato monocálcico*

Estos son hidratados previamente en un tanque mezclador, y por medio de una bomba centrífuga se trasvasa al tanque preparador.

#### **LEVADURA**

*Del tipo seca instantánea*

Esta se suministra en forma manual en el tanque preparador.

#### **AGUA**

*Dureza :*  
*50 a 100 ppm CaCO<sub>3</sub>*  
*ph: 6.6 a 7.0*

Esta es suministrada y medida generalmente por medio de tubería directamente al tanque ingredidiador y preparador por medio de un sistema local o de manejo de materiales(cuarto de control).

#### **HARINA**

Esta es suministrada generalmente mediante un sistema de manejo de materiales(polvos), utilizando una tolva colocada directamente arriba del tanque preparador.

Nota: Ver anexo a para las características físicas y químicas de los ingredientes de Esponja Líquida.

## **Descripción de los Elementos:**

### **TANQUE MEZCLADOR**

Es un tanque cilíndrico vertical, soportado por patas, de material de acero inoxidable T304 o T316, con acabado sanitario. Es utilizado para hidratar la levadura y enzimas en agua. Empleando para esto un agitador vertical con propela a alta velocidad (400 r.p.m.).

Debido a su pequeña dimensión de 30 galones, suficiente para hidratar el Alimento para Levadura, no utiliza ningún tipo de instrumentación como sensores de nivel, de temperatura, etc. Aunque los ingredientes (especialmente el agua que participa en mayor proporción), se debe suministrar a una temperatura tal que al término del hidratado, se tenga una temperatura de 27°C, misma temperatura que tendrá la esponja líquida al finalizar su fase de preparación. Su bomba de trasvase es de acero inoxidable, tipo centrifuga, con una capacidad para trasvasar el contenido del tanque en aproximadamente 3 minutos (10 gal/min), utilizando una tubería en dirección de los tanques Preparadores de 2 in. de diámetro, debido a que el producto mantiene características parecidas al agua.

### **TANQUE PREPARADOR**

Generalmente pueden existir uno o dos tanques, con capacidad de 500 galones para evitar cuellos de botella. El tanque es de acero inoxidable conteniendo un control de nivel, el cual aparte de monitorear, es utilizado por el control para diversas aplicaciones, como el funcionamiento del agitador, habitación del tanque para recibir el producto, etc. Contiene un sistema de agitación a través de un motoreductor de 400 r.p.m. aproximadamente, con agitador vertical tipo turbina, registro pasa-hombre, mirilla, conexiones para entrada de agua, del producto del tanque mezclador y de harina. Dichas conexiones se localizan en la parte superior, siendo la de harina la más crítica, debido a que esta se debe situar lo más al centro del tanque posible, ya que es ahí donde se forma un vórtice que permite la correcta incorporación de la harina al agua.

El tanque tiene una conexión de descarga en su parte más baja, así como también el sensor de temperatura para tomar lectura constante aún cuando quede poco producto en el tanque.

Su bomba debe ser de desplazamiento positivo (lóbulo) capaz de trasvasar la totalidad del tanque en un tiempo de 10 minutos, teniendo la Esponja Líquida un tiempo de reposo en el Tanque Preparador, para tener una densidad de aproximadamente 1.25 kg./lt. Esta bomba trabaja en un rango de presión entre 40 a 65 lb/in<sup>2</sup>, por lo que resulta conveniente el considerar un interruptor de presión entre la bomba y los tanques receptores (fermentadores), utilizando para esto una tubería de 3 pulgadas de diámetro.

### Secuencia de Operación:

#### Preparador

1. Se suministra 8/10 del total del agua para darnos una temperatura al final del preparador de 27°C.
2. Se comienza a dosificar la harina (1/5 del total).
3. Continúa la dosificación de harina y se suministra el contenido del tanque mezclador.
4. Se suministra 3/5 del total de harina.
5. Se suministra la levadura y el resto de harina (1/5 del total).

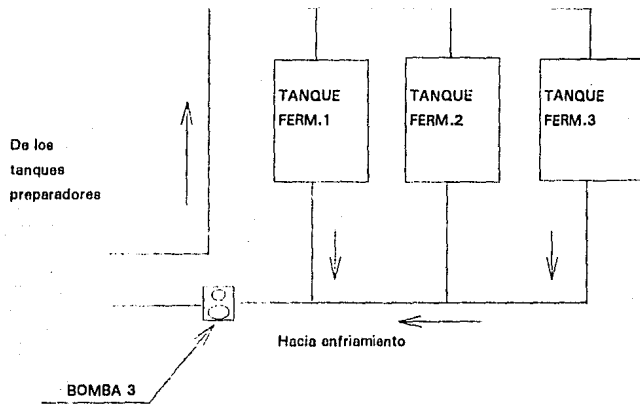
#### Mezclador

1. Se suministra agua.
2. Suministro del APL y levadura.
3. Agitación.

El suministro e incorporación de los ingredientes debe durar 20 minutos aproximadamente, que es el tiempo en el que la levadura reacciona con el medio que se le ha creado.

### **FERMENTACIÓN**

Esta comienza con la activación de la levadura con el medio (reproducción y crecimiento del microorganismo), la cual sucede inmediatamente después de incorporados los ingredientes.



**DIAGRAMA DE FERMENTACION**

Como se puede observar en el diagrama, el trasvase se realiza del tanque preparador al tanque fermentador que se encuentre disponible por medio de una bomba de desplazamiento positivo.

## Descripción de los Elementos

### Tanque Fermentador

Generalmente existen los tanques fermentadores de 500 gals., capaces de recibir la totalidad de la esponja preparada, necesarios para realizar la fermentación de lo preparado sin afectar con esto la continuidad del proceso.

El tanque fermentador es de forma cilíndrica vertical soportado en patas, de material de acero inoxidable T304 ó T316, con acabado sanitario. Este tanque es utilizado para mantener el medio óptimo para la fermentación de la levadura, cuidando que esta tenga la temperatura adecuada. Para esto el tanque cuenta con una camisa de enfriamiento tipo Dimplet (de hoyucos), que utiliza agua helada (4°C), la cual es controlada por un sistema que consta de un sensor de temperatura, ubicado en la parte baja del tanque, el cual sensa directamente la temperatura de la esponja líquida, permitiendo por medio de un control y válvula solenoide el paso del agua por la camisa de enfriamiento, cerrando esta una vez alcanzada la temperatura deseada. Esta temperatura es de 28°C, la cual se incrementa por la reacción de la misma levadura de 2 a 3°C. Es importante el mantener la esponja líquida por debajo de 31°C, para evitar degradación del producto.

El tanque también cuenta con un sistema de agitación proporcionado por un motoreductor a baja r.p.m. (aproximadamente 20 r.p.m.), el cual mueve un agitador tipo ancla, para lograr una uniformidad de enfriamiento y reacción de fermentación. En ocasiones es necesaria la utilización de 1 ó 2 mamparas fijas para ayudar a la agitación.

En su parte superior del tanque, está equipado con registro pasa-hombre, mirilla, conexiones clamp con diámetro de 3 in para la recepción de la esponja líquida que proviene del tanque preparador, y otras conexiones iguales para recibir la esponja líquida que es retornada después de la fase de enfriamiento en el caso de que el tanque de almacenamiento se encuentre ocupado por alguna razón y el tiempo de fermentación de esta esponja contenida en el tanque fermentador, llegue a su tiempo límite de fermentación.

En la parte inferior del tanque se encuentran ubicados el sensor de temperatura y una conexión tipo clamp con diámetro de 3 in, para la descarga de la esponja líquida y por medio de una bomba de trasvase, de desplazamiento positivo (lóbulos) capaz de trasvasar la totalidad de la Esponja del Tanque Fermentador para su enfriamiento en el Intercambiador de Placas y su posterior almacenamiento en el Tanque Frío en un tiempo de 10 minutos, con una densidad de 0.54 kg./lt. Con un rango de presión entre 40 a 65 lb/in<sup>2</sup>, por lo que resulta conveniente el considerar un interruptor de presión entre la bomba y el intercambiador de calor.

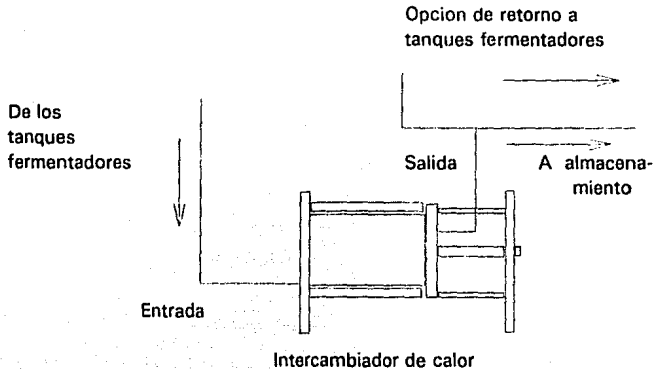
### Secuencia

La secuencia de fermentación deberá permitir que esta se realice por espacio de 3 hrs. (180 mins). Es importante aclarar que el tiempo de fermentación incluye desde el tiempo que se le dé a la esponja líquida en el tanque preparador, mas el tiempo de trasvase del preparador al fermentador, y el tiempo que esta se encuentra en el tanque fermentador.

Esta fase se realiza de manera automática por control de temperatura, de niveles, de trasvase, de tiempo, etc.

## ENFRIAMIENTO

El objetivo de esta fase es el detener e inhibir la reacción de la levadura, mediante el enfriamiento indirecto.



## DIAGRAMA DE ENFRIAMIENTO

### Descripción de los Elementos

Son utilizados generalmente intercambiadores de calor del tipo de placas de un solo paso, el cual es de acero inoxidable en su estructura y en sus placas, teniendo empaques tipo sanitario, el cual utiliza agua helada ( $5^{\circ}\text{C}$ ) como medio para el intercambio de calor.

El intercambiador de calor consta de una parte frontal fija, sobre la cual tiene las conexiones (roscadas, clamp, bridadas, etc.) de la tubería de entrada y salida de 3 pulgadas, con adaptación a 4 pulgadas, de diámetro. Dos de ellas son para la entrada y salida de agua helada. Las otras dos para la entrada y salida de la esponja líquida. Colocadas de tal manera que el flujo del agua sea contrario a la del producto.

El control realiza automáticamente la apertura de una válvula electroneumática para el paso de agua helada, solo cuando se ha comenzado la fase de enfriamiento. También se cuenta para monitoreo con dos sensores de temperatura, uno colocado en la entrada de agua helada, y otro en la salida de la esponja líquida.

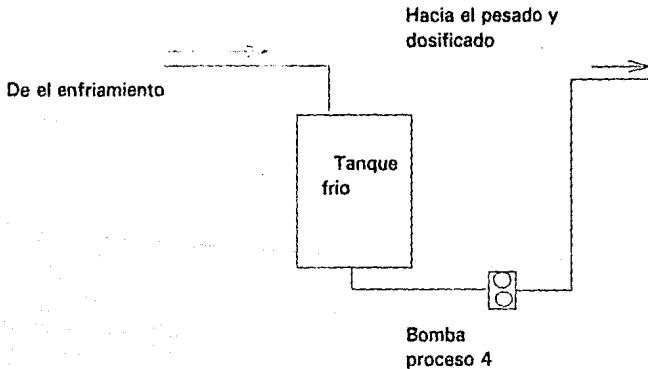
### *Secuencia de enfriamiento*

Una vez contemplado el tiempo de fermentación de 3.5 hrs., el control del sistema tendrá la prioridad de pasar a la fase de enfriamiento en donde pueden existir dos alternativas:

1. Que el tanque de almacenamiento se encuentre disponible para recibir la esponja en cuyo caso el control activará la bomba de trasvase, abrir las válvulas, circulará agua por el enfriador, procediendo de esta manera al enfriamiento de la esponja líquida y su depositado en el tanque de almacenamiento.
2. Que el tanque de almacenamiento se encuentre con producto en cuyo caso el control activará la bomba de trasvase, abrir las válvulas, circulará agua por el enfriador, procediendo de esta manera al enfriamiento de la Esponja Líquida y su activación a un circuito de retorno hacia el mismo tanque fermentador donde permanecerá fría hasta que se desocupe el tanque almacenador.

### **ALMACENAMIENTO**

Esta consiste en mantener la esponja líquida en conservación después de haberla enfriado, hasta una temperatura entre 8 y 10°C, lista para ser enviada a la zona de mezclado en el momento que sea requerida.



**DIAGRAMA DE ALMACENAMIENTO**

Como se puede observar en el diagrama, el trasvase se realiza de los tanques fermentadores al tanque frío (almacenador) por medio de una bomba de desplazamiento positivo.

Descripción de los elementos:

### **TANQUE DE ALMACENAMIENTO**

Es un tanque cilíndrico vertical, soportado en patas de material de acero inoxidable T-304 o T-316, con acabado sanitario, con capacidad de 500 galones.

Este tanque es utilizado para mantener la esponja líquida a la temperatura a la que fue bajada por el intercambiador de calor, por lo que cuenta con camisa de enfriamiento Dimplet (de hoyuelos) que utiliza agua helada a 5°C, la cual es controlada por un sistema que consta de un sensor de temperatura ubicado en la parte baja del tanque, el cual sensa directamente la temperatura de la esponja líquida, permitiendo por medio de un control y válvula solenoide, el paso del agua por la camisa de enfriamiento, cerrando esta una vez alcanzada la temperatura deseada (8 a 10°C).

El tanque también cuenta con un sistema de agitación proporcionado por un motoreductor a bajas r.p.m. (20 aprox.) el cual mueve un agitador tipo ancla, para lograr una uniformidad de enfriamiento. En ocasiones es necesario la utilización de 1 ó 2 mamparas fijas para ayudar a la agitación.

En la parte superior cuenta con un registro pasa-hombres, mirilla y conexiones clamp de 3 in. de diámetro, para la recepción de la esponja líquida que proviene de los tanques fermentadores y otra opcional que puede servir para recibir la esponja que por alguna razón se quede en el tanque pesador sin consumir y que se necesite regresar para mantenerla fría. Cuenta también con un sensor de nivel, el cual aparte de su monitoreo es utilizado por el control para diversas aplicaciones, como el funcionamiento del agitador, habilitación del tanque para recibir el producto, etc.

En la parte inferior se encuentra ubicado el sensor de temperatura y una conexión tipo clamp de 3 in. de diámetro para la descarga de la esponja líquida para su pesado, por medio de una bomba de trasvase, de desplazamiento positivo (lóbulo) capaz de trasvasar 1/3 del contenido del tanque (porque se hacen 3 baches por hora) en 5 minutos con una densidad de la Esponja aproximada de 0.83 kg./lt., utilizando una tubería de 3 pulgs. de diámetro, con un rango de presión entre 40 a 65 lb/in<sup>2</sup>, por lo que resulta conveniente el considerar un interruptor de presión entre la bomba y el intercambiador.



## Secuencia

Cuando la esponja líquida llega al tanque de almacenamiento, en espera de ser pesada, el sistema es controlado por un tablero de control remoto ubicado cerca de la mezcladora y en el cual se controla el envío al tanque pesador por medio de una bomba de trasvase.

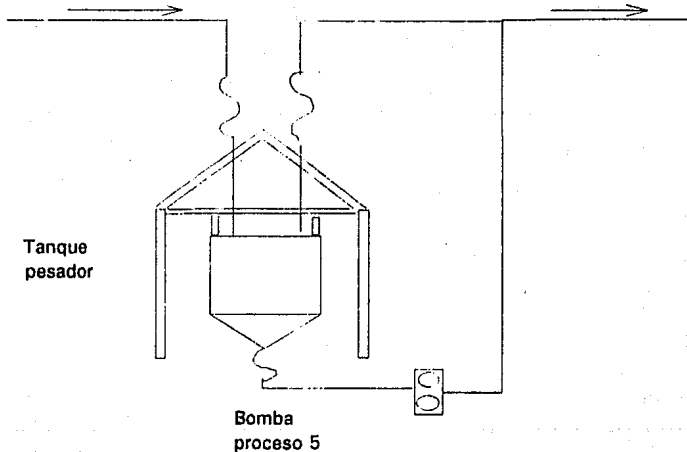
La Esponja Líquida se trasvasa, pero ya no la cantidad completa que existe con el tanque almacenador, sino la específica que el operador pida en el tablero(1/3 del total).

## DOSIFICACIÓN

La dosificación y pesado de la esponja líquida es la serie de pasos que se necesita seguir para conseguir que la cantidad exacta de esponja llegue a la mezcladora.

De el tanque  
de almacenamiento

A la mezcladora



**DIAGRAMA DE PESADO Y DOSIFICADO**

Como se puede ver en el diagrama la esponja líquida es trasvasada del tanque almacenador a la mezcladora, previo pesado de la misma en un tanque pesador de aproximadamente 170 galones de capacidad, el cual es un tanque de acero inoxidable T-304 o T-316, el cual tiene un sistema para pesar la esponja líquida mediante una celda de carga colocada entre el tanque pesador y un soporte exterior. Este tanque no contiene elementos de control tales como sensores de nivel o de temperatura, ya que por su tamaño relativamente reducido no los necesita. El tanque solo cuenta con una capa de aislamiento térmico de poliuretano en toda su superficie externa para tener la menor pérdida de frío.

En la parte superior del tanque, este posee un registro pasa-hombre, y una sola conexión clamp de 3 in. de diámetro, para recibir la esponja líquida que por medio de una bomba de trasvase transporta el producto del tanque de almacenamiento al tanque pesador. El tanque posee en su parte inferior mas baja una conexión clamp para la descarga del tanque a la mezcladora, por medio de una bomba de trasvase.

Como nota importante para este tanque, tenemos que como es un tanque pesador, todas las conexiones que estén en contacto directo con el tanque, deberán de ser flexibles, con el fin de que no carguen ó soporten al mismo en algún punto, provocando una medición errónea en el control.

La línea que por último alimenta a la mezcladora parte de la descarga del tanque pesador, se realiza por medio de una bomba de desplazamiento positivo con las mismas características para trasvasar el contenido del tanque pesador a la mezcladora en 5 minutos por una tubería de 3 pulgs. Esta línea tiene la opción de (por cambio de posición de las válvulas a la mezcladora), retornar el contenido del tanque pesador al tanque frío(solo por algún contratiempo en la mezcladora y para prevenir la descomposición de la esponja líquida en el tanque pesador).

## Secuencia

Cuando la esponja líquida se encuentra en el tanque almacenador, es el operador el que por medio del tablero de control remoto tiene las siguientes opciones:

- Seleccionar la cantidad de esponja líquida, con lo cual el sistema detiene la bomba de trasvase del tanque de almacenamiento al tanque pesador en el momento en el que el peso es alcanzado.
- Una vez pesada la esponja líquida, el operador habilita en el tablero de control el trasvase de la esponja líquida a la mezcladora.

Una vez definido el proceso de elaboración de esponja líquida en detalle, así como sus componentes que lo integran, procederemos a definir en detalle lo que un sistema de limpieza CIP es, su secuencia de operación general y las diferentes alternativas que el sistema ofrece, para después analizar estas propuestas contra las necesidades de nuestro proceso.

## **SISTEMA DE LIMPIEZA C I P**

### **Definición:**

El CIP es el sistema de limpieza que opera en secuencia y orden, limpiando los equipos de proceso y tubería por su interior, sin la necesidad de desmontar ó desensamblar la tubería ó equipo para su limpieza.

El CIP debe ubicarse lo más cercano posible al equipo a lavar, por lo tanto en el diseño de la planta y sus equipos (lay out), se debe integrar la operación del sistema de limpieza para obtener óptimos resultados. El CIP hace fluir una solución con detergentes(alcálido, ácido, sanitizante) en cada secuencia, la cual combinada con otros efectos (mecánicos, de temperatura, de duración, etc.), actúan sobre las suciedades ó manchas del equipo y tubería

La Limpieza interior de dichos equipos y tubería involucrada en el proceso, dependen de varios aspectos, agrupados en los siguientes:

**Factores de la Limpieza.**  
**Secuencia de la Limpieza.**  
**Componentes de la Limpieza.**

los cuales procederemos a definir a continuación:

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## DEFINICIÓN DE FACTORES DE LIMPIEZA

### INTRODUCCIÓN

Estos factores son todas las condiciones que en un momento dado interactúan sobre las tuberías y equipos a dando como resultado la limpieza del equipo.

### EFFECTO MECÁNICO DE LA LIMPIEZA

La limpieza mecánica de las superficies de equipo y tubería a ser limpiada es hecha por un cepillo que se opera en forma manual. En la limpieza con el Sistema C.I.P., el efecto mecánico debe ser inducido por otros medios, como flujo turbulento en la tubería de trabajo, estallido de pulsos por inyectores de aire, efectos de martillo inducidos por agua, impactos por aspersión, estos son algunos de los medios usados para limpiar las paredes de las tuberías ó equipos. Los químicos utilizados también inducen en sus mecanismos de transporte un "efecto mecánico".

### VELOCIDAD DE FLUJO

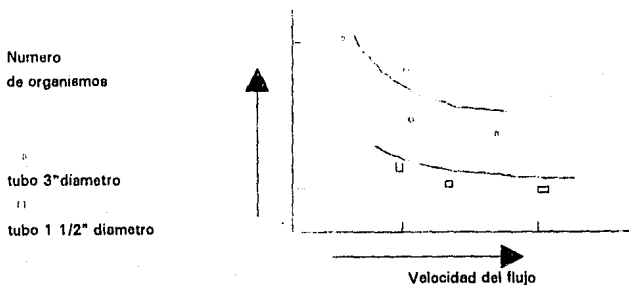
Como un promedio usado por muchos años en tuberías de proceso de alimentos para la limpieza, se ha establecido una velocidad en el fluido limpiador de  $5 \text{ ft/seg.}$ , como efectiva. Solo recientemente se tiene evidencia cuantitativa que demuestra que es la correcta en la practica.

Un estudio del efecto del numero reynolds en la limpieza se hizo porque el numero de reynolds para 2 sistemas geoméricamente similares es el mismo, entonces las similitudes dinámicas existen, y el flujo muestra es el mismo.

Como ejemplo se han utilizando 2 tamaños de tubería de acero inoxidable para estos experimentos, una de  $1 \frac{1}{2}$ " y otra de 3" de diámetro

Las superficies internas están cubiertas con una capa que contiene microorganismos. Después de limpiar la tubería con velocidades distintas, se tomaron para cada velocidad muestras de las superficies internas, contando los organismos residuales que se quedaron en la tubería.

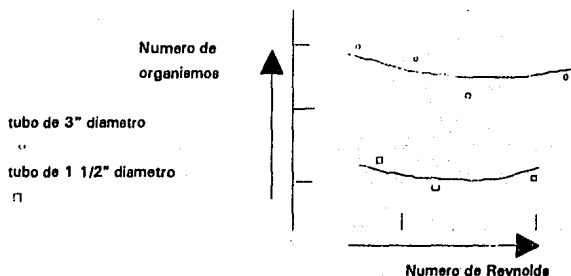
Efecto del recuro de la velocidad del flujo en la remocion de organismos de las tuberías



En los resultados mostrados en la figura anterior se ve que el nivel residual de organismos en ambas tuberías decrece rápidamente con el incremento en la velocidad antes de elevarla alrededor de 5 ft/seg. Es también interesante hacer notar que para esta las velocidades los resultados para los dos tamaños son muy similares, incrementándose la turbulencia directamente proporcional a la velocidad, lo que indica que entre más grande el #Reynolds del flujo de la solución detergente sobre la superficie contaminada a limpiar, adquiere mayor capacidad de penetración, emulsificación y remoción de las suciedades.

Un estudio del efecto del número Reynolds en la limpieza se hizo porque el número de Reynolds para 2 sistemas geoméricamente similares es el mismo, entonces las similitudes dinámicas existen, y el flujo muestra es el mismo.

Efecto del número de Reynolds al remover organismos de las tuberías



Los resultados presentados en la gráfica anterior muestran que incrementando el número de Reynolds se mejora la limpieza, pero, a una constante del número de Reynolds, la limpieza es más eficiente en una tubería menor donde la velocidad media del fluido es alta; este efecto fue un poco sorprendente, porque como se estableció antes, la mejor limpieza se puede esperar a un alto número de Reynolds.

Estas pruebas muestran que tuberías de diferente tamaño son limpiadas al mismo grado, si la velocidad media del fluido de la solución limpiadora es la misma en ambas tuberías. La similitud del grado de limpieza en tuberías de diferente tamaño no se logra con números de Reynolds equivalentes. Sin embargo, si la velocidad media del flujo es alrededor de 5 ft/seg, entonces el nivel residual de bacterias en la superficie es reducida al mínimo.

Conclusión de Efectos Mecánicos:

TUBERIAS	VELOCIDAD MEDIA	GRADO DE LIMPIEZA
^ tubo de 3" diametro	igual	igual
□ tubo de 1 1/2" diametro	igual	igual
NUMERO DE REYNOLDS		
^ tubo de 3" diametro	igual	diferente
□ tubo de 1 1/2" diametro	igual	diferente

## CONCENTRACIÓN DE LA SOLUCIÓN QUÍMICA

La concentración de la solución química limpiadora (detergentes) decrece a través del proceso de limpieza por el contacto que tienen los compuestos químicos con el material orgánico al ser removido de las superficies contaminadas (a limpiar), diluyéndose la solución posteriormente con un enjuague residual.

La solución limpiadora deberá irse saturando en cada ciclo de limpieza en función de mantener su capacidad detergente sobre las superficies contaminadas a limpiar. Demasiada concentración puede resultar en espuma, incrementándose el uso de equipo y costos por la operación de limpieza.

### Temperatura.

Cuando la temperatura aumenta (hasta cierto rango) por lo general causa un incremento en la efectividad del detergente, y la saponificación de las grasas es más fácilmente realizable si la grasa es derretida.

Si la temperatura de la solución química cae fuera de un rango de 185 °F (85 °C), las proteínas en la grasa cambiarán y serán más difíciles de disolver, es por esto que se recomienda mantener las temperaturas en un rango de 130 °F (54 °C) a 160 °F (71.1 °C). Las temperaturas envueltas en este rango deben estar 5 °F arriba del punto de fusión de la grasa. En casos específicos puede variar dependiendo de los tipos de grasas y detergente que se use, ya que muchos de estos tienen rangos de temperatura en donde su operación es óptima, y deberán de ser seguidos.

## DURACIÓN DEL PERIODO DE LIMPIEZA

La duración del periodo de limpieza en las líneas de proceso de alimentos, debe ser cuidadosamente determinado para optimizar los propios efectos químicos de la solución, dando tiempo a disolver las suciedades a remover, minimizando el tiempo-costo en energía eléctrica, solución detergente, agua, equipos y periodos improductivos.

La medida del tiempo total del ciclo de limpieza dependerá del espesor y tipo de los residuos a remover, temperatura y concentración del detergente, el promedio de velocidad de la solución limpiadora, así como por la experiencia pasada y refinada por contribuciones en los procesos en la línea, eficientaran el grado de limpieza.

### CONCLUSIÓN

Como vemos cada factor influye en una forma determinada sobre la superficie a limpiar, de la manera en que se diseñe el sistema de limpieza cambiando estos factores dependerá la calidad de la limpieza que se tenga.

## SECUENCIA DE LA LIMPIEZA C.I.P.

### INTRODUCCIÓN

Las operaciones de limpieza del CIP se deben realizar de manera que puedan ser reproducibles, logrando la limpieza cada vez que sea puesto en marcha el sistema, siempre en función de el proceso. Se debe considerar en la secuencia de limpieza CIP, la máxima eficiencia, estableciéndose el correcto orden de aplicación de las soluciones detergentes, generando una secuencia de limpieza para un proceso específico.

En términos generales, la secuencia de limpieza establece las siguientes fases:

- a) Recuperación del producto
- b) Pre-enjuague
- c) Limpieza con detergente (alcalino)
- d) Enjuague intermedio
- e) Limpieza con detergente (ácido)
- f) Enjuague Intermedio
- g) Enjuague final con sanitizante.

La limpieza con ácido puede desaparecer ó ser cambiada con la limpieza con detergente alcalino, por la conveniencia de varios procesos.

### PRE-ENJUAGUE

La recuperación del producto remanente en los equipos y líneas de proceso, reduce la pérdida del producto y la carga del sistema, permitiendo el re-uso de químicos limpiadores. El método de recuperación del producto puede variar debido a las características del mismo. Los métodos pueden incluir drenaje, (desaguar) en fragmentos, desplazamiento con agua, ó expulsión del producto por gas presurizado (generalmente con aire comprimido).

En el equipo C.I.P. el desplazamiento del producto con agua es el más usado. El pre-enjuague se puede hacer inmediatamente después de la producción, de tal manera que no exista el riesgo de que ocurra el secado del producto residual en el equipo y líneas de proceso. El aire soplado es comúnmente usado en tuberías de trabajo, sin embargo este método tiene un efecto de secado del producto en la tubería, introduciendo aire conteniendo microorganismos, y dejándolos depositados en concavidades ó depresiones, además de piernas (columnas) de aire viciado.

Las temperaturas del agua de pre-enjuague son específicas del producto. Residuos de grasa son más fácilmente fluidizados ó disueltos en agua tibia, pero si la temperatura es muy alta puede coagular las proteínas. El pre-enjuague debe continuar hasta que el flujo sea bastante claro (transparencia).

Los medidores de conductividad ayudan en la determinación de este punto para lograr la repetibilidad y la operación automática, si los residuos de manchas son dejadas, ocurre un ineficiente uso de los componentes de limpieza.

La mezcla de agua y producto se puede desviar en varias rutas ó trayectorias. Los desplazamientos iniciales serán principalmente de producto y deben ir al depósito final del mismo. Posteriores enjuagues tendrán más y más componentes de agua y deben ser enviados a un proceso especial ó a líneas de retorno.

## **CIRCULACIÓN DE DETERGENTES**

La circulación de detergentes por el equipo y líneas de proceso, generan un gran número de efectos químicos en los residuos reaccionando cuando estos están en contacto con las manchas. Cabe mencionar que las manchas desprendidas han sido expulsadas en el enjuague inicial.

Los detergentes trabajando con varios procesos químicos disuelven las manchas incrustadas. Estos procesos incluyen saponificación de grasas y aceites; emulsificación y peptización de las proteínas; y muchos otros. El detergente mismo que provee una buena porción de la acción mecánica en los sistemas de limpieza C.I.P. el cual ayuda dando una restregada ó fregada en los sistemas en el lugar.

## **ENJUAGUE INTERMEDIO**

Estos enjuagues se requieren para remover cualquier traza de detergente ó ácido dejada en el sistema. Los químicos limpiadores pueden ser considerados como contaminantes si son mezclados con el producto.

Deben ser usados de acuerdo a prácticas de seguridad recomendadas y diminutas cantidades en dilución son comprensibles, pero todo esfuerzo debe ser usado para minimizar esta porción. Si una circulación con ácido es corrida inmediatamente después de haber corrido una de detergente alcalino la reacción de las dos será la de generar calor y nuevos componentes, los cuales deben ser enlistados ó tomados en cuenta razón por la cual se recomienda ampliamente el uso de enjuagues intermedios.



## **CIRCULACIÓN DE ÁCIDO**

El lavado ácido se hace especialmente en procesos muy rigurosos tales como calentamiento, mezcla de ingredientes reactivos, etc.

El proceso específico determinará la necesidad de ácido. El ácido que se utiliza para disolver depósitos de mineral inorgánico (el nombre común para este tipo de depósitos es el de piedras). Estas son usualmente creadas por algunas precipitaciones de minerales inherentes al producto que ha sido procesado.

La circulación de ácido es usualmente hecha con un paso después de la utilización del detergente, pero en casos específicos se hace antes a fin de crear un cambio en el pegado de la mancha de tal manera que la limpieza puede ser más eficiente.

Cabe señalar que los ácidos son muy detrimentes (agresivos) a muchos materiales, y pueden hacer mucho daño al equipo y a las tuberías, el grado relativo de como hacer inerte al equipo depende del material del ácido. Escoger los químicos es usualmente cuestión de economía, basado en el producto que es procesado, la efectividad de los limpiadores y los materiales de construcción del equipo de proceso.

## **CIRCULACIÓN DE SANITIZANTE**

La sanitización es comúnmente usada como un recurso igual que los desinfectantes químicos. Una vez que el proceso de limpieza ha progresado hasta este punto, el equipo estará física y químicamente limpio, y en una extensión muy amplia estará también bacteriológicamente limpio.

Para intensificar por más tiempo el efecto de limpieza bacteriológica, el ciclo de sanitización ha sido creada, dejando las superficies libres de bacterias por mucho tiempo.

## **CONCLUSIÓN**

Cada una de las secuencias del lavado tiene un efecto significativo en el número de bacterias presentes, para poder visualizar esto más detalladamente podemos decir que:

<b>SECUENCIA</b>	<b>BACTERIAS / cm.</b>
Antes de limpieza	1,500
Después ciclo detergentes	60
Después enjuague final	10
Después de sanitización	1

En ciertos casos, las condiciones de asepsia son necesarias, lo que significa que las superficies deberán estar absolutamente libres de bacterias. Para poder llegar a este estado de limpieza, mayores requerimientos se deben hacer que la sola circulación de la solución química del sanitizante.

Usualmente la utilización de vapor ó el agua caliente es circulada por un tiempo hasta que se alcanza la temperatura y se sostiene, a un límite apropiado. Esto es conocido como **Desinfección Termal(esterilización)**.

Muchas veces el ciclo de sanitización se hace justo antes que el sistema sea traído a la línea para actuar sobre cualquier bacteria que haya crecido dentro ó haya sido transportada por el aire mientras el sistema estuvo apagado.

Un enjuague final puede ó no ser hecho. Los sanitizantes y sus vapores pueden estar atrapados en el sistema en los techos de los tanques y así, el enjuague final deberá librar al sistema de cualquier sanitizante que pueda causar mal olor ó sabor en el producto y diluir cualquier reacción química entre el equipo y los sanitizantes.

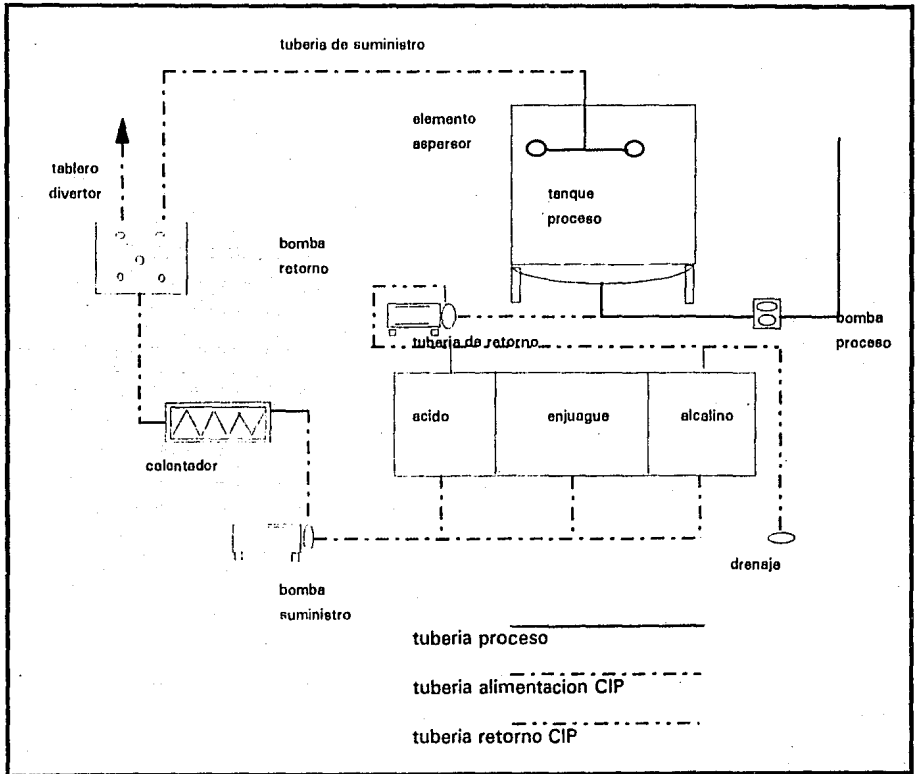
## **COMPONENTES DEL SISTEMA DE LIMPIEZA CIP**

En general los sistemas de limpieza CIP son considerados como aquellos componentes que están en el lugar para el expreso propósito de limpiar el equipo de proceso. En muchos casos las bombas y los calentadores son usados para desempeñar trabajos en dos modos de operación, para lo cual debe considerarse la capacidad y versatilidad del equipo seleccionado

A continuación se describen los componentes requeridos en un Sistema de Limpieza CIP, así como aspectos vitales para su correcta Selección:

- 1.- TANQUES
- 2.- BOMBAS DE FLUJO
- 3.- DOSIFICADORES
- 4.- CALENTADORES
- 5.- VÁLVULAS
- 6.- ELEMENTOS DE ASPERSIÓN
- 7.- SEPARADORES
- 8.- RESTRICTORES DE FLUJO
- 9.- TABLERO DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

A continuación se dará una explicación de los Componentes del Sistema de Limpieza CIP, acompañados de su diagrama típico y descripción detallada de este.



**DIAGRAMA TÍPICO DEL SISTEMA CIP**

## TANQUE

El punto central más importante en el sistema de limpieza CIP es el TANQUE. Este cumple con la función de almacenar las soluciones detergentes(acido, alcalino, enjuague), las cuales se utilizan durante la ejecución de la secuencia de limpieza. Durante su estancia de las soluciones detergentes en el tanque y debido a que son bastante corrosivas para las partes en contacto con el mismo, estas deben ser de un material cuya reacción con la composición química de las soluciones detergentes sean compatibles(nulas), considerando que en la mayoría de los casos, se provoca gran reactividad de las soluciones por estar a alta temperatura. El material comúnmente usado es el acero inoxidable T-304.

El tanque consta de 3 compartimientos separados, en donde se almacena la solución alcalina, el enjuague y la solución ácida. Existen diferentes modelos y capacidades de tanques, incluso se puede tratar de tanques separados, pero la función es la misma.

### Características Generales: (de cada compartimiento)

- 1.- Cuentan con Aislamiento Exterior por seguridad industrial.
- 2.- Sistema de Agitación para homogeneizar las soluciones detergentes.
- 3.- Vento para el desplazamiento de gases nocivos, sobreflujo y función de separador.
- 4.- Instrumentación para monitoreo y control (sensores de pH, temp., nivel.).
- 5.- Registro pasa-hombre, conexiones para alimentación de agua y detergente concentrado, conexiones para inyección directa de vapor, además de conexión de descarga en el tanque.
- 6.- En caso de tratarse de un sistema CIP de Re-uso, se contará con la conexión de entrada para la solución detergente de retorno(ver tipos de Sistemas CIP).

## BOMBAS

Las bombas usadas en los sistemas de limpieza CIP , tienen la función de llevar la solución detergente a través de las tuberías de proceso, y hasta los elementos de aspersión en los equipos de proceso, así como el retorno de estas soluciones una vez utilizadas en el equipo y tubería, al tanque de soluciones detergente.

Generalmente se cuenta con una bomba de suministro la cual provee el efecto de velocidad y presión a la solución detergente y la lleva al(os) punto(s) a limpiar. Cuando se presenta una pérdida en la continuidad de presión que proporciona la bomba de suministro(debido a que un equipo se encuentre a presión atmosférica), se requiere de otra bomba de retorno, para hacer retornar la solución detergente al tanque de soluciones detergentes(si se trata de un sistema de Re-uso), ó al drenaje si se trata de un sistema de Uso-sencillo.

En un sistema de limpieza CIP, puede existir una sola bomba de suministro, teniendo esta varios circuitos y/o destinos a limpiar, apoyándose para esto en un tablero divisor, o en un juego de válvulas. Teniéndose para cada punto de destino(en donde se pierda la presión) una bomba de retorno.

### **Características Generales**

- 1.-Las bombas utilizadas se especifican como sanitarias, pese a no tener sus elementos(componentes) contacto directo con el producto.
- 2.- Sus materiales de fabricación deben ser resistentes a la corrosión de las soluciones detergentes, variando estos por las características de las soluciones.
- 3.-Tener sello mecánico y de fácil desensamble.
- 4.- Resistentes a alta temperatura.
- 5.- Con una capacidad para poder trabajar en periodos cortos al vacío.
- 6.- La presión de la bomba se determinará por las características del equipo a lavar.

### **DOSIFICADORES**

El sistema de limpieza CIP utilizará soluciones a base de agua y un porcentaje bajo de detergente concentrado(acido, alcalino).

Debido a las propiedades(peligrosidad) de los detergente, y a su alto costo, el porcentaje que se integre al agua, debe de ser medido en forma precisa. Para esto se cuenta principalmente con bombas dosificadoras(positivas como de diafragma, pistón, etc.) las cuales suministran el detergente concentrado almacenados en recipientes), ya sea a los compartimentos en donde se encuentra el agua, que servirá para su transportación y dilación del químico ó para su dosificación directa a la línea de suministro, dependiendo esto de las características de reciclabilidad del sistema.

### **Características Generales**

- 1.-Resistentes a la corrosión de la solución detergente(acero inoxidable T-304).
- 2.-Bombas de tamaño pequeño y espacio reducido de instalación.
- 3.-El lugar de instalación de equipo debe estar restringido a las personas ajenas a esta área.
- 3.-El funcionamiento de las bombas esta en función del:
  - a) Tiempo de operación combinado con su capacidad de dar un volumen específico.
  - b) Control el cual activará ó no, dependiendo de una señal de un sensor de concentración.

## CALENTADORES

Debido a las características de los residuos de producto a ser removidos y al requerimiento que la solución limpiadora necesita para un óptimo desempeño, se requiere calentar la solución detergente. Para ello existen diferentes métodos:

- Inyección Directa de Vapor en el compartimiento del Tanque.
- Intercambiadores de Calor,

... en donde la diferencia principal, consiste en que la inyección directa de vapor se aprovecha casi en su totalidad el calor latente, con el inconveniente de tener un pequeño porcentaje de dilución en las soluciones detergentes, mientras con el uso de intercambiadores de calor, existen pérdidas de calor en la transferencia.

### Características Generales

- 1.-Se requiere de una unidad generadora de calor(caldera) para su alimentación.
  - 2.-Inyección Directa: El calentamiento se da a la totalidad de la solución detergente contenida en el compartimiento.
  - 3.-La inyección de vapor es por medio de un tubo difusor en la parte baja del tanque, contando esta para su funcionamiento con una válvula solenoide la cual es gobernada por el control y sensor de temperatura.
- Intercambiadores de calor:

El calentador da la cantidad de solución detergente que se va suministrando al sistema.  
Resistente a la temperatura.  
Resistente a la acción corrosiva de las soluciones detergentes.  
Dotado de sistemas automáticos de control.

## VÁLVULAS

En los sistemas de limpieza CIP se cuenta con válvulas para dirigir la solución detergente a la tubería ó equipo a limpiar, así mismo para impedir que esta solución pueda accederse a un lugar en donde todavía exista producto. Estas válvulas son generalmente controladas en forma automática por el tablero de control de acuerdo a la secuencia de limpieza.

## Características Generales

- 1.-Válvulas de acero inoxidable de mariposa ó bola, de accionamiento neumático de doble efecto ó combinado con resorte.
- 2.-Conexiones tipo clamp, roscada ó bridada.
- 3.-En los circuitos de retorno, generalmente se van reuniendo en una sola tubería para llegar a los tanques almacenadores de detergente, por lo que la unión de las tuberías en el retorno utilizan válvulas de retención (check), las cuales son en su funcionamiento una pared la cual esta soportada por medio de un resorte el cual es vencido por la presión del fluido en una sola dirección. Pueden ser estas colocadas en forma horizontal ó vertical.

## ELEMENTOS DE ASPERSIÓN

Al final de la línea de suministro de las soluciones detergentes, existen elementos que distribuyen en forma uniforme sobre toda la superficie del equipo (llámese tanques, silos, etc.). Estos elementos no se utilizan para el lavado de tuberías, ya que estas son lavadas directamente por el paso de la solución a través de ellas.

Existen diferentes tipos(modelos) de estos elementos aspersores, los cuales tienen diferentes forma y aplicaciones, dependiendo para su selección de la forma y el tamaño del equipo a limpiar. Entre los principales tenemos:

Elementos Aspersores Fijos.

Elementos Aspersores con Mecanismos Rotatorios.

### \* Elementos Aspersores Fijos

Los elementos aspersores son un aparato fijo, al final de la línea, ubicado en la parte interna del equipo a lavar, ya que la limpieza se hará en las paredes y elementos internos del tanque. Estas tienen un diseño de una esfera con pequeños orificios distribuidos sobre su superficie de acuerdo al área que se quiera limpiar del equipo. La solución es forzada a través de estos agujeros limpiando principalmente por la fuerza de irrigación, haciendo que la tensión superficial y gravedad, hagan fluir la solución hacia abajo de las paredes del tanque.



Es importante señalar que la forma de los elementos aspersores, dependerán de la tarea a realizar, siendo las más comunes las **ESFÉRICAS**, y en menor grado las cilíndricas. Existe un tipo de dispersor en forma de plato, especialmente utilizado para distribuir la solución detergente en tanques verticales altos, ubicando el plato en la parte central superior de la tapa del tanque. .

### **Características Generales**

- Resistencia a la corrosión de las soluciones detergentes(acero T-304).
- Sus elementos aspersores de sujeción a la tubería deben ser fácilmente desarmables.
- En número y tamaño de los elementos aspersores, así como la cantidad y diámetro de los orificios, esta en función a la superficie y elementos a limpiar del tanque.
- Su funcionamiento es óptimo para manchas que sean solubles aunque con un rango determinado para solución insolubles de tipo medio.

#### **\*Elementos Aspersores con Mecanismos Rotatorios**

Estos tienen la misma función limpiadora que los elementos aspersores fijos, solo que los de mecanismo rotatorio actúan con mayor impacto y turbulencia sobre las superficies a limpiar, pudiendo rotar en uno ó en varios planos a la vez. El efecto de rotación es provocado por la salida del fluido al salir del elemento aspersor.

### **SEPARADORES**

**FILTROS, TRAMPAS y TAMIZ** .- sirven para hacer una separación de los restos de producto que permanece en el sistema de proceso y que después es arrastrado por la solución detergente. Estos elementos proveen al sistema un mayor tiempo de operación (repetibilidad), conservando la solución detergente sus propiedades durante más tiempo, debido a que disminuye la dilución de la solución.

A su vez se evita el bloqueo de los elementos de aspersión ó la formación de una película en los tanques que han sido limpiados.

Estos elementos son convenientes colocarlos fuera de la línea, debido a que provocan pérdidas de presión importantes.

## **RESTRICTORES DE FLUJO**

En los sistemas de limpieza CIP, generalmente existen dos ó más circuitos y/o equipos a limpiar, alimentados por un solo circuito de suministro, es decir una bomba.

En estos puntos, las condiciones de flujo y presión a las que se requiere la solución detergente es variable, por lo que el uso de los restrictores de flujo es apropiado para forzar una caída de presión, instalándolo en la línea de suministro en el ramal que produce al equipo ó tubería en cuestión, existen restrictores con orificios ya calibrados para este efecto.

## **TABLERO DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN**

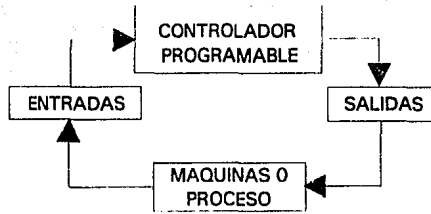
El sistema de limpieza CIP utiliza un tablero de control, el cual se encuentra integrado al control del proceso al cual limpia.

Este tablero de control consta principalmente de:

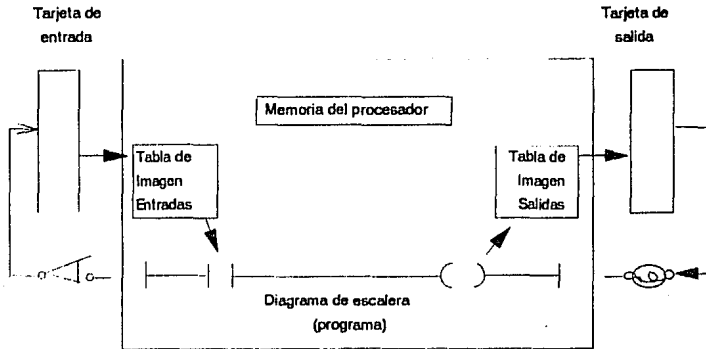
-PLC.-Program Logic Computer(hardware), es decir una computadora industrial y como tal se necesita de un programa para reconocer señales de entrada(sensores) y mandar actuar elementos de salida del sistema(bombas, agitadores, válvulas, etc.), de acuerdo a una secuencia de limpieza adaptada al proceso, siguiendo los pasos básicos de los sistemas de limpieza CIP que vimos poco atrás.

Entre los elementos de entrada y salida del sistema se cuenta con:

- \*BOTONES en el tablero para paros de emergencia ó forzamientos.
- \*SENSORES DE TEMPERATURA (termómetros, RTD, terminales) para determinar la temperatura de las soluciones detergentes en sus tanques ó durante su recorrido por las tuberías y equipos a limpiar.
- \*MEDIDORES DE FLUJO para determinar la velocidad de la solución.
- \*SENSORES DE NIVEL en tanque para el control del nivel.
- \*SENSORES DE CONCENTRACIÓN(ph) para verificar la fuerza del detergente.
- \*GRAFICADORES de temperatura, impresores, pantalla de monitoreo, etc.
- \*SENSORES DE PROXIMIDAD como aseguramiento de un cambio de rutas en los tableros de conexions.



En el tablero de control el sistema de control utiliza la memoria programable para leer las condiciones de entrada y ejecutar condiciones de salida para controlar una maquina o un proceso



**DIAGRAMA DE LA SEÑAL DE FLUJO A TRAVES DEL SISTEMA DE CONTROL.**

Después de haber definido los aspectos que conforman los diversos sistemas de limpieza CIP, procederemos a entrar al diseño del sistema CIP.

Para esto procederemos a definir los tipos de sistemas CIP que en forma general podemos agruparlos en:

-SISTEMAS DE USO SENCILLO

-SISTEMAS DE RE-USO

-SISTEMAS DE MULTI-USO

Definiendo sus principales características y haciendo un cuadro comparativo con los aspectos más relevantes de estos sistemas, procederemos a realizar un análisis de nuestro proceso (Elaboración de esponja líquida para masa panadera) para determinar el tipo de Sistema CIP más adecuado al proceso.

A continuación se definirán las características principales de los tipos de Sistemas CIP:

## SISTEMAS BÁSICOS CIP

### Introducción

El diseño del Sistema de Limpieza C.I.P, en gran medida depende de los requerimientos individuales del proceso, basándose en equipo estandar y adaptaciones híbridas de esquemas previos.

### Sistemas de uso sencillo C.I.P.

La principal característica de los sistemas de uso sencillo es que la solución detergente se suministra a las tuberías y/o equipos una sola vez, realizando su trabajo y siendo desalojada al drenaje. Esto es debido a la alta carga de producto que tiene que ser arrastrada por el sistema de limpieza durante su operación.

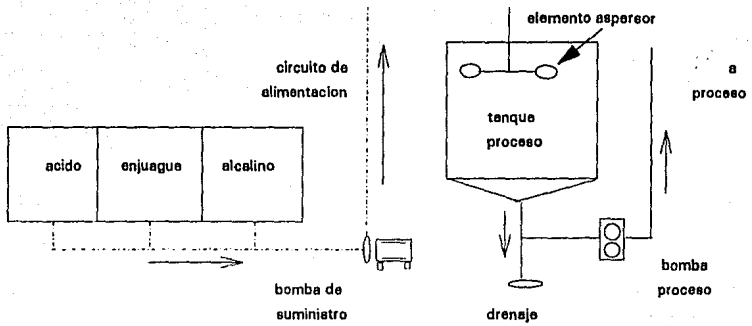
Este sistema se caracteriza por la baja fuerza de los detergentes que son usados para la limpieza. Es posible mezclar químicos de corta vida los cuales no tienen la suficiente estabilidad, pero son efectivos para la limpieza inmediata, y en donde no se recupera el detergente.

El sistema de uso sencillo es recomendable en circuitos de limpieza donde la solución detergente se contamina más pesadamente con carga de residuos del producto.

Cuando el equipo del sistema de limpieza se coloca cerca del equipo del proceso que se va a limpiar, el agua y las cantidades de químicos utilizados pueden ser bajos comparados con aquellos que se sitúan céntricamente a varios circuitos.

En los sistemas de uso sencillo la solución detergente(ácido, sanitizante y alcalino) no se recupera. Los sistemas de uso sencillo son generalmente prehechos y pueden instalarse y ser movidos rápidamente, estos generalmente no requieren de cuartos especiales construidos para ellos. Debido a que estos son prefabricados, su costo es menor y pueden ser preprobados con anterioridad a su uso.

Por tanto en este tipo de sistemas no se requieren tanques de almacenamiento de las soluciones detergentes, ya que el detergente se dosifica directamente en la línea de suministro. Aunque si es conveniente tener un tanque con agua almacenada para el consumo de la bomba de suministro.



**DIAGRAMA TIPICO DEL PRINCIPIO DE OPERACION DEL SISTEMA DE USO SENCILLO**

### Sistemas de Re-uso C.I.P.

La característica principal de los sistemas de Re-uso se basa en el principio de que los detergentes deberán de recuperarse y reusarse lo más posible para mayor economía y aprovechamiento. Usualmente los detergentes no se contaminan mucho, proveyendo un pre-enjuague pueden ser adecuados; por lo que los detergentes en los ciclos de limpieza dependen de muchos factores para conocer su cantidad en el contenido del tanque que los almacena. Los sistemas de re-uso son generalmente colocados lejos de los equipos que van a limpiar, requiriendo de un cuarto especial, ó un lugar en donde establecerse.

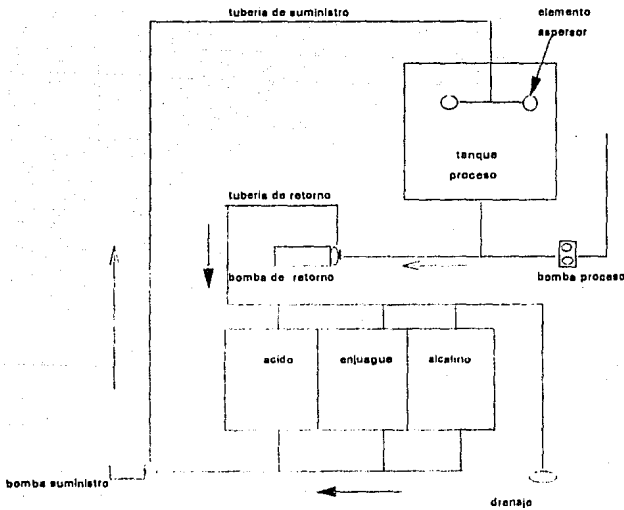


DIAGRAMA TÍPICO DEL PRINCIPIO DE OPERACION  
SISTEMA DE RE-USO CIP

## Sistemas Multi-usos

Los sistemas multiusos combinan las óptimas características de sistemas de uso sencillo y de re-uso. En algunos sistemas, las unidades estándares locales pequeñas son situadas cerca de los circuitos que serán limpiados. Estos sistemas son alimentados con detergentes a partir de un lugar de almacenamiento situado centralmente, después de haberse usado en la unidad local, el detergente es mandado de regreso a la unidad de almacenamiento con este sistema, algunas tuberías y arreglos complejos de válvulas no son necesarios.

Las tuberías entre el almacenamiento y las unidades deberán de ser del diámetro adecuado, esto porque el tiempo de llenado y vaciado se tendrá que efectuarse varias veces durante la operación de limpieza.

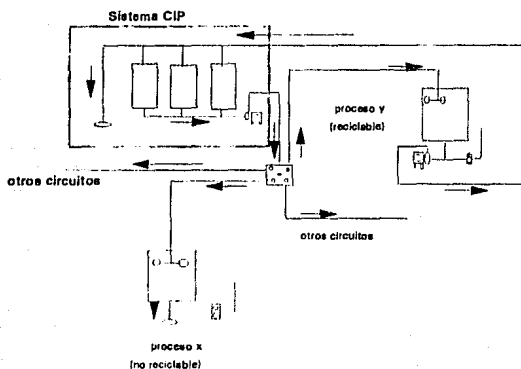


DIAGRAMA DEL PRINCIPIO DE OPERACION  
SISTEMA DE MULTIUSO

Una vez definidos los sistemas básicos CIP mostraremos un cuadro comparativo con las características principales de los tipos de limpieza CIP:



CARACTERÍSTICAS	TIPOS DE SISTEMAS DE LIMPIEZA CIP		
	USO-SENCILLO	RE-USO	MULTI-USO
RECICLABILIDAD	nula	alta	media
DETERGENTES			
-Duración	corta	alta	alta
-Estabilidad	baja	alta	alta
-Efectividad	alta al uso inmediato	alta siempre	alta siempre
-Dosificación	precisa	media por sensores	media
-Cantidad	alta	baja	baja
-Concentración	baja	alta	alta
-Costos	bajo-medio	medio-alto	medio-alto
-Contaminación	alta	baja	baja
-Renovación	alta	baja	baja
FLEXIBILIDAD DEL SISTEMA PARA EL CAMBIO EN LA CANTIDAD Y TIPO DE DETERGENTE	alto	bajo	alto
TIPO DE RESIDUOS DETERGENTES	alta carga,pesadas	baja-media carga	baja-media carga
EQUIPO INVOLUCRADO	estandar, movable	diseño estandar,fijo	diseño estandar,fijo
UTILIZACIÓN DE SISTEMAS SEPARADORES PARA AUTOLIMPIEZA	nulo	medio	medio
CALENTAMIENTO DE LA SOLUCIÓN DETERGENTE	si, en la línea	si, en la línea	si, en la línea
INSTALACIÓN AISLANTE	bajo, después de bomba de suministro	medio, tanques y circuitos	medio, tanques y circuitos
CANTIDAD DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DETERGENTE	1 para todos	1 por c/tipo utilizado	1 por c/tipo utilizado
ESPACIO REQUERIDO DE INSTALACIÓN	mínimo	cuarto especial con ventilación	cuarto central
DESCARGAS AL DRENAJE	pesadas	medias neutralizadas	medias neutralizadas
COSTOS			
-De calentamiento	alto	medio	medio
-Disponibilidad del calentamiento	mayor tiempo	inmediato	inmediato
-Agua	alta	baja(50%)	media
-Equipo	bajo	alto(de 5 a 10 años)	alto
-Operación	medio	medio	medio
DEMANDA PICO DE VAPOR	alta	baja	baja
VOL.DISPONIBLE DE QUIMICOS	prohibitivo	grandes volúmenes	grandes volúmenes

#### **IV DISEÑO DE INGENIERÍA DEL SISTEMA DE LIMPIEZA CIP AL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LIQUIDA**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>103</b>
<b>ANÁLISIS CUADRO COMPARATIVO</b>	<b>103</b>
<b>RESUMEN DEL EQUIPO SELECCIONADO</b>	<b>107</b>
<b>ANÁLISIS DEL DIAGRAMA DE PROCESO DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LIQUIDA Y VISTA EN PLANTA CON EL SISTEMA CIP PRELIMINAR</b>	<b>109</b>
<b>ANÁLISIS DE CIRCUITOS DE LIMPIEZA</b>	<b>119</b>
<b>DIAGRAMA DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LIQUIDA CON EL SISTEMA CIP(NOMENCLATURA)</b>	<b>149</b>
<b>VISTA EN PLANTA DEL EQUIPO DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LIQUIDA CON EL SISTEMA CIP(Y SU NOMENCLATURA)</b>	<b>151</b>
<b>RESUMEN DE BOMBAS DE ALIMENTACIÓN Y RETORNO CIP</b>	<b>153</b>
<b>TABLA DE TIEMPOS DE LAVADO</b>	<b>154</b>
<b>TRATAMIENTO PARA DESECHOS DE SOLUCIONES DETERGENTES</b>	<b>155</b>

### **CAPITULO IV**

## IV DISEÑO DE INGENIERÍA DEL SISTEMA DE LIMPIEZA CIP AL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LIQUIDA

### INTRODUCCIÓN

En este capítulo procederemos a definir el diseño de ingeniería del sistema de limpieza CIP, integrándolo en el proceso, haciendo el análisis que involucre en conjunto todas las variables que influyen en la determinación de este SISTEMA.

Tomando para este fin, la siguiente información:

- Cuadro comparativo de características principales de los tipos de sistemas de limpieza CIP.
- Diagrama de elaboración de esponja líquida con fermentación en baches
- Vista en planta del equipo de proceso
- Información del proceso vista en esta sección

... realizaremos un análisis de lo anterior presentando el mismo diagrama de elaboración de esponja líquida y la vista en planta del equipo de proceso ya integrado el sistema de limpieza CIP. Posteriormente se realizará la *INGENIERÍA de DETALLE* de los componentes de limpieza.

### ANÁLISIS CUADRO COMPARATIVO

Tomando el CUADRO COMPARATIVO de las características principales de los Tipos de Sistemas de Limpieza CIP, se analizarán cada uno de ellas, adecuándolas a nuestro proceso

## RECICLABILIDAD

Debido a la composición de los elementos, que forma la esponja(ver anexo A), esta no es de residuos muy pesados, por lo que la reciclabilidad de las soluciones detergentes resulta conveniente efectuando un pre-enjuague al principio para ser tirado al drenaje.

## DETERGENTES:

DURACION ESTABILIDAD	Resulta conveniente que la vida del detergente sea alta, ya que un sistema en donde el detergente se necesite para varios lavados, debe ser perdurable,siendo por lo tanto estable en su composición(degradación).
EFFECTIVIDAD RENOVACION CONTAMINACION	La efectividad debe ser constante y uniforme siempre para su uso, ya se está en el primero como hasta el ultimo, reponiendo la que se pierda por la baja contaminación de la misma.
CANTIDAD CONCENTRACION COSTOS	La cantidad de detergente necesaria para nuestro proceso estará basada en las características de la composición química de los residuos del producto (ver anexo A), y estará alrededor de ácido fosfórico 3gr/lit, hidróxido de sodio (sosa cáustica) directa 5gr/lit e hidróxido de potasio 10 gr./lit(1 a 2 %). Los costos varían de acuerdo al proveedor, el cual propone la cantidad en base a las cualidades del detergente.
DOSIFICACION	Debido a la utilización de tanques para el almacenamiento de los detergentes la dosificación no es muy precisa, ya que es controlada por un sensor de conductividad (ph) colocado en cada tanque, y depende de la rapidez con que el detergente concentrado se mezcla en el agua.
FLEXIBILIDAD DEL SISTEMA PARA EL CAMBIO EN LA CANTIDAD Y TIPO DE DETERGENTE	Una vez preparada la mezcla de producto, sus características cambian a lo largo del proceso, no así el porcentaje y cantidad de ingredientes, por lo que a todo lo largo del proceso y equipo utilizado, se encontrarán los mismos tipos de residuos, siendo lo mas conveniente el especificar en los tanques de almacenamiento de las soluciones detergentes una sola receta para utilizarla en todo el equipo y tubería a limpiar.
TIPO DE RESIDUOS	Los residuos siendo del mismo tipo, la carga es baja y media.(anexo A)
EQUIPO INVOLUCRADO	Se requiere de un lugar para la colocación de los tanques de almacenamiento y equipo cercano al equipo a limpiar, utilizando para ello un diseño de Ingeniería previo, adecuándose a equipo de línea estándar.
SISTEMAS SEPARADORES P/AUTO LIMPIEZA Y DESCARGA AL DRENAJE.	Debido a las características de la carga de los residuos del producto, la utilización de los separadores no es muy viable por su costo adicional, dejando esto para una etapa posterior ó cuando las normas ecológicas lo especifiquen.

#### CALENTAMIENTO

Debido a que se cuenta en el sistema con tanque de almacenamiento de las soluciones detergentes, en donde las características del producto (anexo A) , de tubería y equipo, se requiere de una solución detergente con una temperatura entre 60 y 75°C. La adición directa de vapor en la parte baja del tanque proporcionará el aprovechamiento total del calor del vapor. Además de proveer debido a la transferencia de calor por convección el medio óptimo para el mezclado del detergente a la solución.

#### ASLAMIENTO

#### DEMANDA PICO DE VAPOR

La demanda de vapor en nuestro sistema se hará en un termino medio al principio, ya que se necesita calentar la solución de detergentes al inicio de una temperatura ambiente hasta una de 65°C mínimo. Una vez logrado esto, se necesita la adición de vapor en los tanques solo para efectos de reponer el calor perdido por las soluciones en su recorrido por tuberías y tanques de retorno.

Es conveniente el aislamiento térmico en la superficie externa de los tanques evitando pérdidas de calor al ambiente, además de seguridad al personal.

#### CANTIDAD DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DETERGENTE

Debido a las características de los residuos del producto (anexo A), es necesario aplicar la secuencia total del sistema CIP(pre-enjuague, lavado ácido, enjuague intermedio, lavado alcalino, lavado intermedio y un enjuague final con dosificación de sanitizante). Por lo que es necesario contar con un tanque para la solución ácida, otro para alcalino y otro para enjuague. El suministro de sanitizado se realiza directamente en la línea.

#### COSTOS

El costo inicial es alto, debido a que se cuenta con un tanque para cada detergente, y uno de enjuague, con una bomba de suministro y varias de retorno, un sistema de dosificación de detergentes, un tablero de control y registro. El sistema debe lograr una amortización en un plazo de un año y medio aproximadamente, a través de ahorros en mano de obra y uso reducido de químicos.

El automatismo del sistema de limpieza permite la reducción del personal a una solo para la operación del tablero de control y lavado del equipo exterior.

El costo por conceptos de agua y detergente se ven reducidos drásticamente debido a las características de neutralizar la solución detergente al máximo posible. Esto es cuando la solución pierde sus propiedades limpiadoras, siendo necesario regenerar todo el sistema de vez en cuando.

#### Conclusión

En el siguiente cuadro con las principales características de nuestro sistema aplicado al proceso, se concluye que el sistema de limpieza *CIP de RE-USO*, es el más **ADECUADO** a nuestro proceso. De estas mismas características, procederemos en el capítulo siguiente a dar origen al *Diseño de Ingeniería* integrando el sistema de limpieza seleccionado al proceso de elaboración de esponja líquida.

CARACTERÍSTICAS	TIPOS DE SISTEMAS DE LIMPIEZA CIP		
	USO-SENCILLO	RE-USO	MULTI-USO
RECICLABILIDAD	nula	alta	
DETERGENTES			
-Duración	corta	alta	
-Estabilidad	baja	alta	
-Efectividad	alta al uso inmediato		
-Dosificación	precisa		media
-Cantidad	alta		
-Concentración	baja		
-Costos	bajo-medio		
-Contaminación	alta		
-Renovación	alta		
FLEXIBILIDAD DEL SISTEMA PARA EL CAMBIO EN LA CANTIDAD Y TIPO DE DETERGENTE	alto		alto
TIPO DE RESIDUOS DETERGENTES	alta carga, pesadas		
EQUIPO INVOLUCRADO	estandar, movable		
UTILIZACIÓN DE SISTEMAS SEPARADORES PARA AUTOLIMPIEZA	nulo		
CALENTAMIENTO DE LA SOLUCIÓN DETERGENTE	si, en la línea		
INSTALACIÓN AISLANTE	bajo, despues de bomba de suministro		
CANTIDAD DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DETERGENTE	1 para todos		
ESPACIO REQUERIDO DE INSTALACIÓN	mínimo		cuarto central
DESCARGAS AL DRENAJE	pesadas		
COSTOS			
-De calentamiento	alto		
-Disponibilidad del calentamiento	mayor tiempo		
-Agua	alta		media
-Equipo	bajo		
-Operación	medio		
DEMANDA PICO DE VAPOR	alta		
VOL.DISPONIBLE DE QUIMICOS	prohibitivo	grandes volúmenes	grandes volúmenes

## RESUMEN DEL EQUIPO SELECCIONADO

Del cuadro comparativo \*Características Principales\* se puede dar entrada al listado de los componentes del sistema de limpieza CIP seleccionado, que se integrará al proceso de elaboración de esponja líquida

**RECICLABILIDAD** Se contará con circuitos de suministro y de retorno de las soluciones detergentes en cada circuito. Para tal fin se utilizará una bomba para la alimentación de los circuitos de limpieza (ayudada por un tablero divertir) y bombas de retorno de sol. detergente, para aquellos circuitos en donde la solución pierda presión (ej.: en tanques atmosféricos).

**DETERGENTES** Debido a las características de los residuos del producto, se utilizarán detergentes cuyas propiedades de dilusión con agua, permita su reutilización.

**FLEXIBILIDAD del SISTEMA** Debido a las características del producto, la receta de la solución detergente es la misma en todos los circuitos a limpiar, utilizando la secuencia siguiente de lavado:

- Pre-enjuague
- Lavado Ácido
- Enjuague Intermedio
- Lavado Alcalino
- Enjuague Intermedio
- Enjuague Final con Sanitizado

Los tiempos que durará cada fase de limpieza, se determinarán en base a las características del equipo que el circuito limpie.

**ELEMENTOS  
ASPERORES**

Del tipo de esfera fija, en los tanques.

**EQUIPO  
INVOLUCRADO**

Un tanque de almacenamiento de **Solución Detergente Ácido**, con sistema de calentamiento por inyección directa de vapor, aislamiento térmico exterior, conexiones para entrada de agua, conexiones para vapor, conexiones para detergente concentrado, sensor de temperatura, sensor de concentración(ph), sensor de nivel(su capacidad será determinada en base al requerimiento máximo de agua que el circuito demande).

Un Tanque de Almacenamiento de **Solución Alcalino**, y con el mismo equipo descrito anteriormente.

Un Tanque de Almacenamiento de Agua, con sistema de calentamiento por inyección directa de vapor, aislamiento térmico exterior.(sin sensor de Concentración(ph), ni entrada de Detergente).

Como podemos hacer notar de la secuencia de lavado, existe un mayor consumo de AGUA, debido a que se hará un Pre-Enjuague, para considerar la colocación de un diámetro de tubería aceptable para recuperar en corto tiempo el agua perdida en este Pre-enjuague.

**SISTEMAS  
SEPARADORES  
PARA AUTO LIMPIEZA**

Debido a la utilización de un pre-enjuague, el contenido de residuos en las soluciones detergentes es bajo, por lo que no se consideran elementos para la separación de estos, solo la colocación de sobre flujos en los tanques de Almacenamiento para prevenir la formación de espumas provocadas por la formulación del detergente.

**SISTEMA DE  
DOSIFICACIÓN DE  
DETERGENTE**

Debido a la utilización de tanques de almacenamiento con sensor de detección de concentración(ph), se necesita de un sistema de dosificación de detergente, el cual contará de un mueble en donde se colocarán los porrones que contienen el detergente concentrado(ácido, alcalino, y sanitizante), cada uno con su respectiva bomba de diafragma, siendo el destino del detergente ácido y del detergente alcalino, los tanques en donde se diluirán con el agua, mientras que el sanitizante se dosificará directamente en las líneas de suministro en su fase de enjuague final.

**SOPLADO**

El soplado en las líneas de suministro y retorno, tienen el efecto de contaminar las tuberías y equipo, dependiendo de la calidad del Aire, más sin embargo con la utilización de filtros, es posible instalar válvulas de soplado en la descarga de las bombas de suministro y retorno de CIP, para mayor recuperación de las soluciones detergentes.



## **ANÁLISIS DEL DIAGRAMA DE PROCESO DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LIQUIDA CON EL SISTEMA CIP PRELIMINAR**

Podemos decir que la secuencia de elaboración, consiste primordialmente en la estancia del producto en sus diferentes fases de elaboración, haciéndose TRASVASES del volumen total de tanque a tanque.

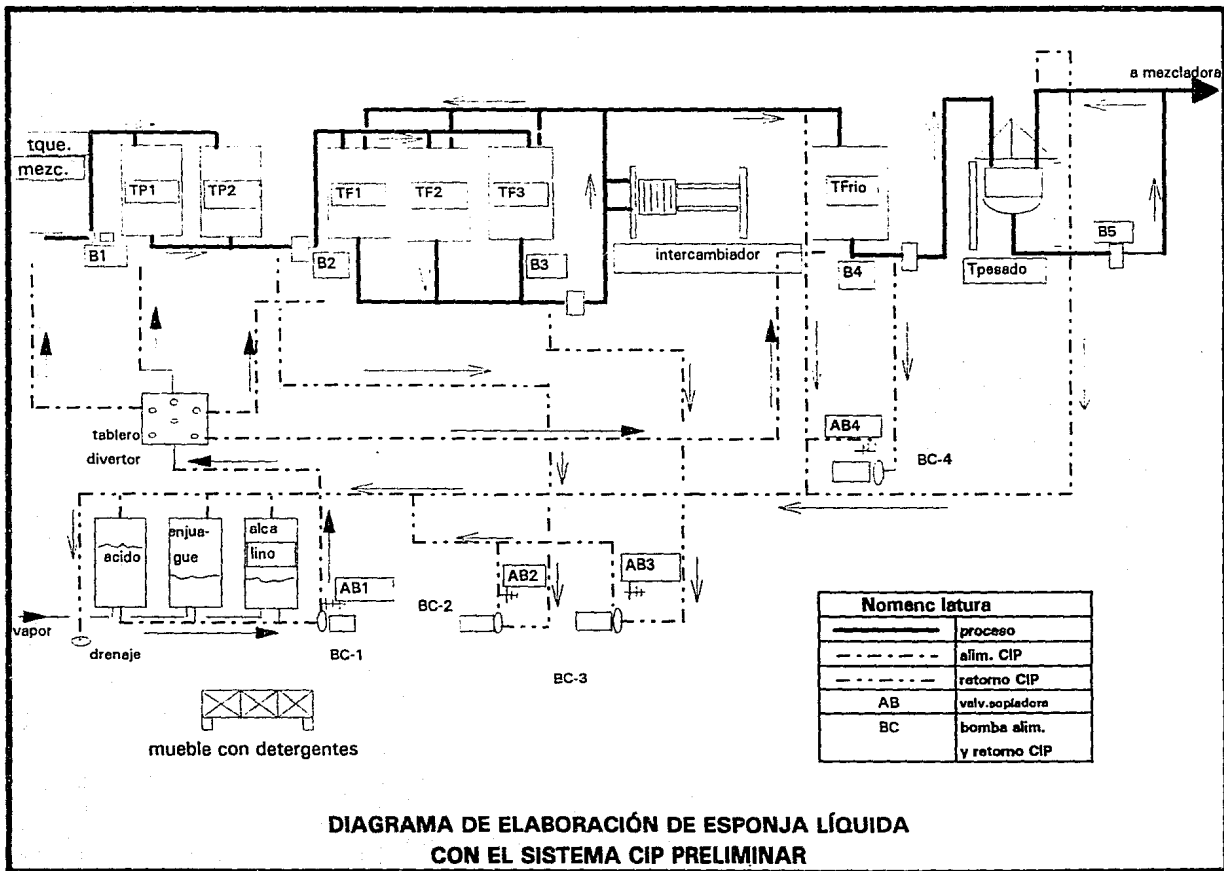
Debido a que las fases de elaboración se encuentran bien definidos, podemos decir que el sistema CIP, constará de los siguientes circuitos de limpieza:

- CIRCUITO DE LIMPIEZA DE TANQUES PREPARADORES.**
- CIRCUITO DE LIMPIEZA DE TANQUES FERMENTADORES.**
- CIRCUITO DE LIMPIEZA DE EQUIPO DE ENFRIAMIENTO.**
- CIRCUITO DE LIMPIEZA DE TANQUE ALMACENADOR.**
- CIRCUITO DE LIMPIEZA DE TANQUE PESADOR.**
- CIRCUITO DE LIMPIEZA DE LINEA DE DOSIFICADO A MEZCLADO.**

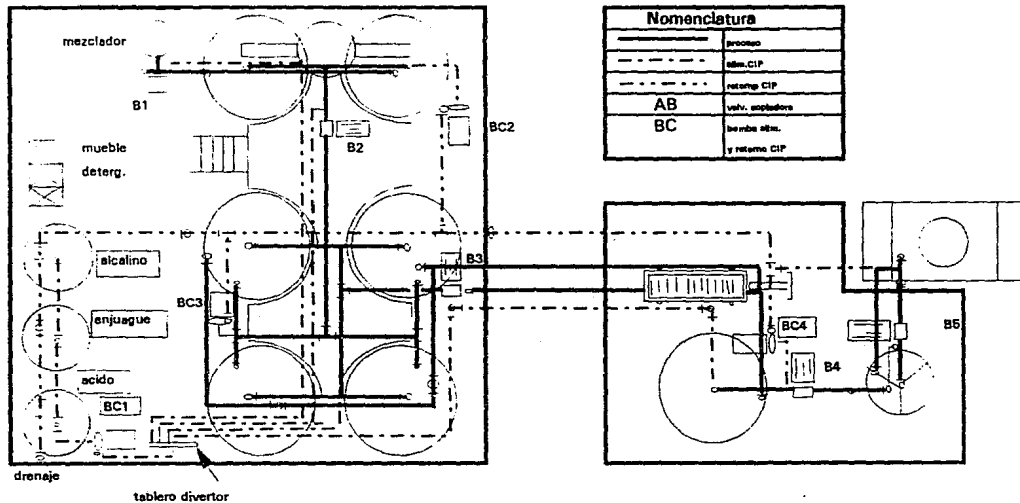
### **ANÁLISIS DE LA VISTA EN PLANTA**

Como se puede observar en el diagrama de vista en planta de equipo de Proceso, la mayoría de los tanques de proceso, se encuentran ubicados próximos entre sí, por lo que la ubicación de los tanques CIP (almacenamiento de detergentes) en la parte media del equipo de proceso es conveniente, ya que podría alimentar desde un lugar próximo a todos los circuitos de limpieza. Pero por ser este lugar un área de tránsito y los requerimientos de espacio, se ha decidido ubicarlo anexo al área de fermentado.

A continuación presentaremos los Diagramas Preliminares del Sistema de Limpieza CIP adaptando al Proceso de elaboración de Esponja Líquida (Diagrama de Flujo y Vista en Planta), tomando en cuenta las conclusiones de los análisis anteriores.:



Nomenclatura	
	proceso
	alim. CIP
	retorno CIP
AB	valv. sopladora
BC	bomba alim. y retorno CIP



Nomenclatura	
-----	proceso
-----	alm. CIP
-----	retorno CIP
AB	valv. accionada
BC	bricbe alm. y retorno CIP

VISTA EN PLANTA DEL EQUIPO DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LÍQUIDA CON EL SISTEMA CIP PRELIMINAR

## Cálculos de bombas de alimentación y retorno CIP

### 1.-Datos y consideraciones para el cálculo:

a) Considerando que la concentración de detergente en el total de agua será de 2% o menos, la densidad de las soluciones a bombear como el agua.

$$\rho_{\text{solucion detergente}} = 62.4 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

b) La solución detergente será calentada a una temperatura de 70 °C (158 °F) para lograr una mayor efectividad en su acción limpiadora, por lo que viendo la tabla de viscosidad-temperatura (anexo b), tenemos que la viscosidad de la solución detergente será de 0.45 cps a 158 °F.

$$\mu_{\text{solucion detergente}} = 1.089 \frac{\text{lb} - \text{ft}}{\text{hr}} \text{ a } 158^\circ \text{ F}$$

c) Los tanques almacenadores de detergente, así como los tanques de proceso serán atmosféricos (14.7 psia).

d) Velocidad de la solución detergente:

-De la tabla "tuberías. Velocidad de fluido recomendado-material recomendado"

agua. . . . . servicio general : velocidad de 3 a 8 ft/seg.

-Considerando que la solución detergente óptima para la limpieza de tuberías (capítulo III "Velocidad de Flujo") es:

$$\text{Velocidad}_{\text{ideal}} \text{ solucion detergente} = 5 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}$$

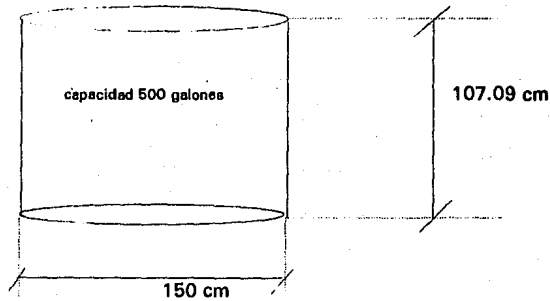
e) Gasto

-De la recomendación del manual APV CREPACO de gasto óptimo:

$$\text{Gasto} = Q_{\text{solucion detergente}} = 2 \frac{\text{galones}}{\text{minuto}} \text{ por cada } \text{ft}^2 \text{ a limpiar}$$

### Cálculos

--Como los tanques preparadores, fermentadores y frío(almacenador) son equivalentes en dimensiones y por tanto en área:



### DIMENSION DE TANQUES DE PROCESO

$$\text{Area de tapa y fondo} = \left(\frac{\pi d^2}{4}\right) 2$$

$$\text{Area de paredes} = \pi dh$$

$$\text{Area total cilindro} = 8.58 \text{ m}^2 = 92 \text{ ft}^2$$

$$92 \text{ ft}^2 \left(2 \frac{\text{galones}}{\text{minuto}}\right) = 184 \frac{\text{galones}}{\text{minuto}} \text{ para la var la superficie total del tanque}$$

--Para los gastos de los circuitos exclusivos de tuberías ó en el intercambiador, este se determinará al analizar ese circuito.

f) Área de flujo (diámetro de tuberías)

Consideraciones: Para el cálculo del área del tubo se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Area} = \frac{Q(\text{gasto})}{V(\text{volumen})}$$

Como vemos existen 2 variables Q y V, y la velocidad recomendada en el inciso d) es de 5ft/seg. y el gasto recomendado en el inciso c) es de 184 gal/min, teniendo:

$$Area = \frac{184 \frac{gal}{min}}{5 \frac{ft}{seg}} \left( \frac{1 ft^3}{7.481 gal} \right) \left( \frac{1 min}{60 seg} \right) = 0.08198 ft^2$$

$$Area = 0.08198 ft^2 \left( \frac{12 in^2}{1 ft} \right)^2 = 11.806 in^2$$

Para calcular su diámetro:

$$Area = \pi r^2$$

$$\therefore \text{radio} = \sqrt{\frac{area}{\pi}} = \sqrt{\frac{11.806 in^2}{\pi}} = 1.93 in$$

$$\text{diámetro} = 2 \text{radio} = 2(1.93 in) = 3.87 in$$

-De la tabla "Características de tubería común", se busca el valor próximo de 0.081 ft<sup>2</sup>, en la columna de área transversal interna en ft<sup>2</sup> siendo el más cercano un tubo de 4 in de diámetro nominal (4" Ø).

Como se observa esta es la condición inicial.

-Al analizar el proceso observamos que por sus propias características, el proceso utiliza tubería de 3" de diámetro, en casi todas sus líneas de trasvases, que es la tubería que se necesita lavar, por lo que siguiendo el procedimiento anterior tenemos que:

con un Q=184 gal/min

y un A=0.05107 ft<sup>2</sup> (tubo de 3" Ø)..

da una velocidad de la solución detergente de V=8.02 ft / seg.

En este momento haremos el análisis de que es más conveniente si tenemos un diámetro de 3" fijo en la tubería de procesos, variando las otras dos variables Q y V.

Gasto	Velocidad	Diámetro	Area(ft2)
184	8.02	3"	0.051
160	6.99	3"	0.051
150	6.55	3"	0.051
140	6.11	3"	0.051
130	5.67	3"	0.051
120	5.02	3"	0.051
115	4.99	3"	0.051
110	4.08	3"	0.051

recomendado

recomendado

El efecto de limpieza en la tubería a la velocidad de 5 ft/seg., es óptimo, aunque el gasto ideal sea de 184 gpm para lavar los tanques. Utilizando el recurso de dar un mayor tiempo de lavado en los tanques, se tendrá el efecto de limpieza equivalente, consiguiendo dejar la velocidad en su punto óptimo, ó sea 5 ft/seg. y un gasto de 115 gpm.

-El gasto en la tubería de suministro será de 115 gpm, pero como en esta tubería la velocidad de la solución detergente no es factor crítico (debido a que ésta tubería no se lava) se toma como inicio del cálculo un diámetro de 3 in. para esta tubería en la succión de la bomba y 2 in. de diámetro a la descarga, esperando una caída de presión no muy alta.

## 2.-Cálculo de la caída de presión en la tubería:

Como observamos, existen solo 2 dimensiones de diámetros (2" y 3" de diámetro) y un gasto constante.

Como el tubo de calibre 16(1/16") utilizado es diámetro exterior, el diámetro interior de la tubería es la siguiente:

$$2" \varnothing \rightarrow D. I. = 1\frac{7}{8}"$$

$$3" \varnothing \rightarrow D. I. = 2\frac{7}{8}"$$

1.-Caida de presión por cada 100 ft.

$$\text{No. Re } ynoId' s = \frac{\varnothing_{int.} \cdot V_{real} \cdot \rho_{sol. detergente}}{\mu_{sol. detergente}}$$

Para el tubo de 2" de diámetro:

$$\text{No. Re } ynoId' s = \frac{(1\frac{7}{8}'' )(5 \text{ ft}/\text{seg})(62.4 \text{ lb}/\text{ft}^3)(\frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}})(\frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ hr}})}{1.089 \text{ lb}/\text{hr} - \text{ft}}$$

$$\text{No. Re } ynoId' s = 161,157.02 \approx 16 \cdot 10^4$$

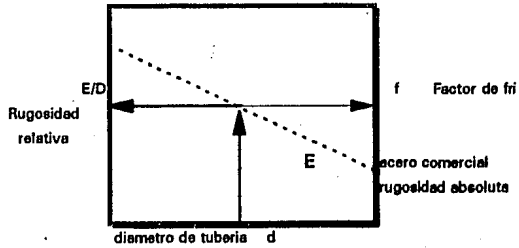
Para el tubo de 3" de diámetro:

$$\text{No. Re } ynoId' s = \frac{(2\frac{7}{8}'' )(5 \text{ ft}/\text{seg})(62.4 \text{ lb}/\text{ft}^3)(\frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}})(\frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ hr}})}{1.089 \text{ lb}/\text{hr} - \text{ft}}$$

$$\text{No. Re } ynoId' s = 247,107.44 \approx 24 \cdot 10^4$$

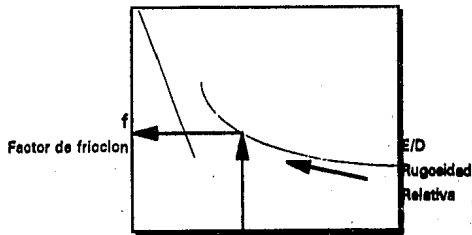


Como los flujos son turbulentos "  $No. Reynold's > 4000$ ", se calculará en el diagrama de rugosidad relativa en materiales de tubería y factores de fricción para turbulencia completa:



Para 2" diametro	Para 3" diametro
$E/D = 0.0009$	$E/D = 0.0006$
$E = 0.00015$	$E = 0.00015$
$f = 0.019$	$f = 0.0175$

Posteriormente en la tabla "Factores de fricción" y cualquier tipo de tubería comercial, se determina el factor de fricción para tuberías suaves, teniendo como base la rugosidad relativa.



$Re =$  Numero de Reynolds

$$\frac{\epsilon}{D} = 0.0009 \quad \text{y} \quad \text{Re} = 16 \times 10^4$$

$$(2'' \varnothing) \rightarrow f = 0.0208 \quad \text{factor de fricción}$$

$$\frac{\epsilon}{D} = 0.0006 \quad \text{y} \quad \text{Re} = 24 \times 10^4$$

$$(3'' \varnothing) \rightarrow f = 0.0205 \quad \text{factor de fricción}$$

Caída de presión para diámetro de 2":

$$\frac{\Delta P}{100 \text{ ft}} = \frac{(0.1294)(f)(\rho)(V_{\text{real}})^2}{\varnothing_{\text{interior}}}$$

$$\frac{\Delta P}{100 \text{ ft}} = \frac{(0.1294)(0.0208)(62.4 \text{ lb/ft}^3)(5 \text{ ft/seg})^2}{(1 \frac{7}{8}'' )}$$

$$\frac{\Delta P}{100 \text{ ft}} = 2.23 \frac{\text{lb/in}^2}{100 \text{ ft}} \rightarrow 2'' \varnothing$$

Caída de presión para diámetro de 3":

$$\frac{\Delta P}{100 \text{ ft}} = \frac{(0.1294)(0.0205)(62.4 \text{ lb/ft}^3)(5 \text{ ft/seg})^2}{(2 \frac{7}{8}'' )}$$

$$\frac{\Delta P}{100 \text{ ft}} = 1.439 \frac{\text{lb/in}^2}{100 \text{ ft}} \rightarrow 3'' \varnothing$$

Nota: Ver anexo b para referirse a las tablas "Diagrama de rugosidad relativa en materiales de tubería y factores de fricción para turbulencia completa." y "Factores de fricción".

## **ANÁLISIS DE CIRCUITOS DE LIMPIEZA**

### **INTRODUCCIÓN**

Una vez definidos los puntos principales sobre el sistema de limpieza CIP que se adaptará al proceso, procederemos a hacer un análisis en detalle de las características del sistema de limpieza aplicado en forma particular a cada uno de los circuitos a los que limpiará, determinando al final de estos análisis todos los elementos del sistema, diámetros de tubería de alimentación y retorno, selección de las bombas de alimentación y retorno, cálculo del número de los elementos aspersores, etc.

### **CIRCUITO DE LIMPIEZA EN TANQUES PREPARADORES**

El circuito de alimentación del CIP es compartido por la descarga de los tres tanques de CIP (alcalino, ácido, enjuague), siendo esta tubería por donde la bomba de suministro succionará las soluciones detergentes.

La secuencia de limpieza controlará por medio del tablero de control, que válvula de las tres que se encuentran entre cada uno de los tanques y la bomba, se abrirá para dar paso a la solución correspondiente.

El mismo control gobierna la dosificación de los detergentes para mantener la misma concentración en los tanques de almacenamiento de las soluciones detergentes, mediante los sensores de conductividad (ph). Así mismo mandará el accionamiento de la dosificación de sanitizado justo antes de la succión del suministro de la bomba.

La bomba de suministro será seleccionada en cuanto a sus componentes por:

-Las características del fluido a ser manejado, cuidando que los materiales sean compatibles (resistentes) a las soluciones detergentes.

-La clasificación de tipo centrífuga, es conveniente por la semejanza de la solución detergente con el agua. Las características de desempeño, gasto y presión serán determinados posteriormente y dependerán del análisis de cada uno de los circuitos de limpieza. Inmediatamente a la salida de la bomba, se colocará una válvula sopladora para el barrido de las líneas de suministro.

Como se observa en la vista en planta, el equipo CIP principal se ha proyectado cerca del área en donde existe la mayor concentración de equipo de proceso, por lo que la diversificación del circuito de alimentación principal, se situará cerca de la bomba, utilizando un tablero divisor.

El tablero divisor contará con sensores de proximidad como medida de seguridad de que se está seleccionando el circuito que se programa en el tablero de control, los cuales detectarán que el cambio del código en el tablero divisor ha sido el adecuado. Esto tiene como objetivo evitar la contaminación del producto en tuberías y equipos, con la solución detergente.

El circuito de limpieza comienza propiamente en el tablero divisor, el cual conviene tenga sus conexiones para el cambio de todo tipo clamp.

El circuito para lavar los tanques preparadores nace en este tablero hasta el(los) elemento(s) aspersor(es) que se coloca en el tanque preparador. Se puede tener la posibilidad de subdividir el equipo de proceso a lavar en dos partes(incluso en tres), las cuales serian:

-LA TUBERÍA que va de la descarga del tanque mezclador a la entrada de producto en los TANQUES PREPARADORES.

- El TANQUE PREPARADOR #1, para ser lavado con un circuito de alimentación de solución detergente independiente.

- El TANQUE PREPARADOR #2, para ser lavado con un circuito de alimentación de solución detergente independiente.

Debido a que el tiempo de preparación es corto, aproximadamente 10 minutos, mas 15 minutos de trasvase, podemos decir que el secado de los residuos del producto en el tanque que por última vez se usa en la jornada de trabajo. Supongamos que el tanque #1, tendría un tiempo de espera de 25 minutos, en donde comenzaría la secuencia de lavado junto con el tanque #2, que sería el recién utilizado. Lo mismo sucede con la tubería del mezclador a los tanques preparadores.

Es por esto que el circuito de alimentación, utilizara la misma tubería de proceso como circuito de retorno de alimentación de la solución detergente para su propio lavado, y por medio de válvulas de mariposa(de fácil operación y limpieza) en la proximidad de los tanques para la dirección de la solución detergente al tanque disponible para ser limpiado. El tanque mezclador se lavara en forma manual, debido a su pequeño tamaño y su fácil acceso.

## Circuito de Retorno de TANQUES PREPARADORES

Una vez que la solución es expulsada a través de los elementos aspersores y cumplir su función limpiadora en el interior del tanque, esta pierde su presión debido al venteo del tanque a la atmósfera, depositándose en el fondo del tanque, por lo que una bomba para el retorno será colocada en la salida de los tanques preparadores, ya que esta servirá para regresar la solución limpiadora de cualquiera de los dos tanques. El control del sistema abrirá la válvula del tanque preparador que se trate, permitiendo a la bomba succione la solución. Una válvula check colocada inmediatamente antes en un inserto a la tubería de succión de la bomba de retorno, permitirá expulsar el aire que pueda también succionar la bomba, debido al bajo nivel que se manejará en el tanque preparador, ayudando con esto a que la bomba no cavite. Esta bomba se deberá colocar lo más cerca posible de la descarga de los tanques, para tener una mayor eficiencia. En la descarga de la bomba se colocará una válvula sopladora para realizar el barrido del remanente de la solución limpiadora.

La tubería de retorno asegura su camino hasta los tanques almacenadores, no sin antes interceptarse con los otros circuitos de retorno, por lo que cada intercepción, se deberán colocar circuitos check para evitar que la solución se desvía a algunos de estos circuitos.

A su llegada a los tanques almacenadores de la solución detergente, se contará con válvulas de 3 vías sobre los tanques ácido y alcalino, permitiendo de esta manera que la solución caiga en el tanque según corresponda (ácido o alcalino) y/o se vaya al drenaje si se trata del contenido del tanque de enjuague. Justo antes de la llegada a los tanques, se colocará un sensor de temperatura, el cual registrará en un graficador la temperatura de retorno de cada uno de las soluciones.

## CIRCUITO PREPARADORES

Datos:

$$\rho_{\text{sol. detergente}} = 1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

$$\mu_{\text{sol. detergente}} = 1.089 \frac{\text{lb-ft}}{\text{hr}} \text{ a } 158^\circ \text{ F}$$

Tanques almacenadores de sol. detergente y proceso abiertos a la atmósfera (14.77 psia)

$$V_{\text{solucion detergente}} = 5 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg}}$$

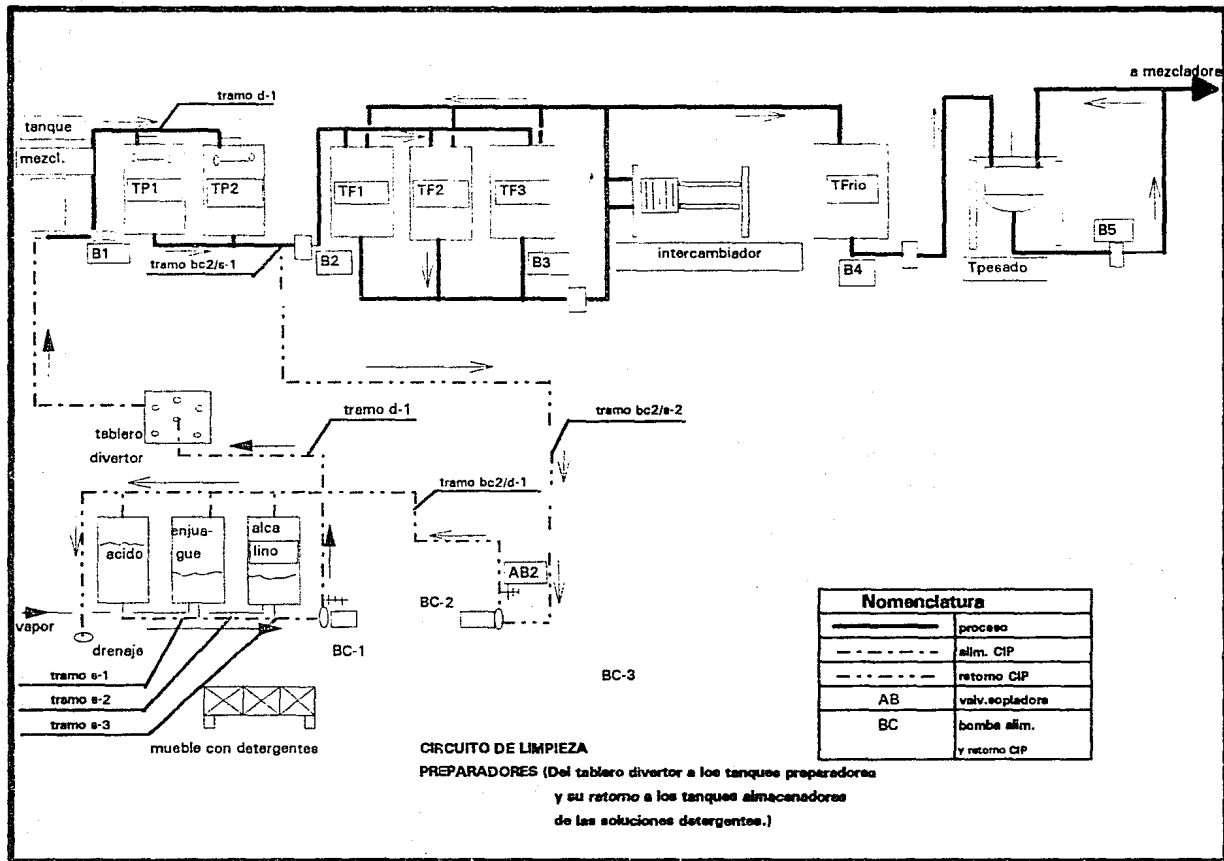
$$Q_{(\text{gasto})} = 115 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

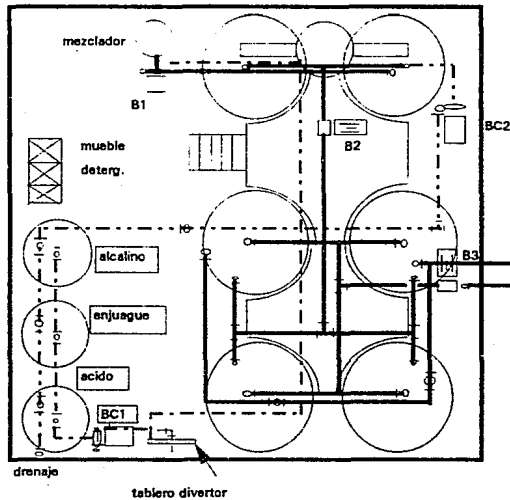
$$\varnothing_{\text{succión CIP}} \rightarrow 3" \quad \text{-----} \quad \frac{\Delta P}{100 \text{ ft}} = 1.439 \frac{\text{lb/in}^2}{100 \text{ ft}}$$

$$\varnothing_{\text{general CIP}} \rightarrow 2" \quad \text{-----} \quad \frac{\Delta P}{100 \text{ ft}} = 2.230 \frac{\text{lb/in}^2}{100 \text{ ft}}$$

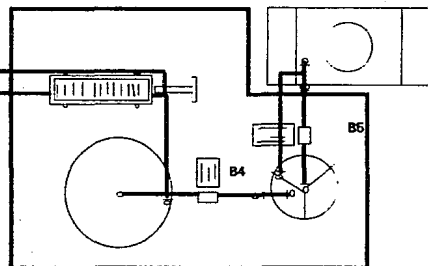
$$\varnothing_{\text{tubería de proceso}} \rightarrow 2" \quad \text{-----} \quad \frac{\Delta P}{100 \text{ ft}} = 2.230 \frac{\text{lb/in}^2}{100 \text{ ft}}$$

Apoyándonos en el diagrama del "Circuito de limpieza Preparadores" y la "Vista en planta del circuito de limpieza Preparadores".





Nomenclatura	
—————	proceso
-----	alm. CIP
- - - - -	retorno CIP
<b>AB</b>	valv. accionada
<b>BC</b>	bombe alm. y retorno CIP



**CIRCUITO DE LIMPIEZA**  
**PREPARADORES (Del tablero divisor a los tanques preparadores**  
**y su retorno a los tanques almacenadores**  
**de las soluciones detergentes).**



## A) BOMBA DE SUMINISTRO BC-1 TANQUES PREPARADORES

1.-Determinación de la longitud de tubería = longitud equivalente por accesorios  
+ longitud de tubería

Succión de la bomba :

La bomba succionará las soluciones detergentes de cada uno de los tanques almacenadores de detergente, los cuales se encuentran situados a diferente distancia de la bomba de succión.

TRAMO	Long(ft)	Diámetro In	Válvulas mariposa	Válvulas check	3 vías	codo 90°	"T"	reducciones	esfera aspersora
S-1	12.66	3"			3	1			
S-2	9.11	3"			2	1			* Mayor pérdida de presión
S-3	2.66	3"			1	1			

LONGITUD EQUIVALENTE(ft)			
TRAMO S-1			
accesorios	long.equivalente	cantidad	ft equivalentes
Tubería(ft)			12.56
Val.mariposa			
Val.check			
Val.3vías	20ft	3	60
Codo 90°	6.5ft	1	6.50
"T"			
Reduccion			
Esfera aspersora			
Equipo			
<b>Total . . .</b>			<b>79.06ft equiv.</b>

Información apoyada en la Fig--- "Resistencia de válvulas y accesorios al flujo de fluidos y catalogo Purity pag.14.(Ver anexo b)

$$\Delta P_{friccion(psi)} = [(long.tuberia + long.equivalente accesorios) \Delta P / 100 ft]$$

$$\Delta P_{friccion(psi)} = [(79.06 ft)(1.439 lb / in^2) / 100 ft]$$

$$\Delta P_{friccion(psi)} = 1.13 lb / in^2 \text{ en tuberia.}$$

Carga de succión

$$H_{succion \text{ ft. liq.}} = \frac{P_{succion(2.31)}}{gr.especifica} + Z_{succion} - H_{f_{succion}}$$

$$H_{succion \text{ ft. liq.}} = \frac{(14.7 lb / in^2)(2.31)}{1} + 0.66 ft - \frac{1.13 lb / in^2 (2.31)}{1}$$

$$H_{succion \text{ ft. liq.}} = 32 \text{ ft. liq.}$$

Descarga de la bomba de suministro:

El fluido detergente al salir de la bomba, recorrerá con un solo gasto un solo circuito (el del tanque preparador que se encuentre más alejado), encontrándose con un solo diámetro en su recorrido por que la tubería de proceso es de 2" de diámetro

TRAMO	Long(ft)	Diámetro in	Valvulas			codo 90°	"T"	reducciones	esfera aspersora
			mariposa	check	3 vias				
D-1	71.87	2"	3	2		13	2	1	1

LONGITUD EQUIVALENTE(ft)			
TRAMO D-1			
accesorios	long.equivalente(ft)	cantidad	ft equivalentes
Tuberia (ft)	1	71.87	71.87
Val.mariposa	1.10	3	3.30
Val.check	14	2	24
Val.3vias			
Codo 90°	5.50	13	71.5
"T"	10.50	2	21
Reduccion	2.50	1	2.50
Esfera aspersora	50	1	50
Equipo			
Total. . . .			<b>244 ft equiv.</b>

Información apoyada en la Fig.6 "Resistencia de válvulas y accesorios al flujo de fluidos y catalogo Purity pag.14."(ver anexo b)

$$\Delta P_{descarga(psi)} = [(long. tubería + long. equivalente accesorios) \Delta P / 100 ft]$$

$$\Delta P_{descarga(psi)} = [(244 ft)(2.33 lb / in^2) / 100 ft]$$

$$\Delta P_{descarga(psi)} = 5.68 \frac{lb}{in^2} \text{ en tubería.}$$

Carga de descarga

$$H_{descarga \text{ a } liq} = \frac{P_{descarga}(2.31)}{gr. específica} + Z_{descarga} + H_{f \text{ descarga}}$$

$$H_{descarga \text{ a } liq} = \frac{(20 \frac{lb}{in^2} + 14.7 \frac{lb}{in^2})(2.31)}{1} + 7.8 \text{ ft} + \frac{5.68 \frac{lb}{in^2}(2.31)}{1}$$

$$H_{descarga \text{ a } liq} = 101.07 \text{ ft. liq.}$$

Calculo Carga Diferencial BC-1

$$\Delta H_{ft. H_2O} = H_{DESCARGA} - H_{SUCCION}$$

$$\Delta H_{ft. H_2O} = 101.07 \text{ ft. liq.} - 32 \text{ ft. liq.}$$

$$\Delta H_{ft. H_2O} = 69.07 \text{ ft. } H_2O (1.1 \text{ factor de seguridad})$$

$$\Delta H_{ft. H_2O} = 75.977 \text{ ft. liq. SUMINISTRO PREPARADORES}$$

$$Q = 115 \frac{gal}{min} \times (1.1 \text{ factor de seguridad})$$

$$Q = 126.5 \frac{gal}{min}$$

Calculo de la Potencia de la Bomba BC-1

$$THP = \frac{(Q_{Descarga})(\Delta H_{diferencial})(gr. específica)}{\text{factor de conversion}}$$

$$THP = \frac{(126.5 \frac{gal}{min})(75.977 \text{ ft} - liq.)(1 \frac{gr}{cm^3})}{3960}$$

$$BHP = \frac{THP}{\eta_{equipo}} = \frac{2.42}{60\%} = 4.03 \approx 5 \text{ HP}$$

## B)BOMBA DE RETORNO BC-2 TANQUES PREPARADORES

1.-Determinación de la longitud de tubería =longitud equivalente por accesorios  
+ longitud de tubería

Succión de bomba:

La bomba succionará del tanque preparador que se haya limpiado.

TRAMO	Long(ft)	Diámetro In	Valvulas			codo 90°	"T"	reducciones	esfera aspersora
			mariposa	check	3 vias				
BC2/s-1	9.84	3"	1			1	2	1(3" a 2")	
BC2/s-2	3.93	2"	1			1			

LONGITUD EQUIVALENTE(ft)			
TRAMO BC2/s-1(3" diametro)			
accesorios	long.equivalente(ft)	cantidad	ft equivalentes
Tuberia (ft)	1	9.84	9.84
Val.mariposa			
Val.check			
Val.2vias	1.70.00	1	1.70.00
Codo 90°	5	1	5.00
"T"	5	2	10
Reduccion	4.75	1	4.75
Esfera aspersora			
Equipo			
Total . . .			31.29 ft.equiv.
TRAMO BC2/s-2(2" diametro)			
accesorios	long.equivalente(ft)	cantidad	ft equivalentes
Tuberia	1	3.93	3.93
Val.mariposa			
Val.check			
Val.2vias	1.25	1	1.25
Codo 90°	3.50	1	3.50
"T"			
Reduccion			
Esfera aspersora			
Equipo			
Total . . .			8.68 ft.equiv.

Información apoyada en la Fig.6 "Resistencia de válvulas y accesorios al flujo de fluidos y catalogo Purity pag.14" (ver anexo b)

$$\Delta P(\text{tramo})_{\text{fricción}}(\text{psi}) = \left[ (\text{long. tubería} + \text{long. equivalente accesorios}) \Delta P / 100 \text{ ft} \right]$$

$$\Delta P(\text{BC2 / s -1})_{\text{fricción}}(\text{psi}) = \left[ (31.29 \text{ ft})(1.439 \text{ lb} / \text{in}^2) / 100 \text{ ft} \right]$$

$$\Delta P(\text{BC2 / s -1})_{\text{fricción}}(\text{psi}) = 0.45 \text{ lb} / \text{in}^2 \text{ en tubería}$$

$$\Delta P(\text{BC2 / s -2})_{\text{fricción}}(\text{psi}) = \left[ (8.68 \text{ ft})(2.33 \text{ lb} / \text{in}^2) / 100 \text{ ft} \right]$$

$$\Delta P(\text{BC2 / s -2})_{\text{fricción}}(\text{psi}) = 0.2023 \text{ lb} / \text{in}^2 \text{ en tubería}$$

Carga de succión

$$H_{\text{succión}} \text{ ft. liq.} = \frac{P_{\text{succión}}(2.31)}{\text{gr. específica}} + Z_{\text{succión}} - H_{f_{\text{succión}}}(\Delta P_{\text{BC2 / s -1}} + \Delta P_{\text{BC2 / s -2}})$$

$$H_{\text{succión}} \text{ ft. liq.} = \frac{(14.7 \text{ lb} / \text{in}^2)(2.31)}{1} + 0.66 \text{ ft} - \frac{(0.45 + 0.2023) \text{ lb} / \text{in}^2 (2.31)}{1}$$

$$H_{\text{succión}} \text{ ft. liq.} = 33.109 \text{ ft. liq.}$$

Descarga de la bomba:

La descarga de la bomba será hasta los tanques almacenadores de la solución detergente.

TRAMO	Long(M)	Dímetro In	mariposa	check	2 vías	codo 90°	"T"	reducciones	esfera aspersora
BC2/d-1	55.44	2"		2	3	3	2	11 1/2 a 2"	

LONGITUD EQUIVALENTE(ft)			
TRAMO BC2/D-1(2" diametro)			
accesorios	long.equivalente(ft)	cantidad	ft equivalentes
Tubería(ft)	1	55.44	55.44
Val.mariposa			
Val.check	15	2	30
Val.2vías	1.25	3	3.75
Codo 90°	3.50	3	10.50
"T"	3.75	2	7.50
Expansion(1.5a2")	3.50	1	3.50
Esfera aspersora			
Equipo			
Total . . .			110.7 ft.equiv.

Información apoyada en la Fig.6 "Resistencia de válvulas y accesorios al flujo de fluidos y catálogo Purity pag.14."(ver anexo b)

$$\Delta P_{descarga a (psi)} = [(long. tubería + long. equivalente accesorios) \Delta P / 100 ft]$$

$$\Delta P_{descarga a (psi)} = [(110.7 ft)(2.33 lb / in^2) / 100 ft]$$

$$\Delta P_{descarga a (psi)} = 2.57 lb / in^2 \text{ en tubería.}$$

Carga de descarga

$$H_{descarga a ft. liq.} = \frac{P_{descarga a (2.31)}}{gr. específica} + Z_{descarga a} + H_{f descarga a}$$

$$H_{descarga a ft. liq.} = \frac{(20 lb / in^2 + 14.7 lb / in^2)(2.31)}{1} + 7.8 ft + \frac{5.95 lb / in^2 (2.31)}{1}$$

$$H_{descarga a ft. liq.} = 93.914 ft. liq.$$

Calculo de Carga Diferencial BC -2

$$\Delta H_{ft. H_2O} = H_{DESCARGA} - H_{SUCCION}$$

$$\Delta H_{ft. H_2O} = 93.914 ft. liq. - 33.109 ft. liq.$$

$$\Delta P_{ft. H_2O} = 60.804 ft. liq.$$

$$\Delta P_{ft. H_2O} = 60.804 ft. liq. (1.1 \text{ factor de seguridad})$$

$$\Delta P_{ft. H_2O} = 66.88 ft. liq. \text{ DESCARGA PREPARADORES}$$

$$Q = 115 \frac{gal}{min} (1.1 \text{ factor de seguridad}) = 126.5 \frac{gal}{min}$$

Calculo de la potencia BC -2

$$THP = \frac{(Q_{Descarga})(\Delta H_{Diferencial})(gr. específica)}{\text{factor de conversión}}$$

$$THP = \frac{(115 \frac{gal}{min})(66.88 ft. liq.)(1 \frac{gr}{cm^3})}{3960}$$

$$BHP = \frac{THP}{\eta_{equipo}} = \frac{1.94}{60\%} = 3.23 \approx 5 HP$$

## RESUMEN DE CÁLCULO DE CIRCUITO DE LIMPIEZA EN TANQUES PREPARADORES

BC-1P Bomba Suministro		BC-2 Bomba Retorno	
Q(GASTO)	126.5gpm	Q(GASTO)	126.5gpm
Vel.sol.det.(proceso)	5ft/seg	Vel.sol.det.(proceso)	5ft/seg
Caida de presión	75.97ft.liq.	Caida de presión	66.88ft.liq.
BHP	5HP	BHP	5HP
Tipo	centrífuga	Tipo	centrífuga
r.p.m.	3600	r.p.m.	3600
diámetro impulsor	4 1/2"	diámetro impulsor	4 1/4"
NPSH requerido	4	NPSH requerido	4

Fuente de información: catalogo de proveedor (en este ejemplo se tomó la curva de capacidad de bombas centrífugas modelo 6V de APV CREPACO). Ver anexo b.

BC-1P Circuito Suministro						BC-2 Circuito Retorno						
SUCCIÓN	Tramo	diámetro	long.equiv alante	&P/ 100ft	Hs	SUCCIÓN	Tramo	diámetro	long.equiv alante	&P/ 100ft	Hs	
					32		BC2/e-2	2"	8.68	0.20		
												33.1
DESCARGA					Hd	DESCARGA					Hd	
	D-1	2"	244	5.68	101		BC2/d-1	2"	110.7	2.57	93.9	
Carga Diferencial: &H(1.1 fac. seg)					75,97	Carga Diferencial: &H(1.1fac. seg)					66,8	

## - CIRCUITO DE LIMPIEZA EN TANQUES FERMENTADORES

El circuito para lavar los tanques fermentadores nace al igual que el de los demás circuitos en los tanques almacenadores de la solución detergente, es succionado por la bomba de suministro y llega al tablero divisor, de la misma forma como se explicó en el circuito de los preparadores, después del tablero divisor hasta su llegada a los tanques fermentadores, teniendo la posibilidad como en el caso del circuito de limpieza de tanques preparadores, en el cual habría la alternativa de lavar en forma independiente la tubería de proceso, y cada uno de los tanques fermentadores, más esto implicaría repetir una tubería de suministro para cada tanque, incrementando los costos.

Ha sido seleccionado para este diseño, el compartir la tubería de suministro, la cual se insertará desde la descarga de los tanques preparadores, siendo separada por una válvula.

Este circuito lavara la tubería de descarga pasando por la bomba de proceso, la cual se le deberán quitar previamente los lóbulos, ó en su caso, contará con un sistema automático que realice esto, debido a la obstrucción que el lóbulo ocasiona al paso de la solución limpiadora.

La solución limpiadora sigue el mismo camino de la tubería de proceso, limpiándola hasta llegar a la zona superior de los tanques fermentadores, en donde una serie de válvulas abrirán para permitir el paso de la solución al tanque que se quiere lavar. En la parte superior del tanque existe la entrada al elemento aspersor que va en su interior, pero justo antes de esta, estará la tubería de llegada del proceso al tanque, la cual abrirá su válvula de vez en cuando para ser limpiada junto con esta pequeña sección de tubería.

### Circuito de Retorno de Tanques Fermentadores

Al igual que los tanques preparadores, la solución después de ser expulsada por el elemento aspersor, y realizar su trabajo de limpieza, es depositado en el fondo del tanque.

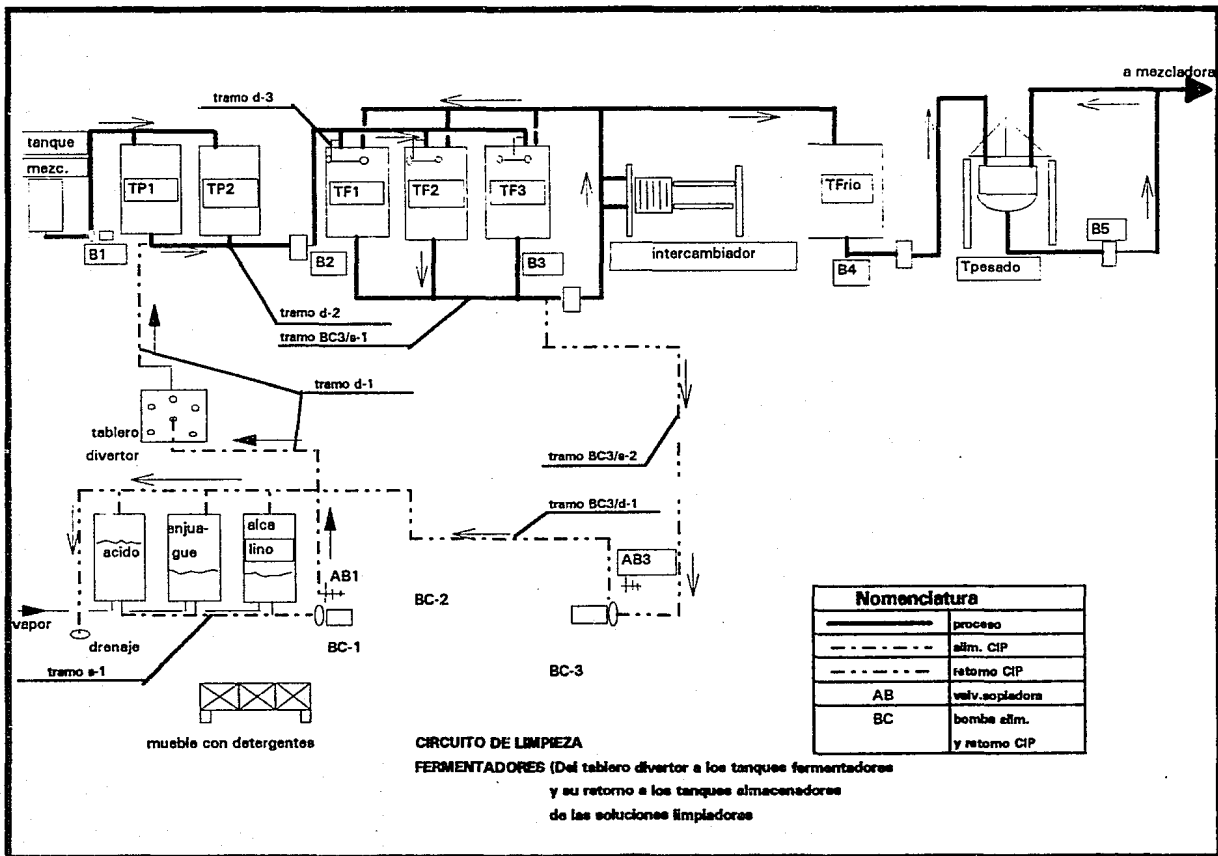
Como en los tanques preparadores, la descarga de los tanques fermentadores se comunican entre si por medio de un tubo, el cual entra en la succión de la bomba de proceso.

En este tubo de descarga de tanques fermentadores, se colocará un ramal que se conectara a la succión de la bomba de retorno, separando esta bomba de la tubería de descarga se encontrara una válvula. La bomba de retorno para el regreso de la solución limpiadora a los tanques de almacenamiento de la solución detergente. El control del sistema abrirá la válvula correspondiente al tanque fermentador del que se este lavando, permitiendo a la bomba succionar la solución. Su válvula check colocada en la succión de la bomba ayudara a expulsar el aire que también puede succionar la bomba, debido al bajo nivel del tanque, ayudando a que no cavite la bomba.

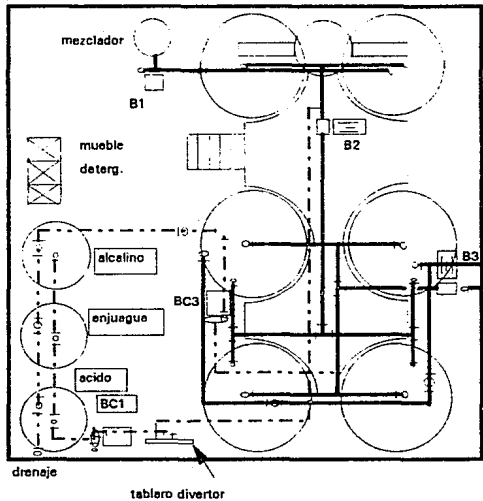
La bomba de retorno debe colocarse lo más cerca posible de la descarga de los tanques. En la descarga de la bomba se colocará una válvula sopladora para realizar el barrido del remanente de la soluciones limpiadoras.

La tubería de retorno seguira su camino hacia los tanques almacenadores, interceptándose con el circuito de retorno colocando una válvula check para evitar que la solución limpiadora se desvie de su camino a los tanques.

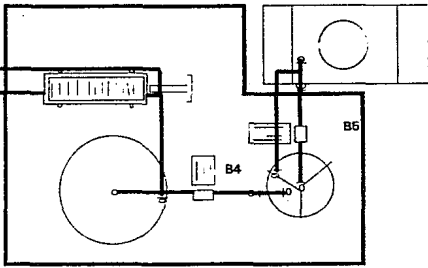




Nomenclatura	
—————	proceso
- - - - -	alm. CIP
- · - · -	retorno CIP
AB	valv. sopladora
BC	bomba efm. y retorno CIP



Nomenclatura	
—————	proceso
- - - - -	alm. CIP
- · - · -	retorno CIP
AB	valv. sopladore
BC	bomba alm. y retorno CIP



**CIRCUITO DE LIMPIEZA  
FERMENTADORES (Del tablero divisor a los tanques fermentadores  
y su retorno a los tanques almacenadores  
de las soluciones detergentes )**

## RESUMEN DE CÁLCULO DE CIRCUITO DE LIMPIEZA EN TANQUES FERMENTADORES

Siguiendo con la misma metodología de cálculo del circuito de limpieza de Tanques Preparadores, se presenta a continuación el resumen de cálculo de las características de las bombas de suministro y retorno del circuito de limpieza en Tanques Fermentadores, considerando para este circuito que la tubería de proceso es de 3" de diametro.

BC-1F Bomba Suministro		BC-3 Bomba Retorno	
Q(GASTO)	126.5gpm	Q(GASTO)	126.5gpm
Vel.sol.det.(proceso)	5ft/seg	Vel.sol.det.(proceso)	5ft/seg
Caida de presión	72.21	Caida de presión	67
BHP	5HP	BHP	5HP
Tipo	centrifuga	Tipo	centrifuga
r.p.m.	3600	r.p.m.	3600
diametro impulsor	4 7/16"	diametro impulsor	4 5/16"
NPSH requerido	4	NPSH requerido	4

Fuente de información: catálogo de proveedor.

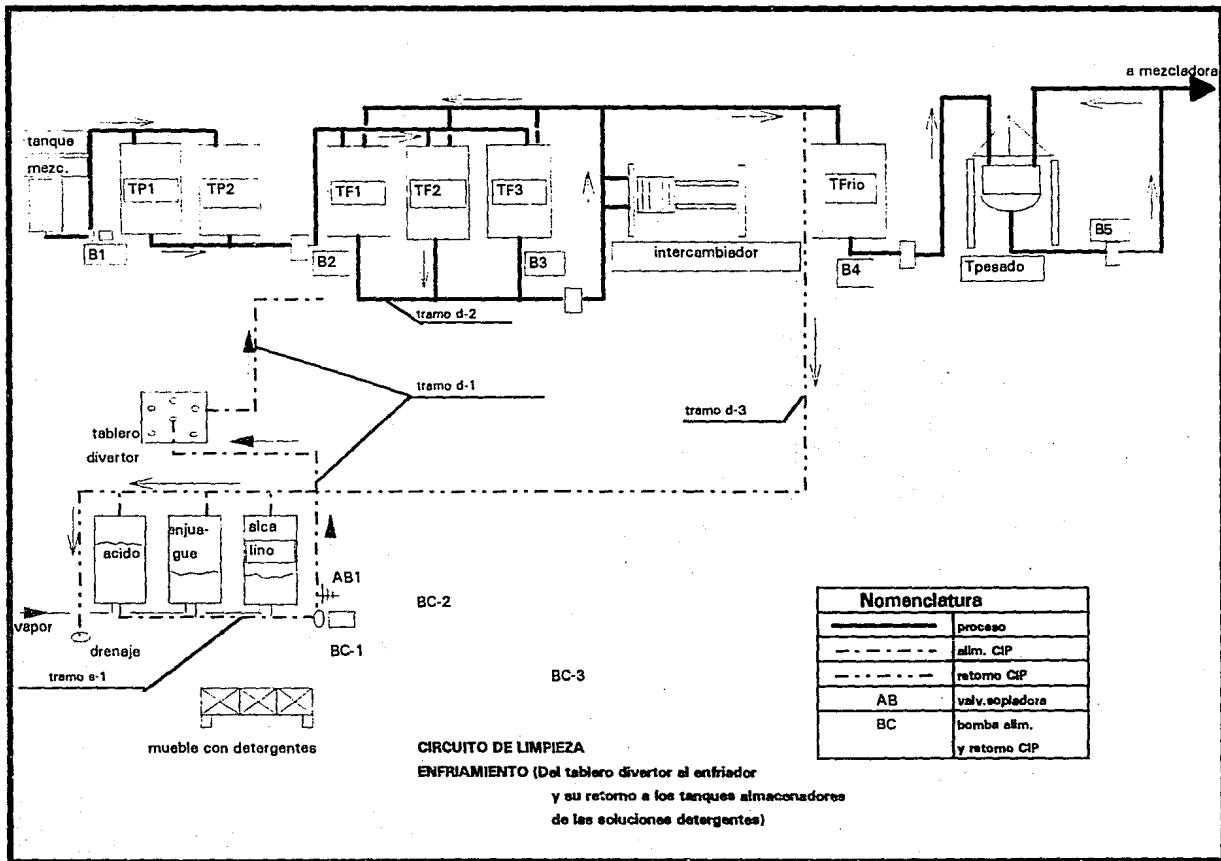
BC-1F Circuito Suministro						BC-3 Circuito Retorno					
BUCCIÓN	Tramo	diametro	long.equival alante	&P/ 100ft	H <sub>e</sub>	BUCCIÓN	Tramo	diametro	long.equival ente	&P/ 100ft	H <sub>e</sub>
	S-1	3"	79.06	1.13	32		BC3/a-1	3"	40.48	0.58	32.47
							BC3/a-2	2"	15.57	0.34	
DESCARGA					H <sub>d</sub>	DESCARGA					H <sub>d</sub>
	D-1	2"	71		97.65		BC3/d-1	2"	107.78	2.49	93.71
	D-3	2"	57.42								
				2.86							
	D-2	3"	93.53	1.34							
Carga Diferencial: &H(1.1 fac.eeg)					72.21	Carga Diferencial: &H(1.1fac.eeg)					67.35

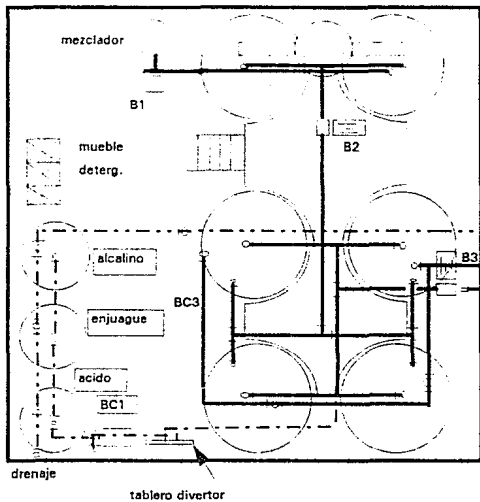
## CIRCUITO DE LIMPIEZA PARA ENFRIADOR

El circuito para lavar el enfriador nace al igual que el de los demás circuitos en los tanques almacenadores de las soluciones detergentes, es succionado por la bomba de suministro y llega al tablero divisor, de la misma forma como se explicó en el circuito de los preparadores del tablero divisor, pasando por el enfriador, y siguiendo por la tubería que va del enfriador hasta casi llegar al tanque frío. El circuito procedente del tablero divisor, se conectará en la tubería común de descarga de los tanques fermentadores, separándose de esta por medio de una válvula.

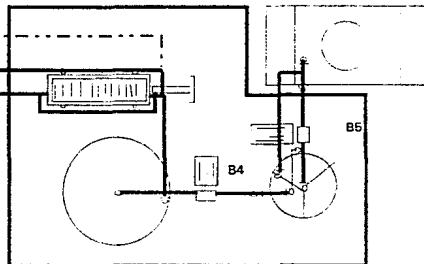
La solución lavará la tubería de descarga, pasando por la bomba de proceso, la cual se le deberán quitar previamente los lóbulos, ó en su caso, contar con un sistema automático que haga esto.

La solución limpiadora seguirá el mismo camino de la tubería de proceso, hasta su llegada al intercambiador de calor, en donde un juego de 3 válvulas, le permitirán entrar y salir del mismo, pasando a través de sus placas realizando la limpieza. Como en el interior del intercambiador entre sus placas existen espacios cerrados, no hay pérdidas de presión, por lo que a la salida del intercambiador, si existirá una pérdida de presión, debida al equipo. Pero será la misma bomba de suministro, la que haga retornar la solución a los tanques almacenadores de detergente. Siguiendo para esto la tubería de proceso que va del intercambiador al tanque frío, en donde después de la bifurcación que existe en la tubería de proceso (una al tanque frío, la otra, separada por una válvula, se dirige al retorno de los tanques fermentadores) se unirá por medio de una división, separada por una válvula a la línea de retorno, que regresa a los tanques almacenadores.





Nomenclatura	
—	proceso
- - - - -	elim. CIP
- · - · -	retorno CIP
AB	valv. sopladora
BC	bomba elim. y retorno CIP



**CIRCUITO DE LIMPIEZA**  
**ENFRIAMIENTO** (Del tablero divisor al enfriador  
 y su retorno a los tanques almacenadores  
 de las soluciones detergentes)

## RESUMEN DE CÁLCULO DE CIRCUITO DE LIMPIEZA EN CIRCUITO DE ENFRIAMIENTO

Siguiendo con la misma metodología de cálculo del circuito de limpieza de Tanques Preparadores, se presenta a continuación el resumen de cálculo de las características de la bomba de suministro exclusivamente, siendo no necesario para este caso, una bomba de retorno, por no perder presión la solución detergente en el equipo enfriador.

BC-1E Bomba Suministro		Bomba Retorno	
Q(GASTO)	126.5gpm	Q(GASTO)	
Vel.sol.det.(proceso)	5ft/seg	Vel.sol.det.(proceso)	
Caida de presión	88.96	Caida de presión	
BHP	7.5HP*	BHP	
Tipo	centrifuga	Tipo	
r.p.m.	3600	r.p.m.	
diametro impulsor	4 3/4"	diametro impulsor	
NPSH requerido	4	NPSH requerido	

Fuente de información: catálogo de proveedor.

Nota \*: se consideró el valor de 7.5 HP, ya que si la carga diferencial baja a 84ft/lq., se presentará sobrecalentamiento en el motor.

BC-1E Circuito Suministro						Circuito Retorno						
SUCCIÓN	Tramo	diametro	long.equiv alente	&P/ 100ft	H <sub>s</sub>	SUCCIÓN	Tramo	diametro	long.equiv alente	&P/ 100ft	H <sub>s</sub>	
	S-1	3"	79.06	1.13	32							
DESCARGA					H <sub>d</sub>	DESCARGA					H <sub>d</sub>	
	D-1	2"	66.45		112.8							
	D-3	2"	135.16									
				4.49								
	D-2	3"	200.16	2.88								
Carga Diferencial: &H(1.1 fac.seg)					88.96	Carga Diferencial: &H(1.1fac.seg)						

## CIRCUITO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El circuito para lavar el tanque almacenador será exactamente el mismo que del circuito de enfriamiento, pasando como ya se explicó, por la tubería común que comunica la descarga de los tanques fermentadores, lavando la bomba de proceso, pero al llegar al intercambiador, del mismo juego de 3 válvulas, impedirá que la solución detergente entre y salga del intercambiador, haciendo que la solución pase de largo y siga su camino, siguiendo el mismo camino que la solución limpiadora hace cuando sale del intercambiador hasta llegar al punto donde se divide con la tubería de retorno del circuito enfriador, solo que en esta ocasión, la válvula que separa la tubería de retorno, permanecerá cerrada, mientras que la que comunica a la tubería de proceso, con el tanque almacenador se abrirá, dejando que la solución limpiadora llegue hasta el elemento aspersor en el interior del tanque.

### Circuito de Retorno

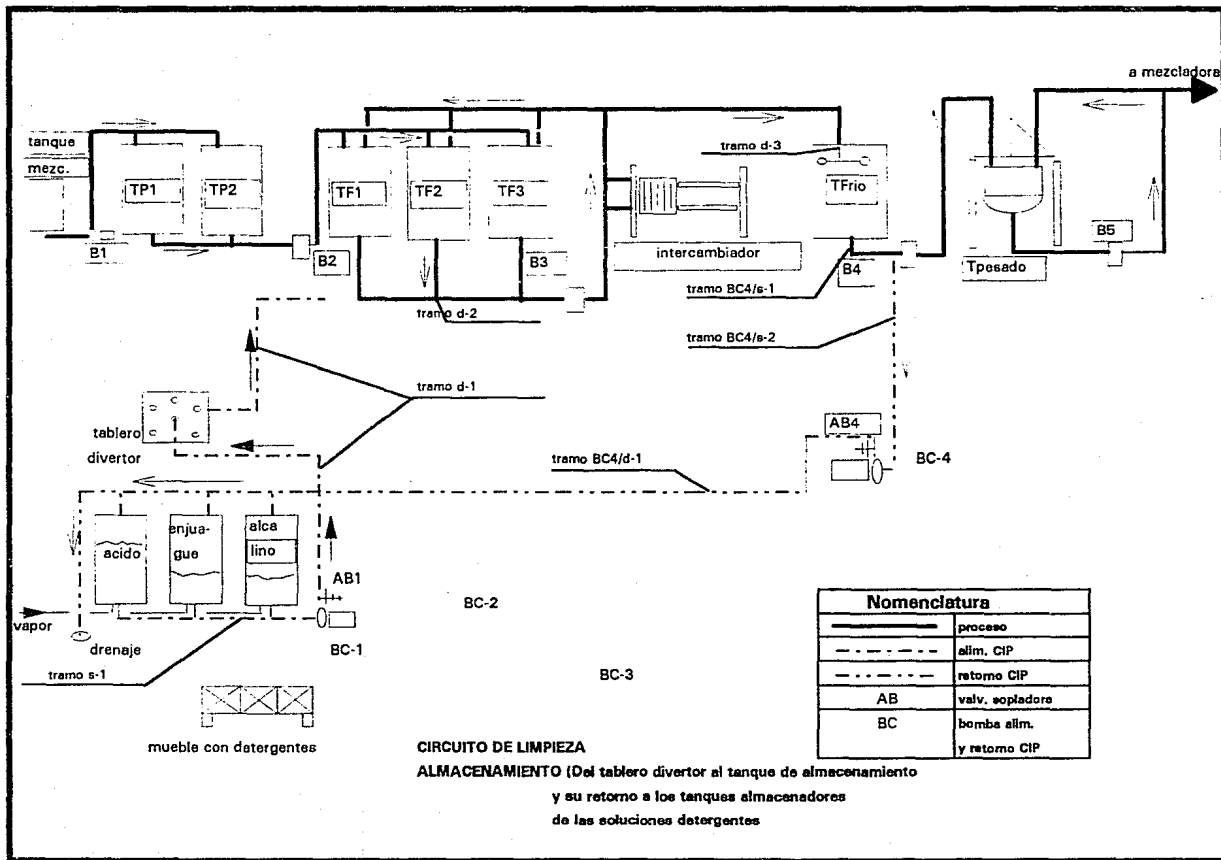
Una vez que la solución limpiadora es expulsada a través de los agujeros de las esferas aspersoras, realizando su trabajo de limpieza, se deposita en el fondo del tanque.

En la descarga de este tanque, se encontrará una válvula, la cual separa el contenido del tanque de una tubería común, la cual es compartida en una división de ésta, por el circuito de retorno, que también esta separada de esta tubería por una válvula. Del otro extremo de la válvula se encontrará una bomba de retorno, en la cual tendrá una válvula check, en un inserto, la cual ayudará a expulsar el aire que también pueda succionar la bomba, debido esto al bajo nivel del tanque, evitando la cavitación de la bomba.

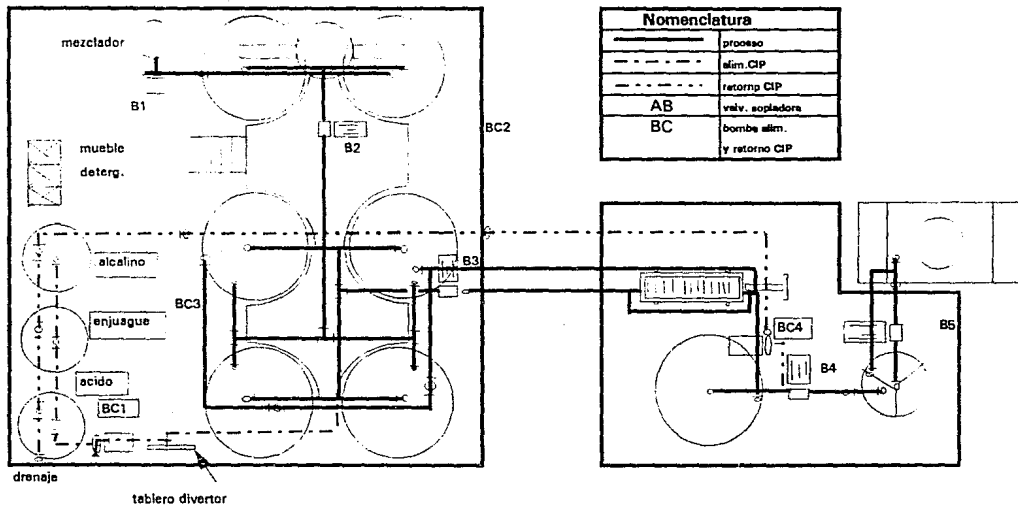
La bomba de retorno debe colocarse lo más cerca posible a la descarga del tanque. En la descarga de la bomba, se colocará una válvula sopladora para realizar el barrido del remanente de la solución limpiadora.

La tubería de retorno seguirá el camino más conveniente hacia los tanques almacenadores de la solución detergente, interceptándose en el punto más próximo posible con el circuito de retorno, colocando una válvula check para evitar que la solución limpiadora se desvíe de su camino a los tanques almacenadores.





Nomenclatura	
—————	proceso
- - - - -	alim. CIP
- · - · -	retorno CIP
AB	valv. sopladora
BC	bomba alim. y retorno CIP



**CIRCUITO DE LIMPIEZA**

**ALMACENADOR** (Del tablero divisor al tanque de almacenamiento y su retorno a los tanques almacenadores de las soluciones detergentes)

## RESUMEN DE CÁLCULO DE CIRCUITO DE LIMPIEZA DE ALMACENAMIENTO (TANQUE FRIO)

Siguiendo con la misma metodología de cálculo del circuito de limpieza de Tanques Preparadores, se presenta a continuación el resumen de cálculo de las características de las bombas de suministro y retorno del circuito de limpieza de Almacenamiento(tanque frio), considerando que el suministro de la solución detergente recorre practicamente el mismo circuito de limpieza de enfriamiento.

BC-1A Bomba Suministro		BC-4 Bomba Retorno	
Q(GASTO)	126.5gpm	Q(GASTO)	126.5gpm
Vel.sol.det.(proceso)	5ft/seg	Vel.sol.det.(proceso)	5ft/seg
Caida de presión	74.38	Caida de presión	68
BHP	5HP	BHP	5HP
Tipo	centrifuga	Tipo	centrifuga
r.p.m.	3600	r.p.m.	3600
diámetro impulsor	4 15/32"	diámetro impulsor	4 5/16"
NPSH requerido	4	NPSH requerido	4

Fuente de informacion: catalogo de proveedor.

BC-1A Circuito Suministro						BC-4 Circuito Retorno					
SUCCIÓN	Tramo	diámetro	long.equiv alante	&P/ 100ft	Hs	SUCCIÓN	Tramo	diámetro	long.equivale nte	&P/ 100ft	Hs
					32		BC4/s-2	2"	8.88	0.19	
											33.9
DESCARGA					Hd	DESCARGA					Hd
	D-1	2"	66.45				BC4/d-1	2"	147.76	3.44	
	D-3	2"	57.64								
				2.76							
	D-2	3"	158.9	2.28							
					99.62						95.9
Carga Diferencial: &H(1.1 fac,seg)					74.38	Carga Diferencial: &H(1.1fac,seg)					88.13

## CIRCUITO DE LIMPIEZA PESADO

Para lavar el circuito de pesado, su circuito de limpieza nace al igual que el de los demás circuitos en los tanques almacenadores de las soluciones detergentes, es succionado por la bomba de suministro y llega al tablero divertor, de la misma forma como se explicó en el circuito de los preparadores, después del tablero divertor, llegando a la tubería de descarga del tanque almacenador, en donde se insertará, separando esta por medio de una válvula.

La solución limpiadora se inyectará en esta tubería de descarga, limpiándola hasta la succión de la bomba de proceso, a la cual se le deberán quitar previamente los lóbulos, ó en su caso, contar con un sistema automático que realice esto, debido a la obstrucción que el lóbulo ocasiona al paso de la solución limpiadora.

La solución seguirá el mismo camino que la línea de proceso, limpiándola hasta llegar a la parte superior del tanque pesador, ya sea en forma manual ó automática, dependiendo de la capacidad del tanque pesador, ya que si este es pequeño (150 gals ó menos), el tanque tiene dimensiones que un operador tendrá la facilidad de limpiar en un menor tiempo que con un sistema automático de limpieza.

En caso de querer lavar el tanque pesador, de dimensiones mayores a 150 galones, se justifica el uso del sistema de limpieza, en cuyo caso, en la parte superior del tanque, existirá una división, yendo un ramal separado por una válvula, al tanque pesador, en donde llegará al elemento aspersor que se encuentra en el interior del tanque.

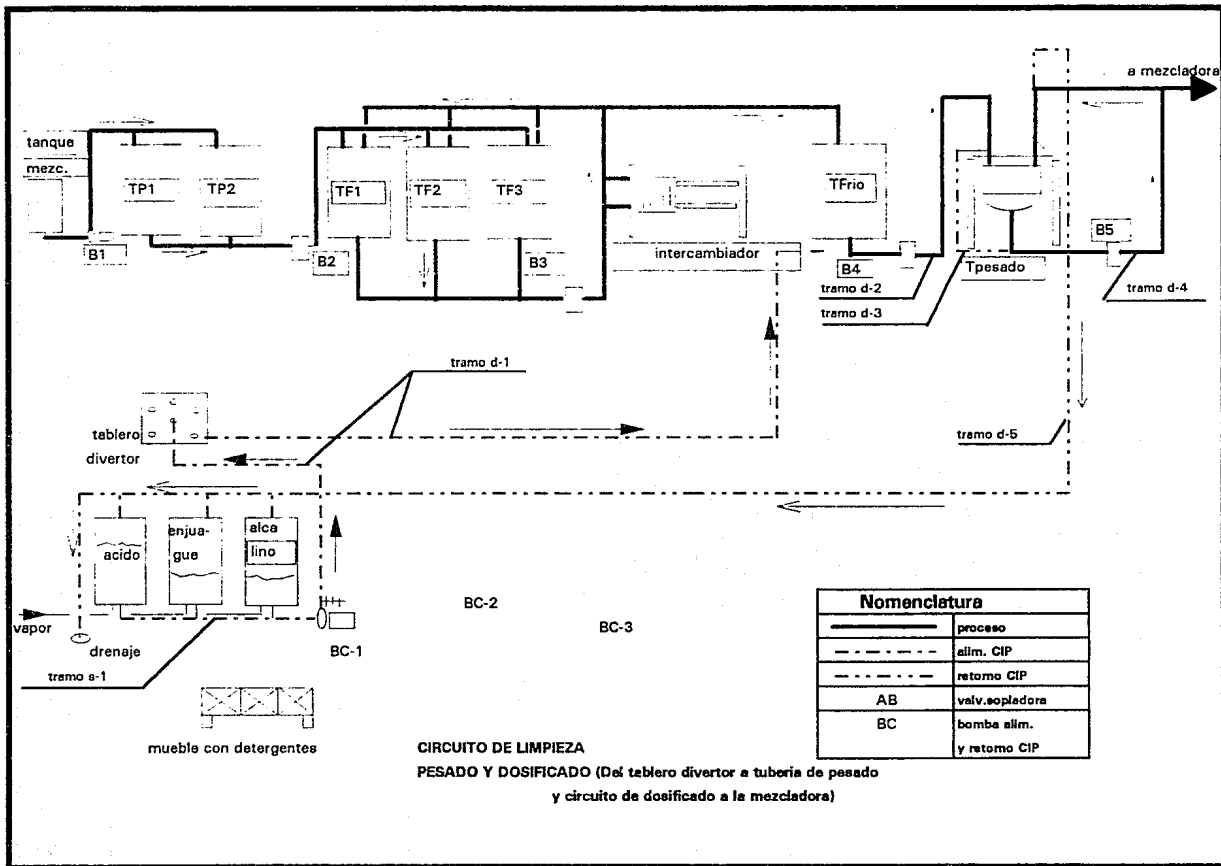
### Circuito de retorno

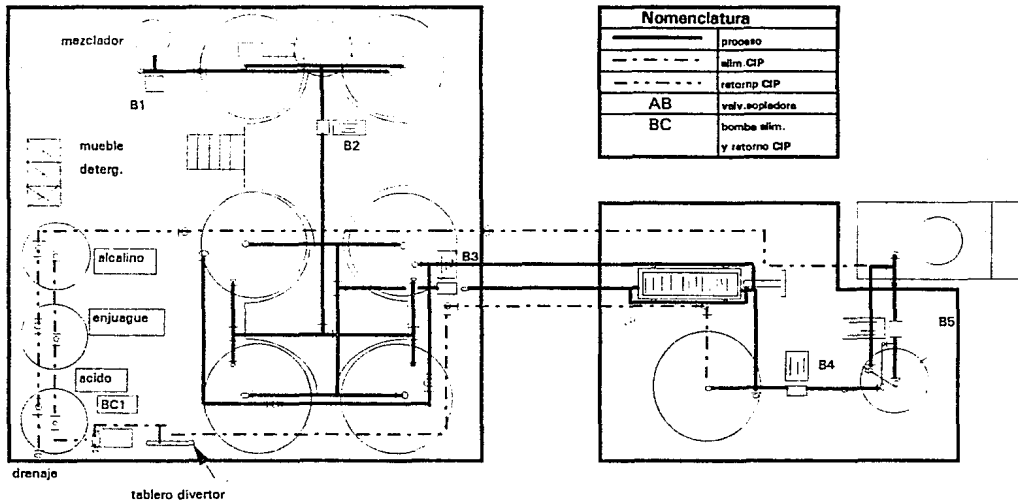
Una vez que la solución detergente después de ser expulsada por el elemento aspersor, y realizar su trabajo de limpieza, es depositado en el fondo del tanque.

La descarga del tanque se encuentra separada de la tubería por una válvula, la cual al abrirse, comunica el contenido del tanque, con un inserto, el cual separado de otra válvula, será el retorno del circuito del tanque pesador.

Si la bomba de retorno del circuito del tanque almacenador se encontrase cerca de la descarga del tanque pesador, se podrá utilizar como bomba de retorno, en caso de ubicarse esta muy lejos, se utilizará una bomba de retorno, especialmente para este circuito, por lo que la bomba de retorno debe colocarse lo más cerca posible a la descarga del tanque. En la descarga de la bomba, se colocará una válvula sopladora para realizar el barrido del remanente de la solución limpiadora.

La tubería de retorno seguirá el camino más conveniente hacia los tanques almacenadores de la solución detergente, interceptándose en el punto más próximo posible con el circuito de retorno, colocando una válvula check para evitar que la solución limpiadora se desvíe de su camino a los tanques almacenadores.





**CIRCUITO DE LIMPIEZA  
 PESADO Y DOSIFICADO (Del tablero divisor a tubería de pesado  
 y circuito de dosificado a la mezcladora)**

## **CIRCUITO DE DOSIFICACIÓN**

Este circuito será el mismo, que del circuito de tanque pesador, pasando por la descarga del tanque de almacenamiento, por su bomba de proceso, hasta llegar a la parte superior del tanque pesador en donde utilizará el ramal, que separado por una válvula, hace el by-pass al tanque pesador, para insertarse en la tubería entre la descarga del tanque, y la bomba de proceso. La solución limpiadora pasara por la bomba de proceso, a la cual se le deberán quitar previamente los lóbulos, ó en su caso, contar con un sistema automático que realice esto, debido a la obstrucción que el lóbulo ocasiona al paso de la solución limpiadora.

La solución limpiadora seguirá el mismo camino que el producto, hasta justo antes de la mezcladora, en donde una válvula impedirá que la solución caiga en la mezcladora, abriendo otra válvula la cual permitirá la solución lavar la tubería de retorno, al tanque almacenador, en donde justamente arriba del tanque, una válvula le impedirá caer en el tanque frío, como lo haría si fuera producto, abriendo otra que comunica a la solución, al circuito de retorno, siguiendo el camino hacia los tanques almacenadores de la solución detergente. interceptándose en el punto más próximo posible con el circuito de retorno, colocando una válvula check para evitar que la solución limpiadora se desvíe de su camino a los tanques almacenadores.

Cabe hacer notar, que el circuito de dosificación, es íntegramente una tubería, no existiendo una bomba de retorno, por lo que el trabajo de alimentar y retornar la solución, será llevado a cabo por la misma bomba de suministro.

## RESUMEN DE CÁLCULO DE CIRCUITO DE LIMPIEZA EN PESADO Y DOSIFICADO.

Siguiendo con la misma metodología de cálculo del circuito de limpieza de Tanques Preparadores, se presenta a continuación el resumen de cálculo de las características de la bomba de suministro exclusivamente, siendo no necesario para este caso, una bomba de retorno, por no perder presión la solución detergente en el equipo de pesado y dosificado.

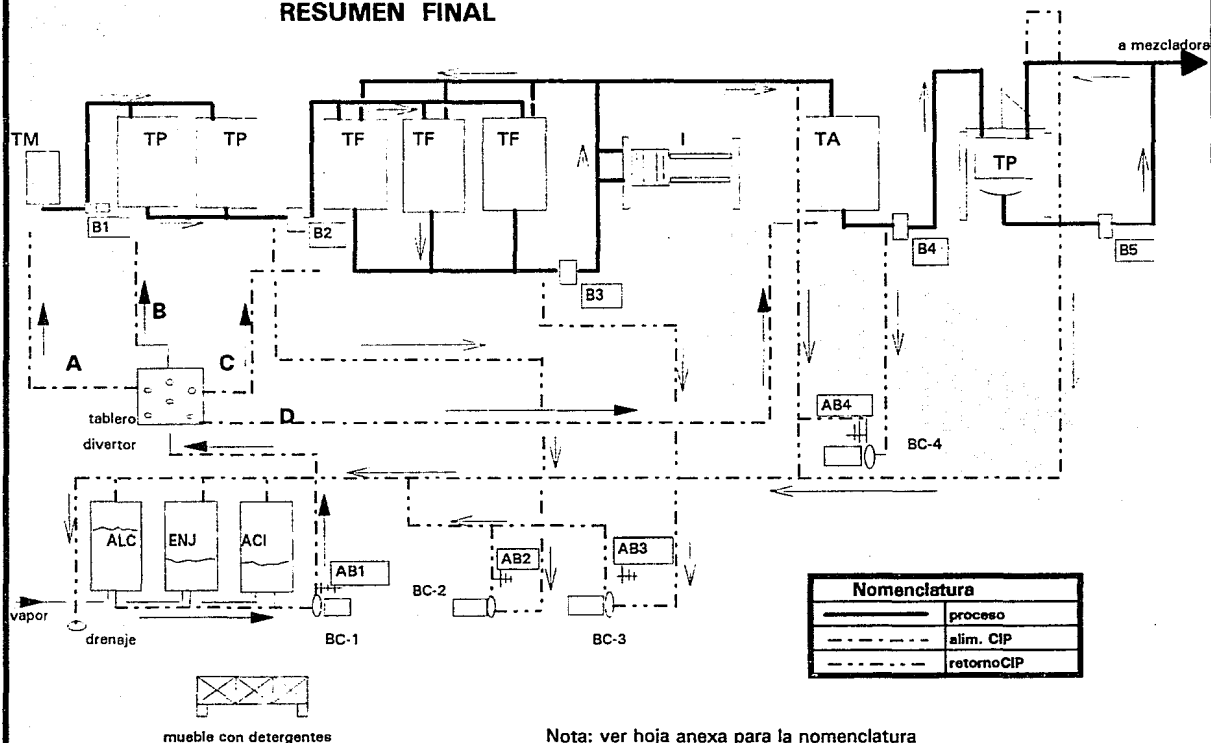
BC-1PD Bomba Suministro		Bomba Retorno	
Q(GASTO)	126.5gpm	Q(GASTO)	
Vel.sol.det. (proceso)	5ft/seg	Vel.sol.det. (proceso)	
Caída de presión	83	Caída de presión	
BHP	5HP	BHP	
Tipo	centrifuga	Tipo	
r.p.m.	3600	r.p.m.	
diametro impulsor	4 6/16"	diametro impulsor	
NPSH requerido	4	NPSH requerido	

Fuente de información: catálogo de proveedor.

BC-1PD Circuito Suministro						Circuito Retorno					
SUCCIÓN	Tramo	diametro	long.equival elente	&P/ 100ft	He	SUCCIÓN	Tramo	diametro	long.equival ente	&P/ 100ft	He
	S-1	3"	79.08	1.13	32						
DESCARGA					Hd	DESCARGA					Hd
	D-1	2"	132.4		115.4						
	D-3	2"	20.27								
	D-5	2"	114.67	5.96							
	D-2	3"	74.76								
	D-4	3"	61.7	1.96							
Carga Diferencial: &H(1.1 fac.seg)					92.82	Carga Diferencial: &H(1.1fac.seg)					



## RESUMEN FINAL



**DIAGRAMA DE ELABORACIÓN DE ESPONJA LIQUIDA  
CON EL SISTEMA CIP**

## DIAGRAMA DE PROCESO CON SISTEMA CIP

<b>TANQUES CIP</b>		
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD
ALC	ALCALINO	500 gals.
ENJ	ENJUAGUE	500 gals.
ACI	ÁCIDO	500 gals.

<b>BOMBAS CIP</b>			
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	TIPO	CARACTERÍSTICAS
<b>Suministro</b>			
BC-1	Alimentación de la sol.det. para todos los circuitos.	Centrífuga	Q = 126.5 gpm &P = 88.96 ft.H2O
<b>Retorno</b>			
BC-2	Retorno de la sol.det. del circuito preparador.	Centrífuga	Q = 126.5 gpm &P = 66.88 ft.H2O
BC-3	Retorno de la sol.det. del circuito fermentador	Centrífuga	Q = 126.5 gpm &P = 67.35 ft.H2O
BC-4	Retorno de la sol.det. del circuito almacenador.	Centrífuga	Q = 126.5 gpm &P = 68.13 ft.H2O

<b>CIRCUITOS DE LAVADO</b>	
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
A	Lavado circuito alimentación Tanques Preparadores
B	Lavado circuito alimentación Tanques Fermentadores
C	Lavado circuito alimentación Tanques Enfriador y Almacenador
D	Lavado circuito alimentación Tanques Pesado y Dosificado

<b>VÁLVULAS DE SOPLADO</b>	
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
AB-1	Circuito de alimentación (todos)
AB-2	Circuito de retorno Preparadores
AB-3	Circuito de retorno Fermentadores
AB-4	Circuito de retorno Preparadores



## VISTA EN PLANTA CON CIP

<b>TANQUES Y EQUIPO DE PROCESO</b>		
<b>NOMENCLATURA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CAPACIDAD</b>
TM	Tanque Mezclador	30 gals.
TP	Tanques Preparadores	500 gals.
TF	Tanques Fermentadores	500 gals.
I	Intercambiador de calor	467 gal/hr esponja
TA	Tanque Almacenador	500 gals.
TP	Tanque Pesador	166.6 gals.

<b>BOMBAS DE PROCESO</b>		
<b>NOMENCLATURA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIPO</b>
B-1	Bomba Mezclador	Centrífuga
B-2	Bomba Preparación	Rotatoria
B-3	Bomba Fermentación	Rotatoria
B-4	Bomba Pesado	Rotatoria
B-5	Bomba Dosificado	Rotatoria

## RESUMEN DE BOMBAS DE ALIMENTACIÓN Y RETORNO CIP

BOMBA DE SUMINISTRO BC1							
	Q (Gasto) gpm	&H ft H <sub>2</sub> O	Tipo de bomba	BHP	r.p.m.	Diametro de impulsor	NPSH ft H <sub>2</sub> O
BC1 preparadores	126.5	75.97	Centrifuga	5	3600	4 1/2"	4
BC1 fermentadoras	126.5	72.21	Centrifuga	5	3600	4 7/16"	4
BC1 almacenamiento	126.5	88.96	Centrifuga	5	3600	4 3/4"	4
BC1 almacenamiento	126.5	74.38	Centrifuga	5	3600	4 15/32"	4
BC1 pesado y dosificado	126.5	83.48	Centrifuga	5	3600	4 3/8"	4

Debido a que la BC1 enfriamiento tiene más carga total se toma como bomba de suministro.

BC1 enfriamiento	126.5	88.96	Centrifuga	5	3600	4 3/4"	4
------------------	-------	-------	------------	---	------	--------	---

BOMBAS DE RETORNO							
	Q (Gasto) gpm	&H ft H <sub>2</sub> O	Tipo de bomba	BHP	r.p.m.	Diametro de impulsor	NPSH ft H <sub>2</sub> O
BC2 retorno preparadores	126.5	66.88	Centrifuga	5	3600	4 1/4"	4
BC3 retorno fermentadores	126.5	67.35	Centrifuga	5	3600	4 5/16"	4
BC4 retorno almacenamiento	126.5	68.13	Centrifuga	5	3600	4 5/16"	4

## TIEMPOS DE LAVADO (en minutos)

FASE	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO
		PREPARADORES	FERMENTADORES	ENFRIAMIENTO	ALMACENAMIENTO	PESADO Y DOSIFICADO
CIRCUITO PRE-ENJUAGUE	Bomba Suministro	2	2	3	2	3
	Soplado	1 1/2	1 1/2	2	1 1/2	2
	Bomba Retorno	2 1/2	2 1/2	no existe	2 1/2	no existe
	Soplado	1	1	no existe	1	no existe
LAVADO ALCALINO	Bomba Suministro	10	10	6	10	6
	Soplado	3 1/3	3 1/3	2	3	2
	Bomba Retorno	11	11	no existe	11	no existe
	Soplado	1	1	no existe	1	no existe
ENJUAGUE INTERMEDIO	Bomba Suministro	2 1/2	2 1/2	2	2 1/2	2
	Soplado	1 1/2	1 1/2	2	1 1/2	2
	Bomba Retorno	2 1/2	2 1/2	no existe	2 1/2	no existe
	Soplado	1	1	no existe	1	no existe
LAVADO ÁCIDO	Bomba Suministro	8	8	4	8	4
	Soplado	3	3	2	3	2
	Bomba Retorno	9	9	no existe	9	no existe
	Soplado	1	1	no existe	1	no existe
ENJUAGUE Y SANITIZADO	Bomba Suministro	1	1	2	1	2
	Soplado	2 1/2	2 1/2	2	2 1/2	2
	Bomba Retorno	2	2	no existe	2	no existe
	Soplado	1	1	no existe	1	no existe

Nota: Los tiempos de operación de cada bomba y su respectivo soplado, se refieren a tiempos absolutos de operación, siendo posible defasar la operación de la bomba de retorno con respecto a la de suministro, un intervalo corto de tiempo (el suficiente para que la bomba de suministro forme una columna de agua para cebar la bomba de retorno).

## **Tratamiento para desechos de soluciones detergentes**

La fase final de las soluciones detergentes, una vez saturadas de su poder limpiador, por la remoción de desechos y suciedades de tuberías y equipos de proceso, es el ser enviado al drenaje industrial, por lo que es de suma importancia hacer resaltar que antes de ser desalojadas estas soluciones al drenaje colectivo conteniendo detergentes saturados de suciedades de tipo graso, aceites etc., deberán someterse a un tratamiento de aguas residuales, que junto con los desechos de las otras áreas de la fábrica, se cumplirá con los lineamientos de protección y cuidado del medio ambiente ante la SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social), organismo mexicano que reglamenta y vigila la emisión de desechos industriales al medio ambiente.

Por lo que el industrial deberá tratar de trabajar con soluciones detergentes biodegradables para sus actividades de limpieza, las cuales sin perder su acción química-limpiadora de residuos y manchas, facilitará tener un control anticontaminante más estable.

Actualmente en cualquier tipo de industria, se debe de establecer un programa de mantenimiento y control de sus desechos industriales, por lo que en este trabajo de tesis, la constante actualización de soluciones químicamente biodegradables, así como el equipo de tratamiento lo más acorde al proceso, maximizará la eficiencia del tratamiento y protección del medio ambiente, cumpliéndose de esta manera con el compromiso social con nuestra comunidad.

## **V MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE LIMPIEZA CIP**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>157</b>
<b>COMPROBACIÓN DE SERVICIOS EXTERIORES AL SISTEMA DE LIMPIEZA CIP</b>	<b>157</b>
<b>SELECCIÓN DEL CIRCUITO A LAVAR</b>	<b>159</b>
<b>INICIALIZACIÓN DEL CICLO DE LIMPIEZA CIP</b>	<b>160</b>
<b>SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE LIMPIEZA CIP</b>	<b>161</b>



## V MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE LIMPIEZA

### INTRODUCCIÓN

En el capítulo anterior se han definido la totalidad del equipo de limpieza más adecuado al proceso. Corresponde a esta sección dar los parámetros para la operación del equipo de limpieza, así como los cuidados y precauciones que se deben tener para su mantenimiento y seguridad del personal.

Para definir la operación del sistema podemos definirla en la siguiente secuencia.

- Comprobación de servicios exteriores al sistema.
- Selección del circuito a lavar.
- Inicialización del sistema de limpieza.
- Secuencia de operación.

#### Comprobación de servicios exteriores al sistema

El sistema de limpieza no es independiente de otras partes de la planta, ya que la energía que necesita para operar es suministrada por la misma planta, por lo que al comenzar a lavar hay que verificar que los servicios exteriores al sistema se encuentran listos para suministrarse.

Estos servicios son para el caso del sistema los siguientes:

-Vapor de agua, el cual se usa en el calentamiento de las soluciones detergentes almacenadas en los tanques de C.I.P. , inyectando este en el fondo del tanque por medio de un tubo difusor. El vapor será generalmente proporcionado por una caldera (generador de vapor) a baja presión, alrededor de 2 kg./cm<sup>2</sup> . La tubería de conducción de vapor deberá ser aislada y tener una válvula de compuerta manual en la entrada al cabezal que alimenta a los tanques almacenadores de C.I.P. , en donde a la entrada de cada uno de ellos se contará con una válvula automática (solenoides), accionada por el control del sistema de limpieza.

**-Aire comprimido**, el cual será utilizado principalmente en el control de válvulas de mariposa, las cuales se encuentran distribuidas en todo el proceso y en el sistema de limpieza CIP, el aire, se conectará en el tablero de control, en donde por medio de bancos de solenoides controladas por el sistema permitirán el paso de aire para abrir ó cerrar estas válvulas, de acuerdo a una rutina ó secuencia de operación.

El aire comprimido también será utilizado para el barrido de las soluciones detergentes que queden atrapadas en la tubería después de haber realizado un lavado, ya sea ácido, alcalino, enjuague, etcétera. Es recomendable utilizar aire filtrado y libre de aceites, ya que este aire estará en contacto con las superficies de las tuberías de proceso y puede fomentar la reproducción de microorganismos si se encuentra contaminado.

El aire será suministrado por compresores de aire generalmente de tipo reciprocante ó rotatorio.

El aire deberá tener una presión suficiente para poder abrir y cerrar las válvulas, las cuales pueden ser de un efecto con retorno por medio de un resorte, o de doble efecto, es decir abrir con aire y cerrar por aire también, la presión recomendada para vencer sin problemas la posición de las válvulas es de alrededor de 70-80 lb/in<sup>2</sup>.

**-Agua**, será utilizada como medio de conducción de los detergentes, además de proporcionar un medio de arrastre de los restos de producto en tuberías y tanques, así como también de proporcionar otros efectos como la dilución del producto, etcétera., está se inyectará en los tanques almacenadores de soluciones detergentes por medio de tubería colocada en la parte superior de cada uno de los tanques, esta tubería deberá tener una válvula en el ramal, así como válvulas automáticas (solenoides) en cada uno de los tanques, las cuales serán controladas por el control del sistema de limpieza. Se deberá dejar una toma aparte, para hacer el lavado exterior de todos los tanques, tuberías, pisos, etcétera, que no son limpiados por el sistema de limpieza automático C.I.P.

**-Energía Electrica**, está es indispensable para dos actividades principales del sistema de limpieza, como son su utilización en los tableros de fuerza y de control, el de fuerza suministrará la energía para el movimiento de los motores de las bombas y agitadores principalmente, en el tablero de control, se alimentará al PLC, así como a los elementos que requieran energía aparte para su funcionamiento, como son si se utiliza un panel de monitoreo, sensores de nivel, etc.

Estas condiciones externas se deben de verificar previamente a accionar el sistema de limpieza, ya que generalmente si no se contara con alguna de ellas, no se podría comenzar a lavar, además de que el alcanzar el nivel de operación de alguna de estas variables requiere de algún tiempo por lo que es conveniente preverlas y así ahorrar tiempo.

## Selección del circuito a lavar

El sistema de limpieza se ha diseñado para poder limpiar el equipo y tuberías de proceso en secciones llamadas circuitos de limpieza. Por lo que se debe escoger el circuito a limpiar ( en este caso lo lógico es escoger los circuitos que se van desocupando de producto de proceso); por ejemplo:

Es conveniente lavar el circuito preparador, en el momento en que se termine el trasvase del tanque preparador al tanque fermentador escogido, ya que así se tendría el equipo preparador limpio para una nueva ronda de preparación y así sería con los demás circuitos.

En caso de que sea necesario el lavado de algún circuito de limpieza que no tenga la secuencia mencionada se debe tener cuidado de que no exista la posibilidad física de contaminación del producto con las soluciones detergentes

Una vez elegido el circuito de limpieza del proceso a lavar se debe inspeccionar en forma visual que efectivamente los tanques no contengan producto, solo los residuos normales.

El sistema de limpieza posee como seguridades para evitar la contaminación de producto con soluciones detergentes, ya que de suceder esto, se perdería todo el contenido del tanque de proceso, y peor aun si no se dan cuenta en producción, el producto podría salir con serios defectos de calidad y dañino para la salud.

Es por esto que se cuenta con las siguientes seguridades:

- La limpieza no comenzará de ninguna manera si el sensor de nivel del tanque de proceso detecta que existe una cantidad mínima de producto en el tanque, por medio del sensor de nivel, el cual funcionará tanto para proceso como para cuando se este lavando por el sistema C.I.P.

-El sistema cerrará las válvulas de proceso por las que no podrá circular la solución detergente , por lo que se recomienda que estas válvulas sean de aire aire, ya que con el tiempo en el caso de las de aire-resorte este ultimo tiende a vencerse con el tiempo.

Como seguridad también existe en el tablero divertor una serie de sensores de proximidad, los cuales detectan la correcta posición del codo que selecta el circuito a lavar, teniéndose la seguridad de que el sistema de limpieza no podrá accionarse mientras que no se haya seleccionado el circuito de limpieza igual al que se indica en el tablero de control.

## **Inicializar el sistema de limpieza**

El sistema de limpieza es controlado por medio de un tablero de control.

### **Descripción del sistema:**

El sistema permitirá secuenciar de manera automática las rutinas de limpieza, abriendo y cerrando las válvulas que convengan así, como de energizar los motores de los equipos a lavar ó los necesarios para la limpieza, también nos brinda la posibilidad de monitorear las condiciones de la operación de limpieza tales como temperaturas, concentraciones , niveles, etc..

Para que en su caso tomar las acciones que permitan al sistema estar siempre en condiciones de operación. El sistema al secuenciar los pasos de cada ciclo de limpieza regula el tiempo de cada paso con lo cual las rutinas de limpieza son siempre iguales, además registra en un gráfico de temperatura contra tiempo el retorno de las soluciones detergentes.

El operador puede durante los ciclos de limpieza monitorear todos los pasos de limpieza, mediante diagramas mimicos ó pantalla, teniendo la opción de modificar la operación , retenerla momentáneamente , ó reinicializarla desde el principio, dependiendo de algún problema ó contra tiempo.

### **Descripción del tablero**

El tablero de control del sistema de limpieza C.I.P. generalmente es parte integral del tablero de control de proceso. ya que muchos de sus elementos (como sensores ) son compartidos al igual que acciona muchos de los dispositivos de salida (como motores). Pero en este caso solo describiremos los elementos que corresponden al sistema de limpieza.

El tablero C.I.P. estará integrado básicamente de lo siguiente:

TABLERO DE CONTROL		
	En el exterior	En el interior
Seccion de comunicacion con el operador	Via pantalla Via botonera (respaldo manual o automatico)	Via computadora se comunica con el P.L.C. y el programa (Esto lo hara un programador)
Seccion de monitoreo para el operador	Via pantalla Via mimico Graficador	Via computadora se comunica con el P.L.C.

### Secuencia de operación del sistema de limpieza CIP

#### Energizar el tablero

El tablero de control utilizará un voltaje de control de 120 V c.a., el cual es tomado de un tablero de fuerza vía un transformador de voltaje. Generalmente contará con un botón general para energizar el tablero, se revisara la no existencia de producto en los equipos seleccionados para el lavado y colocando el codo en el tablero divertor.

Una vez hecho esto dependiendo del diseño del tablero se le hará saber al control del circuito seleccionado para lavar, tomándolo de entre todos los demás circuitos. Energizando el botón de arranque, una vez hecho esto comenzará de manera automática con la secuencia de lavado programada, siguiendo los tiempos de lavado en secuencia por medio de las instrucciones que de el P.L.C.

Una vez terminado el ciclo de lavado se comprobará la limpieza visualmente en los tanques, para así proceder a otro circuito a lavar.

Con el tiempo de operación del sistema, se podrán notar mejoras en todo el sistema, como mejores tiempos de lavado, diferentes tipos de detergentes utilizados, así como la concentración de los mismo, teniendo que hacer registros diarios de limpieza para eficientar el sistema.

Para mantener el sistema en operación se deben mantener los porrones de detergentes concentrados con el nivel suficiente para que estos puedan responder a la continua reposición de la concentración en los tanques almacenadores de soluciones detergentes. Se debe tener precaución al manejar las soluciones concentradas usando guantes y lentes, ya que son peligrosas si caen en la piel ó los ojos.

## CONCLUSIÓN

CONCLUSIÓN

## CONCLUSIÓN

En la industria alimenticia como en ninguna otra rama, se debe tener presente desde la planeación del proceso de elaboración de alimentos, la actividad de la limpieza, como parte fundamental del proceso productivo, tanto en equipos e instalaciones, las cuales deberán ser limpiadas para asegurar las condiciones óptimas en la elaboración de los alimentos, y más importante aun, es que los productos de esta rama industrial son para el consumo humano, por lo que este debe contar siempre y sin ninguna excepción con las características de calidad, elementos nutritivos e higiene necesaria sin descuidar otros atributos tan atractivos al mercado como el sabor, aroma, forma, etc.

La ventaja de considerar a la limpieza, como parte integrante del proceso de elaboración de alimentos desde su propio diseño, permite a este ser tan flexible como el proceso mismo lo permita, cambiando y mejorando al parejo del mismo. La planeación permitirá el desarrollo del proyecto, capaz de satisfacer las necesidades de los clientes.

Por lo que podemos concluir lo siguiente:

1-En el proceso de fabricación de alimentos, la higiene es de vital importancia en todas sus fases.

2-Como parte del proceso de elaboración de alimentos, se debe integrar un sistema de limpieza, procurando ser el más efectivo con el menor tiempo empleado.

3-Al proyectar cualquier sistema productivo de alimentos, se debe planear las operaciones de limpieza como parte del mismo sistema.

4-Los sistemas de limpieza que actualmente son los más comunes en el mercado son:

Sistemas de limpieza en seco, de los cuales podemos citar al barrido, cepillado, secado, soplado y vacío.

Sistema de limpieza en húmedo, de los cuales podemos citar a los que son fuera del lugar, en el lugar, los centrales de limpieza y las estaciones de mangueras.

5-En la selección y definición del sistema de limpieza más adecuado al proceso, se deberá realizar un análisis punto por punto, tal como se mostro en la tesis, involucrando los aspectos económicos, funcionales, etc.

6-La operación del sistema de limpieza seleccionado, deberá formar parte de la rutina diaria, al igual que las actividades que por el proceso se realicen.

7- Todo sistema de limpieza en un proceso de elaboración de alimentos deberá contar junto con el proceso mismo de producción, con un manual de operación el cual se tendrá la flexibilidad de optimizarse en base a los resultados y experiencia que se vaya teniendo en la práctica.

8- El sistema de limpieza estará al mismo nivel técnico que el del proceso del que se trate..

El objetivo principal de éste trabajo de tesis, es el de aportar a la rama industrial alimenticia una guía de selección del sistema de limpieza más adecuado al proceso de elaboración de alimentos del que se trate, permitiendo de esta manera al industrial establecer criterios de selección para su proceso de el sistema de limpieza más acorde a sus necesidades específicas.

Como parte del mismo trabajo, se establece una estructura fácil de seguir, cuya guía nos dará paso por paso el desarrollo del sistema de limpieza haciéndolo crecer , hasta obtener un proyecto de ingeniería terminado, en donde se contemplara no solo al proceso y al sistema de limpieza , sino a todas las otras variables que intervienen en él, como son servicios exteriores, pisos y muros, etcétera.

La utilización del sistema de selección propuesto, permitirá reducir los tiempos de elaboración de un proyecto de esta naturaleza, así como se tendrá la certeza de que el sistema que se ha escogido y desarrollado, tendrá un alto grado de afinidad técnica para el proceso al cual se le quiera implantar una mayor capacidad instalada en forma eficiente, sin poner en riesgo la calidad del producto.



ANEXO A

# ANEXO A

## Introducción

El propósito de este espacio es proporcionar información relevante de los ingredientes que componen la esponja líquida para la elaboración de pan, tales como sus propiedades físicas, químicas, de cuidados y manejo, etc.

## TRIGO Y HARINA

El trigo es una de las formas de alimento más antiguas, la historia de las naciones demuestra que las civilizaciones más grandes han crecido donde se ha cultivado el trigo.

Se puede obtener harina de muchos granos, como harina de maíz, arroz, etc., el único grano que nos va a dar Gluten es el trigo. El Gluten esta formado por glutenina y gliadina y es el que le suministra al pan la capacidad de retener el gas CO<sub>2</sub> producido por la acción de la levadura, si no hay gluten presente el gas no se retiene y la pieza resultante le faltara volumen y sabor.

### Estructura del grano de trigo

El grano de trigo tiene 3 porciones: el germen(2%), el endospermo(80%) y la cubierta de salvado ó cascara(18%).

## MOLIENDA DEL TRIGO

El objeto de la molienda del trigo es separar tan completamente como sea posible la cubierta del trigo y el germen del endospermo y convertir este ultimo en harina.

Para llevar a cabo este objetivo se realizan las siguientes operaciones:

### 1.-LIMPIEZA

El trigo cuando llega al molino contiene una serie de impurezas tales como semillas de otros cereales, basura, piedritas, etc., lo cual deberá ser separado para dejar el trigo lo más limpio posible.

### 2.-ACONDICIONAMIENTO

El acondicionamiento tiene el objetivo de separar el grano de trigo aplicando humedad y almacenándolo para que pueda separarse la cascara y el germen del endospermo permitiéndose la penetración de la humedad.

### 3.-MOLIENDA DE TRIGO

El grano acondicionado pasa por los rodillos corrugados donde se lleva a cabo una operación de ruptura, por medio de rodillos que giran en direcciones opuestas a diferentes velocidades.

#### 4.-PURIFICACIÓN

La harina es pasada a un purificador que consiste en tamices inclinados que vibran muy rápidamente y por los cuales pasan corrientes de aire que arrastran a la cascara más ligera.

#### 5.-MOLIENDA EN RODILLOS LISOS

Del purificador pasan las corrientes de harina a los rodillos lisos llamados también rodillos de reducción. Cabe hacer notar que el contenido de proteínas aumenta conforme nos acercamos a las zonas cercanas a la capa de aleurona.

#### 6.-FORMACION DEL TIPO DE HARINA

Se llama extracción al porcentaje de harina que se obtiene quitando el salvado y se llama separación al porcentaje sobre la harina directa para obtener un tipo determinado de harina

#### CUADRO DE PROTEÍNA/GRASA/CENIZA/FIBRA CRUDA/OTROS CARBOHIDRATOS

	PROTEINA	GRASA	CENIZA	FIBRA CRUDA	OTROS CARBOHIDRATOS
TRIGO	12.6	1.8	1.6	1.8	68.6
HARINA DIRECTA	11	1.1	0.5	0.4	73.5

#### PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE VARIAS HARINAS MOLIDAS DE TRIGO DURO

	A	B	C	D	E	F
1	PROPIEDADES	85%Patente	85%Patente	Directa	(-30%)Semita	(-5%)Colas
2	Color	100	96.2	90.8	80	65
3	Absorción	62	63.5	64.5	66	63
4	Volumen pan	100	97.4	93	104	86
5	Calidad pan	100	98	96	94	89
6	Promedio	100	97.7	94.5	99	87.5
7	Penodo fermentación	100	106.1	109	115	104
8	Humedad	12.8	13.6	14.1	13.9	14.5
9	Cenizas	0.41	0.47	0.54	0.76	1.08
10	Gluten	10.6	11.7	12.9	13.7	14.8
11	Calidad gluten	100	96	92	103	84
12	Proteínas(NX5.7)	11	12.1	13.2	14.1	15.6
13	Grasa	0.85	1.3	1.8	2.2	3.3

## COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA HARINA

Para la formación de gluten se requieren de 2 proteínas y agua, siendo éstas proteínas gliadina y glutemina. En el trigo existen otras proteínas que no son capaces de formar gluten.

El contenido de hidratos de carbono se dividen en celulosa ó fibra cruda, un hidrato de carbono semejante al almidón pero que no es digerible, contenido principalmente en la cascara que como alimento ejerce una acción irritante y que en el pan corta las fibras del gluten, por esta razón el volumen del pan hecho con harina molida de trigo entero es bajo.

Los otros hidratos de carbono son almidón, dextrina y sacarosa(entre .5 y 1%), facilitando alimento a la levadura mientras las enzimas actúan sobre el almidón.

Las grasa están contenidas en su mayoría en el germen por lo cual las harinas mientras mas oscuras, mayor es el peligro de rancidez.

La materia mineral(llamada cenizas) consiste principalmente de fosfatos de potasio y de magnesio derivados del suelo en el cual el grano creció.

La harina también contiene enzimas principalmente amilasas ó diastasas y proteasas.

El grano de trigo contiene vitaminas principalmente del complejo B y vitamina E, por desgracia la mayoría de las vitaminas están en el salvado y germen, de allí que en la molienda se pierda.

El color de la harina depende de tres factores:

- a)La extracción y separación de la harina o sea el mayor o menor numero de partículas de salvado.
- b)La granulacion de la harina, mientras mas fina se vera mas blanca por el fenómeno de reflexión de la luz. \_

## FUERZA DE LA HARINA

La harina tiene fuerza cuando es capaz de producir piezas de pan de volumen correcto con el peso normal de buen grano y buena textura, definiéndose la fuerza de la harina como la relación que existe entre la cantidad de gas carbónico producido y la cantidad de gas carbonico perdido.

$$\text{FUERZA DE HARINA} = \frac{\text{producción de gas}}{\text{perdida de gas}} = \frac{\text{CO2 PRODUCIDO}}{\text{CO2 PERDIDO}}$$

La fuerza de una harina depende de la cantidad y calidad del gluten.

## ABSORCIÓN DE LA HARINA

Se llama absorción de una harina a la cantidad de agua que se requiere para formar con 100% de harina, una masa que pueda manejarse adecuadamente en la divisora y modeladora, y que produzca el mejor pan posible con esa harina. Conforme la harina pierde humedad la absorción aumenta. Conforme una harina envejece va aumentando su fuerza y la fuerza va relacionada con la absorción, de allí que las harinas de fuerza sean capaces de producir un pan que se conserva suave por más tiempo. Se dice que la absorción de la harina aumenta 1.9% por cada 1% de humedad perdida.

La absorción también será una indicación del trabajo requerido por la harina, a mayor absorción mayor trabajo.

La absorción depende en gran parte del contenido de proteínas en la harina.

### Almacenaje de la Harina

El objeto principal del almacenamiento de la harina, es madurarla mediante oxidación natural para que pueda dar un pan de la mejor calidad posible (entre 2 a 3 semanas).

Factores a considerar:

#### 1.-Ventilación

Buena ventilación para acelerar la oxidación, libre de humedad en pisos ó paredes. Uso de tarimas.

#### 2.-Limpieza

Evitar la acumulación de harina y polvo en pisos y paredes, ya que el crecimiento de palomillas, hongos, bacterias, ratones, etc., puede presentarse.

#### 3.-Humedad

La mejor humedad relativa para almacenar harina es de 55 a 65%, cuando la humedad es mas alta, favorece el desarrollo de bacterias deteriorando su calidad.

#### 4.-Temperatura

La harina puede almacenarse por periodos largos a temperatura de 65 a 75 °F.

#### 5.-Olores raros

La harina es muy susceptible de contaminarse con la absorción de olores extraños.

Rendimiento del Grano de Trigo

Se ha calculado que para obtener un pan de 1 libra(454 gramos) ya cocido, se requiere aproximadamente 11.000 granos de trigo

## AGUA

El agua pura es un líquido incoloro, inodoro e insaboro, de formula  $H_2O$ , siendo una solución diluida de algunas sales minerales, con pequeñas cantidades de algunos gases y materia orgánica.

El agua constituye junto con la harina, la levadura y sal, uno de los ingredientes básicos del pan, cumpliendo las siguientes funciones:

1. Permite la formación de gluten al unirse con la gliadina y glutena.
2. Determina la consistencia de la masa, siendo un ingrediente variable, según la mayor ó menor absorción de la harina.
3. Ayuda al control de la temperatura de la masa.
4. Disuelve muchos de los ingredientes, otros los distribuye adecuadamente haciendo comestible el pan.
5. El almidón forma con el agua un coloide volviéndose comestible.
6. Hace posible el desarrollo de la levadura.
7. Hace posible la acción enzimática.
8. Evita que se forme costra en la masa durante la cámara de fermentación y de vapor.
9. Cuando el proceso de fermentación es correcto, a mayor cantidad de agua en la masa, mas suavidad y conservación del pan.
10. Hace posible la limpieza del equipo.

El agua suave (hasta 50 ppm) no es adecuada para panificación, porque las sales minerales tienen sobre el gluten un efecto endurecedor, corrigiéndose esto usando una cantidad elevada de alimento para levadura y mayor cantidad de sal.

Cuando el agua es dura (de 100 a 200 ppm) sale mejor el pan, pero si la dureza es excesiva se necesitará utilizar mayor cantidad de extracto de malta ó cualquiera otra fuente de enzimas para suavizar el gluten excesivamente endurecido por las sales minerales.

Desde el punto del ph, las aguas se clasifican en ácidas y básicas. El agua pura recién destilada tiene ph de 7, pero al poco tiempo su ph baja ligeramente al disolver anhídrido carbonico, presente en pequeñas cantidades en el aire.

El agua alcalina cuando el ph pasa de 8.4, presenta problemas en panificación, porque tiene un efecto solvente sobre el gluten, debilitándolo reduciendo su capacidad de retención de gas.

El agua ácida tiene un efecto beneficioso cuando no lo es demasiado, ya que la fermentación y los procesos enzimáticos se desarrollan mejor en un medio ácido.

TIPO DE AGUA	DUREZA	TIPO ALIMENTO	CANTIDAD	OTRO TRATAMIENTO ESPECIAL
ACIDA P.H. < 7	Suave	Normal	Normal	Sal en la esponja y sulfato de Ca.
	Moderadamente dura		Normal	Nada
	Dura		Reducida	Mas malta y levadura
NORMAL P.H. 7 a 8	Suave	Normal	Mayor	Nada
	Moderadamente dura		Normal	Nada
	Dura		Reduccion	Mas malta y levadura
ALCALINA P.H. > 8	Suave	Acido o Normal mas fosfato monocalcico	Mayor	Nada
	Moderadamente dura		Normal	Mas levadura y malta
	Dura		Reduccion	Vinagre o acido lactico

## ALIMENTO DE LEVADURA

A parte de la sal común, se utiliza en panadería otras sales minerales, llamadas **alimento de levadura**, conteniendo azúcares, aminoácidos, etc.

De la mezcla de sales que constituye el alimento para levadura, solo el cloruro de amonio(NH<sub>4</sub>Cl) es en realidad el alimento de levadura, pues la levadura lo utiliza como fuente de Nitrógeno. Las otras sales minerales se utilizan como correctores del agua ó como agentes oxidantes para modificar favorablemente la estructura del gluten ó inactivar las enzimas proteolíticas.

El uso del alimento de levadura repercute en un ahorro de levadura, una reducción en la pérdida de fermentación(proceso de descomposición de algunas sustancias generalmente azúcares en sustancias más simples y casi siempre acompañadas con producción de gas) y una mejor calidad del pan.

### Componentes de la Levadura

#### 1. Sulfato de Calcio (CaSO<sub>4</sub>)

Efecto fortalecedor sobre el gluten  
Aumenta el contenido de calcio en el pan  
Regulador del ph

#### 2. Cloruro de Amonio(NH<sub>4</sub>Cl)

Suministra nitrógeno a la levadura  
Aumenta ligeramente la acidez de la masa  
Favorece la fermentación

#### 3. Bromato de Potasio(KBrO<sub>3</sub>)

Ingrediente más activo  
Puede substituirse ó usarse en combinación con otros agentes oxidantes como el Yodato de Potasio(KIO<sub>3</sub>)  
Puede substituirse por Peróxido de Calcio(CaO<sub>2</sub>) ó Persulfato de Amonio (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>

#### 4. Sal común(NaCl)

Controlador de la acción de la levadura  
Endurecedor del gluten

#### 5. Fosfato Monocalcico(Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>)

Aumento de la acidez  
Efecto beneficioso para el gluten

#### 6. Harina o Almidón

Se utiliza como carga, permitiéndose pesar los ingredientes adecuadamente en una balanza ordinaria y mantiene las sales minerales en buenas condiciones.

### FÓRMULAS DE ALIMENTO DE LEVADURA

Se ha probado que el uso de sustancias minerales en alimentos, es beneficioso para la dieta humana que requiere para su alimentación de hidratos de carbono y grasas, suministrándole energía, proteínas, vitaminas y minerales que impedirán enfermedades y bajo rendimiento físico.

#### CUADRO DE ANÁLISIS PROMEDIO DE LEVADURA FRESCA O COMPRIMIDA

AGUA	73%
PROTEÍNA	14%
CARBOHIDRATOS	10%
MINERALES	2.5%
GRASAS	0.5%

#### PROPIEDADES FÍSICAS

1. Fuerza(capacidad) para producir gas todo el tiempo de fermentación hasta la muerte en el horno.
2. Libre de bacterias y pequeño porcentaje de células muertas.
3. Uniforme de partida a partida
4. Debe ser suministrada la levadura fresca recién hecha.
5. Debe romperse con la presión de los dedos produciendo una fractura limpia.

#### Razones del uso de la Levadura en el pan

1. Por su efecto leudante, es decir, por levantar y airear la masa.
2. Hace los productos horneados más digestibles y nutritivos por aportar vitamina B y C.
3. Mejora el aroma y sabor.



### Cantidades a usar de levadura:

-Tiempo de fermentación.

-Clase de producto

-tipo de harina

-Temperatura de la masa

Masas ó esponjas calientes requerirán menos levadura, mientras que frías más levadura será utilizada.

## ENZIMAS

La levadura contiene enzimas, las cuales son catalizadores de naturaleza proteica producidas por tejidos vivos. Usualmente se nombran con la terminación ASA.

### Enzimas más usuales en Panificación:

- Citasa** se encuentra en cereales, en la malta diastica, en la harina. Disuelve las paredes celulosas de almidón que son de naturaleza celulosica, el calor la destruye a 140 °F.
- Amilasa** se encuentra en los cereales, malta diastastica, harina. Cambia el almidón en dextrinas y en maltosa. La actividad de esta enzima aumenta rápidamente al aumentar la temperatura hasta 129 °F, por tanto es muy activa en su acondicionamiento y en los primeros minutos de horneo, arriba de 145 °F su actividad empieza a decrecer y a los 167 °F se destruye.
- Maltasa** se encuentra en la levadura, cambia la maltosa en dextrosa ó glucosa, se destruye a 167 °F.
- Sacarasa** se encuentra en la levadura, cambia la azúcar de caña ó de remolacha llamada químicamente sacarosa , en la mezcla conocida como azúcar invertido, que es una mezcla de fructuosa ó levulosa y dextrosa ó glucosa, también siendo destruida a 167 °F.
- Zimasa** se encuentra en la levadura, cambia la dextrosa ó la fructuosa en anhídrido carbónico(CO<sub>2</sub>) y alcohol(CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>OH), su mayor actividad es entre los 75 °F y los 90 °F, arriba de esta temperatura baja su actividad y muere a los 140 °F.

**Proteasa** se encuentra en los cereales, la harina, la malta diastásica, la levadura. Ataca las proteínas convirtiéndolas en peptonas (moléculas más pequeñas). Tienen un efecto suavizador ó debilitante sobre el gluten.

## FERMENTACIÓN

Factores que aumentan la producción de gas:

- Cantidad de levadura
- Malta diastásica
- Alimento de levadura hasta cierto nivel
- Temperaturas altas hasta 95 °F

Factores que disminuyen la producción de gas:

- Sal
- Cantidad alta de alimento de levadura
- Temperatura arriba de 95 °F
- Atmósfera seca

Ingredientes en la formulación que tienden a aumentar la velocidad de fermentación:

- Levadura
- Malta diastásica ó no diastásica
- Alimento
- Azúcar hasta el 3%

Ingredientes en la formulación que tienden a retardar la velocidad de fermentación:

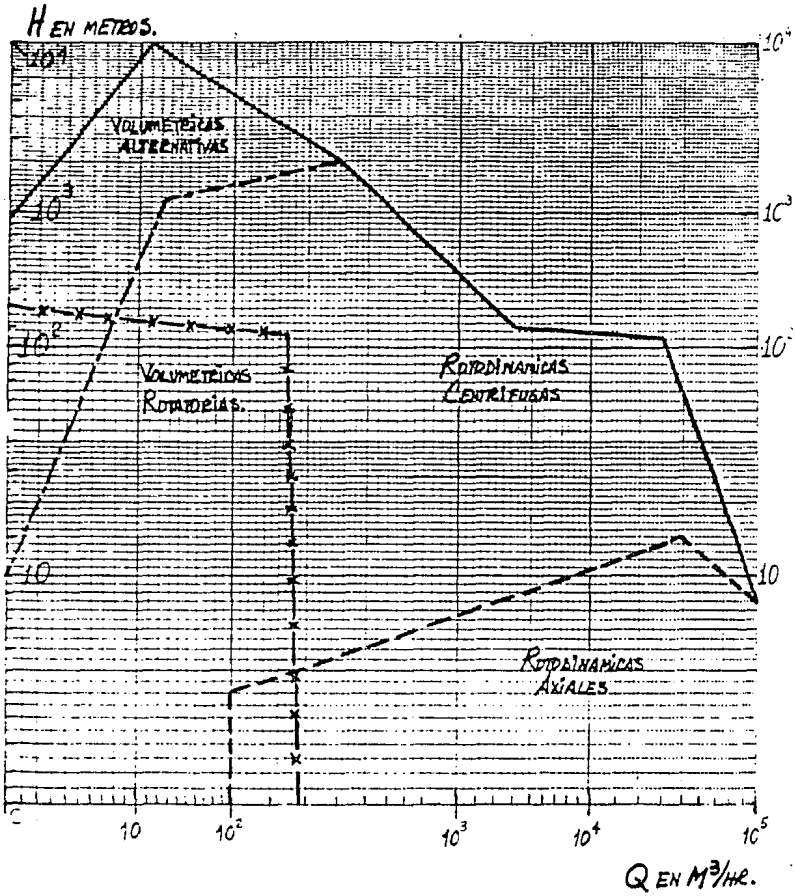
- Sal (se le conoce como controlador al 4% de la fermentación deteniéndola)
- Sólidos de leche
- Azúcar del 10% para arriba

### VENTAJAS DEL METODO DE ESPONJA LIQUIDA

- Ahorro de levadura
- Da más volumen sobre todo con porcentajes altos de esponja líquida
- El método posee mucha flexibilidad permitiendo cortes ó adiciones antes de hacer la masa hasta de un 25%.
- Disminuye las pérdidas debidas a descomposturas de máquinas, ya que tiene mucha tolerancia la esponja en contraste con las masas que rápidamente se pasan de fermentación.
- Da un mejor aroma y sabor.

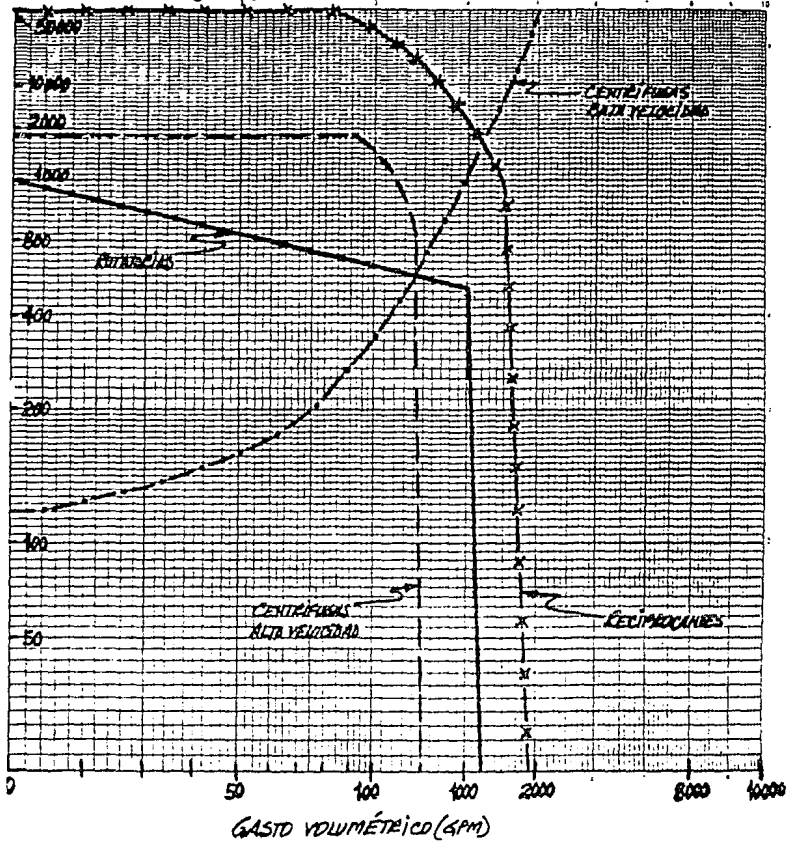
ANEXO B

CAMPOS DE APLICACION DE BOMBAS, SEGUN CARGA VS. GASTO VOLUMETRICO



# RANGOS APROXIMADOS DE APLICACION PARA TIPOS DE BOMBAS

CARGA DIFERENCIAL (FK UR)



# TUBERIA

## VELOCIDADES DE FLUIDO RECOMENDADAS

LAS VELOCIDADES SON SOLO SUGERIDAS Y SON PARA USARSE COMO UNA REFERENCIA PARA INICIAR CALCULOS DE CAIDA DE PRESION.

EL TAMAÑO FINAL DEBE SER TAL QUE DE UN LANCE ECONOMICO ENTRE CAIDA DE PRESION Y UNA VELOCIDAD RAZONABLE.

FLUIDO	VELOCIDAD SUGERIDA PIES POR MINUTO PIES POR SEGUNDO	MATERIAL DEL TUBO
ACEITE LUBRICANTE	6 P.P.S.	ACERO
ACETILENO (OBSERVAR LIMITACIONES DE PRESION).		ACERO
AGUA	4000 P.P.M.	ACERO
Servicio general	3-8 (M6) P.P.S.	ACERO
Succión de bombas	3-8 P.P.S.	ACERO
Maximo economico (usual)	7-10 P.P.S.	ACERO
De mar, sea o pre tubo recubierto concreto.	5-8 P.P.S. 5-12 P.P.S.	ACERO Recub. Soron, Transite CONCRETO
AIRE 0 a 30 psig	4000 P.P.M.	ACERO
AMONACO		ACERO
Liquido	6 P.P.S.	ACERO
Gas	6000 P.P.M.	ACERO
BENCENO	6 P.P.S.	ACERO
BROMO		VIDRIO
Liquido	4 P.P.S.	VIDRIO
Gas	2000 P.P.M.	VIDRIO
CLORURO DE (ACIDO).		
Liquido	5 P.P.S.	A.R.H.
Gas	4000 P.P.M.	A.R.H. Soron, Haveg
CLORO (SECO).		
Liquido	5 P.P.S.	ACERO CED. 80
Gas	2000-5000 P.P.M.	
CLOROFORMO		
Liquido	6 P.P.S.	COBRE y ACERO
Gas	2000 P.P.M.	COBRE y ACERO
CLORURO DE CALCIO.	4 P.P.S.	ACERO
CLORURO DE SODIO (Soln).		
Sn solcos	5 P.P.S.	ACERO
Cor solcos	6-15 P.P.S.	MONEL O NICKEL
CLORURO DE METILO		
Liquido	6 P.P.S.	ACERO
Gas	4000 P.P.M.	ACERO
CLORURO DE VINILO	6 P.P.S.	ACERO
CLORURO DE VINILIDENO	6 P.P.S.	ACERO
FLUORURO DE AZUFRE	4000 P.P.M.	ACERO
FLUORURO DE ETILENO	4 P.P.S.	VIDRIO
DICHLORURO DE ETILENO	6 P.P.S.	ACERO
ETILENO (GAS)	6000 P.P.M.	ACERO
ETILENGLICOL	6 P.P.S.	ACERO
GAS NATURAL	6000 P.P.M.	ACERO
HIPOCLORURO	4000 P.P.M.	ACERO
HIPOCLORURO DE SODIO		
0-30 psig	6 P.P.S.	ACERO Y NIQUEL
30-60 psig	5 P.P.S.	ACERO Y NIQUEL
60-75 psig	4 P.P.S.	ACERO Y NIQUEL
OXIGENO		
Temp ambiente	4000 P.P.M.	AC TIPO 304
Temp cda	1800 P.P.M. (Max.)	ACERO (300 psig Max)
PERCLORURO	6 P.P.S.	ACERO
PERBROMURO	5 P.P.S.	ACERO
SULFURO DE (ACIDO)		
88-93%	4 P.P.S.	AC TIPO 316, PLOMO
97-100%	4 P.P.S.	ACERO O HIERRO FUNDIDO CED 80
TETRAFLUORURO DE CARBONO	6 P.P.S.	ACERO
TRICHLORURENO	6 P.P.S.	ACERO
VAPOR		
0-30 psig, Saturado*	4000-6000 P.P.M.	ACERO
30-60 psig, Sat. & Sobrecalentado*	6000-1000 P.P.M.	ACERO
150 psig o mas Sobrecalentado	6500-15000 P.P.M.	ACERO
*Liness Cortas	15000 P.P.M. (Max.)	ACERO

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**FLUJO DE AGUA POR TUBO DE ACERO CEBILDA 40**

CAIDA DE PRESION POR 100 PIES Y VELOCIDAD EN TUBO CED. 40 PARA AGUA A 60° C

DESCARGA		VEL. CAIDA DE PRESION	VEL. CAIDA DE PRESION	VEL. CAIDA DE PRESION	VEL. CAIDA DE PRESION	VEL. CAIDA DE PRESION	VEL. CAIDA DE PRESION	VEL. CAIDA DE PRESION	VEL. CAIDA DE PRESION	VEL. CAIDA DE PRESION	VEL. CAIDA DE PRESION	VEL. CAIDA DE PRESION
gpm/min	pes/seg	pes/seg lb/ps <sup>2</sup>	pes/seg lb/ps <sup>2</sup>	pes/seg lb/ps <sup>2</sup>	pes/seg lb/ps <sup>2</sup>	pes/seg lb/ps <sup>2</sup>	pes/seg lb/ps <sup>2</sup>	pes/seg lb/ps <sup>2</sup>	pes/seg lb/ps <sup>2</sup>	pes/seg lb/ps <sup>2</sup>	pes/seg lb/ps <sup>2</sup>	pes/seg lb/ps <sup>2</sup>
<b>3/8"</b>												
0.003446	113	1.86	0.616	0.593	0.504	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.003691	113	4.33	0.584	0.503	0.404	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.003936	113	7.80	0.552	0.471	0.372	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.004181	113	12.27	0.520	0.439	0.340	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.004426	113	16.74	0.488	0.406	0.301	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.004671	113	21.21	0.456	0.374	0.262	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.004916	113	25.68	0.424	0.341	0.223	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.005161	113	30.15	0.392	0.309	0.184	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.005406	113	34.62	0.360	0.276	0.145	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.005651	113	39.09	0.328	0.244	0.106	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.005896	113	43.56	0.296	0.211	0.067	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.006141	113	48.03	0.264	0.179	0.028	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.006386	113	52.50	0.232	0.146	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.006631	113	56.97	0.200	0.114	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.006876	113	61.44	0.168	0.082	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.007121	113	65.91	0.136	0.050	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.007366	113	70.38	0.104	0.018	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.007611	113	74.85	0.072	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.007856	113	79.32	0.040	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.008101	113	83.79	0.008	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.008346	113	88.26	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.008591	113	92.73	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.008836	113	97.20	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.009081	113	101.67	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.009326	113	106.14	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.009571	113	110.61	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.009816	113	115.08	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.010061	113	119.55	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.010306	113	124.02	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.010551	113	128.49	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.010796	113	132.96	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.011041	113	137.43	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.011286	113	141.90	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.011531	113	146.37	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.011776	113	150.84	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.012021	113	155.31	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.012266	113	159.78	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.012511	113	164.25	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.012756	113	168.72	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.013001	113	173.19	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.013246	113	177.66	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.013491	113	182.13	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.013736	113	186.60	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.013981	113	191.07	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.014226	113	195.54	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.014471	113	200.01	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.014716	113	204.48	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.014961	113	208.95	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.015206	113	213.42	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.015451	113	217.89	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.015696	113	222.36	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.015941	113	226.83	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.016186	113	231.30	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.016431	113	235.77	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.016676	113	240.24	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.016921	113	244.71	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.017166	113	249.18	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.017411	113	253.65	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.017656	113	258.12	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.017901	113	262.59	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.018146	113	267.06	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.018391	113	271.53	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.018636	113	276.00	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.018881	113	280.47	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.019126	113	284.94	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.019371	113	289.41	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.019616	113	293.88	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.019861	113	298.35	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.020106	113	302.82	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.020351	113	307.29	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.020596	113	311.76	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.020841	113	316.23	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.021086	113	320.70	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.021331	113	325.17	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.021576	113	329.64	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.021821	113	334.11	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.022066	113	338.58	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.022311	113	343.05	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.022556	113	347.52	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.022801	113	351.99	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.023046	113	356.46	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.023291	113	360.93	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.023536	113	365.40	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.023781	113	369.87	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		
0.024026	113	374.34	0.000	0.000	0.000	0.159	0.517	0.651	0.37	0.048		

## CARACTERISTICAS DE TUBERIA COMUN

FACTORES DE CONVERSION AL SISTEMA METRICO

RADIO DE GIRO = 2.54 cm., AREA = 6.45 cm<sup>2</sup>, MOD. SECCION = 16.387 cm<sup>3</sup>, M DE INERCIA = 4162 cm<sup>4</sup>, PESO/M = 1.481

NOTA # 1. LAS LETRAS "S" "X" "Y" "XX" EN LA COLUMNA DE CEDULAS INDICAN ESTANDAR EXTRA FUERTE REFORZADO Y SUPER-REFORZADO, RESPECTIVAMENTE.

NOTA # 2. LOS VALORES QUE APARECEN EN PIES<sup>2</sup> DE AREA TRANSVERSAL REPRESENTAN TAMBIEN EL VOLUMEN EN PIES CUBICOS POR PIE LINEAL DE TUBERIA.

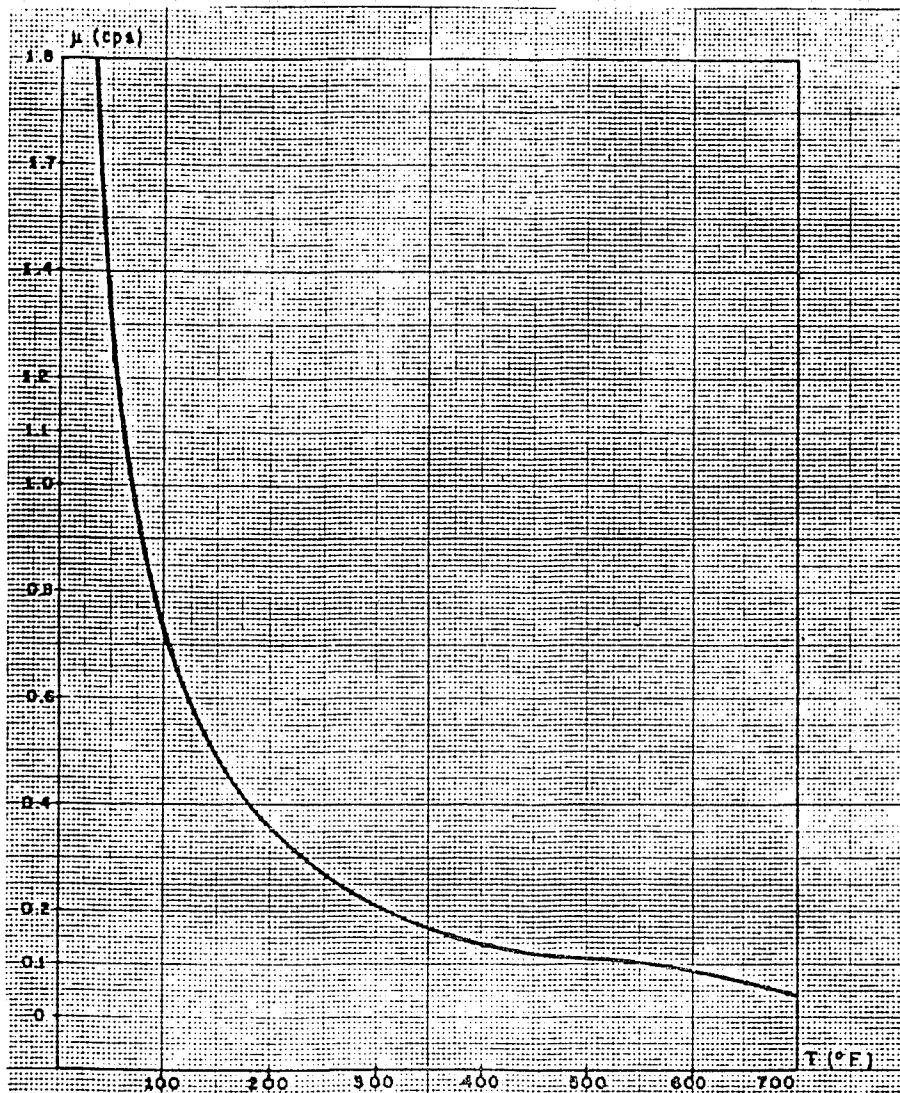
DIAMETRO PULG	DIAMETRO EXTERIOR PULG	NR DE CEDULA	GRUESO DE PARED PULG	DIAMETRO INTERIOR PULG	AREA DEL METAL EN PULG <sup>2</sup>	AREA TRANSVERSAL INTERNA		MOMENTO DE INERCIA PULG <sup>4</sup>	PESO DE TUBERIA POR PIE	PESO DEL AGUA LIBRAS POR PIE DE TUBERIA	SUP. EXT POR PIE DE TUBERIA	MODULO DE SECCION	RESISTENCIA
						Pulg <sup>2</sup>	Pies <sup>2</sup>						
1/8	0.405	40S	.088	269	.0720	.0568	.00040	.00108	.344	.025	.106	.00525	0.125
		80S	.095	215	.0925	.0364	.00025	.00122	.314	.016	.106	.00600	0.1146
		160	.119	.364	.1250	.1041	.00072	.00351	.424	.045	.141	.0227	0.1276
1/4	0.540	40S	.088	364	.1250	.1041	.00072	.00351	.424	.045	.141	.0227	0.1276
		80S	.119	.302	.1574	.0716	.00050	.00377	.335	.031	.141	.0154	0.1547
		160	.147	.546	.3200	.2340	.00163	.02008	1.087	.102	.220	.04780	0.2210
3/8	0.675	40S	.091	493	.1670	.1910	.00133	.00725	.567	.083	.178	.02160	0.2250
		80S	.128	.423	.2173	.1405	.00098	.00882	.738	.061	.178	.02554	0.1991
		160	.109	.822	.2503	.3040	.00211	.01700	1.850	.132	.220	.04059	0.2610
1/2	0.840	40S	.147	.546	.3200	.2340	.00163	.02008	1.087	.102	.220	.04780	0.2210
		80S	.187	.468	.3836	.1706	.00118	.02212	1.300	.074	.220	.05269	0.2340
		160	.294	.252	.6043	.050	.00035	.0242	1.714	.022	.220	.05772	0.219
3/4	1.050	40S	.113	824	.3326	.8330	.00371	.03704	1.130	.231	.275	.0755	0.314
		80S	.154	.742	.4335	.4330	.00300	.04479	1.473	.169	.275	.08531	0.31
		160	.218	.614	.5698	.2951	.00206	.05263	1.940	.128	.275	.10338	0.31
1	1.315	40S	.133	1049	.4939	.8640	.00600	.06734	1.678	.375	.344	.1326	0.421
		80S	.179	.957	.6368	.7190	.00499	.07190	2.171	.312	.344	.1506	0.427
		160	.250	.815	.8365	.5217	.00362	.1251	2.840	.230	.344	.1903	0.387
1 1/4	1.680	40S	.140	1380	.6685	1495	.01040	.1947	2.272	.649	.435	.2346	0.540
		80S	.191	1.278	.8815	1.203	.00891	.2418	2.966	.555	.435	.29.3	0.524
		160	.250	1.160	1.1070	1.057	.00734	.2039	3.764	.458	.435	.3621	0.506
1 1/2	1.900	40S	.145	1.610	.7995	2.036	.01414	.3099	2.717	.882	.497	.3262	0.623
		80S	.200	1.500	1.068	1.767	.01225	.3912	3.631	.765	.497	.4118	0.623
		160	.281	1.338	1.429	1.408	.00976	.6824	4.862	.608	.497	.5080	0.610
2	2.375	40S	.160	1.100	1.883	3.950	.02660	.5678	6.409	.42	.427	.567	0.943
		80S	.215	2.067	1.075	3.355	.02330	.8657	3.632	1.45	.622	.6606	0.787
		160	.343	1.689	2.190	2.241	.01551	1.162	7.440	.97	.622	.879	0.721
2 1/2	2.875	40S	.203	2.469	1.704	4.788	.03322	1.530	8.79	2.07	.753	1.064	0.947
		80S	.278	2.323	2.254	4.238	.02962	1.924	7.66	1.87	.753	1.339	0.924
		160	.375	2.128	2.945	4.644	.02463	2.353	10.01	1.54	.753	1.638	0.822
3	3.500	40S	.216	3.068	2.228	7.393	.05130	3.014	7.58	3.20	.916	1.724	1.114
		80S	.300	2.900	3.016	6.605	.04587	3.894	10.25	2.66	.916	2.221	1.114
		160	.437	2.626	4.205	5.416	.03761	5.022	14.32	2.36	.916	2.876	1.051
3 1/2	4.000	40S	.226	3.548	2.680	9.886	.06870	4.280	9.11	4.25	1.047	2.394	1.237
		80S	.318	3.364	3.678	8.668	.06170	6.280	12.51	3.84	1.047	3.140	1.237
		160	.436	2.656	5.656	4.155	.02885	5.993	16.58	1.80	.916	3.424	1.051
4	4.500	40S	.237	4.026	3.174	12.73	.08640	7.233	10.79	4.50	1.178	3.214	1.237
		80S	.331	3.826	4.427	11.50	.07386	9.610	14.96	4.58	1.178	4.271	1.237
		160	.457	3.626	5.578	10.33	.071	11.65	19.00	4.47	1.178	5.76	1.237
5	5.563	40S	.255	5.047	4.305	20.01	.1311	13.16	14.82	6.87	1.450	4.491	1.237
		80S	.375	4.713	6.12	18.19	.1173	20.07	20.78	7.66	1.450	6.709	1.237
		160	.500	4.563	7.253	16.35	.111	27.73	27.10	7.05	1.450	8.213	1.237
6	6.625	40S	.260	6.065	5.581	26.89	.2006	28.14	18.97	12.51	1.734	4.846	2.201
		80S	.362	5.761	8.405	26.07	.1810	40.49	28.57	11.29	1.734	6.252	2.201
		160	.478	5.501	10.70	23.77	.1650	45.61	36.40	10.50	1.734	8.107	2.201
8	8.625	40S	.275	8.275	8.130	37.12	.3159	36.87	24.90	19.16	1.734	8.107	2.201
		80S	.406	7.813	10.48	47.94	.3329	86.73	35.64	12.07	1.734	10.25	2.201
		160	.513	7.625	12.76	45.66	.3171	105.7	43.39	10.78	1.734	12.30	2.201
10	10.625	40S	.293	7.439	1.496	43.46	.3018	12.13	50.84	11.893	2.298	13.56	2.201
		80S	.420	7.189	1.980	40.59	.2819	14.05	60.43	11.599	2.298	16.66	2.201
		160	.512	7.001	1.993	38.90	.2673	16.21	67.26	11.568	2.298	19.76	2.201
12	12.625	40S	.312	8.771	2.130	57.12	.4252	17.12	87.42	12.50	2.298	23.50	2.201
		80S	.450	8.275	2.813	53.66	.4039	25.78	102.0	12.50	2.298	27.50	2.201
		160	.606	8.06	3.613	51.07	.3822	35.9	117.69	12.50	2.298	31.48	2.201



## CARACTERISTICAS DE TUBERIA COMUN

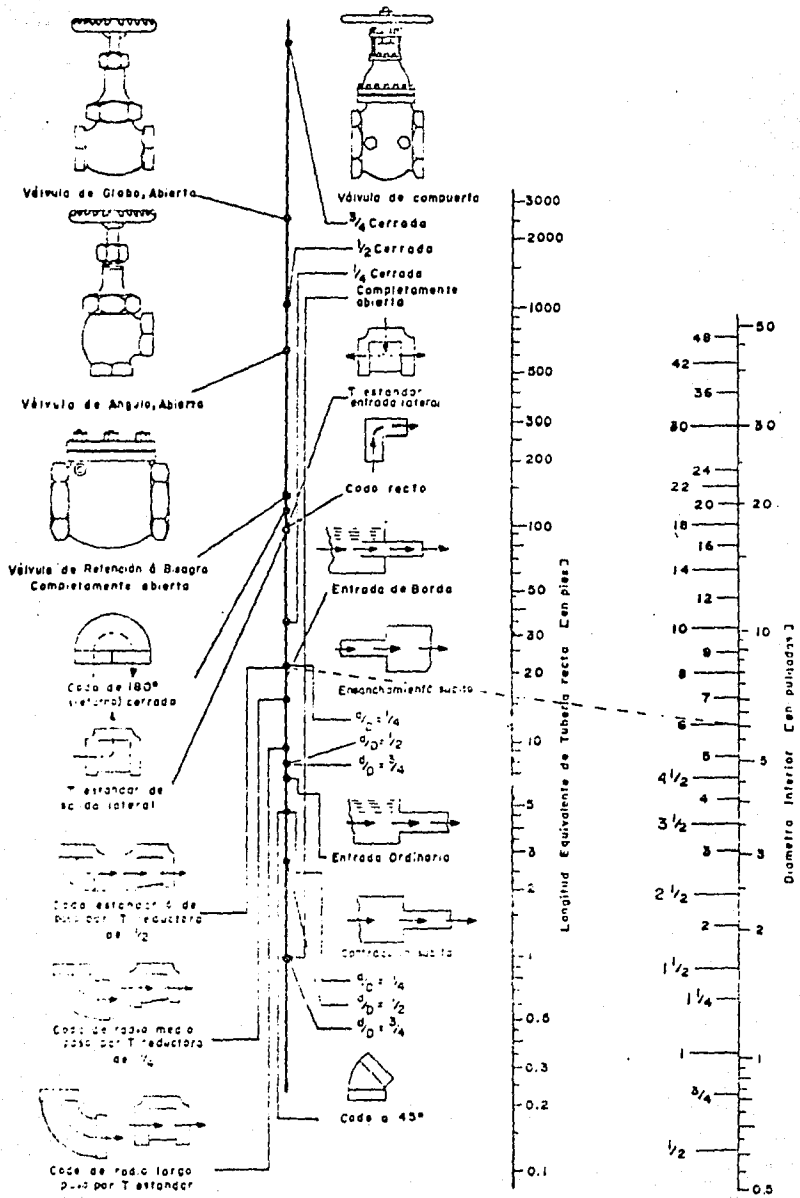
DIAMETRO	DIAMETRO EXTERIOR	Nº DE CEDULA	GRUESO DE PARED	DIAMETRO INTERIOR	AREA DEL METAL EN Pulg <sup>2</sup>	AREA TRANSVERSAL INTERNA		MOMENTO DE INERCIA Pulg <sup>4</sup>	PESO DE TUBERIA POR PIE	PESO DE AGUA POR PIE DE TUBERIA	SUP. EXT. POR PIE DE TUBERIA	MODULO DE SECCION (2/D)	RAD. G. GARG.
						Pulg <sup>2</sup>	IN <sup>2</sup>						
10	10.750	20	2.50	10.250	824	82.52	5.731	113.7	26.04	35.76	2.814	211.2	3.7
		30	3.07	10.136	1007	80.63	5.603	137.4	36.24	34.50	2.814	255.7	3.65
		40	3.65	10.022	1122	79.66	5.478	160.7	44.68	34.20	2.814	292.0	3.6
		60	5.00	9.750	1610	74.66	5.185	212.0	64.78	32.35	2.814	374.3	3.3
		80	5.93	9.564	1852	71.84	4.989	244.8	84.33	31.13	2.814	455.6	3.0
		100	7.18	9.314	2263	68.15	4.732	286.1	106.93	29.53	2.814	532.2	2.8
		120	8.63	9.064	2624	64.53	4.481	324.2	129.56	27.56	2.814	603.4	2.6
		140	10.00	8.750	3063	60.13	4.176	367.8	150.13	26.06	2.814	664.3	2.4
160	11.25	8.500	3402	56.75	3.941	399.3	166.55	24.57	2.814	741.1	2.3		
12	12.75	20	2.50	12.250	582	117.86	8.105	191.8	33.88	5.107	3.338	302	4.0
		30	3.30	12.020	1287	114.80	7.972	248.4	43.77	4.077	3.338	359	4.0
		40	3.75	12.000	1458	113.10	7.854	279.3	49.56	4.050	3.338	436	4.0
		60	4.06	11.525	1577	111.93	7.773	300.3	53.53	4.050	3.338	471	4.0
		80	5.00	11.750	1926	108.43	7.528	361.5	65.42	4.050	3.338	567	4.0
		100	5.62	11.626	2152	106.16	7.372	400.4	73.16	4.000	3.338	628	4.0
		120	6.87	11.376	2603	101.64	7.058	475.1	88.51	4.404	3.338	746	4.0
		140	8.03	11.066	3153	96.76	6.677	561.6	107.20	4.166	3.338	88	4.0
160	10.00	10.750	3691	90.70	6.303	641.6	125.45	3.338	3.338	1052	4.0		
180	11.25	10.500	4108	86.55	6.013	700.5	133.66	3.745	3.338	1059	4.0		
200	13.12	10.126	4714	80.33	5.552	761.1	160.27	3.338	3.338	1266	4.0		
14	14.00	20	2.50	13.500	10.80	143.14	9.940	255.3	36.71	62.03	2.605	306	4.0
		30	3.12	13.376	13.42	140.52	9.758	314.4	45.68	62.03	2.605	426	4.0
		40	3.75	13.250	16.05	137.88	9.575	372.6	54.55	57.78	2.605	532	4.0
		60	4.37	13.126	18.67	135.32	9.397	428.1	63.27	53.44	2.605	613	4.0
		80	5.00	13.000	21.21	132.73	9.217	483.9	72.05	57.50	2.605	691	4.0
		100	5.63	12.814	24.98	128.96	8.956	523.3	84.91	56.63	2.605	803	4.0
		120	7.50	12.500	31.72	122.72	8.522	667.3	106.13	53.18	2.605	982	4.0
		140	8.57	12.126	38.45	115.49	8.020	824.4	130.73	50.04	2.605	1172	4.0
160	10.93	11.814	44.32	109.62	7.612	929.9	150.67	47.45	2.605	1328	4.0		
180	11.30	11.500	50.07	103.87	7.215	1027.0	170.22	44.80	2.605	1468	4.0		
200	14.06	11.186	55.63	98.31	6.827	1117.0	188.12	42.60	2.605	1596	4.0		
16	16.00	20	2.50	15.500	12.37	186.65	13.103	383.7	42.05	81.74	4.105	481	5.0
		30	3.12	15.376	15.38	185.69	12.850	473.2	52.36	80.50	4.105	592	5.0
		40	3.75	15.250	18.41	182.65	12.604	562.1	62.56	79.12	4.105	703	5.0
		60	5.00	15.000	24.35	176.72	12.272	731.9	82.77	76.58	4.105	915	5.0
		80	5.63	14.814	28.32	169.44	11.955	832.1	102.55	73.78	4.105	1166	5.0
		100	6.3	14.300	32.55	160.52	11.75	916.6	120.46	69.73	4.105	1446	5.0
		120	7.31	13.938	48.46	152.56	11.056	1364.0	164.83	66.12	4.105	1707	5.0
		140	8.126	13.564	56.56	144.50	10.035	1555.0	190.29	62.62	4.105	1945	5.0
160	10.37	13.126	65.74	135.32	9.357	1760.3	223.64	58.64	4.105	2200	5.0		
180	11.593	12.814	72.10	128.56	8.956	1893.5	245.11	55.83	4.105	2367	5.0		
18	18.00	20	2.50	17.500	13.94	240.53	16.703	549.1	47.39	104.21	4.712	611	6.0
		30	3.12	17.376	17.37	237.13	16.467	678.2	59.02	102.77	4.712	755	6.0
		40	3.75	17.250	20.76	232.71	16.230	805.5	70.59	101.18	4.712	896	6.0
		60	4.37	17.126	24.11	230.35	15.997	930.3	82.06	99.84	4.712	1040	6.0
		80	5.00	17.000	27.49	226.98	15.763	1053.2	92.45	96.27	4.712	1205	6.0
		100	5.62	16.876	30.79	223.68	15.533	1172.0	104.75	90.53	4.712	1309	6.0
		120	7.50	16.500	40.64	213.83	14.645	1514.4	138.17	82.57	4.712	1563	6.0
		140	8.57	16.126	50.23	204.28	14.143	1822.5	170.79	68.50	4.712	2038	6.0
160	11.6	15.750	58.33	193.33	13.323	2160.2	207.95	63.16	4.712	2433	6.0		
180	13.75	15.250	71.81	183.66	12.654	2457.9	244.14	70.27	4.712	2776	6.0		
200	15.12	14.876	80.65	173.82	12.070	2679.0	274.23	75.32	4.712	3055	6.0		
220	17.81	14.438	90.75	163.72	11.365	3022.0	306.5	70.66	4.712	3351	6.0		
20	20.00	20	2.50	19.500	15.51	298.05	20.745	756.0	50.73	125.43	2.235	759	6.0
		30	3.75	19.250	23.12	295.26	20.472	913.2	76.60	122.67	2.235	1113	6.0
		40	5.00	19.000	27.03	283.23	19.997	1070.0	104.13	120.40	2.235	1457	6.0
		60	5.63	18.814	30.65	278.09	19.505	1232.0	122.91	120.44	2.235	1704	6.0
		80	6.12	18.376	43.36	265.21	18.817	1404.0	144.17	114.62	2.235	2036	6.0
		100	7.031	17.938	61.44	252.70	17.951	1727.0	208.67	105.51	2.235	2371	6.0
		120	8.126	17.438	75.30	238.53	16.925	2045.0	256.10	103.39	2.235	2715	6.0
		140	9.500	17.000	87.16	224.08	15.762	2394.0	296.37	95.35	2.235	3059	6.0
160	11.50	16.500	100.37	213.82	14.449	2810.0	341.10	92.66	2.235	3417	6.0		
180	13.56	16.064	111.40	202.67	13.074	3258.0	379.01	87.74	2.235	3781	6.0		
22	22.00	20	2.50	22.500	18.05	433.75	30.12	1350.0	64.1	187.95	2.235	1100	6.0
		30	3.75	22.250	21.63	424.95	29.42	1522.0	96.2	182.25	2.235	1619	6.0
		40	5.00	22.000	26.31	415.41	28.61	1704.0	124.9	179.87	2.235	2042	6.0
		60	5.62	21.876	30.79	411.00	28.052	1894.0	140.80	178.09	2.235	2370	6.0
		80	6.12	21.626	35.21	402.07	27.45	2092.0	157.17	174.23	2.235	2702	6.0
		100	6.86	21.204	40.49	388.23	26.61	2308.0	183.11	163.52	2.235	3037	6.0
		120	8.126	20.750	47.17	368.22	25.32	2542.0	208.11	158.28	2.235	3377	6.0
		140	9.500	20.250	53.30	348.22	23.76	2804.0	232.55	149.06	2.235	3720	6.0
160	11.50	19.750	59.37	328.22	22.07	3086.0	256.39	139.77	2.235	4066	6.0		
180	13.56	19.250	65.30	308.22	20.27	3388.0	279.62	130.48	2.235	4414	6.0		
200	15.12	18.750	71.10	288.22	18.36	3700.0	302.35	121.19	2.235	4764	6.0		
220	17.81	18.250	76.75	268.22	16.34	4022.0	324.58	111.90	2.235	5114	6.0		

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

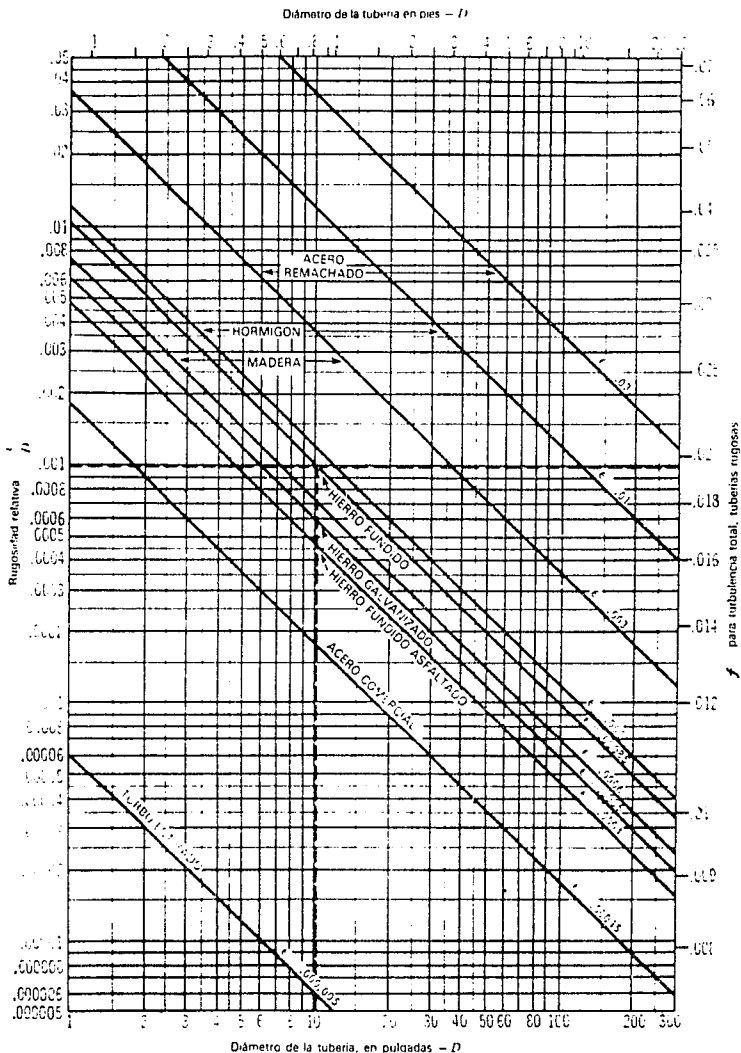


Curva Viscosidad - Temperatura  
para el agua

**RESISTENCIA DE VALVULAS Y ACCESORIOS AL FLUJO DE FLUIDOS**



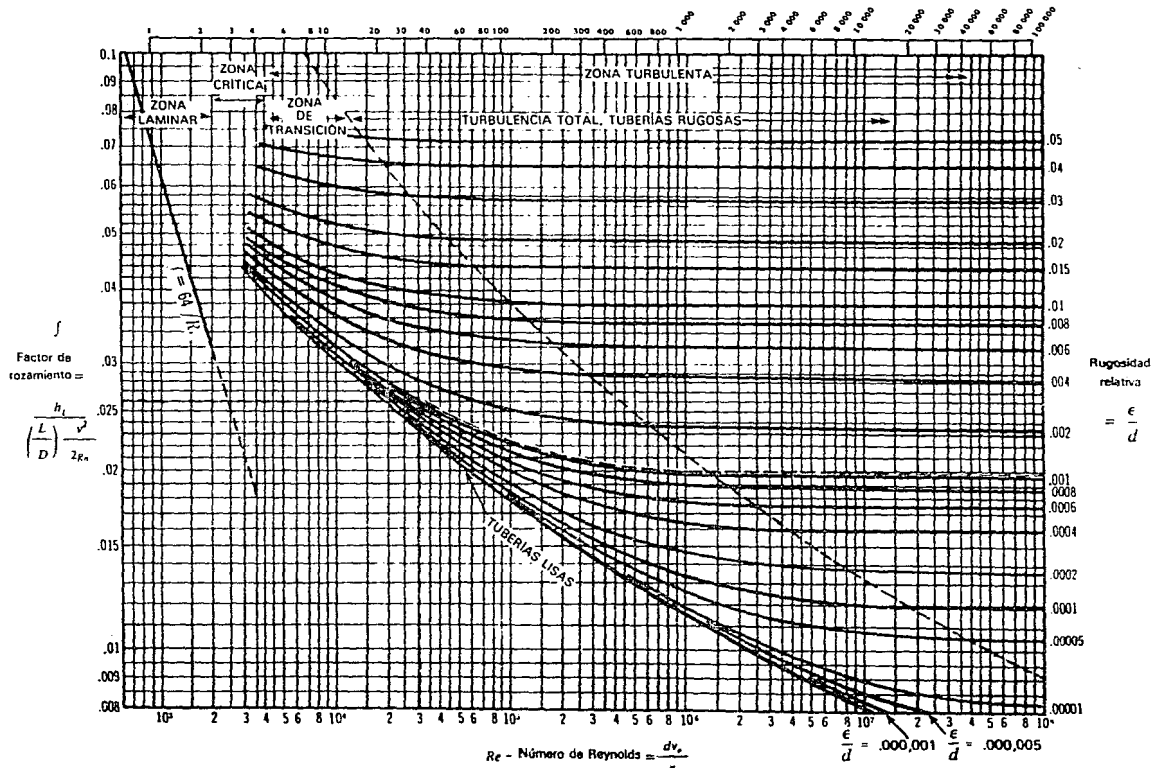
### A-21b. Rugosidad relativa de los materiales de las tuberías y factor de fricción para flujo en régimen de turbulencia total



0.5 rugosidad absoluta  $k$  milímetros

A-22. Factores de fricción para cualquier tipo de tubería comercial

Valores de  $(h_f/L)$  para agua a 15°C (velocidad en m/s x diámetro en mm)



-185-

Factor de rozamiento =  $f$   

$$\left(\frac{L}{D}\right) \frac{v^3}{2g}$$

**Problema:** Determinese el factor de fricción para una tubería de hierro fundido de 250 mm (10 pulg) de diámetro interno, para un número de Reynolds = 30 000.

**Solución:** La rugosidad relativa (véase gráfica A-21) es 0.001. Entonces, el factor de fricción (f) es igual a 0.026.

### COEFICIENTE DE FLUJO C<sub>v</sub> PARA VALVULAS REGULADORAS SERIE 371.

La siguiente fórmula y los valores de coeficiente de flujo, le permitirán seleccionar la Válvula correcta para su aplicación.

Fórmula para usarse con agua y otros productos cuyo peso específico es igual a 1.0:

$$C_v = \frac{GPM}{\sqrt{\Delta P}}$$

Fórmula para productos cuyo peso específico es diferente de 1.0:

$$C_v = \frac{GPM}{\sqrt{\Delta P \cdot Pe}}$$

Donde: GPM = Galones por Min. de producto.

Pe = Peso Específico del producto.

$\Delta P$  = Caída de Presión en la Válvula en PSI (Presión Entrada Menos Presión Salida).

Ejem.  $\Delta P$  = Caída de presión a través de la Válvula (Presión Entrada Menos Presión Salida).

Solución: Presión de Entrada (A) menos Presión de Salida (B)  $\Delta P = 11 \text{ PSI} - 2 \text{ PSI} = 9 \text{ PSI}$ .

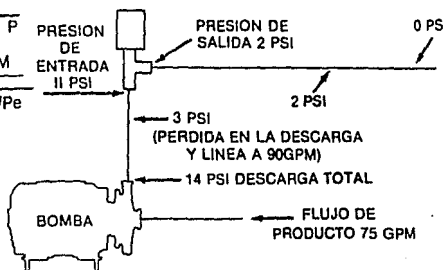


TABLA A DATOS BASADOS EN AGUA A 21°C

	% DE ABERTURA DE LA VALVULA	FACTOR C <sub>v</sub>				
		1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"
RANGO DE OPERACION	10	3.05	6.6	14.	21.6	23.3
	20	5.	11.3	23.8	30.	40.7
	30	6.6	15.5	32.5	49.	55.5
	40	8.1	19.4	40.	58.8	69.
	50	10.8	26.5	54.7	80.	96.
	60	12.	30.	61.	89.5	110.
	70	13.2	33.2	67.	98.	123.
	80	14.3	36.8	73.5	109.	134.
	90	15.4	40.	79.	118.	145.
	100					

#### COMO SELECCIONAR EL TAMAÑO DE VALVULA:

Después de que el Factor C<sub>v</sub> ha sido calculado para una aplicación específica, localícelo en la Tabla A. Si el Factor C<sub>v</sub> obtenido no se encuentra en la tabla, use el factor más cercano.

Hay varios casos donde el Factor C<sub>v</sub> puede estar señalado en varias columnas, por ejem.: C<sub>v</sub> = 25.0 está en la columna de la Válvula de 1 1/2", en la de 2" entre 23.8 a 32.5, así como en la de 2 1/2" entre 21.6 y 30.

En estos casos seleccione la Válvula donde el factor esté más cerca del punto óptimo de operación. Para un C<sub>v</sub> de 25, Ud. usará una Válvula de 1 1/2".

Ej.: determinar la Válvula adecuada para:  
 — 75 GPM de agua  
 — Presión de entrada 11 PSI  
 — Presión de salida 2 PSI

Solución:  $\Delta P = 11 \text{ PSI} - 2 \text{ PSI} = 9 \text{ PSI}$

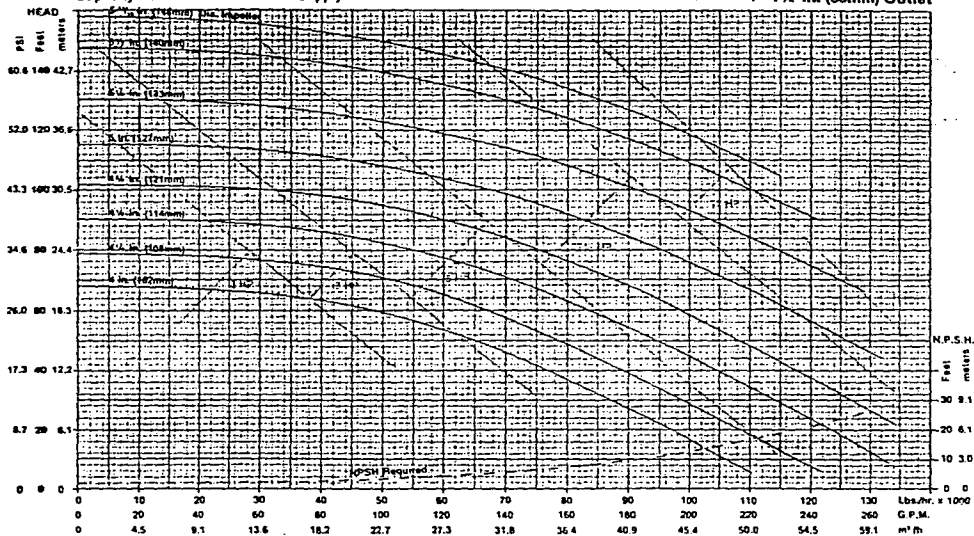
$$C_v = \frac{75}{\sqrt{9}} = \frac{75}{3} = 25$$

La Válvula correcta será la de 1 1/2", debido a que el rango del Factor C<sub>v</sub> entre 23 y 26.5 es el más cercano al punto óptimo de operación del 50%.

# Model 6V Sanitary Centrifugal Pump

Capacity Curves for 60 Hz Power Supply

3600 RPM 2 in. (51mm) Inlet  
(Nominal) 1½ in. (38mm) Outlet



**BIBLIOGRAFIA**



## BIBLIOGRAFIA

### Capítulo I

- Meyer Marco R., *Elaboración de productos lácteos*, Editorial Trillas, México, -2da. Edición-Abril 1990-, pp.63-79.
- Kosikowski, Frank V., *Chesse and fermented milk foods*, Editorial Edwards Brothers, Inc., U.S.A., -2da. Edición-1977 -, caps.1,2,4,7,34.
- Organización Internacional del Trabajo (O.I.T.), *Introducción al estudio del trabajo*, Editorial Limusa, México, -3a. Edición-1980 -, cap.9, pp.107-119.
- Arbuckle, W.S. *Ice cream*, Editorial Van Nostrand Reinhold, U.S.A., -4a. Edición-1986-, pp.333-342.
- Paltrinieri Gaetano, *Taller de leche*, Editorial Trillas, México, -2da. Edición- Enero 1992-, pp.11-90.
- Elaboración de productos cárnicos*, Editorial Trillas, México, -2da. Edición-Enero 1991-, pp.77,93-95.
- Taller de carne*, Editorial Trillas, México, -7a. Edición-Enero 1991-, pp.18-22.
- Obtención de carne*, Editorial Trillas, México, -2a. Edición-Septiembre 1991 -, pp.9-34.
- Thompson, Donald R., *Tecnología de esponjas líquidas*, Baker Digest, U.S.A., -Nov.-Dic. 1983 -, vol.57, num. 6, pp.11-16.
- Euvrard, M.R., Machinery *Liquid Ferment Systems for conventional dough processing*, Bakery Division, Bakers Digest, U.S.A.
- Trum, George W., *Significance of fermentation reactions in continuous fermentation systems*, Bakers Digest, U.S.A., -Junio 1977 -, vol.XLVII, num.3, pp. 39-44.

## **Capítulo II**

Niebel, Benjamin W., *Ingeniería Industrial -Estudio de tiempos y movimientos*, Editorial Representaciones y servicios de ingeniería, México, -1976 -2da. Edición.

Graham, Don, *Alimentos Procesados, Procesamiento y empaquetado*, U.S.A., -Febrero 1993 - , vol.12, núm., pp.33-36.

## **Capítulo III**

APV, Manual *Manual APV*, APV CREPACO, Inc., U.S.A., -Septiembre 1985 -.

## **Capítulo IV**

CRANE, Ingeniería *Flujo de fluidos en válvulas*, Editorial McGraw-Hill, México, -1987- 1a. Edición.

Naughton, Kenneth J., *Bombas -selección, uso y mantenimiento*, Editorial Mc.Graw-Hill, México, -1987 - 1a. Edición.

PURITY, Catalogo *Válvulas Sanitarias en acero inoxidable*  
Catalogo VS-188, pp.14

CREPACO, Catalogo *Bombas Centrífugas de acero inoxidable*  
Curvas de capacidades, pp.13-21