



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA

**E.A.P. INGENIERÍA QUÍMICA**

## TESIS

**Diseño de una Planta Piloto para la Producción de  
Alcohol en Gel Antibacterial en la Provincia de Huaura**

Para Obtener el título Profesional de Ingeniero Químico

Autor: Bach. Everardo Marcial Cadillo Huerta

Asesor: M(o). Jaime Imán Mendoza

Mg. Ing. JAIME IMAN MENDOZA  
C.I.P. 188834 DNU 432

HUACHO

2021

A mis padres: Gaspar (+) y  
Teófila (+).

Mis hermanos: Máximo,  
Bertha (+), Himerón,  
Tolentino, Elida, Ángel y  
Diego.

Mi Esposa: Zenaida.

Mis hijos: Julissa, Ayrton  
y Xiomara.

Mi nieta: Gaela.

## MIS GRATITUDES

Al Todopoderoso, y a la Vida por darme salud para seguir adelante.

A mi madre y padre: Teófila y Gaspar que desde el cielo me dan fortaleza y siempre en homenaje a ellos sigo adelante con mis metas trazadas.

A mis hermanos: Máximo, Himerón, Bertha (+), Tolentino, Elida, Ángel y Diego, por sus cariños, aliento y apoyo incondicional.

A mis segundas madres: mi abuela Valeria (+), mi tía Celina (+) y Esperanza, por entregarse a la tarea de ser madres sustitutas en las etapas más importantes de mi infancia y adolescencia. A mi tío Donatilo, que siempre me apoyó con consejos y materialmente en mi adolescencia.

A mi esposa Zenaida por su comprensión, abnegada entrega y cuidado del hogar.

A mis hijo e hijas: Ayrton, Xiomara y en especial a Julissa que siempre está a mi lado pendiente, alentando y apoyando los pasos que doy en la vida.

A mi yerno Jhonatan que es como si fuera un hijo más y por su amistad sincera.

A mi nieta Gaela que siendo pequeña irradia amor y cariño, ella es y será siempre el amor de mi vida.

A mi cuñada Luz Mariela, a Fabián, Alejandro y Luis Fabiano que nos alegran.

Al Dr. Máximo Salcedo Meza, un gran docente y sobre todo un excelente amigo, quien ha estado permanentemente pendiente del presente logro.

Al Mg. Jaime Imán, mi Asesor y amigo por el apoyo incondicional.

A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión y en especial a mi facultad de ingeniería química, mi segundo hogar, donde pasé y paso momentos maravillosos y conocí personas excelente.

## CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE TABLAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Gel.....	4
1.2. Gelificación.....	5
1.3. Dispersiones Coloidales.....	5
1.3.1. Dispersiones liófabas.....	6
1.3.2. Dispersiones liófilas.....	6
1.4. Operaciones unitarias utilizadas en la producción de Gel Antibacterial...7	
1.4.1. Agitación.....	7
1.4.2. Equipos de agitación.....	7
1.4.3. Tipos de agitadores.....	8
1.4.4. Bombas de fluidos.....	11
1.5. Análisis de las fuerzas de Porter.....	12
1.5.1. Poder de negociación de los clientes.....	13
1.5.2. Poder de negociación de los proveedores.....	13
1.5.3. Amenaza de nuevos competidores entrantes.....	14
1.5.4. Amenaza de nuevos productos sustitutos.....	14

1.5.5. Rivalidad entre los competidores.....	15
2. MARCO EXPERIMENTAL.....	16
2.1. Parte experimental.....	16
2.1.1. Materiales y equipos.....	16
2.1.2. Materias primas.....	16
2.1.3. Formulación del gel antibacterial.....	17
2.1.4. Procedimiento para la elaboración de gel antibacterial.....	17
2.2. Caracterización de la materia prima.....	19
2.2.1. Carbopol.....	19
2.2.2. Trietanolamina.....	19
2.2.3. Etanol 96°GL.....	20
2.2.4. Gluconato de clorhexidina.....	20
2.2.5. Glicerina.....	21
2.2.6. Agua purificada Tipo II.....	21
2.2.7. Normas técnicas para la producción de alcohol en gel.....	21
2.2.8. Covid 19.....	23
2.3. Determinación de viscosidad.....	24
2.3.1. Definición de viscosidad.....	24
2.3.2. Determinación de densidad.....	26
2.3.3. Determinación de Ph.....	26
2.4. Análisis de las fuerzas de Porter en la producción de gel antibacterial.....	27
2.4.1. Barreras de entrada de nuevos competidores.....	27
2.4.2. Poder de negociación de los proveedores.....	28
2.4.3. Poder de negociación de los compradores.....	28
2.4.4. Rivalidad entre competidores.....	29
2.4.5. La amenaza de los sustitutos.....	30

3. Cálculos.....	31
3.1. Diseño experimental.....	31
3.2. Resultados obtenidos de la experimentación.....	33
3.3. Definición de variables de diseño.....	35
3.4. Diseño y dimensionamiento de equipos.....	36
3.4.1. Selección de tanque de agitación.....	36
3.4.2. Cálculo del diámetro del tanque de agitación.....	37
3.4.3. Selección del agitador industrial.....	37
3.4.4. Determinación de la velocidad angular del agitador.....	39
3.4.5. Cálculo del número de Reynolds para el tanque agitador.....	39
3.4.6. Cálculo del número de potencia.....	39
3.4.7. Cálculo de la potencia.....	40
3.5. Calculo de bomba para línea de agua.....	41
3.5.1. Datos del fluido y tubería.....	41
3.5.2. Ecuación de Bernoulli.....	42
3.5.3. Determinación de factor de Fanning.....	42
3.5.4. Cálculo de la potencia de la bomba.....	46
3.5.5. Cálculo de la presión antes de la succión.....	47
3.5.6. Calculo del CNPA disponible.....	48
3.6. Cálculo de bomba para la línea de alcohol.....	49
3.6.1. Datos del fluido y tubería.....	49
3.6.2. Determinación de factor de Fanning.....	49
3.6.3. Cálculo de la potencia de la bomba.....	50
3.6.4. Cálculo de presión antes de succión.....	51
3.6.5. Cálculo de CNPA disponible.....	51

3.7. Distribución de la planta.....	52
3.7.1. Matriz diagonal de correlación.....	52
3.7.2. Diagrama relacional de actividades.....	52
3.7.3. Diagrama relacional de espacios.....	53
4. RESULTADOS.....	54
4.1. Formulación gel antibacterial con gluconato de clorhexidina.....	54
4.2. Análisis de la materia prima.....	54
4.2.1. Costo total de la fórmula de alcohol 70%.....	54
4.2.2. Costo total de la fórmula de alcohol 60% y gluconato de clorhexidina 0.5%.....	55
4.2.3. Comparación entre fórmulas.....	55
4.3. Especificaciones del diseño.....	56
4.3.1. Especificaciones de diseño de agitador.....	56
4.3.2. Especificaciones de diseño para la bomba.....	56
4.3.3. Especificaciones de diseño para la tubería del sistema.....	56
4.4. Diseño de la planta piloto.....	57
5. Discusión.....	58
6. Conclusiones.....	59
7. Recomendaciones.....	61
CITAS BIBLIOGRAFICAS3	
BIBLIOGRAFÍA.....	64
ANEXO.....	66

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Relaciones geométricas para un impulsor tipo turbina.....	10
Tabla 2. Composición de la formula base para gel antibacterial.....	17
Tabla 3. Especificaciones del agua Tipo II según CAP.....	21
Tabla 4. Formulación 1 para gel antibacterial de alcohol.....	32
Tabla 5. Formulación 2 para gel antibacterial de alcohol.....	32
Tabla 6. Formulación con alcohol y gluconato de clorhexidina.....	32
Tabla 7. Formulación para gel antibacterial de alcohol y amonio cuaternario....	33
Tabla 8. Análisis de la formulación 1.....	33
Tabla 9. Análisis de la formulación 2.....	34
Tabla 10. Análisis de la formulación 3.....	34
Tabla 11. Análisis de la formulación 4.....	35
Tabla 12. Variables de diseño del equipo.....	35
Tabla 13. Especificaciones técnicas de un tanque de agitación.....	37
Tabla 14. Propiedades del gel antibacterial.....	39
Tabla 15. Datos del fluido a transportar (agua).....	41
Tabla 16. Datos de la tubería.....	41
Tabla 17. Valores de k para los accesorios utilizados.....	45
Tabla 18. Datos del fluido a transportar (alcohol).....	49
Tabla 19. Numeración empleada para matriz diagonal.....	52
Tabla 20. Composición de gel antibacterial con gluconato de clorhexidina.....	54
Tabla 21. Costo total de producción formula de alcohol al 70%.....	54
Tabla 22. Costo total de producción fórmula de alcohol al 70% y clorhexidina al 0.5%.....	55
Tabla 23. Comparación de costo anual entre formula de alcohol y clorhexidina al 0.5%.....	55
Tabla 24. Especificaciones del diseño del tanque agitado.....	56
Tabla 25. Especificaciones de diseño de la bomba.....	56
Tabla 26. Especificaciones de diseño de la tubería del sistema.....	56

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Representación esquemática del proceso sol-gel.....	4
Figura 2. Equipo típico de agitación.....	7
Figura 3. Agitador de hélice de tres palas.....	8
Figura 4. Agitador de paletas compuestas.....	9
Figura 5. Agitador de turbina con carcasa.....	9
Figura 6. Simbología tanque agitado.....	10
Figura 7. Las cinco fuerzas competitivas.....	12
Figura 8. Diagrama de elaboración de gel antibacterial.....	18
Figura 9. Estructura química de Carbopol.....	19
Figura 10. Estructura química de la trietanolamina.....	19
Figura 11. Estructura química del etanol.....	20
Figura 12. Estructura molecular de la clorhexidina.....	20
Figura 13. Estructura química de la glicerina.....	21
Figura 14. Imagen SARS COV2.....	24
Figura 15. Pulmón atacado por el virus.....	24
Figura 16. Como inactiva el jabón al virus.....	24
Figura 17. Viscosímetro de Cannon-Fenske.....	25
Figura 18. Determinación de la densidad.....	26
Figura 19. Determinación de pH.....	27
Figura 20. Tanque de agitación.....	36
Figura 21. Dimensiones generales del tanque de agitación.....	40
Figura 22. Esquema de la planta.....	41
Figura 23. Esquema succión de la bomba.....	47
Figura 24. Distribución de planta piloto.....	57

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Antisépticos más comunes utilizados.....	67
Anexo B. Equipos empleados en la experimentación.....	68
Anexo C. Diagrama de relación entre el N° de potencia y el N° de Reynolds.....	70
Anexo D. Propiedades del agua.....	71
Anexo E. Velocidades del flujo.....	72
Anexo F. Valores de rugosidad absoluta.....	73
Anexo G. Diagrama de Moody.....	76
Anexo H. Constantes de pérdida por accesorios.....	77
Anexo I. Presión de vapor de agua.....	79
Anexo J. Datos de la bomba.....	80

# DISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO PARA PRODUCCIÓN DE GEL ANTIBACTERIAL EN LA PROVINCIA DE HUAURA

## RESUMEN

Las especificaciones y el diseño de equipos de una planta piloto que produzca gel antibacterial a base de alcohol y gluconato de clorhexidina en la Provincia de Huaura, sabiendo que el alcohol al no generar efecto residual permite adicionar otros antisépticos para mejorar sus actividades antibacterial y aumentar su tiempo de acción.

Luego de realizar el estudio y experimentación correspondiente se definió la capacidad de la planta (500 litros/semana), luego se realizó los cálculos y el dimensionamiento correspondiente de los equipos: las dos bombas centrífugas de 1 y 2 HP y el tanque de agitación respectivamente. La variable concentración de Carbopol como agente gelante fue determinante para la formulación del producto: 2, 1 y 0,5 kg/kg producto; determinando que la de 0.5 se obtiene un gel de mejor viscosidad y con características fisicoquímicas y microbiológicas que cumple los requerimientos técnicos. La distribución de la Planta se estableció mediante el método de Muther.

Las cinco fuerzas competitivas de Porter nos ha servido para determinar el posible ingreso de nueva empresa al mercado.

En el experimento el costo de elaboración del producto que fue de S/ 4.52/litro el cual no es muy distante el costo del producto que contiene únicamente alcohol (S/ 4.2/litro), siendo mayores los beneficios en la salud del primero. El gel obtenido es competitivo en el mercado por cuanto su costo es menor al de productos comerciales.

**PALABRAS CLAVE:** /PLANTA PILOTO/DISEÑO/GEL ANTIBACTERIAL/ ALCOHOL ETILICO/ GLUCONATO DE CLORHEXIDINA/ MEZCLA/ COVID 19

# **DESIGN OF A PILOT PLANT FOR THE PRODUCTION OF ANTIBACTERIAL GEL IN THE PROVINCE OF HUAURA**

## **RESUME**

The specifications and equipment design of a pilot plant that produces alcohol-based antibacterial gel and chlorhexidine gluconate in the Province of Huaura, knowing that alcohol, since it does not generate a residual effect, allows the addition of other antiseptics to improve its antibacterial activities and increase its action time.

After carrying out the corresponding study and experimentation, the capacity of the plant (500 liters/week) was defined, then the calculations and the corresponding sizing of the equipment were carried out: the two 1 and 2 HP centrifugal pumps and the agitation tank, respectively. . The variable concentration of Carbopol as gelling agent was decisive for the formulation of the product: 2, 1 and 0.5 kg/kg product; determining that 0.5 a gel with better viscosity and with physicochemical and microbiological characteristics that meets the technical requirements is obtained. The distribution of the Plant was established using the Muther method.

Porter's five competitive forces has helped us to determine the possible entry of a new company into the market.

In the experiment, the cost of manufacturing the product was S/ 4.52/liter, which is not very distant from the cost of the product that contains only alcohol (S/ 4.2/liter), with the health benefits of the former being greater. The gel obtained is competitive in the market because its cost is lower than that of commercial products.

**KEY WORDS: /PILOT PLANT/DESIGN/ ANTIBACTERIAL GEL/ ETHYL ALCOHOL/  
CHLORHEXIDINE GLUCONATE/ MIXTURE/ COVID 19**

## INTRODUCCION

Uno de los problemas que preocupan al área de la salud, a nivel mundial, es la resistencia a los agentes antimicrobianos, generada por los cambios moleculares que sufren los microorganismos (bacterias, virus, hongos o parásitos), derivados del mal uso o la calidad deficiente de los medicamentos, los cuales generan ineficiencia en la prevención y el tratamiento de infecciones varias.

La crisis generada por el virus Sars Cov2 que ocasiona la enfermedad COVID19, establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una Emergencia en Salud Pública de Importancia Internacional (ESPII), presentó el primer caso en Perú el 06 de marzo del año 2020, situación que genero pánico en el país y como consecuencia de ello la población en su mayoría hizo las denominadas “compras de pánico” la misma que provoco el incremento de compras de productos de limpieza y aseo y cuidado personal, por ejemplo se incrementaron el gel antibacterial en 500% de acuerdo a los informes estadístico, muchos de estos productos contienen el compuesto 5-cloro-2-(2,4 diclorofenoxi)-fenol, conocido como marca registrada Triclosan®, el cual es un agente antimicrobial de amplio espectro, usado como aditivo en los productos cosméticos; es un derivado biosida de carácter aromático policlorado, insoluble en el agua, acumulable en el hígado por su carácter apolar, cancerígeno, hepatóxico y altamente perjudicial para el medio ambiente; además su uso inadecuado y excesivo genera factores de resistencia a los antimicrobianos de uso común, a pesar de la restricción establecida en la Resolución N° 1953 de la Comunidad Andina de Naciones (CAN) .

Al crear la necesidad de uso de gel antibacterial, para disminuir la transmisión de enfermedades y en reemplazo a lavarse las manos (ya que no siempre se tiene cerca agua y jabón), este producto tuvo un ingreso rápido al mercado y desde entonces ha tenido una madurez estable.

El gel antibacterial no es un sustituto para el jabón, debido a que el uso del gel

no reemplaza en efectividad de un buen lavado de manos. El gel se establece como complemento debido a que al utilizarlo aumenta la protección antibacterial, pero se debe tener en cuenta que su efectividad depende de su uso adecuado y en cantidades suficientes.

La parte experimental consistió en obtener los valores de concentración de cada compuesto en el gel, considerando los recomendados en la literatura. Además de incorporar otro aséptico, que es el gluconato de clorhexidina, ampliando el espectro de ataque a microorganismos y teniendo un gel con efecto residual, que puede seguir actuando por un largo periodo de tiempo.

El cambio de la formulación, está relacionado con la mejora continua que deben tener los productos, pasando de la composición habitual, a productos que tengan una característica extra que de ventaja sobre los competidores.

El objetivo de la planta es diseñar los equipos necesarios para elaborar un producto rentable, que cumpla las características fisicoquímicas y microbiológicas especificadas en las normas regulatorias, que pueda ser comercializada a nivel local.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1. Gel

Un gel (del latín gelu-frío, helado o gelatus-congelado, inmóvil) es un sistema coloidal donde la fase continua es sólida y la discontinua es líquida. Los geles presentan una densidad similar a los líquidos, sin embargo su estructura se asemeja más a la de un sólido. El ejemplo más común de gel es la gelatina comestible.

Ciertos geles presentan la capacidad de pasar de un estado coloidal a otro, es decir, permanecen fluidos cuando son agitados y se solidifican cuando permanecen inmóviles. Esta característica se denomina tixotropía. El proceso por el cual se forma un gel se denomina gelación.

Reemplazando el líquido con gas es posible crear aerogeles, materiales con propiedades excepcionales como densidades muy bajas, elevada porosidad y excelente aislamiento térmico.

Finalmente, si se elimina la mayor parte del líquido, entonces el sólido quebradizo obtenido se llama xerogel o un aerogel, dependiendo del método de secado. (Pierre, 1998).

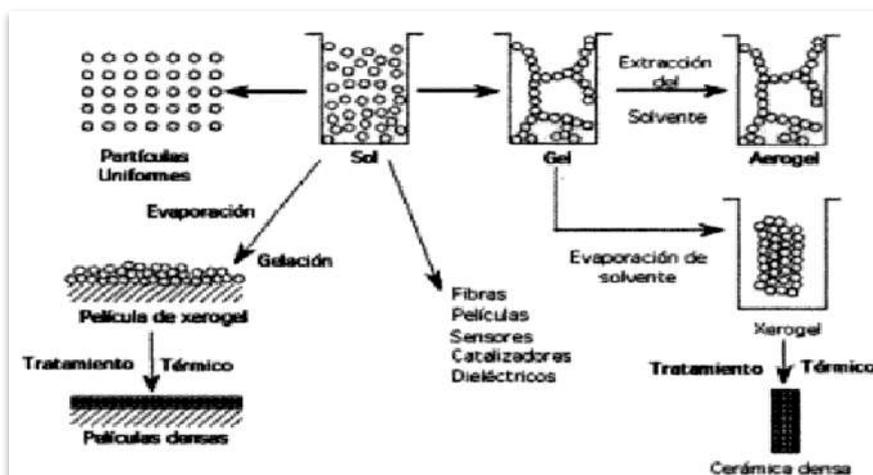


Figura 1. Representación Esquemática del Proceso sol-gel (Pierre, 1998)

## **1.2. Gelificación.**

Se forma un gel cuando la dispersión homogénea presente en la solución inicial se rigidiza. Este proceso, llamado gelificación, previene el desarrollo desigual dentro del material.

Una solución, puede transformarse en un gel coloidal (o polimérico) pasando por lo que se denomina punto de gel. Prácticamente, es en este punto que la solución cambia bruscamente de un estado líquido viscoso a una fase sólida llamada gel. (Pierre, 1998)

## **1.3. Dispersiones coloidales**

Según Hiemenz: "Cualquier partícula cuyas dimensiones estén entre  $10^{-9}\text{m}$  (10 Å O 1 nm) y  $10^{-6}\text{m}$  se considera un coloide". (Aunque esos límites son arbitrarios, definen una región).

Otras formas de definir a los coloides pueden ser en función de la masa de las partículas, su número, etc. D.J. Shaw dice que la mayoría de los sistemas coloidales son "microheterogéneos". La química de los coloides es una ciencia de:

- Las grandes moléculas (macromoléculas); y
- Los sistemas multifase finamente divididos (partículas pequeñas).

Otras características de los sistemas coloidales son: forma y tamaño de las partículas (que definen su morfología), propiedades superficiales (incluyendo a las eléctricas), e infracciones partícula-partícula y partícula-solvente.

Los efectos de adsorción y de doble capa eléctrica, que determinan una buena parte de las propiedades físicas de los sistemas coloidales, tiene lugar en la interfase entre la fase dispersa y el medio de dispersión.

Algunas áreas donde las partículas/gotas/burbujas se encuentra en estado coloidal son:

- Química Industrial: catálisis, jabones y detergentes, pinturas, adhesivos, tinta, papel, agentes de espesamiento, pigmentos.

- Química analítica: intercambio iónico, cromatografía.jdtffghhcfchgh vsfv
- Medio ambiente, aerosoles, nieblas, humo, espumas, suelos, polvo.
- Biología: proteínas, sangre, ácidos nucleicos, virus.
- Materiales: aleaciones, cerámicas, cemento, fibras, plásticos.
- Consumo Doméstico: leche, cerveza, mayonesa, cosméticos.

1.3.1. **Dispersiones liófabas.** Cuando hay poca atracción entre la fase dispersa y el medio de dispersión es liófabo (que rechaza al solvente). Las dispersiones hidrófobas están constituidas por partículas que no están hidratadas, de manera que las moléculas de agua interactúan o se atraen entre sí con la preferencia a solvatar las partículas; son intrínsecamente inestables e irreversibles. Su gran energía libre superficial no disminuye por solvatación. El proceso de dispersión no tiene lugar de forma espontánea, y una vez que el medio de dispersión se ha separado de la fase dispersa, la dispersión no se puede reconstituir fácilmente.

1.3.2. **Dispersiones liófilas.** Cuando hay una atracción considerable entre la fase dispersa y el vehículo líquido, o sea que hay gran solvatación, se dice que el sistema es liófilo (afín al solvente). Si el medio de dispersión es el agua se dice que el sistema es hidrófilo; se forman espontáneamente cuando el vehículo líquido entra en contacto con la fase sólida- Son termodinámicamente estables y reversibles, o sea que se reconstruyen fácilmente aun después de que el medio de dispersión se ha extraído de la fase sólida. (Gennaro, 2003)

## 1.4. Operaciones unitarias utilizadas en la producción de gel antibacterial.

1.4.1. **Agitación.** La agitación es una operación mediante la cual se crea movimientos violentos e irregulares en el seno de una materia fluida. (Ocon & Vian, 1976)

Los líquidos se agitan dependiendo de los objetivos de la etapa del proceso, estos fines son:

- a) Suspensión de partículas sólidas.
- b) Mezcla de líquido miscible.
- c) Dispersión de un gas en un líquido en forma de burbujas.
- d) Dispersión de un segundo líquido, inmiscible con el primero, para formar una emulsión o suspensión de gotas diminutas.
- e) Promover la transferencia de calor entre líquido y un serpentín o una chaqueta.

1.4.2. **Equipo de agitación.** Los líquidos se agitan comúnmente en tanques cilíndricos, la parte superior puede estar abierta o cerrada al aire. El fondo del tanque es redondeado con el fin de evitar zonas muertas. La altura del líquido es aproximadamente el diámetro del tanque. El rodete va instalado sobre un eje vertical que es acondicionado por un motor conectado directamente o a través de un reductor de velocidad. También puede tener chaquetas o serpentines para controlar la temperatura. (McCabe & Smith, 1981) Figura 2. Equipo típico de agitación (McCabe & Smith, 1981)

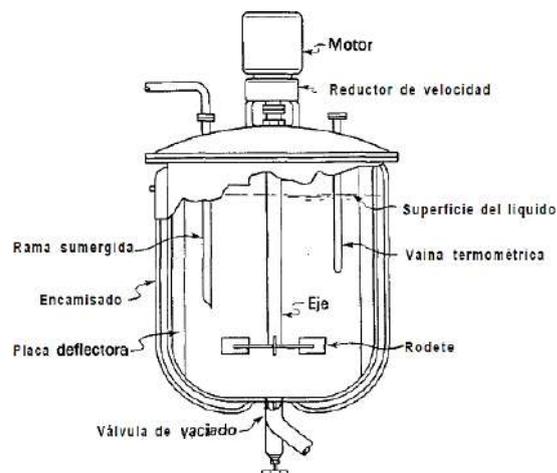


Figura 2. Equipo típico de agitación (McCabe & Smith, 1981)

1.4.3. **Tipo de agitadores.** Los agitadores se dividen en dos clases, los que generan corrientes paralelas al agitar y los que generan corrientes en dirección tangencial o radial.

Distinguimos los siguientes tipos de agitadores:

- Agitador de hélice (flujo axial)
- Agitador de paletas (flujo radial)
- Agitador de turbina (flujo radial)

1.4.4. **Agitadores de Hélice.** Un agitador de hélice es de flujo axial. Opera a grandes velocidades y se utiliza para fluidos de baja viscosidad. Los rangos de velocidades promedio están entre 200-400 rpm, en algunos casos superan las 1000 rpm, por lo que se crea una zona de alta turbulencia cerca del rodete. Impulsan corrientes de fluido desde el rodete hasta el fondo del tanque. Son más eficaces en tanques de gran tamaño, en los cuales se utilizan varios agitadores de este tipo. Son baratos, pequeño consumo y rendimiento.

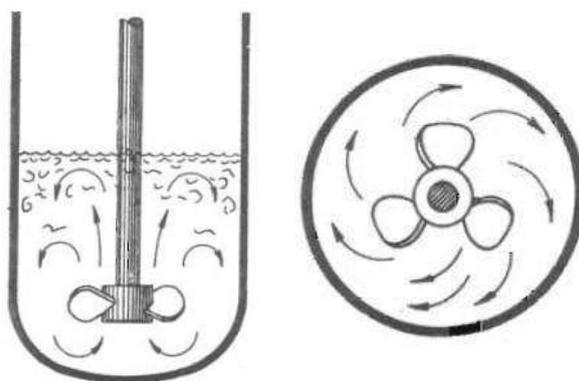


Figura 3. Agitador de hélice de tres paletas (Ocon & Vian 1976)

1.4.5. **Agitadores de paletas.** Un agitador de paletas genera un flujo radial, son menos efectivos y consumen más energía que los agitadores de hélice o turbina, están conformados por dos o tres paletas que normalmente giran a velocidades bajas o moderadas en el centro del tanque, impulsando el líquido radialmente hacia las paredes del tanque sin que exista movimiento vertical a menos que las paletas estén inclinadas. Se utilizan para líquidos viscosos y pueden adaptarse a la forma del tanque en el fondo. La longitud de los brazos oscila entre  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{1}{3}$  del diámetro del tanque y al altura varía entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{1}{8}$  de dicha longitud.

Trabajan conjuntamente con un agitador de paleta de otro tipo que gira a velocidades elevadas en sentido opuesto. Para velocidades elevadas se debe colocar deflectores, de lo contrario el líquido se desplaza a alta velocidad pero con poca mezcla.

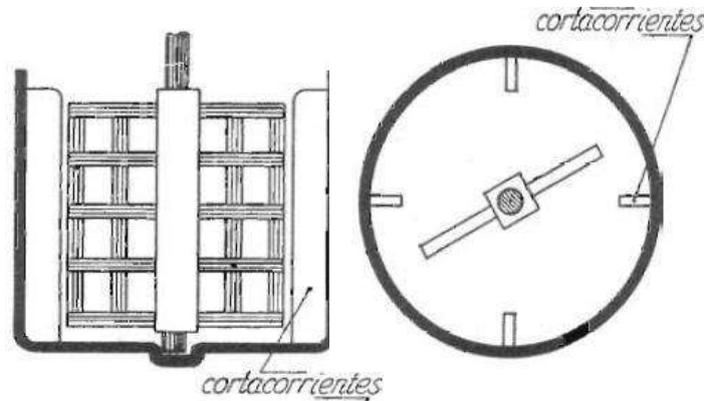


Figura 4. Agitador de paletas compuesta (Ocon & Vian, 1976)

1.4.6. **Agitadores de turbina.** Un agitador de turbina tiene más de tres palas. Se puede decir que un agitador de turbina es un agitador de paletas con mayor número de palas más pequeño. Estos agitadores pueden trabajar con líquidos viscosos y poco viscosos, giran a altas velocidades y pueden ser abiertos o cerrados al colocar el anillo, producen corrientes muy intensas en líquidos poco ligeros. Estas corrientes se dirigen a todo el tanque y evita las corrientes muertas. El diámetro del rodete es  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{2}{3}$  del diámetro del tanque, la altura de las palas  $\frac{1}{10}$  de este. Las corrientes principales son tangenciales y radiales, los cuales producen vórtices, que deben ser eliminados usando placas deflectoras.

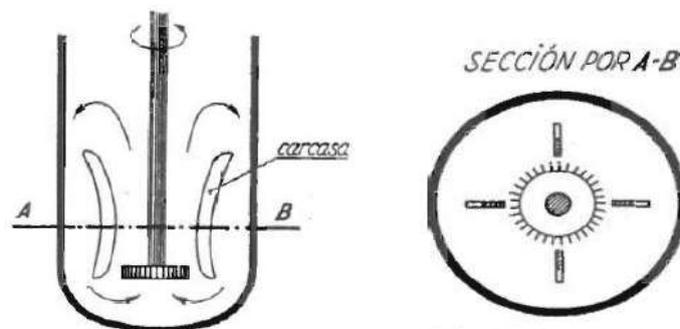


Figura 5. Agitador de turbina con carcasa (Ocon & Vian, 1976)

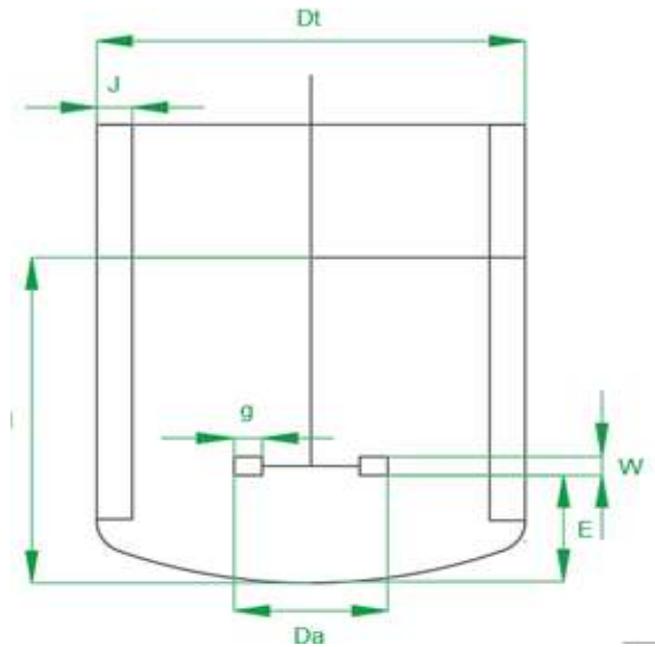


Figura 6. Simbología tanque agitado

**Tabla 1. Relaciones geométricas para un impulsor tipo turbina.**

$$\frac{H}{Dt} = 1 \quad (1)$$

$$\frac{Da}{Dt} = \frac{1}{3} \quad (2)$$

$$\frac{E}{Dt} = \frac{1}{3} \quad (3)$$

$$\frac{W}{Da} = \frac{1}{5} \quad (4)$$

$$\frac{g}{Da} = \frac{1}{4} \quad (5)$$

$$\frac{J}{Dt} = \frac{1}{12} \quad (6)$$

Dónde:

Da=Diámetro del agitador

W= Altura de las paletas

g= Ancho de las paletas

E= Altura del agitador sobre el fondo

H= Altura del nivel del líquido

Dt= Diámetro del tanque

J= Ancho de los deflectores (Geankopolis, 1998)

1.4.7. **Bombas de fluidos.** Los dos tipos principales de bombas utilizadas en las industrias de proceso son centrífugas y de desplazamiento positivo.

1.4.7.1. **Bomba centrífuga.** Una bomba centrífuga es un tipo de bomba hidráulica que sirve para transformar la energía mecánica de un impulsor o rodete en energía cinética o de presión de un fluido incompresible. Por lo tanto, la bomba centrífuga convierte la energía con la que es accionada, en este caso mecánica, en energía.

Para hacer funcionar una bomba centrífuga existen los siguientes pasos: primero, el fluido entra por el centro del rodete o impulsor de la máquina. Éste dispone de una paleta curva, denominada álabe, que sirve para conducir el fluido.

Después, debido a la fuerza centrífuga que produce la bomba, el fluido es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba.

Finalmente, gracias a la estructura de la maquinaria, el fluido es conducido hacia las tuberías de salida.

**1.4.4.2. Bomba de desplazamiento positivo.** Un volumen de líquido queda atrapado en una cámara, que disminuye en volumen y aumenta la presión antes de la descarga. Estos pueden ser alternativos (por ejemplo, pistón y cilindro) o rotacionales (por ejemplo, dos engranajes giratorios entrelazados). Por lo tanto, las bombas de desplazamiento positivo entregan una cantidad definida para cada rotación parcial del positivo.

Las bombas de desplazamiento positivo se utilizan cuando el líquido tiene una alta viscosidad, un caudal bajo o una combinación de ambos.

**1.4.4.3. Eficiencia de una bomba.** La eficiencia de la bomba es la relación entre la potencia de agua entregada por una bomba centrífuga y la potencia de frenado entregada al eje de la bomba. Al seleccionar una bomba, una preocupación clave es optimizar la eficiencia del bombeo. El uso de energía en una instalación de bombeo está determinado por el flujo requerido, la altura

elevada y las características de longitud y fricción de la tubería. La potencia requerida para conducir una bomba se define simplemente usando unidades SI mediante la siguiente ecuación 7:

$$P = BHP = \frac{\rho g Q H}{\eta} \quad (7)$$

Dónde:

P= es la potencia de entrada requerida (W)

BHP= es la potencia de freno

$\rho$ = es la densidad del fluido ( $\text{kg} / \text{m}^3$ )

g=es la aceleración estándar de la gravedad ( $9.81 \text{m/s}^2$ )

H=es la altura neta de la bomba agregada al flujo (m)

Q: es el caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$\eta$ : es la eficiencia de la bomba

### 1.5. Análisis de las fuerzas de Porter.

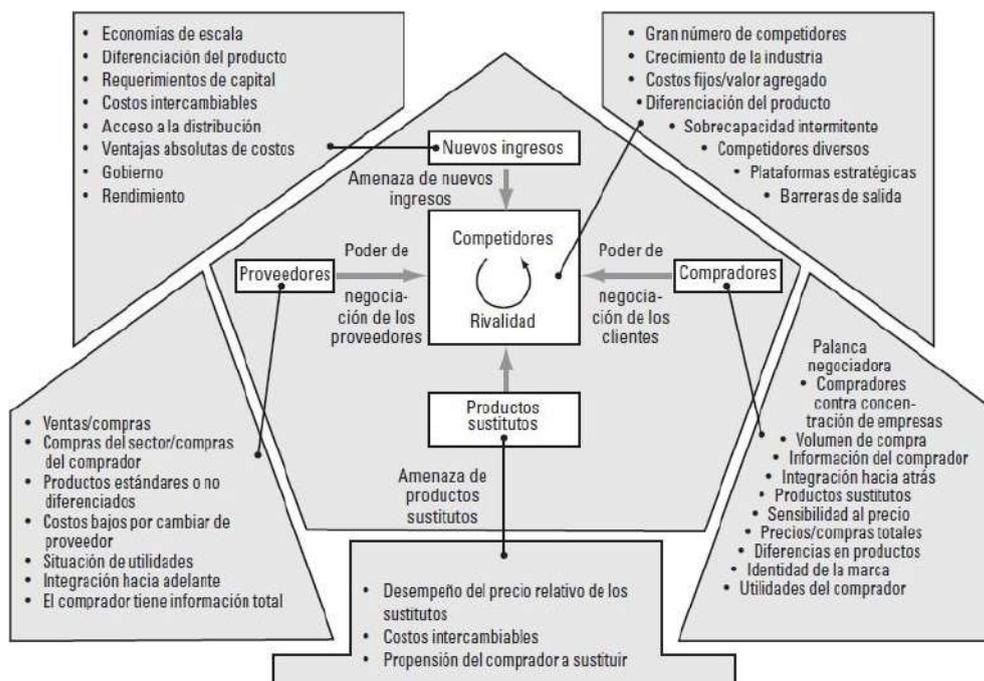


Figura 7. Las cinco fuerzas competitivas de Porter (Torres, 2014)

Michael Porter sostiene en su primer libro “Estrategia Competitiva” que el potencial de rentabilidad de una empresa viene definido por cinco fuerzas que son:

- El poder del cliente.
- El poder del proveedor.
- Los nuevos competidores entrantes.
- La amenaza que generan los productos sustitutivos y
- La naturaleza de la rivalidad.

La utilidad de esta herramienta de gestión es que las empresas pueden analizar y medir sus recursos frente a estas cinco fuerzas. A partir de allí, estarán en condiciones óptimas para establecer y planificar estrategias que potencien sus oportunidades o fortalezas para hacer frente a las amenazas y debilidades.

#### **1.5.1. Poder de negociación de los clientes**

Porter considera que cuando más se organicen los consumidores, más exigencias y condiciones impondrán en la relación de precios, calidad de servicios, por tanto, la empresa contara con menos margen y el mercado será entonces menos atractivo. Además, el cliente tiene la potestad de elegir cualquier otro servicio o producto de la competencia. Esta situación se hace más visible si existen varios proveedores potenciales.

Ante esta amenaza se puede recurrir a diversas estrategias como:

- Aumentar la inversión en marketing y publicidad
- Mejorar los canales de venta
- Incrementar la calidad del producto y/o servicio o reducir su precio
- Proporcionar un nuevo valor añadido.

#### **1.5.2. Poder de negociación de los proveedores**

Cuando los proveedores cuentan con mucha organización dentro de su sector, recursos relevantes y condiciones sobre precios y tamaños de los pedidos, es cuando hacen mercado más atractivo. Aquí medimos lo fácil que es para nuestros proveedores variar precios, plazos de entrega, formas de pago o incluso cambiar el estándar de calidad. Cuanta menor base de proveedores, menor poder de negociación tendremos.

Algunas de las estrategias a seguir para no depender de un solo proveedor o encontrar mejores opciones son:

- Aumentar nuestra cartera de proveedores
- Establecer alianzas a largo plazo con ellos
- Pasar a fabricar nuestra propia materia prima.

### **1.5.3. Amenaza de nuevos competidores entrantes**

Si las barreras de entrada a una industria no son muy accesibles, entonces, no es atractiva. La amenaza está en que pueden llegar otras empresas con los mismos productos y nuevos recursos que se adueñen de esa parte del mercado.

En ese sentido, las barreras más importantes para preservar nuestra cuota de mercado son:

- Economía de escala: las grandes compañías logran niveles de producción mucho mayor que las más pequeñas y eso trae como consecuencia una reducción de los costos.
- Diferenciación del producto.
- Inversiones de capital.
- Acceso a los canales de distribución para que el cliente puede consumir el producto final.
- Barreras legales como todo tipo de normativas marcadas de carácter obligatorio que varían el país.
- Identificación de marca.
- Diferenciación del producto.
- Experiencia acumulada.
- Movimientos de organizaciones ya sentadas.

Para hacer frente a esta amenaza podemos:

- Mejorar/aumentar los canales de venta.
- Aumentar la inversión en marketing y publicidad.
- Incrementar la calidad del producto o reducir su precio.
- Proporcionar nuevos servicios/características como valor añadido a nuestro cliente.

### **1.5.4. Amenaza nuevos productos sustitutos**

Un mercado o segmento no será atractivo si hay productos sustitutos o cuando son más avanzados tecnológicamente o presentan precios más bajos. Estos productos Y/o servicios suponen una amenaza porque suelen establecer un límite al precio que se puede cobrar por un producto. Debemos estar siempre

atentos a las novedades de nuestro sector y a la influencia ue dichas novedades pueden tener sobre nuestra organización.

Para combatirlo proponemos algunas estrategias:

- Mejorar los canales de venta.
- Aumentar la inversión del marketing.
- Incrementar la calidad del producto o reducir su costo
- Diversificar la producción hacia posibles productos sustitutos.

#### **1.5.5. Rivalidad entre competidores**

Este factor es el resultado de los cuatro anteriores y es el que proporciona a la organización la información necesaria para el establecimiento de sus estrategias de posicionamiento en el mercado. Cada competidor establece las estrategias con las que destacar sobre los demás. De tal modo, ue una fuerte rivalidad se traduce en muchas estrategias. La rivalidad aumenta si los competidores son muchos, están muy bien posicionados o tiene costos fijos, entre otros factores. En estos casos, se trataría de mercados poco atractivos.

Ante la rivalidad entre competidores es conveniente:

- Aumentar la inversión en marketing.
- Incrementar la calidad del producto.
- Rebajar nuestros costos fijos.
- Asociarse con otras organizaciones.
- Proporcionar un valor añadido a nuestros clientes.
- Mejorar la experiencia de usuario.

## 2. MARCO EXPERIMENTAL

En este capítulo se describen el procedimiento para la elaboración del producto, las materias primas y los materiales, también se detalla el análisis de las fuerzas competitivas y la metodología para la distribución de la planta. Se analizan las fuerzas competitivas (fuerzas de Porte) que dificultan el ingreso de una nueva empresa a un mercado competitivo.

### 2.1. Parte experimental

#### 2.1.1. Materiales y Equipos

- Balanza analítica R=(0-3000)g Ap=±0001g
- Vaso de precipitación R=(0-500)ml Ap=±100ml
- Probeta R=(50-500)ml Ap=±5ml  
R=(50-1000)ml Ap=±10ml
- Viscosímetro de Cannon-Fenske k= 0.035
- Cronómetro Ap=0.01s
- Tamiz N°40(0.354mm)
- Agitador mecánico
- Pipeta Pasteur

#### 2.1.2. Materias primas

- Agua destilada  $H_2O$
- Alcohol etílico (96°)  $H_2H_6O$
- Trietanolamina  $C_6H_{15}NO_3$
- Carbopol  $-[-CH_2-CH(COOH)-]_n-$
- Glicerina  $C_3H_8O_3$
- Gluconato de clorhexidina (20°)  $C_{22}H_{30}N_{10}Cl_2$

**2.1.3. Formulación del gel antibacterial.** En la tabla 2 se presenta al composición porcentual de la fórmula base.

**Tabla 2. Composición de la fórmula base para gel antibacterial**

<b>Materia Prima</b>	<b>Cantidad %</b>	<b>Especificación</b>
Alcohol	74.00	Antiséptico
Carbopol	0.20	Gelificación
Agua	25.59	Solvente
Trietanolamina	0.11	Control de pH
Glicerina	0.10	Humectante

**2.1.4. Procedimiento para la elaboración de gel antibacterial**

- a) Tamizar el Carbopol en un tamiz N°40 (0.354mm) para romper las aglomeraciones que pueden causar problemas al agitarlo en el agua.
- b) Añadir un tercio del agua y colocar el Carbopol manteniendo la agitación constante hasta formar una pasta homogénea sin grumos.
- c) Añadir el antiséptico (alcohol y gluconato de clorhexidina) manteniendo una agitación continua.
- d) Añadir la glicerina y el neutralizador de pH (trietanolamina); observar como aumenta la viscosidad.
- e) Después de un lapso de tiempo, cuando el gel obtenga consistencia, se le agregara el agua restante.
- f) Envasar y almacenar.

El procedimiento se detalla a continuación en el diagrama de la figura 8.

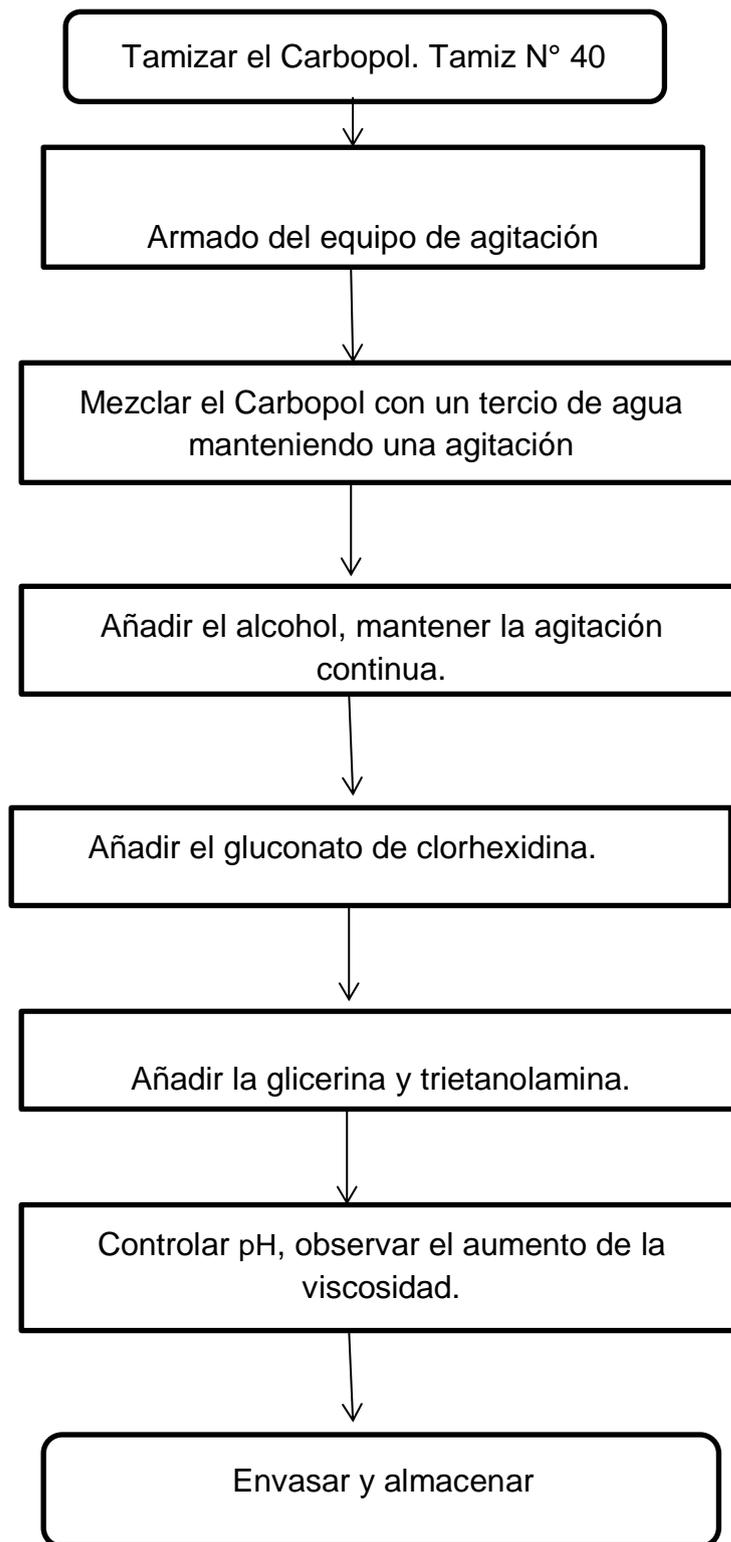


Figura 8 Diagrama para elaboración de gel antibacterial.

## 2.2. Caracterización de la materia prima.

**2.2.1. Carbopol,  $[-CH_2-CH(COOH)-]_n$  – .** Polímero del ácido acrílico. Los 930, 940, 941 son los más empleados. Polvo blanco de olor ligeramente acético. Es un producto ácido que al ser neutralizado amplía satisfactoriamente su poder espesante, de allí que se emplea para espesar un medio alcalino o previamente se neutraliza con una base, facilitando entonces la formación del gel. Entre las bases utilizadas se emplean productos pertenecientes al grupo de las aminas etoxiladas como son los tensoactivos no iónicos comercializados como Ethomeen.

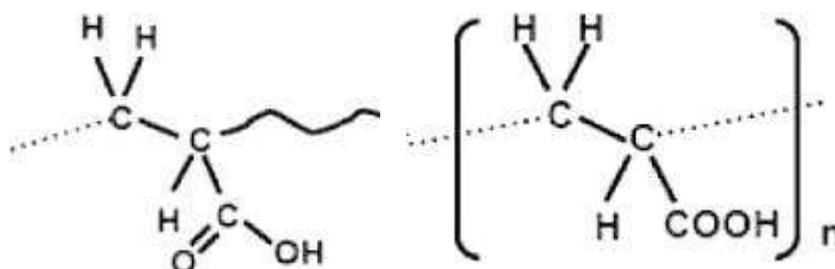


Figura 9. Estructura química del Carbopol (Cremonesi, 2014)

**2.2.2. Trietanolamina (TEA),  $C_6H_{15}NO_3$ .** La trietanolamina, también denominada nitrilotrietanol o trihidroxiethylamina, es un compuesto químico orgánico integrado por una amina terciaria y tres grupos hidroxilos. Es una base débil debido al par libre de electrones que posee el nitrógeno, exhibe características bifuncionales de amina terciaria y un triol, posee una gran versatilidad para formar sales, aminas o ésteres. Soluble en el agua y en compuestos oxigenados. Neutraliza el pH ácido que tiene la mezcla debido al Carbopol (ácido débil). Se utiliza en la industria de cosméticos, fotografía, cemento y concreto, agricultura y pintura.

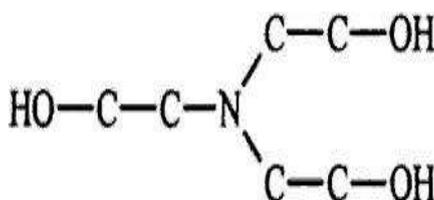


Figura 10. Estructura química de la trietanolamina (Marcel Dekker, Inc., 2003)

**2.2.3. Etanol 96%, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O.** Se trata de un líquido que se genera a partir de la fermentación de productos que presentan una elevada cantidad de carbohidratos. Es un alcohol utilizado como desinfectante, desnaturaliza proteínas y disuelve lípidos, destruye efectivamente muchos tipos de células bacterianas y virales, ineficaz contra esporas. Produce un descenso rápido de la cantidad de microorganismos en cortos periodos de tiempo. Según la OMS se debe emplear en la piel a una concentración de 70%, el alcohol presenta una mayor actividad en presencia del agua, por tanto, un alcohol al 70% tiene un mayor rendimiento bactericida que uno de 96% y en más bajas no son efectivas.

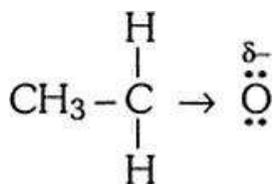


Figura 11. Estructura química del etanol (Garcia, Teijon, Olmo & Garcia, 2996)

**2.2.4. Gluconato de clorhexidina, C<sub>22</sub>H<sub>30</sub>N<sub>10</sub>Cl<sub>2</sub>.** Soluble en agua y en alcohol, tiene una baja toxicidad y la capacidad de adherirse a las mucosas, a la película adquirida y a los microorganismos. Tiene un amplio espectro de acción contra microorganismos grampositivos y gramnegativos, levaduras y algunos virus lipófilos. Posee baja absorción cutánea, es poco irritable en la piel. Su actividad no se ve afectada por material orgánico como la sangre. Su actividad se reduce por aniones inorgánicos, surfactantes no iónicos y cremas que contengan compuestos aniónicos que formen emulsiones.

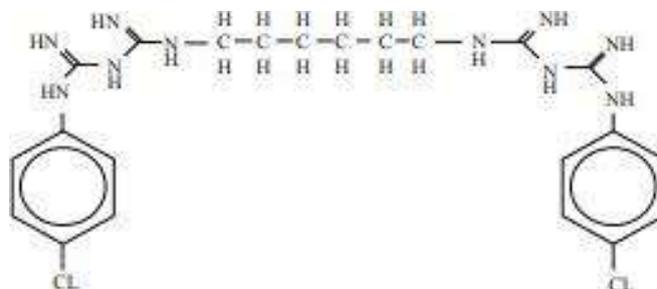


Figura 12. Estructura molecular de la clorhexidina. (Maya, Ruiz, Pacheco, Valderrama & Villegas, 2011)

**2.2.5. Glicerina (propanotriol), C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>.** Líquido incoloro, inodoro y viscoso, es un alcohol polihidroxílico, con alto punto de ebullición. Soluble en el agua, pero no en hidrocarburos ni ésteres. Utilizado como fijador sintético. Se utiliza en la industria alimenticia, cosmética, aseo, farmacéutica y tabacalera. Tiene propiedades humectantes al estar mezclada con agua o alcohol (Alores, Caballero, González & Pozas, 2006).

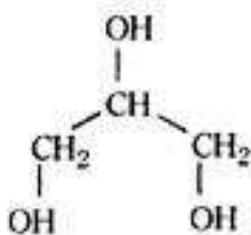


Figura 13. Estructura química de la glicerina (Albores, Caallero, González & Pozas, 2006)

**2.2.6. Agua purificada Tipo II.** Afinado final del agua hasta una conductividad < 1 µS/cm. Se realiza con resina de intercambio iónico de lecho mixto. Para la obtención de este tipo de agua se debe filtrar el agua bruta y posteriormente ser sometida a una desionización directa.

**Tabla 3. Especificaciones del agua Tipo II según el CAP**

Parámetro	Valor
Resistencia específica a 25 °C (MΩ/cm)	2.0
Determinada en el efluente silicatos (mg/l, como SiO <sub>2</sub> )	0.1
pH	NA
Contenido microbiológico (UFC/ml)	1000
Materia particulada (>0.2µm)	NA

(Fernandez & Mazziotta, 2005)

### 2.2.7. Normas Técnicas para la producción de alcohol en gel.

A continuación, se mencionan la ley general de la Salud, Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, D.S. N° 008-2017-SA y La Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID), que brindan el panorama que debe afrontar el proyecto, en relación con la producción y comercialización de productos farmacéuticos y galénicos en Perú.

- **Ley N° 26842 – Ley General de Salud**

El capítulo III, trata sobre los productos farmacéuticos y galénicos, y de los recursos terapéuticos naturales. En los artículos 49, 56 y 59 se presentan temas como el control sanitario de los productos farmacéuticos, requisitos para la fabricación o almacenamiento de estos productos y control de calidad que se les debe realizar.

**Artículo 49°.-** La Autoridad de Salud de nivel nacional es la encargada del control sanitario de los productos farmacéuticos y galénicos, así como de velar por el cumplimiento de las disposiciones que sobre la materia se establecen en la presente ley y el reglamento. (Presidente de la República, 1997, p. 15).

**Artículo 56°.-** Para desarrollar sus actividades, las personas naturales o jurídicas que se dedican a la fabricación o almacenamiento de productos farmacéuticos o ejecuten parte de los procesos que estas comprenden, deben disponer de locales, equipo técnico y de control adecuados y suficientes según lo establece el reglamento. Así mismo, deben ceñirse a las Buenas Prácticas de Manufactura, de Laboratorio y de Almacenamiento recomendadas por la Organización Mundial de la Salud o a las que dicte la Autoridad de Salud de nivel nacional, y a las normas técnicas de fabricación según corresponda. (Presidente de la República, 1997, p. 18).

**Artículo 59°.-** El control de calidad de los productos farmacéuticos y demás productos que correspondan es obligatorio, integral y permanente. Para garantizar su calidad, las empresas fabricantes, bajo responsabilidad, deben contar con un sistema de control de calidad, que abarque todos los aspectos del proceso de elaboración, desde las materias primas empleadas hasta los productos terminados. (Presidente de la República, 1997, p. 19).

- **Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, D.S. N° 008-2017- SA.**

Reglamento de la Ley General de la Salud, donde se brindan los requisitos para la Autorización Sanitaria para la Importación de Desinfectantes y Plaguicidas de uso doméstico o en salud pública no destinados al comercio, además se describen los requisitos para la etiqueta del envase, uso y manejo del producto, dosis de aplicación de los desinfectantes. (Ministerio de Salud, 2017).

- **La Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID).**

Base Legal que permite autorizar el Registro Sanitario Control y Vigilancia Sanitaria de Productos Farmacéuticos y Afines. (Ministerio de Salud, 2008).

**2.2.8. COVID 19.** El coronavirus SARS-CoV-2 es un nuevo tipo de coronavirus que afecta a las personas y que se detectó por primera vez en diciembre de 2019 en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, en China. Mayoritariamente, en un 80% de los casos, solo produce síntomas leves respiratorios y los pacientes se recuperan de la enfermedad sin necesidad de recibir tratamiento hospitalario. Alrededor del 15% desarrollan una enfermedad grave y requieren oxígeno y el 5% llegan a un estado crítico y precisan cuidados intensivos.

El virus se conoce como corona virus SARS COV2 y la enfermedad que produce como COVID 19.

El virus se propaga, principalmente, por medio de gotas respiratorias entre personas que están en contacto cercano. Esas partículas tienen diferentes tamaños, desde las más grandes, 'gotículas respiratorias', hasta las más pequeñas, llamadas 'aerosoles'.

Las gotículas respiratorias se generan con la tos o el estornudo de una persona enferma. Estas secreciones infectan a otra persona si entran en contacto directo con la nariz, los ojos o la boca. Por ello, es importante taparse la boca con pañuelos o con la cara interna del codo al toser y lavarse las manos con frecuencia. Este tipo de contagio es más probable si alguien está en contacto cercano (menos de 1 metro de distancia) con una persona infectada.

Los aerosoles. La transmisión por aerosoles puede producirse, sobre todo, en espacios interiores, en los que hay mucha gente y que están mal ventilados. Si en esos espacios hay personas infectadas durante mucho tiempo, estas microgotas respiratorias, llamadas aerosoles, pueden permanecer en el ambiente e infectar a otras personas de la misma estancia, aunque no estén tan cercanas a las personas infectadas. Esto puede ocurrir en reuniones de amigos o familiares, restaurantes, clases de gimnasia, oficinas u otros lugares, sobre todo si no se usa mascarilla, no se limita el aforo ni se realiza la ventilación necesaria. Se están realizando más estudios para comprender mejor las condiciones en las que se produce la transmisión por aerosoles.

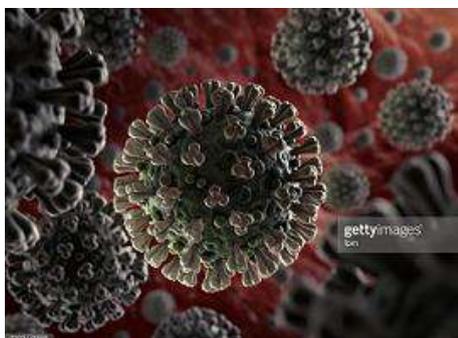
Superficies. Según el último informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), no se han encontrado pruebas concluyentes de que el coronavirus se contagie a través del contacto con superficies artificiales como teclados, pomos

de puertas o barandillas. Los estudios que se han realizado en el laboratorio NO concluyen que el virus pueda sobrevivir de dos a tres días a una temperatura de 37 grados en materiales como vidrio, tela, metal, plástico o papel. Aunque no se tiene constancia de que el coronavirus se transmita a través de superficies, no se descarta que puedan alojar otro tipo de virus. Por ello se insiste en la desinfección habitual de las superficies.

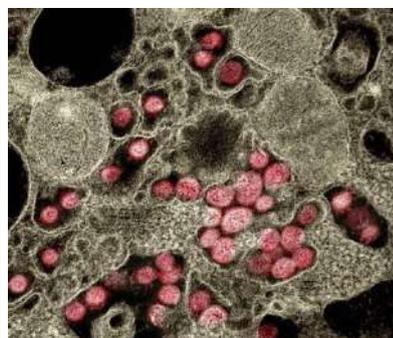
La transmisión del virus en espacios cerrados es fácil, por eso hay que preservar una distancia mínima de seguridad de 1,5 metros con otras personas para reducir el riesgo de infección. También es necesario ventilar estos espacios y usar siempre la mascarilla. Ésta se debe limpiar y guardar correctamente para garantizar su eficacia, y desecharla cuando sea necesario. En espacios abiertos, la transmisión es menos probable, aun así, hay que seguir usando la mascarilla cuando no se pueda mantener la distancia mínima de 1,5 metros de distancia entre personas.

El período de incubación es de 5 a 7 días, pero puede llegar a 14 días.

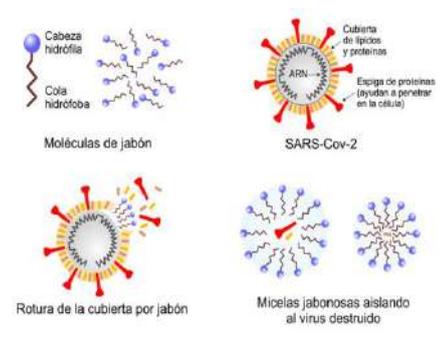
Una de las formas de prevenir el contagio de esta enfermedad es el uso del alcohol como alternativa al lavado de manos con jabón.



**Fig.14 Imagen del SARS COV 2**  
Foto de National Geographic



**Fig.15 Pulmón atacado por el virus**  
(Foto: Niaid/Planet Pix via Zuma Press/ Cordon Press)



**Fig.16 como inactiva el jabón al virus**

## 2.3. Determinación de la viscosidad

### 2.3.1. Definición de viscosidad

La viscosidad es una propiedad físico-química de los fluidos y representa la resistencia que presentan los fluidos al movimiento. Los fluidos reales muestran una amplia diversificación de resistencia a los esfuerzos cortantes.

**2.3.1.1. Viscosímetro de Cannon-Fenske**, Llenar viscosímetro, a temperatura ambiente, colocándolo invertido en posición vertical y con el extremo de la rama con los bulbos sumergido en el líquido muestra. En la posición indicada, succionar por la otra rama hasta que la muestra llene los dos bulbos y llegue

exactamente hasta la marca de aforo interior.

Una vez lleno el viscosímetro, se vuelve a su posición normal y el líquido descenderá a la bola inferior.

Montar el viscosímetro dentro de un baño termostático, de modo que quede sumergido todo el bulbo superior. Esperar unos 15 minutos para que el conjunto alcance la temperatura del baño.

Para efectuar la medida se succiona el líquido por medio de una goma flexible, conectada a la rama capilar, hasta que el líquido alcance la marca de aforo situada entre los dos bulbos.

Dejar caer libremente el líquido y medir el tiempo que tarda en pasar desde el primer aforo hasta el segundo.

Efectuar una nueva medida, sin limpiar ni desmontarle del termostato. Promediar las medidas en el caso de que no superen un  $\pm 5\%$  de diferencia entre ellas.

**Cálculos:** Calcular la viscosidad de la muestra, en centistokes, multiplicando el tiempo, en segundos, por la constante del equipo, a la temperatura del ensayo:

$$v = K \times t$$

Siendo K la constante propia del equipo, generalmente en torno a 0.0129 Cs/s. En caso de expresar la viscosidad en Cp, se determinará la viscosidad absoluta:

$$\text{viscosidad, en Kpa.seg} = cP = T(D - D) \star K$$

Siendo D la densidad del líquido problema a la temperatura del ensayo.

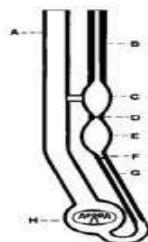


Figura 17. Viscosímetro de Cannon- Fenske

**2.3.1.2. Viscosímetro de caída de bola,** Este equipo se utiliza para determinar las viscosidades de los fluidos Newtonianos y gases (con una bola especial para gases), entre sus aplicaciones figuran la investigación, el control de procesos y el control de calidad. Costa de un simple tubo de vidrio, de diámetro pequeño con un ángulo de 180°, que se rellena con el líquido problema y por él se introduce una esfera sólida de diámetro menor para calcular la viscosidad del fluido. Este viscosímetro determina la viscosidad de líquidos midiendo el tiempo de caída de una esfera sólida necesita para recorrer una distancia entre dos puntos de referencia dentro del tubo de vidrio inclinado con muestra.

**2.3.2. Determinación de la densidad.** Según de norma ASTM D-854, se utiliza el método del picnómetro. La determinación de la densidad se la hace de la siguiente manera.

Se debe pesar el picnómetro limpio y completamente seco, se coloca el fluido hasta el aforo y se tapa, teniendo en cuenta que el capilar debe estar completamente lleno. Se pesa el picnómetro con la muestra. Se obtiene la masa del fluido por diferencia de pesos. Se obtiene la densidad del fluido dividiendo la masa para el volumen conocido del picnómetro.

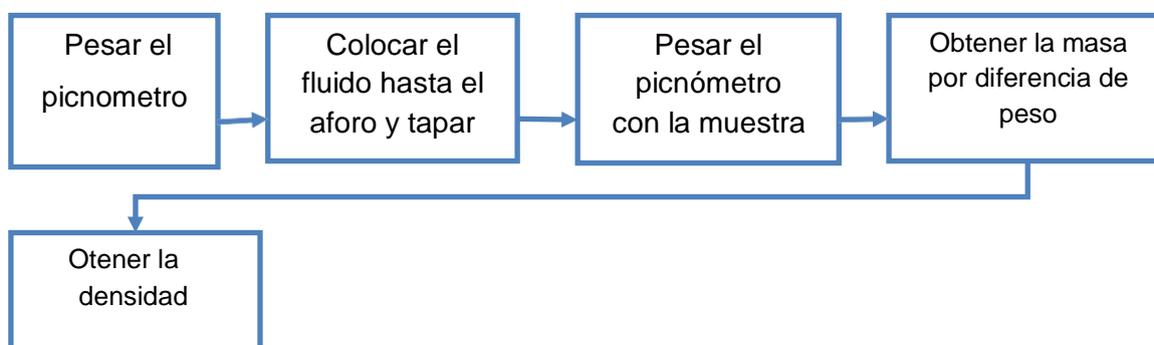


Figura 18. Determinación de la densidad

**2.3.3. Determinación de pH.** Para realizar medidas de pH se utiliza un potenciómetro. Este método se basa en medir la diferencia de potencial eléctrico de dos electrodos, en el cual, uno de ellos se sensible a los iones  $[H_3O^+]$ . El procedimiento es el siguiente:

Se debe retirar el electrodo de la solución calibradora, enjuagarlo y secarlo. Se coloca el electrodo en el fluido a analizar, y se lee el ppH en la pantalla del analizador y se registra la lectura. Lavar y secar el electrodo y colocarlo en el

recipiente de almacenamiento.

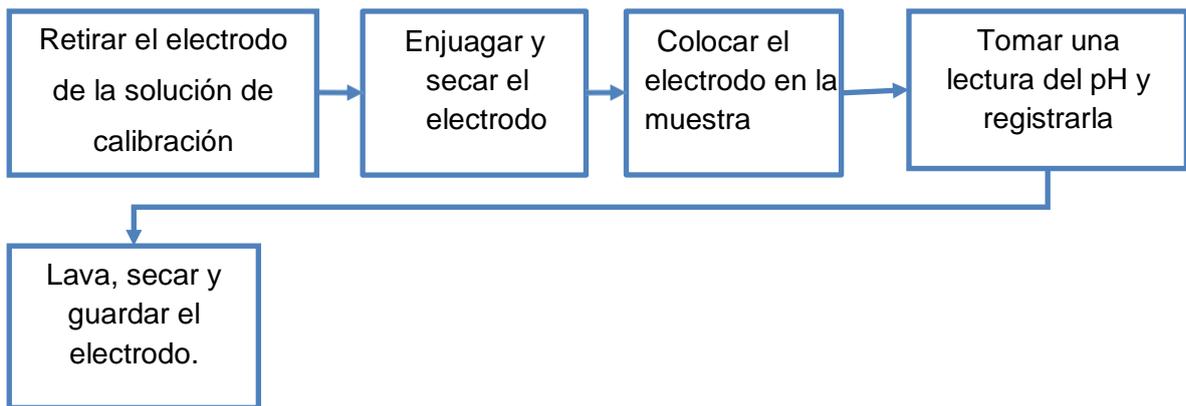


Figura 19. Determinación de pH.

## 2.4. Análisis de las fuerzas de Porter en la producción de gel antibacterial.

Analizaremos cada fuerza, considerando todas las actividades que pueda afectarla, dándole una valoración de alta, media o baja, dependiendo de cuanto riesgo presenten a la empresa.

### 2.4.1. Barreras de entrada de nuevos competidores.

**2.4.1.1. Economías de escala por parte de la oferta (alta),** debido a que al no producir en grandes volúmenes, se tiene una desventaja de costos.

**2.4.1.2. Beneficios de escala por parte de la demanda (alta),** al no ser la marca conocida, no tendría buena acogida inicial entre los compradores.

**2.4.1.3. Requerimiento de capital (alto),** debido a que se debe comprar los equipos y pagar las instalaciones, se debe producir en volúmenes grandes, por lo que la materia prima debe ser adquirida en grandes volúmenes, se debe pagar a proveedores y a distribuidores.

**2.4.1.4. Acceso desigual a los canales de distribución (media),** se debe tener nuestros propios canales de distribución, presentado un precio competitivo y ofertando el producto,

**2.4.1.5. Políticas restrictivas del gobierno (media-baja),** El pertenecer a la Comunidad Andina y gracias a los acuerdos bilaterales de cooperación con los países miembros se puede extender la venta en productos cosméticos con arancel 0% donde existen aproximadamente 170 millones de clientes potenciales.

El factor “Barreras de entrada de nuevos competidores” tiene una influencia **ALTA**

#### **2.4.2. Poder de negociación de los proveedores.**

**2.4.2.1. Está más concentrado que la industria a la que vende (bajo)**, no hay monopolización de mercado por una sola empresa distribuidora.

**2.4.2.2. Los proveedores no dependen de la industria para obtener beneficios (medio)**, si es que no se compra en volúmenes grandes, los proveedores no te verán como un cliente potencial al que deben apoyar.

**2.4.2.3. Fluctuaciones en los costos y proveedores inestables (bajo)**, hay varios proveedores de las materias primas necesarias por lo que el costo de cambiar sería bajo.

**2.4.2.4. No existen sustitutos de los productos que ofrece un proveedor (baja)**, al no tener un solo proveedor no se depende primordialmente de sus productos, se puede cambiar de proveedor en lugar de cambiar el producto.

**2.4.2.5. Productos estándares o no diferenciados (baja)**, baja influencia debido a que al ser materias primas, son productos estándares, con composiciones y estructuras definidas.

**2.4.2.6. Integración hacia adelante (baja)**, los proveedores disponen de materias primas para diversas industrias, por lo que no hay riesgo de una integración hacia adelante.

El factor “Poder de negociación de los proveedores” tiene una influencia **BAJA**

#### **2.4.3. Poder de negociación de los compradores.**

**2.4.3.1. Se tiene pocos compradores (alta)**, alta al ser empresas que inician en el mercado, no se tiene clientes fijos.

**2.4.3.2. Número de compradores (bajo)**, el sector de venta de nuestro producto es amplio, desde centros de educación, hospitales, aeropuertos, hasta cada uno de los hogares.

**2.4.3.3. Diferencias en productos (medio)**, la mayoría de los geles antibacteriales están hechos solo con alcohol, la diferenciación con nuestro producto es que tiene gluconato de clorhexidina.

**2.4.3.4. Los compradores encuentran poca variación de precios al cambiar de proveedor (alto)**, el costo de gel antibacteriano es relativamente

bajo, por lo que cambiar de proveedor no es costoso.

**2.4.3.5. Integración hacia atrás (bajo)**, al ser un producto directo para comercialización, los clientes no están interesados en desarrollarlo ellos mismos.

**2.4.3.6. Palanca negociadora (medio)**, depende de la capacidad de negociación del cliente, para lo cual se debe hacer que la otra parte nos vea como el mejor proveedor.

**2.4.3.7. Productos sustitutos (alto)**, los productos sustitutos como jabones, son una fuerza fuerte debido a que ciertos clientes no están dispuestos a cambiar o a probar nuevos productos.

**2.4.3.8. Sensibilidad al precio (alto)**, al eliminar los canales de distribución y ser empresa de producción nueva, se puede mantener los costos de venta bajos, pero nos arriesgamos a tener ganancias bajas, debido a las economías de escala.

**2.4.3.9. Identidad de la marca (alto)**, la marca tiene un efecto fuerte sobre los compradores, teniendo estos sus preferidos a la hora de comprar.

El factor “Poder de negociación de los compradores” tiene una influencia **MEDIA-ALTA**.

#### **2.4.4. Rivalidad entre competidores.**

**2.4.4.1. Gran número de competidores (alto)**, se encuentra una gran variedad de marcas en el mercado.

**2.4.4.2. Crecimiento industrial (medio)**, se tiene un mercado que está en ascenso al crear y aceptar la necesidad del uso de antibacterial para evitar la proliferación de enfermedades.

**2.4.4.3. Costos fijos (medio)**, se debe tener el capital para pagar costos fijos y los costos de almacenamiento del producto.

**2.4.4.4. Diferenciación del producto (medio)**, la mayoría de geles antibacterial están hechos solo con alcohol, la diferenciación de nuestro producto es que tiene gluconato de clorhexidina. Al ser productos parecidos entre sí, los compradores se enfocarán en el costo.

**2.4.4.5. Sobrecapacidad intermitente (alto)**, se debe evitar la capacidad

ociosa y la sobrecapacidad, para disminuir costos de mantener máquinas apagadas o disminuir costos en el mercado.

**2.4.4.6. Competidores diversos (alto),** no se conoce las estrategias de producción ni de comercialización de otras empresas, ni sus objetivos.

**2.4.4.7. Barreras de salida (media),** no se tiene mayores costos fijos de salida, no se tiene activos especializados, no se tiene restricciones sociales ni gubernamentales.

El factor “Rivalidad entre competidores” tiene una influencia **MEDIA-ALTA**

#### **2.4.5. La amenaza de los sustitutos.**

**2.4.5.1. Desempeño del precio relativo de sustitutos (bajo),** el valor relativo del producto es alto, ya que más que sustituto sería un complemento.

**2.4.5.2. Costos de intercambio (medio),** la eficiencia de los sustitutos está claramente certificada en el mercado. Para este producto, no se tiene problemas de costos de diseño, o de aprendizaje.

**2.4.5.3. Propensión del comprador a sustituir (media),** se debe analizar si los potenciales clientes cambiarían, o aceptarían el gel como un complemento de limpieza antibacterial.

El factor “Amenazas de los sustitutos” tiene una influencia **BAJA-MEDIA**

La casas comerciales que presentan productos para el aseo de manos en presentaciones de jabón tanto en barra como líquido que se comercializan en la ciudad de Huacho son:

- Dove
- Rexona
- Lux
- Protex
- Palmolive
- Aval
- Johnson's
- Pro-active

## 3. CÁLCULOS

### 3.1. Diseño experimental

La viscosidad, pH, la densidad y el costo de producción son fundamentales para formular el gel antibacterial.

En el experimento se usaron los siguientes antisépticos: alcohol etílico, gluconato del clorhexidina y amonio cuaternario.

Además se tiene que tomar en cuenta si se utiliza solamente al alcohol su concentración no debe ser inferior a los 70° debido que en ese grado el alcohol actúa mejor frente a los virus y bacterias y si es gelificada mejor porque en la superficie de las manos o la piel permanece por mayor tiempo actuando contra los microorganismos en mejores condiciones, cuando se agrega otros antisépticos allí si hay que bajar a un promedio de 60°, en nuestro caso agregamos el 0.5% de gluconato de clorhexidina o amonio cuaternario de quinta generación, teniendo presente el costo de producción para que nuestro producto sea competitivo en el mercado.

En el experimento se definieron las concentraciones tanto de trietanolamina y Carbopol como también de los antisépticos con la finalidad de que nuestro producto tenga las especificaciones necesarias.

#### 3.1.1. Formulación de Gel Antibacterial.

**3.1.1.1. Gel a base de alcohol etílico.** Para el primer experimento se tomo en cuenta lo que establece la literatura para corroborar si las concentraciones allí presentes son las óptimas.

Según esta los parámetros deben ser: 0.5% a 2% de Carbopol, 5% de glicerina y 1% de Trietanolamina. Además, la recomendación sobre la concentración de etanol debe ser mínima de 70% con la finalidad que tenga un buen efecto antibacteriano. En la tabla 4 tenemos la primera formulación.

**Tabla 4. Primera formulación del gel antibacterial de alcohol**

COMPUESTO	CANTIDAD	UNIDAD
Alcohol	380	ml
Carbopol	2	gr
Agua	80	ml
Trietanolamina	4	ml
Glicerina	14	ml

En esta primera formulación el resultado fue que la cantidad de Carbopol utilizada era muy alto porque el gel era muy viscoso, por lo que para la segunda formulación se disminuyó igual que a la trietanolamina.

**Tabla 5. Segunda formulación del gel antibacterial de alcohol**

COMPUESTO	CANTIDAD	UNIDAD
Alcohol	380	ml
Carbopol	1	gr
Agua	80	ml
Trietanolamina	0.6	ml
Glicerina	14	ml

**3.1.1.2. Gel a base de alcohol etílico y Gluconato de clorhexidina.** Teniendo las concentraciones de Carbopol, trietanolamina y glicerina, se agrega el gluconato de clorhexidina a una concentración de 0.5%, y cambiando la concentración de alcohol que pasa a tener de 60%. Por consiguiente se propone la siguiente fórmula.

**Tabla 6. Formulación con alcohol y Gluconato de clorhexidina.**

COMPUESTO	CANTIDAD	UNIDAD
Alcohol	170	ml
Carbopol	0.5	gr
Agua	70	ml
Trietanolamina	0.4	ml
Gluconato de Clorhexidina	5	ml
Glicerina	4	ml

### 3.1.1.3. Gel a base de alcohol etílico y amonio cuaternario

Tabla 7. Formulación para gel antibacterial de alcohol y amonio cuaternario.

COMPUESTO	CANTIDAD	UNIDAD
Alcohol	254	ml
Carbopol	1	gr
Agua	80	ml
Trietanolamina	0.8	ml
Amonio Cuaternario	18	ml
Glicerina	14	ml

### 3.2. Los resultados obtenidos del experimento.

Tabla 8. Análisis de la primera formulación

COMPUESTO	PESO(gr)	PESO(kg)	CONCENTRACION	COSTO (S/kg)
Alcohol	300	0,3	74,44	1,465200
Carbopol	2	0,002	0,50	0,153846
Agua	80	0,08	19,85	0,000326
Trietanolamina	3	0,003	0,74	0,046398
Glicerina	18	0,018	4,47	0,080586
Total	403	0,403	100,00	1,746356
Costo				3,492712
<b>Alcohol</b>	<b>71,46402</b>	<b>%</b>		
<b>Costo</b>	<b>3,493</b>	<b>S/kg</b>		

Como el producto era demasiado viscoso en esta primera formulación nos sirve solo para evaluar el costo de producción.

**Tabla 9. Análisis de la segunda formula**

<b>Compuesto</b>	<b>Peso g</b>	<b>Peso(kg)</b>	<b>Concentración</b>	<b>Costo (S/kg)</b>
Alcohol	250	0,25	72,34	1,221000
Carbopol	1	0,001	0,29	0,076923
Agua	80	0,08	23,15	0,195360
Trietanolamina	0,6	0,0006	0,17	0,009280
Glicerina	14	0,014	4,05	0,062678
Total	345,6	0,3456	100,00	1,565241
costo/ kg				3,690482
<b>Alcohol</b>	<b>70</b>	<b>%</b>		
<b>pH</b>	<b>6.54</b>			
<b>Densidad</b>	<b>921.85</b>	<b>kg/m3</b>		
<b>Viscosidad</b>	<b>14</b>	<b>kg/m*s</b>		
<b>Costo/kg</b>	<b>3.690</b>	<b>S/kg</b>		

Los parámetros de esta fórmula son aceptables y óptimas ya que el pH está muy cerca al neutro que es óptimo para un producto cosmético. Como se podrá notar el costo de S/3.690 por cada kilogramo.

**Tabla 10. Analisis de la tercera formula.**

<b>Compuesto</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Peso(kg)</b>	<b>Concentración</b>	<b>Costo(S/kg)</b>
Alcohol	135	0,135	62,41	0,65934
Carbopol	0,5	0,0005	0,23	0,03846
Agua	70	0,07	32,36	0,17094
Trietanolamina	0,3	0,0003	0,14	0,00464
Glicerina	5	0,005	2,31	0,02239
Gluconato de Clorhexidina	5,5	0,0055	2,54	0,16764
Total	216,3	0,2163	100,00	1,06345
costo/ kg				4,91648
<b>alcohol</b>	<b>60.01</b>	<b>%</b>		
<b>Gluconato de clorhexidina</b>	<b>0,51</b>	<b>%</b>		
<b>ph</b>	<b>6.54</b>			

<b>Densidad</b>	<b>921.85</b>
<b>Viscosidad</b>	<b>14 Kg/m<sup>3</sup> Kg/mxs</b>
<b>Costo por Kg</b>	<b>4,92 S por kg</b>

Todos los parámetros de esta formulas son los más aceptables el pH está muy cerca al neutro y el costo producción es S/4.92 por cada Kilogramo producido.

**Tabla 11. Análisis de la cuarta formula.**

<b>Compuesto</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Peso(kg)</b>	<b>Concentración</b>	<b>Costo(S/kg)</b>
Alcohol	200	0,2	63,37	0,73260
Carbopol	1	0,001	0,32	0,03846
Agua	80	0,08	25,35	0,18315
Trietanolamina	0,6	0,0006	0,19	0,00464
glicerina	18	0,018	5,70	0,02230
amonio	16	0,016	5,07	0,00733
Total	315,6	0,3156	100,00	0,98856
costo/ kg				4,25511
<b>alcohol</b>	<b>60,8365019</b>	<b>%</b>		
<b>amonio</b>	<b>0,506970849</b>	<b>%</b>		
<b>costo</b>	<b>4.26</b>	<b>S/kg</b>		

El amonio cuaternario de quinta generación en este experimento deshizo la gelificación y ya no se pudo analizar la densidad, pH y la viscosidad.

### 3.3. A continuación definiremos las variables del diseño.

**Tabla 12. Variables del Diseño del Equipo**

<b>Variables</b>	<b>Unidades</b>	<b>Simbolos</b>
Viscosidad	<i>Kg/(m.s)</i>	$\mu$
Densidad	<i>Kg/m<sup>3</sup></i>	$\rho$
Temperatura	<i>°C</i>	<i>T</i>
Caudal	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<i>Q</i>
Potencia del agitador	<i>(Kg. m<sup>2</sup>)/s<sup>3</sup></i>	<i>P</i>

Velocidad de agitación	$s^{-1}$	$N$
Diámetro del agitador	$m$	$D_a$
Altura del agitador sobre el fondo	$m$	$E$
Altura de las paletas	$m$	$W$
Ancho de las paletas	$m$	$G$
Altura del nivel del líquido	$m$	$H$
Diámetro del tanque	$m$	$D$

---

### 3.4. Dimensiones y diseño de los equipos.

**3.4.1. Selección del tanque de agitación.** Los tanques cilíndricos de ejes verticales son los más comunes para agitar líquidos. La parte superior del tanque puede tener tapa o no también. El fondo del tanque tiene que ser redondo, con la finalidad de ser versátil en la limpieza y facilitar las corrientes del fluido.



Figura 20. Prototipo de tanque de agitación.

**Tabla 13. Tanque de agitación y sus especificaciones técnicas**

Capacidad	H	Diámetro exterior	Espesor mínimo de pared
Litros	mm	mm	mm
210	880	560	2.25

**3.4.2. Para calcular el diámetro del tanque de agitación.**

$$D = D_e - (2 * e) \quad (8)$$

$$D = 560 \text{ mm} - (2 * 2.25 \text{ mm})$$

$$D = 555.5 \text{ mm} \quad \text{o}$$

$$D = 0.55 \text{ m}$$

**3.4.3. Selección del agitador industrial.:** Para seleccionar el agitador industrial hay que tener en cuenta la viscosidad del fluido. Para viscosidades menores a 3 Pa.s (3000cp) se usan los propulsores; para viscosidades menores a 100 Pa.s. (100000cp) se usan turbinas; los agitadores tipo ancla o paletas modificadas se usan a mas de 50 Pa.s. hasta 500 Pa.s; los agitadores helicoidales y de tipo anda se utilizaran para viscosidades de hasta 1000 Pa.s. (Geankopolis, 1998)

En líquidos poco ligeros los agitadores tipo turbina producen corrientes muy intensas. Evitando las corrientes muertas estas corrientes se dirigen a todo el tanque.

En caso nuestro utilizaremos el agitador tipo turbina compuesta de 6 hojas planas son eficaces para un amplio intervalo de viscosidades, las características de nuestro fluido es 14000cp o 14 Pa.s.

**3.4.3.1. Calculo de la altura del líquido.**

Utilizaremos la ecuación 1:

$$\frac{H}{D} = 1 = H = D$$

$$H = 0.555 \text{ m} = 55.6 \text{ cm}$$

**3432. Para el diámetro del agitador.**

Utilizaremos la ecuación 2.

$$\frac{Da}{Dt} = \frac{1}{3}$$

$$Da = \frac{Dt}{3}$$

$$Da = \frac{0.55m}{3}$$

$$Da = 0.185m = 18.5cm$$

**3433. Para la altura sobre el fondo del agitador.**

Utilizaremos la ecuación 3.

$$\frac{E}{Da} = 1$$

Despejando E tenemos:

$$E = Da \text{ por tanto: } E = 0.185m$$

**3434. Para el ancho de las paletas del agitador.**

Utilizaremos la ecuación 4.

$$\frac{W}{Da} = \frac{1}{5} \text{ Despejando tenemos:}$$

$$W = Da/5$$

$$W = 0.037m = 3.7cm$$

**3435. Para el el largo de la paleta del agitador.**

Utilizaremos la ecuación 6

$$\frac{G}{Da} = \frac{1}{4} \text{ Despejando la ecuación tenemos:}$$
$$G = Da/4 \text{ por tanto:}$$

$$G = 0.046m = 4.63cm$$

**3.4.4. Determinación de la velocidad angular del agitador.** El impulsor se compone generalmente de numerosas palas cortas, las que giran altas y medias velocidades sobre un eje montado centralmente. Se consideran velocidades medias de 100 a 300 rpm y elevadas de 300 a 1000 rpm.

Para reducir el consumo de potencia se debe trabajar a velocidades medias, por lo tanto se trabajara a una velocidad de agitador de  $N=100$  rpm ( $1.67\text{ s}^{-1}$ ).

**3.4.5. Calculo de la potencia.** Dos números adimensionales serán los mas importantes para calcular la potencia del agitador: el número de Reynolds y el numero de la potencia; cuya representación grafica se observa en la figura 22.

**Tabla 14. Propiedades del gel antibacterial**

Propiedades	Unidades	Valor
Densidad	$\text{Kg/m}^3$	921.85
Viscosidad	$\text{Kg/(m.s)}$	14
pH		6.54

**3.4.6. Calculo del número de Reynolds para el tanque agitador.**

$$NRe = \frac{Da^2 * N * \rho}{\mu} \quad (9)$$

$$NRe = \frac{(185m)^2 * 1.67s^{-1} * 921.85 \frac{Kg}{m^3}}{14 \frac{Kg}{m.s}}$$

$$NRe=3.76$$

**3.4.7. Calculo del número de potencia.** Para calcular el número de potencia se utilizara el diagrama de relación entre el número de Reynolds y el número de potencia, el cual se puede observar en el anexo E.

$$NP=19$$

### 3.4.8. Calculo de la potencia

$$NP = \frac{P}{\rho * N^3 * a^5} \quad (10)$$

$$P = NP * \rho * N^3 * Da^5 \quad (11)$$

$$P = 20 * 921.85 \frac{Kg}{m^3} * (1.67s^{-1})^3 * (0.185m)^5$$

$$P = 17.65W$$

Como resultado tenemos el  $N Re = 3.76$ , por lo tanto tenemos un régimen laminar, por lo cual se puede utilizar la siguiente ecuación para calcular la potencia con  $c_1 = 71$  (Anexo E).

$$P = C_1 * N^2 * Da^3 * \mu \quad (12)$$

$$P = 71 * (1.67s^{-1})^2 * (0.185m)^3 * 14 \frac{Kg}{m.s}$$

$$P = 17.52W$$

Por lo tanto las dimensiones generales del tanque de agitación utilizando un agitador tipo turbina de 06 palas planas se observa en la figura 21. Las dimensiones están dadas en metros.

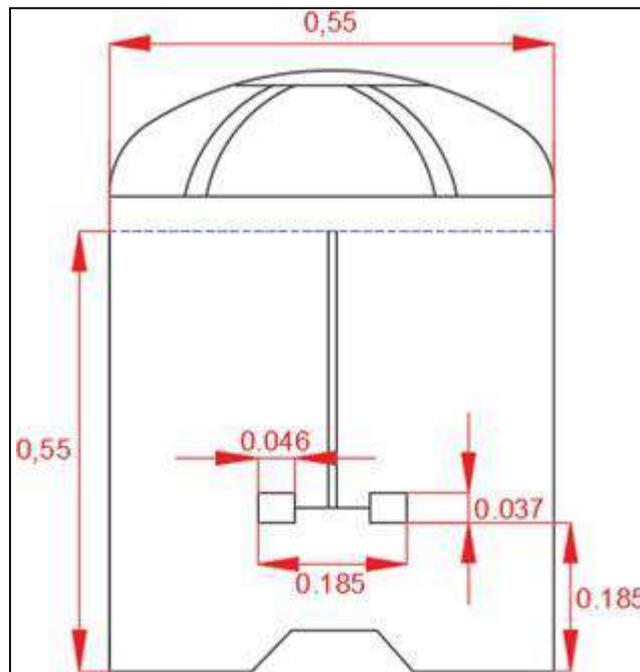


Figura 21. Dimensiones generales del tanque

### 3.5. Calculo de la bomba para línea de agua.

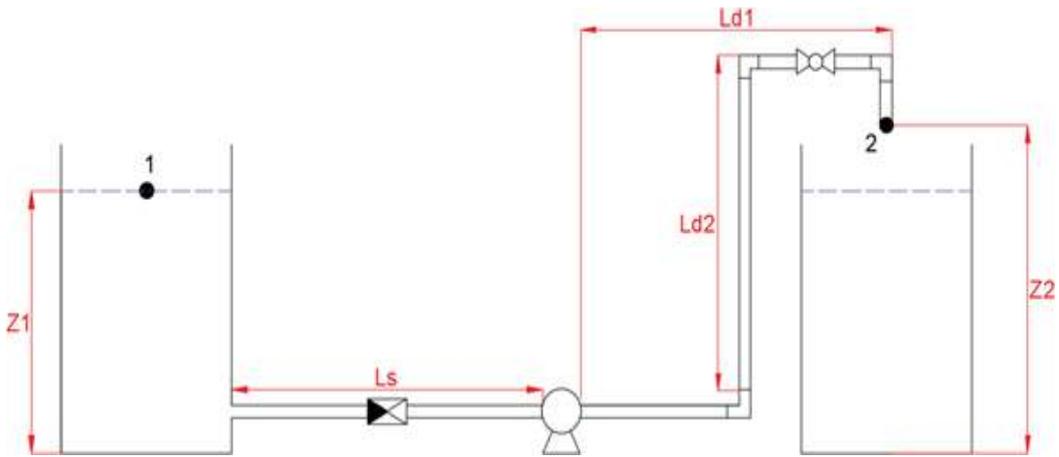


Figura 22. Esquema de la bomba de agua.

#### 3.5.1. Datos del fluido y tubería.

Tabla 15. Datos del agua a transportar

Propiedad	Símbolo	Unidad	Valor
Temperatura	T	°C	20
Densidad	$\rho$	Kg/m <sup>3</sup>	998.23
Viscosidad	$\mu$	Kg/(m.s)	0.00101
Caudal	Q	m <sup>3</sup> /s	0.0017101

Tabla 16. Datos de la tubería

Datos de la tubería	
Material	PVC
Diámetro de succión	1,5' (0.0381m)
Diámetro de descarga	0.75'(0.01905m)
Longitud de succión	3 m
Longitud de descarga	3.5 m
Accesorios	Cambio de dirección
	Contracción
	Codo de 90°
	Válvula de pie
	Válvula de bola

### 3.5.2. Ecuación de Bernoulli.

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho * g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 * g} + (z_2 - z_1) + \sum hf + \sum hm + H_T = 0 \quad (13)$$

Como los tanques están abiertos, la presión 1 y 2 son las mismas (presión atmosférica), el término se cancela.

Siendo el tanque es grande comparado con el área del tamaño del flujo dentro del conducto y dado que  $v=Q/A$ , la velocidad en dicho punto será pequeña; además al utilizar la ecuación debemos elevar al cuadrado. Por estas razones se considera que la velocidad en la superficie es cercana a cero, por lo tanto el término  $v_1$  se desprecia.

Por lo expuesto la ecuación queda de la siguiente manera:

$$\frac{v_2^2}{2 * g} + (z_2 - z_1) + \sum hf + \sum hm = H_T \quad (14)$$

**3.5.3. Determinación del factor de fricción de Fanning.** Utilizaremos el diagrama de Moody que relaciona el número de Reynolds y la rugosidad relativa. También se usará la ecuación de Churchill para obtener el dato por medio de cálculos matemáticos

#### 3.5.3.1. Determinación de áreas y velocidades del fluido.

$$v = \frac{Q}{A} \quad (15)$$

$$A_s = 0.00114 m^2; \quad v_s = 1.5 \frac{m}{s} \quad \square$$

$$A_d = 0.000285 m^2; \quad v_d = 6 \frac{m}{s} \quad \square$$

#### 3.5.3.2. Determinación del número de Re

$$N' Re = \frac{\rho * v * D}{\mu} \quad (16)$$

$$Re_s = \frac{998.23 \frac{kg}{m^3} * 1.5 \frac{m}{s} * 0.0381 m}{0.00101 \frac{kg}{m \cdot s}} = 56484.004$$

$$Re_d = \frac{998.23 \frac{kg}{m^3} * 6 \frac{m}{s} * 0.01905m}{0.00101 \frac{Kg}{m.s}} = 112968.009$$

**35.33. Para hallar la rugosidad relativa.** Las tuberías de PVC tiene una rugosidad absoluta de  $k=0.0mm$ , obtenido Anexo H.

$$\epsilon = \frac{k}{D} \quad (17)$$

Donde:

$k$ = Rugosidad absoluta (m)

$D$ = Diámetro de la tubería (m)

$$\epsilon_s = \frac{2 * 10^{-5}}{0.0381} = 5.25 * 10^{-4}$$

$$\epsilon_d = \frac{2 * 10^{-5}}{0.01905} = 1.045 * 10^{-3}$$

Usando el diagrama de Moody Anexo J), obtenemos los factores de fricción de Fanning

$$f_s = 0.023 \quad y \quad f_d = 0.022$$

Con la ecuación de Churchill obtenemos los siguientes resultados:

$$f = 8 * \left[ \left( \frac{8}{Re} \right)^{12} + \frac{1}{(A+B)^{\frac{3}{2}}} \right]^{\frac{1}{12}} \quad (18)$$

Dónde:

$$A = \left[ 2 \cdot 457 * \ln \left( \frac{1}{\left( \frac{7}{Re} \right)^{0.9} + \frac{0.27e}{D}} \right) \right]^{16} \quad (19)$$

$$B = \left( \frac{37530}{Re} \right)^{16} \quad (20)$$

Donde el valor de  $e$  es la rugosidad absoluta ( $k=0.02$  mm)

Para succión:

$$A = 2.77 * 10^{20}$$
$$B = 1.44 * 10^{-3}$$

$$f_s = 0.022$$

Para la descarga

$$A = 2.77 * 10^{20}$$
$$B = 2.2 * 10^{-8}$$

$$f_d = 0.022$$

Tanto por la ecuación de Churchill como por el diagrama de Moody se puede obtener el factor de fricción de Fanning, en ambos casos obteniendo los mismos resultados.

### 3534. Calculo de las pérdidas por fricción:

$$hf = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2 * g} \quad (21)$$

Para la succión

$$hf_s = 0.022 * \frac{3m}{0.0254m} * \frac{\left(1.5 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9.8 \frac{m}{s^2}}$$

$$hf_s = 0.20m$$

Para la descarga

$$hf_d = 0.022 * \frac{3.5m}{0.01905m} * \frac{\left(6 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9.8 \frac{m}{s^2}}$$

$$hf_d = 7.51m$$

Entonces

$$\sum hf = hf_s + hf_d \quad (22)$$

$$\sum hf = 0.20m + 7.51m = 7.71m$$

**3.535. Calculamos las pérdidas por accesorios**

$$hm = k * \frac{2}{2 * g} \quad (23)$$

**Tabla 17. Valores de K para accesorios utilizados**

Accesorios	K*
Cambio de dirección	1.1
Contracción	0.5
Codo de 90°	2
Valvula de pie	0.88
Valvula de bola	0.15

\* Datos tomados del anexo K

Para succión:

$$hm_s = (1.1 + 0.5 + 0.88) * \frac{\left(1.5 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9.8 \frac{m}{s^2}}$$

$$hm_s = 0.285m$$

Para la descarga

$$hm_d = [(2 * 3) + 0.15] * \frac{\left(6 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9.8 \frac{m}{s^2}}$$

$$hm_d = 11.29m$$

Entonces

$$\sum hm = hm_s + hm_d \quad (24)$$

$$\sum hm = 0.285m + 11.29m = 11.58m$$

### 3.5.4. Cálculo de la potencia de la bomba.

$$\frac{v_2^2}{2 * g} + (z_2 - z_1) + \sum hf + \sum hm = H_T \quad (25)$$

Reemplazando datos tenemos el valor de  $H_T$

$v_2 = v_d$ , tanto la velocidad del fluido que sale de la bomba como la velocidad del fluido que sale de la tubería de descarga

$$H_T = \frac{v_2^2}{2 * g} + (Z_2 - Z_1) + \sum hf + \sum hm \quad (26)$$

$$H_T = \frac{\left(6 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9.8 \frac{m}{s^2}} + (1 - 0.75)m + 7.71m + 11.58m$$

$$H_T = 21.37m$$

Calculamos el flujo másico del fluido.

$$w = Q * \rho \quad (27)$$

$$w = 0.00171 \frac{m^3}{s} * 998.23 \frac{Kg}{m^3}$$

$$w = 1.71 \frac{Kg}{s}$$

Con la ecuación 7 obtenemos una estimación de la eficiencia para las bombas Centrifugas.

$$n = -0.01(\ln F)^2 + 0.15 \ln(F) + 0.3$$

$$n = -0.01(\ln(6.156))^2 + 0.15 \ln(6.156) + 0.3$$

$$n = 0.54$$

La potencia de la bomba se expresa en (W);

$$W = \frac{H_T * g * w}{n} \quad (28)$$

$$w = \frac{21.37m * 9.8 \frac{m}{s^2} * 1.71 \frac{Kg}{s}}{0.54}$$

$$W = 647.52$$

$$W = 0.87 \text{ HP}$$

### 3.5.5. Cálculo de la presión antes de la succión:

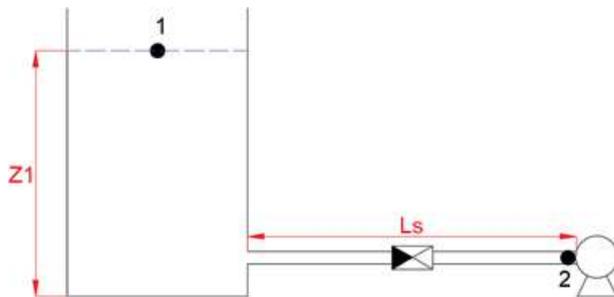


Figura 23. Succión de la bomba

Para que no haya cambio de fase  $P_2 > P_{\text{vapor}}$  de lo contrario hay cavitación en el punto 2 si la presión es menor o igual a la presión del vapor.

Aplicando la ecuación de Bernoulli (ecuación 13) poniendo el punto 2 como el punto antes de la succión de la bomba, se toma las siguientes consideraciones:

$$\sum hf = hfs, \quad \sum hm = hms, \quad H_T = 0, \quad v_1 = 0, \quad v_2 = v_1, \quad P_1 = P_{\text{atm}}, \quad z_2 = 0.1\text{m}, \quad z_1 = 0.75\text{m}$$

$$P_{\text{atm}} = 71944 \frac{\text{Kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

Tenemos la siguiente expresión:

$$P_2 = \left[ \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + (z_2 - z_1) + \sum hf + \sum hm \right] \cdot \rho \cdot g \quad (29)$$

$$P_2 = 72475 \frac{\text{Kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

Vapor de agua a la temperatura 20°C es:

$$2339.3 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

Por lo tanto, no se produce cavitación en la bomba.

### 3.5.6. CNPA Disponible:

=

$$CNPA_D = P_1 - \left[ \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + (z_2 - z_1) + \sum hf + \sum hm \right] \cdot \rho \cdot g - P_v \quad (30)$$

CNPA debe ser mayor que cero.

$$CNPA_D = 57418.9 \frac{Kg}{m * s^2}$$

$$CNPA_D = 5.87m$$

### 3.6. Para la línea de alcohol calculamos la bomba.

#### 3.6.1. Datos de la tubería y del fluido.

Tabla 18. Datos del fluido (alcohol) a transportar

Propiedad	Símbolo	Unidad	Valor
Temperatura	T	°C	20
Densidad	$\rho$	Kg/m <sup>3</sup>	789
Viscosidad	$\mu$	Kg/m.s	0.012
Caudal	Q	m <sup>3</sup> /s	0.0020268

#### 3.6.2. Determinamos el factor de Fanning.

##### 3.6.2.1. Determinamos las áreas y velocidades del fluido.

$$A_s = 0.002027m^2; \quad v_s = 1 \frac{m}{s}$$

$$A_d = 0.000285m^2; \quad v_d = 7.1 \frac{m}{s}$$

##### 3.6.2.2. Calculo del número de Re.

$$Re_s = \frac{789 \frac{Kg}{m^3} * 1 \frac{m}{s} * 0.058m}{0.012 \frac{Kg}{m * s}} = 3340.1m$$

$$Re_d = \frac{789 \frac{Kg}{m^3} * 7 \frac{m}{s} * 0.01905m}{0.012 \frac{Kg}{m * s}} = 8906.9m$$

##### 3.6.2.3. Rugosidad Relativa.

$$\varepsilon_s = \frac{2 * 10^{-5}}{0.0381} = 3.9 * 10^{-4}$$

$$\varepsilon_d = \frac{2 * 10^{-5}}{0.01905} = 1.049 * 10^{-3}$$

$$f_s = 0.043; \quad f_d = 0.034$$

##### 3.6.2.4. Determinamos la pérdida de fricción.

$$hf_s = 0.13m \quad hf_d = 15.9m$$

$$\sum hf = 16.10m$$

### 3.6.2.5. Determinación de la pérdida de accesorio

$$hm_s = 0.13m \quad hm_d = 15.8m$$

$$\sum hm = 15.99m$$

### 3.6.3. Para la potencia de la bomba.

Con la ecuación 13, además considerando que  $P_1 = P_V$ ,  $P_2 = P_{atm}$ , tenemos:

$$\frac{P_2 = P_1}{\rho * g} + \frac{v_2^2}{2 * g} + (z_2 - z_1) + \sum hf + \sum hm = H_T$$

$$H_T = \frac{(7194.4 - 5906.2) \frac{Kg}{m * s^2}}{798 \frac{Kg}{m^3} * 9.8 \frac{m}{s^2}} + \frac{(7.1 \frac{m}{s})^2}{2 * 9.8 \frac{m}{s^2}} + (1 - 0.75)m + 16.10m + 15.99m$$

$$H_T = 42.97m$$

Calculamos el flujo másico del fluido.

$$w = 0.0020268 \frac{m^3}{s} * 789 \frac{Kg}{m^3}$$

$$w = 1.59 \frac{Kg}{s}$$

Con la ecuación 7 obtenemos una estimación de la eficiencia de las bombas centrífugas.

$$n = 0.56$$

La potencia de la bomba se expresa en (W);

$$W = \frac{H_T * g * w}{n} \quad (31)$$

$$W = \frac{42.97m * 9.8 \frac{m}{s^2} * 1.59 \frac{Kg}{s}}{0.56}$$

$$W = 1205W = 1.6HP$$

**3.6.4. Para la presión antes de la succión:**

$$\sum hf = hfs, \sum hms = hms, H_T = 0, v_1 = 0, v_2 = v_s, P_1 = P_v, z_2 = 0.1m, z_1 = 0.75m$$

$$P_2 = -\left(\frac{v_2^2}{2 * g} + (z_2 - z_1) + \sum hf + \sum hm\right) * \rho * g + P_1$$

Al igual que la línea del agua tenemos las mismas consideraciones.

$$P_v = 5906.16 \frac{Kg}{m * s^2}$$

$$P_2 = 8553 \frac{Kg}{m * s^2}$$

Presión del vapor de alcohol a la temperatura de 20 °C es:  $5906.1646 \frac{Kg}{m*s^2}$

No se produce cavitación en la bomba.

**3.6.5. Calculamos el CNPA disponible:**

$$CNPA_D = P_1 - \left(\frac{v_2^2}{2 * g} + (z_2 - z_1) + \sum hf + \sum hm\right) * \rho * g - P_v \quad (32)$$

El CNPA debe ser mayor que cero.

$$CNPA_D = 2647.3 \frac{Kg}{m * s^2}$$

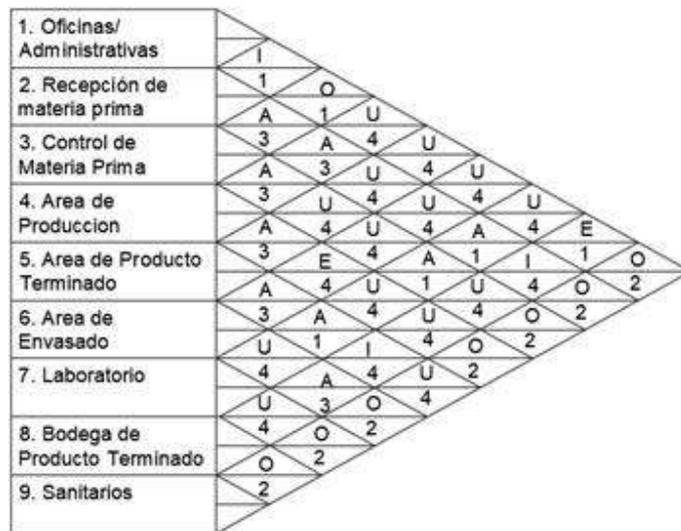
$$CNPA_D = 0.34m$$

### 3.7. Distribución de la Planta.

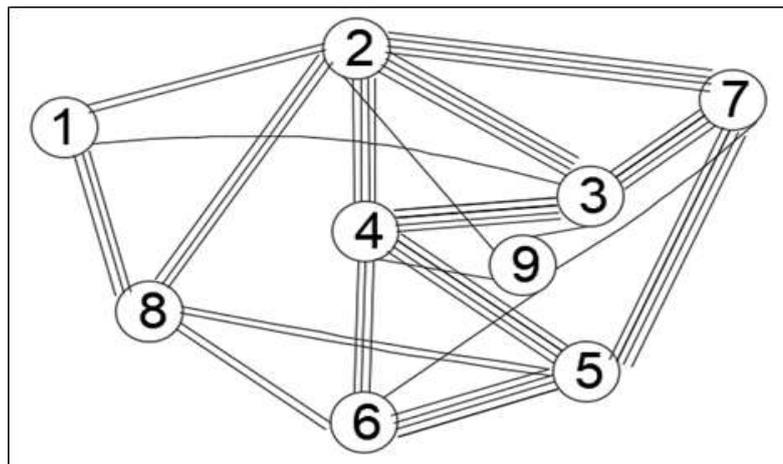
#### 3.7.1. Matriz diagonal de correlación.

Tabla 19. Numeración para matriz diagonal

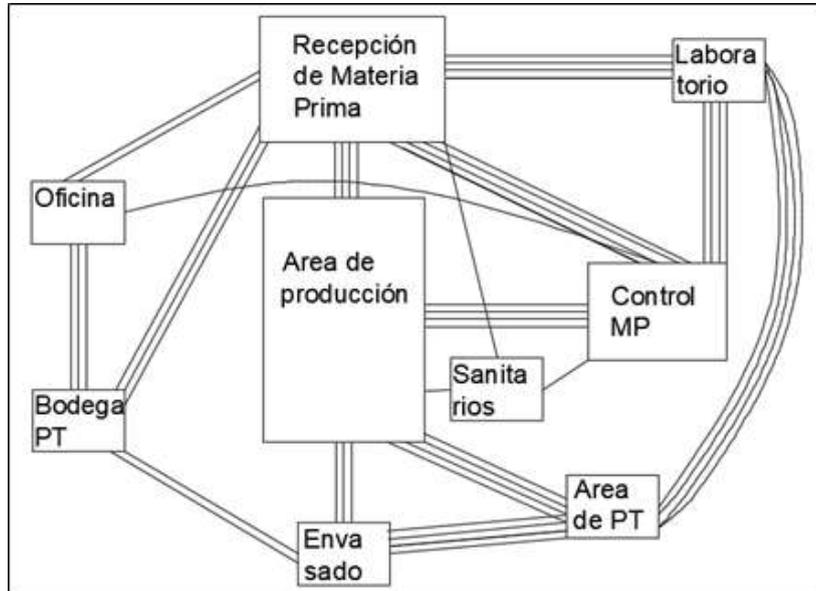
Numero	Razón
1	Por control
2	Por higiene
3	Por proceso
4	Por conveniencia
5	Por seguridad



**3.7.2. Diagrama relacional de actividades.** En la diagrama debe haber el menor cruce posible de actividades y por ende las líneas.



**3.7.3. Diagrama relacional de espacios.** El resultado final de la diagrama esta realizado con los tamaños reales de cada departamento con relación en relación con los otros.



## 4. RESULTADOS

Ahora veremos los resultados que se han obtenidos en la formulación del producto, se realizara el análisis del costo de la materia prima tanto con la formulación solo alcohol y con gluconato de clorhexidina, de la misma manera se muestra los resultados de especificación de los equipos y el diseño de planta.

### 4.1. Formulación del Gel Antibacterial con gluconato de Clorhexidina

Finalmente luego de analizar las concentraciones y las materias primas utilizadas se obtuvo la formulación del gel antibacterial con gluconato de clorhexidina.

**Tabla 20. Composición de gel antibacterial con gluconato de clorhexidina.**

<b>Materia prima</b>	<b>Cantidad %</b>
Alcohol (96°)	62.41
Carbopol	0.23
Agua	32.36
Trietanolamina	0.14
Gluconato de clorhexidina (20°)	2.54
Glicerina	2.31

### 4.2. Análisis del costo de la materia prima

#### 4.2.1. Costo total de la fórmula de alcohol 70%

**Tabla 21. Costo total de producción fórmula de alcohol al 70%**

<b>Materia Prima</b>	<b>Cantidad %</b>	<b>1 Kg.</b>	<b>S/Kg.</b>	<b>Costo S/</b>
Alcohol	72.34	0.723	4.820	3.4849
Carbopol	0.29	0.0029	76.923	0.2231
Agua	23.15	0.2315	0.015	0.0035
Trietanolamina	0.17	0.0017	15.466	0.0263
Glicerina	4.05	0.0405	4.490	0.1818
<b>Costo total de la formulación</b>				<b>3.92</b>

#### 4.2.2. Costo de la fórmula de alcohol 60% y gluconato de clorhexidina 0.5%

**Tabla 22. Costo total de producción de la fórmula de alcohol al 70% y gluconato de clorhexidina 0.5%.**

<b>Materia Prima</b>	<b>Cantidad %</b>	<b>1 Kg.</b>	<b>S/Kg.</b>	<b>Costo S/</b>
Alcohol	62.41	0.6241	4.820	3.0081
Carbopol	0.23	0.0023	76.923	0.1769
Agua	32.36	0.3236	0.015	0.0049
Trietanolamina	0.14	0.0014	15.466	0.0217
Glicerina	2.31	0.0231	4.490	0.1037
Gluconato de clorhexidina	2.54	0.0254	30.484	0.7743
<b>Costo total de la formulación</b>				<b>4.09</b>

#### 4.2.3. Comparación de las dos Formulas.

**Tabla 23. Comparación de costo anual entre la dos fórmulas.**

<b>Concepto</b>	<b>Alcohol 70%</b>	<b>Alcohol 60% y clorhexidina 0.5%</b>
Costo por kilogramo	S/ 3.92	S/ 4.09
Costo de venta por litro	S/ 5.30	S/ 5.90
Venta de litros semanal	500	500
Venta de litros mensual	2,000	2,000
Ingreso total venta al mes	S/ 10,600.00	S/ 11,800.00
Diferencia al mes S/mes	S/1,200.00	
Diferencia al año S/año	S/ 14,400.00	

### 4.3. Especificaciones del diseño

#### 4.3.1. Especificaciones de diseño del agitador

Tabla 24. Especificaciones del diseño del tanque agitado.

Variable	Símbolo	Valor	Unidades
Potencia del agitador	P	17.52	W
Velocidad de agitación	N	1.67	s <sup>-1</sup>
Diámetro del agitador	Da	0.185	m
Altura del agitador sobre el fondo	E	0.185	m
Altura de las paletas	W	0.037	m
Ancho de las paletas	G	0.046	m
Altura del nivel del líquido	H	0.555	m
Diámetro del tanque	D	0.555	m

#### 4.3.2. Especificaciones de diseño para la bomba.

Tabla 25. Especificaciones del diseño de la bomba.

Descripción	Valor	Unidad
Bomba Centrífuga		
Potencia requerida	0.87	HP
CNPAD	5.87	m

#### 4.3.3. Especificaciones de diseño para la tubería del sistema

Tabla. Especificaciones del diseño de tubería del sistema.

Diámetro nominal (pulg.)	Diámetro externo (pulg.)	Diámetro externo (mm)	Diámetro interno (pulg.)	Diámetro interno (mm)
1.5	1.9	48.3	1.5	0.0385
3/4	1.05	26.7	0.75	0.01905

#### 4.4. Diseño de la planta piloto.

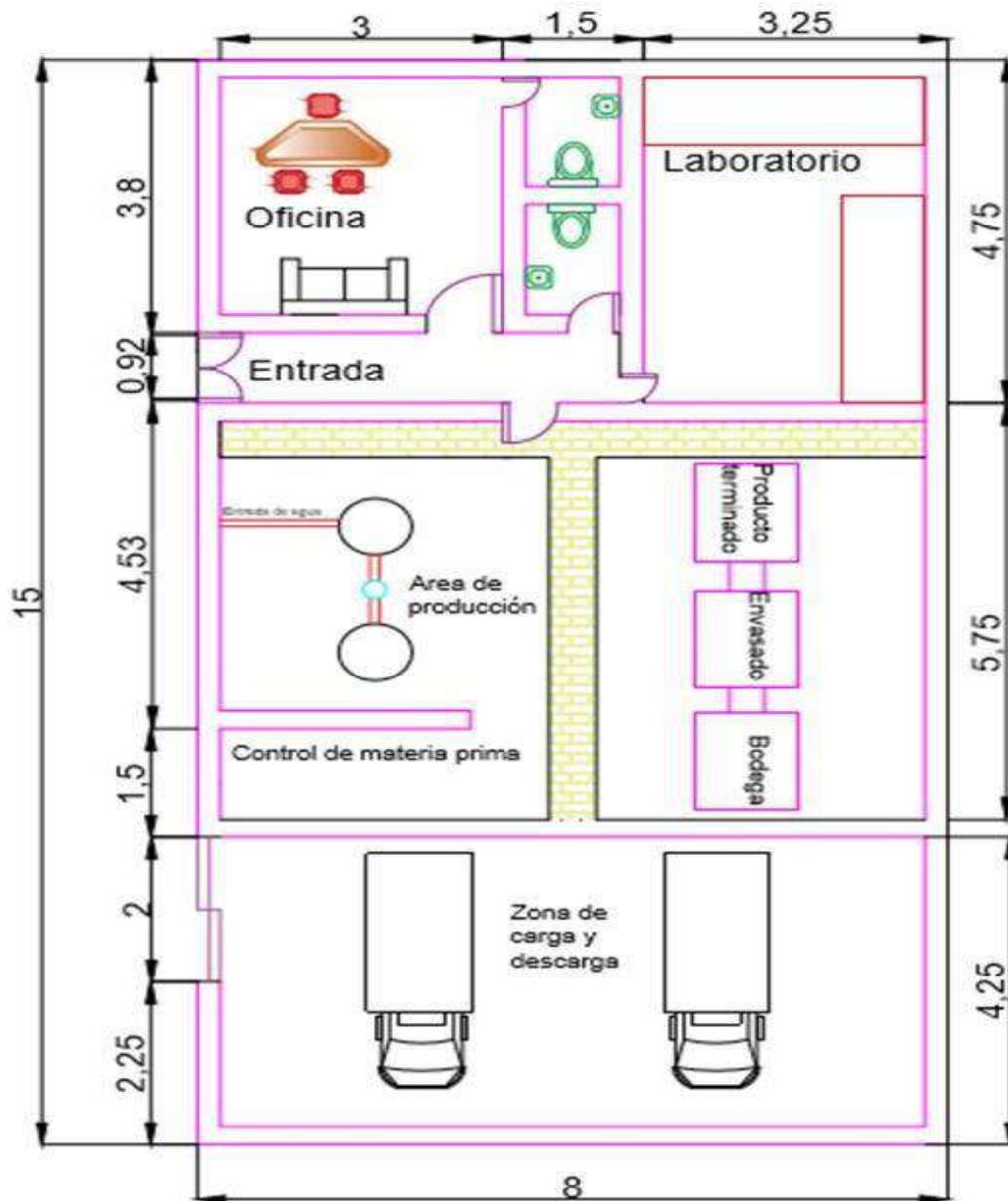


Figura 24. Distribución y áreas de planta piloto

## 5. Discusión

Cuando se realizó el experimento se pudo observar que hay variación de las concentraciones tanto de alcohol, trietanolamina y Carbopol. Esto debido a que según la literatura que es 0.5 de Carbopol y 1,5 parte de trietanolamina por cada parte de Carbopol en peso nos resulta un gel demasiado viscoso, que fluye muy lento y difícilmente, por lo que se tuvo que cambiar de formulación hasta encontrar una nueva más versátil por lo que se ha utilizado en las posteriores formulaciones.

En vista que la velocidad depende del tipo de agitador, se determinó luego de haber seleccionado, ya que cada tipo de agitador funciona óptimamente en diferentes valores de velocidad, para cálculo del agitador se utilizó los datos presentes en la literatura, para seleccionar tipo de agitador se tuvo en cuenta la viscosidad del fluido, Para el cálculo del agitador, se utilizó los datos presentes en la literatura, además esta se determinó teniendo en cuenta el menor consumo de energía para realizar la operación, para mejor funcionalidad se agregara en el tablero de mando varias sistemas de velocidades.

Se ha considerado la cantidad de la venta del producto en forma semanal y mensual teniendo en cuenta que las primeras semanas y meses no se podrá vender la totalidad del producto dado que la empresa está recién ingresando al mercado.

En las formulaciones del alcohol en gel se puede determinar que la diferencia de precios no es muy considerable, pero sin embargo cuando se anualiza la diferencia es considerable, además para promocionar el producto se utilizará diversas estrategias entre ellos el valor agregado que tiene el producto debido a la presencia de dos antiséptico (alcohol) y la gluconato de clorhexidina que le hace un fuerte antibacterial y además no es perjudicial para la piel.

## 6. Conclusiones

- La presente propuesta es viable debido a que los precios de la materia prima así como su producción son asequibles en la zona, tanto para alcohol en gel como para la mezcla con gluconato de clorhexidina, teniendo un costo de S/3.92 y S/4.09 por litro de producto además, como se ha dicho, tenemos a la empresa Andahuasi que produce alcohol dentro de nuestra provincia de Huaura.
- Como resultado de los cálculos necesitamos bombas de 0.84 y 0.86 HP para poder realizar el trabajo sin realizar el gasto excesivo de energía, por dicha razón se adquirirán bombas de 1 HP, los mismo que pueden trabajar en el rango establecido de CNPAD, sin tener pérdidas de energía o carga.
- La presencia de un antiséptico extra como el gluconato de clorhexidina proporciona mayor protección toda vez que este producto ataca a bacterias Gram negativas, anaerobias facultativas y aerobias mientras el alcohol ataca a bacterias Gram positivas, Gram negativas, Mycobacterium tuberculosis, hongos, virus en especial el de Sars Cov 2 que produce la enfermedad de COVID19; por lo tanto se ataca a un amplio espectro de microorganismos. Además, el gluconato de clorhexidina, tiene efecto residual, lo que significa que el producto seguirá actuando luego de un tiempo.
- La matriz diagonal indica que todos los departamentos de acuerdo al flujo de comunicación tales como las áreas de recepción de materias primas, control de materias primas, productos terminados, envasado, y almacenamiento de productos terminados, tienen una comunicación por proceso, así como todas las áreas tienen comunicación con los sanitarios de higiene.
- El departamento con mayor número de conexiones es de producción por la importancia que tiene, está conectado con recepción de materias primas, control de materias primas, envasado y el área de productos

terminados, mientras que el laboratorio es de menor importancia con el área de producción y por tanto es aceptable que estén separados.

- El departamento de producción, como es lógico, ocupa el mayor espacio (4,53mx3.5m) en relación con otros departamentos mientras que el área de sanitarios es la que tiene menor espacio, de acuerdo al diagrama de relación de espacios.
- En cuanto al rubro de barreras de entrada presentan una influencia ALTA, esta se puede contrarrestar eliminando los canales de distribución por ser fabricante y proveedor al mismo tiempo, esto porque al no producir en grandes volúmenes se tendrá menor utilidades.
- El mercado no está monopolizado por un solo proveedor, por lo que el poder de negociación de proveedores es BAJA.
- Por ser una empresa nueva que ingresa al mercado que es muy amplio, nosotros tendremos un producto de características diferentes, a pesar de ello el poder de negociación de los compradores tienen una influencia MEDIA-ALTA, por encontrarse en el mercado varias marcas de este tipo de productos por lo que a los compradores no les representa un costo significativo cambiarse de proveedores, en este caso se establecerá estrategias para convencer al comprador que somos le mejor opción
- El mercado presenta una cantidad de marcas por lo que la rivalidad entre competidores tiene una influencia MEDIA-ALTA. Siendo el mercado cambiante en épocas frecuentes se va tener sobrecapacidad intermitente, teniendo tiempos sin producción debido a que se tendrá producto en estok.
- Al crearse la necesidad del uso de gel antibacterial especialmente con la presencia del virus Sars Cov 2, la amenaza de los sustitutos presentan una influencia BAJA-MEDIA, teniendo en cuenta que es más practico llevar consigo este producto, tampoco lo consideraríamos como sustituto del jabón.

## 7. Recomendaciones

- Al tener la presencia de virus Sars Cov2 y otros microorganismos se debe seguir investigando la utilización de otros asépticos para producir gel antibacterial.
- Como sustituto aséptico el amonio cuaternario de quinta generación es muy bueno y además tiene un costo bajo. Por lo que es necesarios encontrar el punto de dilución sin que pierda su capacidad aséptica, porque este producto en estado puro (80%) deshace la gelificación, en ese sentido es necesario obtener un pH cercano al neutro puesto que en un pH muy bajo el Carbopol no gelifica.
- El presente proyecto es diseño de planta por lo que para su implementación se debe realizar un estudio económico financiero y el costo de producción, sin embargo con el análisis de las fuerzas de Porter ya nos indica que el proyecto es viable.
- Se debe realizar las pruebas de laboratorio para determinar el gluconato de clorhexidina que contiene el gel en que tiempo pierde sus propiedades asépticas.

## CITAS BIBLIOGRAFICAS

Albores, M., Caballero, Y., González, Y., & Pozas, R. (2006). Grupos Funcionales. Nomenclatura y Reacciones Principales.

México: Departamento de Química Orgánica.

Baca, G. (2010). Evaluación de Proyectos (Cuarta ed.). México DF: McGraw Hill.

Castillo, V. (2013). DISEÑO Y CÁLCULO DE UN AGITADOR DE FLUIDOS.

Universidad de BIO-BIO, Facultad de Ingeniería. Chile: Universidad de BIO-BIO.

Cremonesi, P. (2014). El ambiente acuoso para el tratamiento de obras policromas.

Aragón: IL PRATO CASA EDITRICE.

Cuatrecasas, L. (2009). Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible. Barcelona: Profit.

De la Torre, P. M. (2003). HIDROGELES POLIIONICOS DE CHITOSÁN Y ÁCIDO POLIACRÍLICO COMO NUEVOS SISTEMAS DE LIERACIÓN GÁSTRICA DE AMOXICILINA PARA EL TRATAMIENTO DE "H PYLORI". UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica. Madrid: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

Farras, J., García, J., & Urpí, F. (2000). Química Orgánica, Estructura y Reactividad.

Barcelona: Editorial Reverte S.A.

García, J., Teijon, J., Olmo, R., & García, C. (1996). Química, teoría y problemas.

Madrid: Tebar Flores.

Geankopolis, C. J. (1998). Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias (Tercera ed.). México: Continental S.A.

Lindhe, J. (2009). Periodontología Clínica e Implantología Odontológica (Quinta

ed. Vol. e). Madrid: Editorial médica Panamericana.

- Marcel Dekker, Inc. (2003). Novel Surfactants preparation applications and biodegradability (2 ed., Vol. 114). (K. Holmberg. Ed.) Gotemburgo: Marcel Dekker. Inc.
- McCabe, W., & Smith, J. (1981). Operaciones básicas de Ingeniería Química. España: Reverté S.A.
- Mott, R.L. (2006). Mecánica de fluidos aplicada (sexta ed.). México: Pearson.
- Muther, R. (1981). Distribución en planta. Barcelona: Editorial Hispano Europea S.A.
- Ocon, J., & Vian, A. (1976). Elementos de Ingeniería Química. Madrid: Aguilar.
- Pierre, A.C. (1998). Introducción to Sol-Gel Processing. Boston: Kluwer Academic Publisher.
- Porter, M. (2017). Ser Competitivo (Novena ed.). Barcelona: Deusto.
- QuimiNet. (21 de febrero de 2012). QuimiNet. Recuperado el 30 de agosto de 2018, de QuimiNet:<https://www.quiminet.com/articulos/que-es-el-carbopol-2683131.htm>
- Reyes, J. (2000). Aplicación de la técnica sol-gel. Universidad de Colima. Colima: Universidad de Colima.

## BIBLIOGRAFÍA

EKOS. (02 de octubre de 2015). EKOS. Recuperado el 02 de octubre 2018, de EKOS:

<http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=6570>

EKOS. (09 de noviembre de 2016). EKOS. Recuperado el 02 de octubre 2018, de EKOS: <http://issuu.com/ekosnegocios/docs/274>

Gennaro, A. R. (2003). Remington: Farmacia (20 ed., Vol. 1). Buenos Aires: Editorial Panamericana.

Greene, R. (s.f.). Válvulas, selección, uso y mantenimiento. McGRA-HILL.

Marketing Publishing Center. (1990). Instrumentos de análisis del marketing estratégico. Madrid: Diaz de Santos S.A.

Maya, J. J., Ruiz, S. J., Pachecho, R., Valderrama, S. L., & Villegas, M. V. (2011). Papel de la clorhexidina en la prevención de las infecciones asociadas a la atención en salud. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INFECTOLOGÍA. Colombia: ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INFECTOLOGÍA.

Ojeda, V. (2017). PLAN DE MARKETING PARA LABORATORIOS PRIMS, ENFOCADO EN LA LINEA DE COSMÉTICOS. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR. Quito: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.

RUSNANO. (2011). Glosary of NANOTEchnology and related TERMS. Recuperado el 30 de julio del 2018, Glosary of NANOTEchnology and related TERMS: <http://eng.thesaurus.rusnano.com/>

Smith, R. (2005). Chemical Process Desing and Integration. Barcelona: John Wiley & Sons Inc.

Statista. (s.f.). Statista. Recuperado el 02 de octubre de 2020, de El portal de estadísticas:<https://es.statista.com/estadísticas/504000/marcas-de-cosmeticos-mundiales-mas-importantes-según-el-valor-de-sus-marcas/>

Torres, Z. (2014). Administración estratégica. México: Patria.

Viteri, J. (2014) Gestión de la producción con Enfoque Sistémico. Quito.

Viteri, J. R. (n,a.). Proyectos Industriales, Guía del Estudiante. Quito: Universidad Central del Ecuador.

<https://www.clinicabercelona.org/asistencia/enfermedades/covid-19/definicion>.

# **ANEXOS**

## Aneo A. Antisépticos más comunes utilizados

**Tabla A1. Características de los antisépticos más comunes utilizados.**

Compuesto	Mecanismo de Acción	Efecto Residual	Inactivación por material orgánico*	Inicio de acción	Toxicidad*
Alcohol	Desnaturalización de las proteínas	Ninguno	Intermedio	Muy rápido	Produce resequedad. Es volátil. Es inflamable
Clorhexidina	Disrupción de la membrana celular	Prolongado	Mínimo	Intermedio	Ototoxicidad. Queratitis. Dermatitis
Yodoforos	Oxidación/Sustitución	Mínimo	Marcado	Intermedio	Absorción a través de la piel con posible toxicidad sistémica. Dermatitis de contacto

\* Información obtenida de Guideline for Hand Hygiene in Health-Care Settings <sup>(2)</sup>

**Tabla A.2. Espectro de los antisépticos más comunes utilizados.**

Compuesto	Gram (+)	Gram (-)	MTb	Hongos	Virus	Esporas*
Alcohol	E	E	B	B	B	N
Clorhexidina	E	B	P	A	B	N
Yodoforos	E	B	B	B	B	N

E = Excelente, B = Buena, A = Aceptable, P = Pobre, N = Ninguna, MTb = Micobacterium tuberculosis

## Anexo B. Equipos empleados en la experimentación.

Figura B.1. Vaso de precipitación

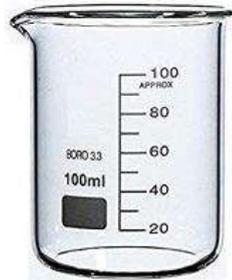


Figura B.2. Balanza de Precisión



Figura B.3. Probeta



Figura B.4. Viscosímetro de Cannon-Fenskey



Figura B.5. Cronometro



Figura B.6. Tamiz



Figura B.7. Pipetas Pasteur



Figura B.8. Varillas de Agitación



Anexo C. Diagrama de la relación entre el número de potencia y el número de Reynolds

Figura C.1. Diagrama de la relación entre el número de potencia y el número de Reynolds.

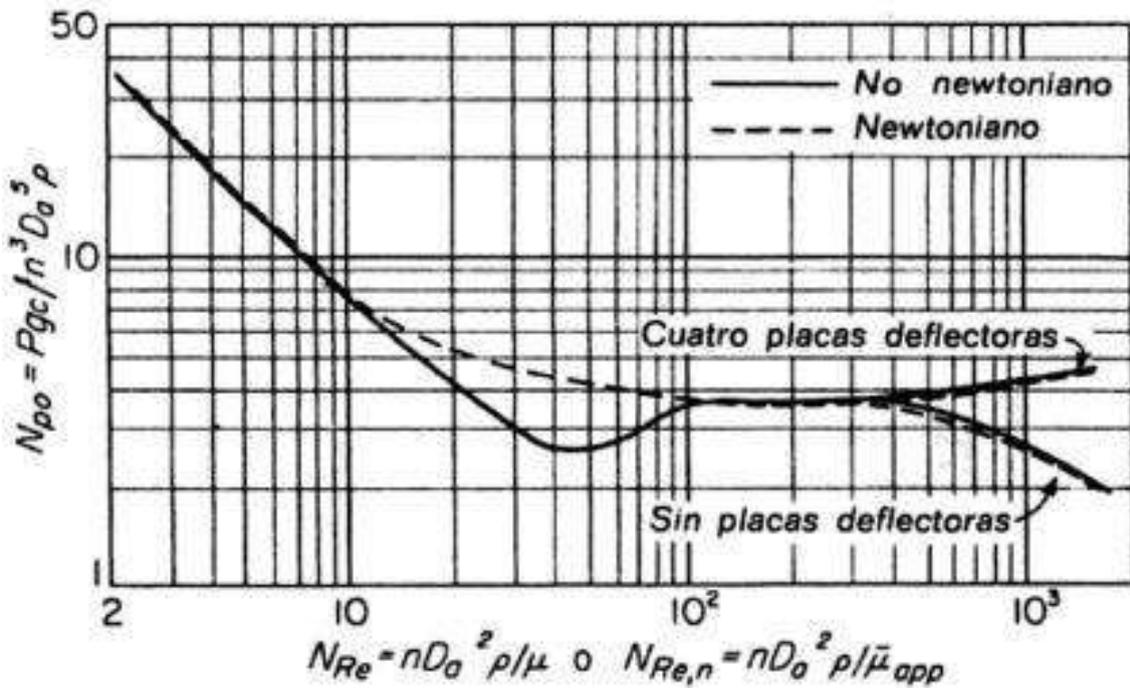


Tabla C.2. Tabla de constante para cálculo de potencia.

Tipo de Impulsor	$C_1$	$C_3$
Hélice paso cuadrado, 3 palas	41,0	0,32
Hélice paso de 2, tres palas	43,5	1,00
Turbina 6 palas planas	71,0	6,30
Turbina seis palas curvas	70,0	4,80
Turbina de ventilador	70,0	1,65
Turbina 2 palas planas	36,5	1,70
Turbina cerrada, seis palas curvas	97,2	1,08

## Anexo D. Propiedades del Agua

Tabla D.1. Tabla de propiedades del agua

Temperatura (°C)	Peso específico $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Densidad $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Viscosidad dinámica $\mu$ (Pa · s) o (N · s/m <sup>2</sup> )	Viscosidad cinemática $\nu$ (m <sup>2</sup> /s)
0	9.81	1000	$1.75 \times 10^{-3}$	$1.75 \times 10^{-6}$
5	9.81	1000	$1.52 \times 10^{-3}$	$1.52 \times 10^{-6}$
10	9.81	1000	$1.30 \times 10^{-3}$	$1.30 \times 10^{-6}$
15	9.81	1000	$1.15 \times 10^{-3}$	$1.15 \times 10^{-6}$
20	9.79	998	$1.02 \times 10^{-3}$	$1.02 \times 10^{-6}$
25	9.78	997	$8.91 \times 10^{-4}$	$8.94 \times 10^{-7}$
30	9.77	996	$8.00 \times 10^{-4}$	$8.03 \times 10^{-7}$
35	9.75	994	$7.18 \times 10^{-4}$	$7.22 \times 10^{-7}$
40	9.73	992	$6.51 \times 10^{-4}$	$6.56 \times 10^{-7}$
45	9.71	990	$5.94 \times 10^{-4}$	$6.00 \times 10^{-7}$
50	9.69	988	$5.41 \times 10^{-4}$	$5.48 \times 10^{-7}$
55	9.67	986	$4.98 \times 10^{-4}$	$5.05 \times 10^{-7}$
60	9.65	984	$4.60 \times 10^{-4}$	$4.67 \times 10^{-7}$
65	9.62	981	$4.31 \times 10^{-4}$	$4.39 \times 10^{-7}$
70	9.59	978	$4.02 \times 10^{-4}$	$4.11 \times 10^{-7}$
75	9.56	975	$3.73 \times 10^{-4}$	$3.83 \times 10^{-7}$
80	9.53	971	$3.50 \times 10^{-4}$	$3.60 \times 10^{-7}$
85	9.50	968	$3.30 \times 10^{-4}$	$3.41 \times 10^{-7}$
90	9.47	965	$3.11 \times 10^{-4}$	$3.22 \times 10^{-7}$
95	9.44	962	$2.92 \times 10^{-4}$	$3.04 \times 10^{-7}$
100	9.40	958	$2.82 \times 10^{-4}$	$2.94 \times 10^{-7}$

Fuente: Mott. R.L. (2006). Mecánica de fluidos aplicada (sexta ed.). México: Pearson.

## Anexo E. Velocidades del flujo

**Tabla E.1. Velocidades de flujo recomendados en sistema de potencia de fluidos**

	Unidades SI	Unidades del Sistema Británico
Entradas a bombas: (Líneas de succión)	0.6 a 2.2 m/s	2.0 a 7.0 pies/s
Salidas de bombas: (Líneas de descarga o de presión)	2.4 a 7.5 m/s	8.0 a 25.0 pies/s
Líneas de retorno:	0.6 a 2.6 m/s	2.0 a 8.5 pies/s

**Tabla E.2. Rapidez de flujo de volúmenes típicos**

Flujo volumétrico			Flujo volum.
m <sup>3</sup> /h	(L/min)		(gal/min)
0.9-7.5	15-125	Bombas recíprocas que manejan fluidos pesados y compuestos acuosos de lodo	4-33
0.60-6.0	10-100	Sistemas hidráulicos de aceites industriales	3-30
6.0-36	100-600	Sistemas hidráulicos para equipos móviles	30-150
2.4-270	40-4500	Bombas centrífugas en procesos químicos	10-1200
12-240	200-4000	Bombas para control de flujos y drenaje	50-1000
2.4-900	40-15 000	Bombas centrífugas para manejar desechos de minería	10-4000
108-370	1800-9500	Bombas centrífugas de sistemas contra incendios	500-2500

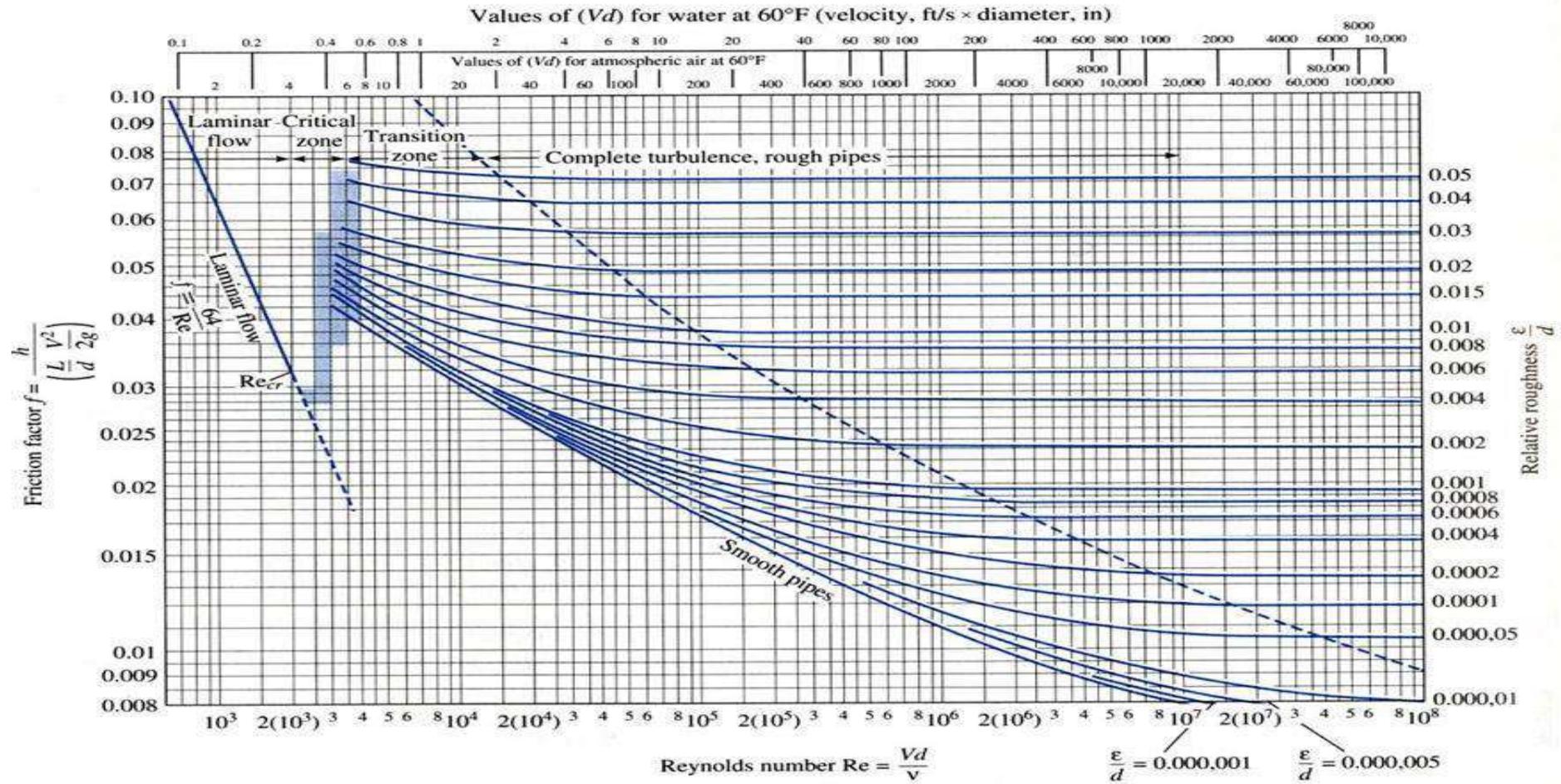
Fuente: Mott, R.L. (2006). Mecánica de fluidos aplicada (sexta ed.). México: Pearson.

## Anexo F. Valores de rugosidad absoluta

Tabla F.1. Valores de rugosidad Absoluta

<b>Valores de la Rugosidad Absoluta</b>	
<b>Material de construcción</b>	<b>Rugosidad (k: mm)</b>
<b>Tuberías de plástico</b>	
Polietileno (P.E.) .....	0,002
Cloruro de polivinilo (PVC) .....	0,02
<b>Tuberías metálicas</b>	
Tuberías estiradas, sin soldaduras de latón, cobre, plomo.....	0,0015 - 0,01
Aluminio.....	0,015 - 0,06
<b>Acero estirado sin soldaduras:</b>	
Nuevas.....	0,02 - 0,10
Después de muchos años en servicio.....	1,2 - 1,5
<b>Acero galvanizado:</b>	
Nuevas, buena galvanización.....	0,07 - 0,10
Galvanización ordinaria.....	0,10 - 0,15
<b>Fundición:</b>	
Nuevas.....	0,25 - 1,00
Nuevas con revestimiento bituminoso.....	0,10 - 0,15
Asfaltadas.....	0,12 - 0,30
Después de varios años en servicio.....	1,00 - 4,00
<b>Hormigón y fibrocemento:</b>	
<i>Hormigón:</i>	
Superficie muy lisa.....	0,3 - 0,8
Condiciones medias.....	2,5
Superficie rugosa.....	3 - 9
Hormigón armado.....	2,5
<i>Fibrocemento (F.C.):</i>	
Nuevas.....	0,05 - 0,10
Después de varios años en uso.....	0,60

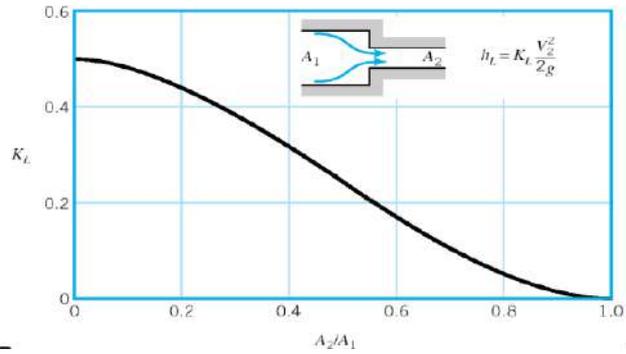
## Anexo G. Diagrama de Moody



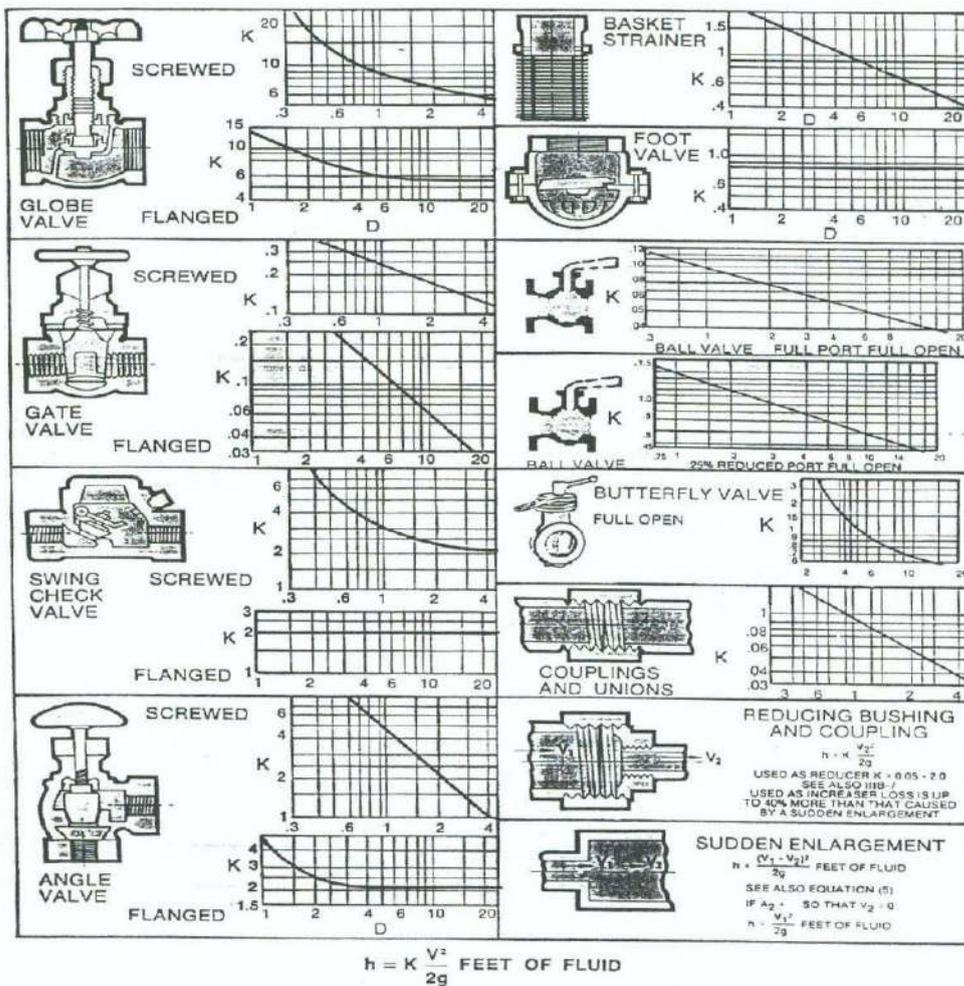
Fuente: Mott. R.L. (2006). Mecánica de fluidos aplicada (sexta ed.). Mexico: Pearson.

## Aneo H. Constantes de pérdidas por accesorios

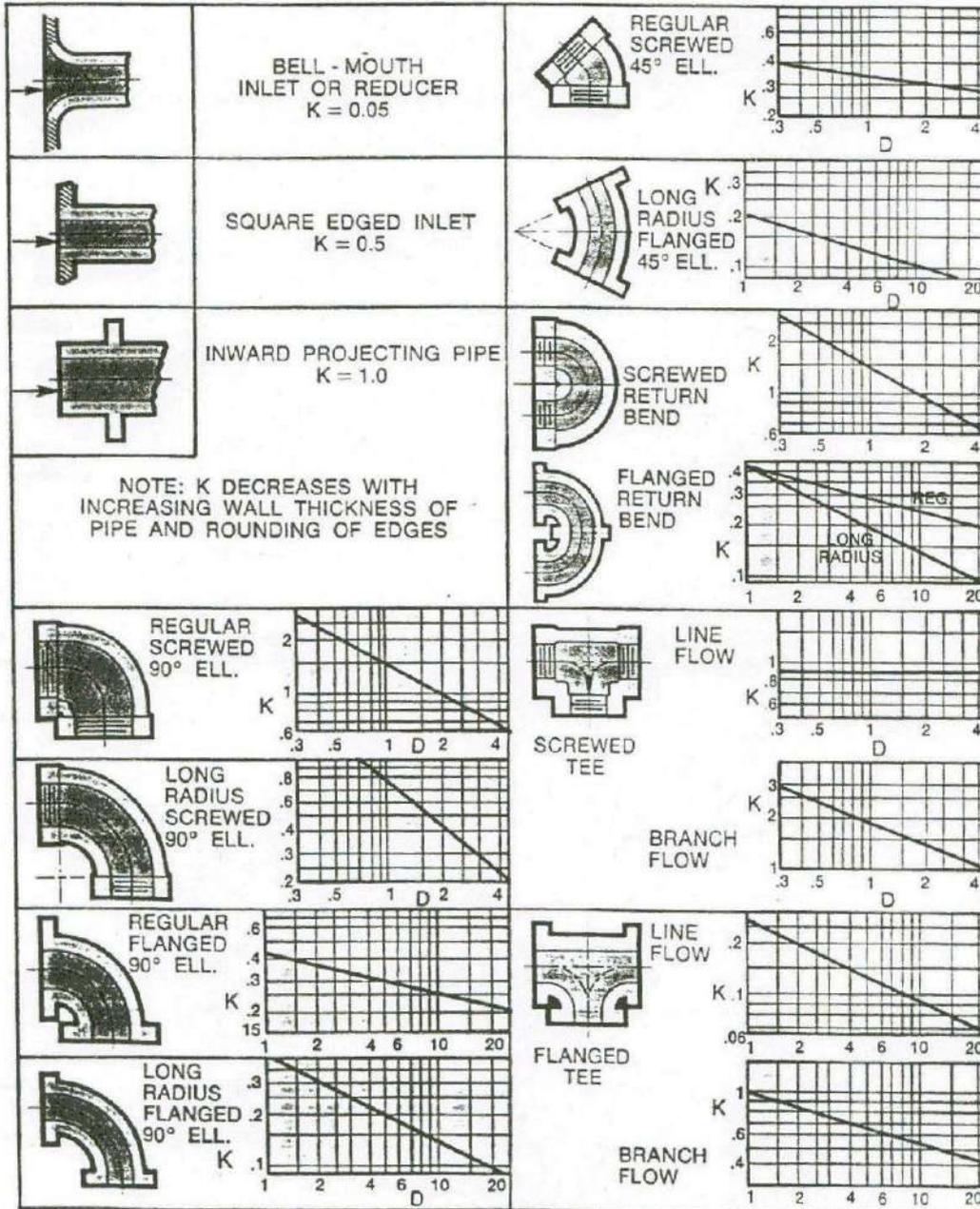
### Diagrama H.1. Contracción brusca



### Tabla H.2. Constantes de pérdida por accesorios



**Tabla H.3. Constantes de pérdida por accesorios**



$$h = K \frac{V^2}{2g} \text{ FEET OF FLUID}$$

## Aneo I. Presión de vapor del agua

**Tabla I.1. Presión de vapor del agua de 0 A 100 °C**

$t, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{vp}}, \text{MPa}$	$t, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{vp}}, \text{MPa}$	$t, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{vp}}, \text{MPa}$
0.01	0.00061165	34	0.0053251	68	0.028599
1	0.00065709	35	0.0056290	69	0.029876
2	0.00070599	36	0.0059479	70	0.031201
3	0.00075808	37	0.0062823	71	0.032575
4	0.00081355	38	0.0066328	72	0.034000
5	0.00087258	39	0.0070002	73	0.035478
6	0.00093536	40	0.0073849	74	0.037009
7	0.0010021	41	0.0077878	75	0.038595
8	0.0010730	42	0.0082096	76	0.040239
9	0.0011483	43	0.0086508	77	0.041941
10	0.0012282	44	0.0091124	78	0.043703
11	0.0013130	45	0.0095950	79	0.045527
12	0.0014028	46	0.010099	80	0.047414
13	0.0014981	47	0.010627	81	0.049367
14	0.0015990	48	0.011177	82	0.051387
15	0.0017058	49	0.011752	83	0.053476
16	0.0018188	50	0.012352	84	0.055635
17	0.0019384	51	0.012978	85	0.057867
18	0.0020647	52	0.013631	86	0.060173
19	0.0021983	53	0.014312	87	0.062556
20	0.0023393	54	0.015022	88	0.065017
21	0.0024882	55	0.015762	89	0.067558
22	0.0026453	56	0.016533	90	0.070182
23	0.0028111	57	0.017336	91	0.072890
24	0.0029858	58	0.018171	92	0.075684
25	0.0031699	59	0.019041	93	0.078568
26	0.0033639	60	0.019946	94	0.081541
27	0.0035681	61	0.020888	95	0.084608
28	0.0037831	62	0.021867	96	0.087771
29	0.0040092	63	0.022885	97	0.091030
30	0.0042470	64	0.023943	98	0.094390
31	0.0044969	65	0.025042	99	0.097852
32	0.0047596	66	0.026183	100	0.10142
33	0.0050354	67	0.027368		

From E. W. Lemmon, M. O. McLinden, and D. G. Friend, "Thermophysical Properties of Fluid Systems" in *NIST Chemistry WebBook*, NIST Standard Reference Database Number 69, Eds. P. J. Linstrom and W. G. Mallard, June 2005,

## Anexo J. Datos de la bomba

Tabla J.1. Datos técnicos de la bomba

MODELO	POTENCIA		Q (m <sup>3</sup> /h)													
	kW	HP	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6		
1 FASE			Q (l/min)													
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110		
ACm37	0.37	0.5	H (m)	23	21.5	21	20.5	19.5	18	17	15.5	14	12			
ACm75	0.75	1.0		35	34.5	33.5	33	32	31	29	27	24	20	16		

Figura J.2. Diagrama para obtención de CNPA

