

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
ESCUELA DE POSGRADO  
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
QUÍMICA



“ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA OBTENCIÓN  
DE UN ADHESIVO BASE SOLVENTE PARA TUBERÍA  
REALIZADO EN LA EMPRESA QROMA”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN  
INGENIERIA QUÍMICA

AUTOR:

EDWIN WILIAN ASCONA ALVARADO

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Edwin Wilian Ascona A.', enclosed in a simple oval shape.

ASESOR:

Mg. LEONARDO FELIX MACHACA GONZALES

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Leonardo Felix Machaca Gonzales', enclosed in a simple oval shape.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERIA Y TECNOLOGIA: 35.

Callao, 2023

PERÚ

## **INFORMACIÓN BÁSICA**

FACULTAD:

INGENIERÍA QUÍMICA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
QUÍMICA

TÍTULO:

“Estudio de los factores que afectan la obtención de un adhesivo  
base solvente para tuberías realizado en la empresa Qroma”

AUTOR:

Ing. EDWIN WILIAN ASCONA ALVARADO /0000-0002-7251-6781/ 40766578

ASESOR:

Mg. LEONARDO FÉLIX MACHACA GONZALES /0000-0002-3023-1470/  
07275983

LUGAR DE EJECUCIÓN:

Laboratorio de Investigación de QROMA S.A. sede Ñaña

UNIDAD DE ANÁLISIS:

Adhesivo base solvente

TIPO DE INVESTIGACIÓN:

cuantitativo/aplicada /hipotético deductivo / Enfoque: Cuantitativa/ Nivel:  
Explicativo /Diseño de Investigación: De laboratorio /experimental/transversal

TEMA OCDE:

Ingeniería de procesos

## HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

La presente tesis fue sustentada por el señor bachiller Edwin Wilian Ascona Alvarado ante el jurado de sustentación de tesis conformado por los siguientes docentes :

Dra. Sanez Falcon Lida Carmen - Presidente

Dr. Medina Collana Juan Taumaturgo - Secretario

Mg Díaz Gutiérrez Albertina - Miembro

Mg. Cabrera Arista César - Miembro

Mg. Machaca Gonzales Leonardo Félix - Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 041

FECHA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS: 21 de mayo del 2023

N° DE LIBRO: 001

N° DE FOLIO: 43

## Document Information

Analyzed document	TESIS DE ASCONA ALVARADO.pdf (D163152951)
Submitted	4/4/2023 4:22:00 PM
Submitted by	
Submitter email	fiq_posgrado@unac.edu.pe
Similarity	1%
Analysis address	fiq_posgrado.unac@analysis.urkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>QUISPE QUISPE ALEX_PROYECTO enero revisado.pdf</b> Document QUISPE QUISPE ALEX_PROYECTO enero revisado.pdf (D93170747)		1
<b>SA</b>	<b>1A_Castañeda_Perez_Luz_Genara_Doctorado_2021.docx</b> Document 1A_Castañeda_Perez_Luz_Genara_Doctorado_2021.docx (D93596698)		2
<b>W</b>	URL: <a href="https://support.minitab.com/es-mx/minitab/20/help-and-how-to/statistical-modeling/using-fitted...">https://support.minitab.com/es-mx/minitab/20/help-and-how-to/statistical-modeling/using-fitted...</a> Fetched: 4/4/2023 4:33:00 PM		1
<b>SA</b>	<b>GABRIELA OROZCO_TESIS.pdf</b> Document GABRIELA OROZCO_TESIS.pdf (D142814562)		1

## Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO ESCUELA DE POSGRADO UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA "ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA OBTENCIÓN DE UN ADHESIVO BASE SOLVENTE PARA TUBERÍA REALIZADO EN LA EMPRESA QROMA" TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN INGENIERÍA QUÍMICA AUTORES: Bach. EDWIN WILIAN ASCONA ALVARADO ASESOR: Mg. LEONARDO FÉLIX MACHACA GONZALES LINEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERIA Y TECNOLOGIA: 35. Callao, 2023 PERÚ INFORMACIÓN BÁSICA FACULTAD: INGENIERÍA QUÍMICA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA TÍTULO: "Estudio de los factores que afectan la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías realizado en la empresa Qroma" AUTOR: Ing. EDWIN WILIAN ASCONA ALVARADO / 0000-0002-7251-6781 / 40766578 ASESOR: Mg. LEONARDO FÉLIX MACHACA GONZALES / 0000-0002-3023-1470 / 07275983 Lugar de ejecución: Laboratorio de Investigación de QROMA S.A. sede Ñaña Unidad de análisis: adhesivo base solvente Tipo de investigación: cuantitativo/aplicada /hipotético deductivo / Enfoque: Cuantitativa/ Nivel: Explicativo /Diseño de Investigación: De laboratorio /experimental/transversal Tema OCDE: Ingeniería de procesos

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN La presente tesis fue sustentada por el señor bachiller Edwin Wilian Ascona Alvarado ante el jurado de sustentación de tesis conformado por los siguientes docentes: Dra. Sanez Falcon Lida Carmen - Presidente Dr. Medina Collana Juan Taumaturgo - Secretario Mg Díaz Gutiérrez Albertina - Miembro Mg. Cabrera Arista César - Miembro Mg. Machaca Gonzales Leonardo Félix - Asesor

ii DEDICATORIA A mis padres Marianoy Emilia por todo el esfuerzo, sacrificio y aliento constante para conseguir el grado de maestro , a mis hermanos Jimi , Eliza y Mario por su apoyo y soporte. A mis familiares y amigos por apoyarnos y motivarnos en todo momento.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Mariano y Sheila Emilia por todo el esfuerzo, sacrificio y aliento constante para conseguir el grado de maestro , a mis hermanos Jimi , Eliza y Mario por su apoyo y soporte. A mis familiares y amigos por su apoyo y motivación en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestra Alma Mater, la Universidad Nacional del Callao, y a nuestros docentes de la Facultad de Ingeniería Química quienes durante nuestra formación profesional nos han nutrido de conocimiento y valores

A nuestro asesor Mg. Leonardo Félix Machaca Gonzales por el apoyo brindando durante el desarrollo del trabajo de investigación.

A nuestros mentores Ing. Maria Luisa Sebastian , Ing. Efraín Auris , Ing. Percy Orestes y Sr. Marlon Puga , por su apoyo brindado y compartir sus conocimientos en la industria química .

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	1
INDICE DE TABLAS .....	3
ÍNDICE DE FIGURAS .....	5
ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	6
RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
INTRODUCCIÓN .....	9
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema.....	12
1.3. Objetivos de la investigación.....	12
1.4. Justificación.....	13
1.5. Delimitantes de la investigación .....	14
II. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 Antecedentes: Internacionales y nacionales .....	16
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	16
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	17
2.2 Bases teóricas.....	18
2.2.1 Adhesivos.....	18
2.2.2 Clasificación de adhesivos .....	18
2.2.3 Adhesivos implementados a través de un proceso físico.....	20
2.2.4 Teoría de adhesión .....	22
2.2.5 Propiedades de solubilidad de solventes .....	23
2.3 Marco conceptual.....	27
2.4 Definición de términos básicos.....	37
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	38
3.1 Hipótesis (general y específica).....	38
3.1.1 Operacionalización de Variables.....	39
IV. METODOLOGIA DEL PROYECTO.....	41
4.1 Diseño Metodológico.....	41
4.2 Método de investigación.....	41

4.3	Población y muestra .....	48
4.4	Lugar de estudio y periodo desarrollado .....	48
4.5	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	48
4.6	Análisis y procedimiento de datos .....	49
4.7	Aspectos éticos en investigación.....	51
V.	RESULTADOS .....	52
5.1	Resultados descriptivos .....	52
5.2	Resultados Inferenciales.....	66
VI.	DISCUSION DE RESULTADOS.....	67
6.1	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados .....	67
6.2	Contrastación de resultados con otros estudios similares.....	68
6.3	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.....	69
VII.	CONCLUSIONES .....	70
VIII.	RECOMENDACIONES.....	71
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	72
	ANEXOS .....	74

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Guía para la selección del cemento disolvente para tubos y conexiones de PVC</i> .....	14
<b>Tabla 2</b> <i>Parámetros de solubilidad y tensión superficial crítica</i> .....	26
<b>Tabla 3</b> <i>Razones Técnicas de Restricciones</i> .....	34
<b>Tabla 4</b> <i>Diseño y Resultados Obtenidos para 3 componentes</i> .....	34
<b>Tabla 5</b> <i>Análisis de varianza de posibles modelos</i> .....	35
<b>Tabla 6</b> <i>Resumen de modelos</i> .....	35
<b>Tabla 7</b> <i>Modelo cuadrático completo para 3 componentes</i> .....	36
<b>Tabla 8</b> <i>Operacionalización de Variables</i> .....	40
<b>Tabla 9</b> <i>Restricciones para la mezcla</i> .....	43
<b>Tabla 10</b> <i>Tabla de diseño</i> .....	43
<b>Tabla 11</b> <i>Restricciones para la mezcla</i> .....	52
<b>Tabla 12</b> <i>Resumen del diseño</i> .....	52
<b>Tabla 13</b> <i>Resultado del diseño de la Mezcla</i> .....	54
<b>Tabla 14</b> <i>Análisis de varianza para ESFUERZO 2H (proporciones del componente)</i> .....	55
<b>Tabla 15</b> <i>Coeficientes de regresión estimados para ESFUERZO 2H (cantidades del componente)</i> .....	55
<b>Tabla 16</b> <i>Resumen del modelo</i> .....	56
<b>Tabla 17</b> <i>Análisis de varianza para ESFUERZO DE 16H (proporciones del componente)</i> .....	57
<b>Tabla 18</b> <i>Coeficientes de regresión estimados para ESFUERZO DE 16H (cantidades del componente)</i> .....	57
<b>Tabla 19</b> <i>Resumen del modelo</i> .....	57
<b>Tabla 20</b> <i>Análisis de varianza para ESFUERZO DE 72H (proporciones del componente)</i> .....	58
<b>Tabla 21</b> <i>Coeficientes de regresión estimados para ESFUERZO DE 72H (cantidades del componente)</i> .....	59
<b>Tabla 22</b> <i>Resumen del modelo</i> .....	59
<b>Tabla 23</b> <i>Optimización de respuesta - Parámetros</i> .....	65

<b>Tabla 24_</b> <i>Solución global</i> .....	65
<b>Tabla 25_</b> <i>Respuestas pronosticadas</i> .....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Esquema de las multidisciplinar que intervienen en la ciencia de adhesión</i>	20
<b>Figura 2</b> <i>Gráfico de Solubilidad vs Tensión de superficie Critica</i>	25
<b>Figura 3</b> <i>Espécimen de ensayo para resistencia al esfuerzo cortante</i>	30
<b>Figura 4</b> <i>Soporte para los especimenes</i>	31
<b>Figura 5</b> <i>Mapa Conceptual del diseño de experimentos de mezclas</i>	32
<b>Figura 6</b> <i>Etapas del Método de Investigación</i>	41
<b>Figura 7</b> <i>Esquema de equipo experimental para obtener el adhesivo base solvente</i>	44
<b>Figura 8</b> <i>Diagrama de flujo para obtención del adhesivo base solvente</i>	45
<b>Figura 9</b> <i>Esquema de aplicación del adhesivo base solvente para PVC</i>	45
<b>Figura 10</b> <i>Esquema unión de probetas de aplicación</i>	46
<b>Figura 11</b> <i>Esquema de soporte para el sistema de unión.</i>	46
<b>Figura 12</b> <i>Equipo de prueba de esfuerzo - dinamómetro Zwick Roell Z100</i>	47
<b>Figura 13</b> <i>Grafica de residuos para esfuerzo 2 horas</i>	56
<b>Figura 14</b> <i>Grafica de residuos para esfuerzo 16 horas</i>	58
<b>Figura 15</b> <i>Grafica de residuos para esfuerzo 72 horas</i>	59
<b>Figura 16</b> <i>Grafica de contorno y superficie de mezcla para esfuerzo 2 horas (cantidad de componentes)</i>	61
<b>Figura 17</b> <i>Grafica de contorno y superficie de mezcla para esfuerzo 16 horas (cantidad de componentes)</i>	62
<b>Figura 18</b> <i>Grafica de contorno y superficie de mezcla para esfuerzo 72 horas (cantidad de componentes)</i>	63
<b>Figura 19</b> <i>Grafica de rastreo de respuesta de Cox</i>	64

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

PVC : Poli cloruro de vinilo

THF : Tetrahidrofurano

MEK : Metil etil cetona

NTP : Norma técnica peruana

CPVC : Cloruro de polivinilo clorado

ABS : Acrilonitrilo butadieno estireno

INDECOPI : Instituto nacional de defensa de la competencia y de la protección de la propiedad intelectual

COV : Compuestos orgánicos volátiles

ASTM : Sociedad estadounidense para pruebas y materiales

PSA : Adhesivo sensible a la presión

DOE : Diseño de experimentos

MPa : Mega Pascales

cP : centipoise

gal : galones

mL : mililitro

rpm : Revoluciones por minuto

## RESUMEN

Se determinaron los factores que tienen efecto en la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC, partiendo de la influencia de los componentes en la mezcla, para lo cual se elaboró un diseño de mezclas utilizando una DOE de vértices extremos. Se preparó catorce experimentos, sin replicas y sin aleatorizar las corridas, los componentes de la mezcla (solvente THF, solvente MEK, solvente ciclohexanona, solvente acetona y resina de PVC) fueron ingresados en porcentaje en peso para su análisis de datos y ver su efecto en la obtención del adhesivo base solvente medible mediante la variable respuesta de prueba de esfuerzo. Las mezclas fueron realizadas manteniendo constante la temperatura ambiente (aprox. 20°C), la humedad del ambiente (aprox. 45%), el tiempo de agitación de la mezcla (10 min), velocidad de agitación (500 rpm) y fueron realizadas en batch de 700 g como peso total de la mezcla para cada experimento. Para el análisis estadístico se utilizó el software Minitab. Como variable respuesta se realizó la prueba de esfuerzo a 2 horas, 16 horas y 72 horas de tiempo de pegado y fueron analizados mediante ANOVA

Como resultado se determinó como factores favorables para la obtención del adhesivo para tuberías de PVC los siguientes componentes: el solvente THF, solvente MEK y resina PVC. También se determinó la proporción de la mezcla favorable con los siguientes resultados: el solvente THF con 43 % en peso, solvente MEK 30% en peso y resina de PVC con 16 % en peso, solvente Ciclohexanona con 9% y Solvente Acetona con 2% en peso. Se determinó las características físicas de la mezcla favorable con los siguientes resultados: esfuerzo a 2 horas con 1.805 Mpa, esfuerzo a 16 horas con 3.610 MPa; esfuerzo a 72 horas con 6.405 MPa; %sólidos: 16.791; viscosidad: 272.249 cP, y se cumplió lo requerido en la Norma Técnica Peruana 399-090-2002.

**PALABRA CLAVE:** Estudio, factores, obtención, adhesivo base solvente, tubería.

## **ABSTRACT**

The factors that have an effect on obtaining a solvent-based adhesive for PVC pipes were determined, starting from the influence of the components in the mixture, for which a mixture design was elaborated using a DOE of extreme vertices. Fourteen experiments were prepared, without replicates and without randomizing the runs, the components of the mixture (THF solvent, MEK solvent, cyclohexanone solvent, acetone solvent and PVC resin) were entered in percentage by weight for data analysis and to see their effect. In obtaining the solvent-based adhesive measurable through the stress test response variable. The mixtures were made keeping constant the ambient temperature (approx. 20°C), the humidity of the environment (approx. 45%), the stirring time of the mixture (10 min), stirring speed (500 rpm) and they were carried out in batches of 700 g as total weight of the mixture for each experiment. Minitab software was used for statistical analysis. As a response variable, the stress test was carried out at 2 hours, 16 hours and 72 hours of sticking time and they were analyzed by ANOVA.

The following components were determined as favorable factors for obtaining the adhesive for PVC pipes: THF solvent, MEK solvent and PVC resin. The proportion of the favorable mixture was also determined with the following results: THF solvent with 43% by weight, MEK solvent 30% by weight and PVC resin with 16% by weight, Cyclohexanone solvent with 9% and Acetone Solvent with 2%. In weigh. The physical characteristics of the favorable mixture were determined with the following results: effort at 2 hours with 1,805 MPa, effort at 16 hours with 3,610 MPa; stress at 72 hours with 6,405 MPa; %solids: 16,791; Viscosity: 272,249 cP, and the requirements of the Peruvian Technical Standard 399-090-2002 were met.

**KEYWORD:** Study, factors, obtaining, solvent-based adhesive, pipe.

## INTRODUCCIÓN

El proceso de obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC consiste en una mezcla de solventes y resina de PVC , en este trabajo se detalló el proceso de obtención en el cual se llevó a cabo siguiendo procedimientos de investigación y desarrollo , además se hizo uso de diseño de experimentos mediante software estadístico para su análisis. Para la obtención de adhesivos base solvente para tuberías de PVC se requiere una fuerza de pegados favorable entre los sustratos a unir lo cual se mide mediante la prueba de esfuerzo .En este trabajo se aplicará un diseño de mezclas de vértices extremos y los factores que intervienen son los componentes de la mezcla .

Una característica especial de los diseños de mezclas es que la cantidad total de la mezcla normalmente se fija en el diseño de experimentos, y la de cada componente es proporcional a la cantidad total, además, la proporción no puede variar independientemente como en los diseños factoriales, porque ellas están restringidas a que la suma sea constante (1 o 100%). La forma como se analiza este tipo de diseño es a través de una superficie de respuesta, siendo la que permite encontrar la mezcla óptima. (1). Además, en los experimentos con mezclas, los factores son los componentes o ingredientes de una mezcla (2)

En el Perú, más del 90% de los adhesivos utilizados en la industria son en base a disolventes orgánicos volátiles (Castañeda, 2012) (3), además existen diferentes marcas que fabrican adhesivos base solvente para tuberías de PVC como son: las empresas Galusa con su producto UltraPeg, la empresa Topex con su producto pegamento para PVC y la empresa extranjera OATEY con su producto cemento transparente para PVC.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

Los adhesivos base solvente se utilizan ampliamente para unir tuberías de plástico y otros artículos de plástico moldeados hechos de resinas termoplásticas de PVC (cloruro de polivinilo), CPVC (cloruro de polivinilo clorado) y ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno). Los adhesivos base solventes se fabrican a partir de una mezcla de solventes para PVC (ciclohexanona, acetona, tetrahidrofurano y metiletilcetona) más una pequeña cantidad de resina de PVC disuelta en el solvente con aditivos (4).

La adhesión en base solvente es un proceso en el cual los termoplásticos, generalmente amorfos, se ablandan mediante la aplicación del adhesivo, y luego se presionan para lograr una unión. Muchos sustratos termoplásticos son más fáciles de unir de manera efectiva mediante adhesivos base solventes que mediante unión adhesiva convencional. (5).

En la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC intervienen diferentes parámetros que son de estudio para esta investigación tales como la disolución (propiedades de solventes), viscosidad, y contenido de resina, así como resultados de uniones adhesivas se pueden obtener el esfuerzo de corte y presión hidrostática que están normados por la NTP 399.090 2002-INDECOPI. (6)

La comercialización de resinas plásticas sintéticas en la década de 1930 tuvo una variedad casi ilimitada de materiales base y estuvo disponible para combinar en adhesivos y selladores. El poli(cloruro de vinilo) (PVC) un termoplástico desarrollado en 1927, se usa hoy en día en formulaciones de solventes para unir artículos de PVC como telas recubiertas, películas, espumas y tuberías. (7)

En el desarrollo de la investigación se tomó en cuenta el requerimiento del cliente

en el cumplimiento de la NTP 399.090 2002–INDECOPI (6). Además, se utilizó como referencias patentes extranjeras, reportes de análisis instrumentales de las muestras de la competencia (adhesivo para PVC de OATEY), Handbook en tecnología de Adhesivos e información interna. Para las pruebas experimentales se usó las instalaciones, los equipos de laboratorio, materiales de laboratorio e insumos químicos de la empresa QROMA.

El presente trabajo responde a la necesidad del cliente, el cual desea que la empresa QROMA le fabrique un adhesivo base solvente para tuberías de PVC en la categoría: regular es llamado así por su aplicación en los diámetros de tubería de PVC a unir, los cuales van a ser comercializados en todo el Perú como una alternativa a la competencia con su producto OATEY.

## **1.2. Formulación del problema**

### **Problema general**

¿Cuáles son los factores favorables para la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC?

### **Problemas específicos**

- 1.- ¿Cuál será la proporción de mezcla favorable para la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC?
- 2.- ¿Cuál son las características físicas de la mezcla favorable del adhesivo base solvente para tuberías de PVC?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### **Objetivo general**

Determinar los factores favorables para la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC.

### **Objetivos específicos**

- 1.- Determinar la proporción de la mezcla favorable para la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC.
- 2.- Determinar las características físicas de la mezcla favorable del adhesivo base solvente para tuberías de PVC.

## **1.4. Justificación**

### ***1.4.1 Justificación teórica***

El desarrollo del presente trabajo de investigación pretende a partir de los conocimientos teóricos y conceptos básicos de adhesivos para PVC, encontrar mejoras en el proceso de obtención de adhesivos, así como ampliar los conocimientos, mediante los ensayos de experimentos y así determinar los factores favorables de operación.

### ***1.4.2 Justificación legal***

La presente investigación tiene que cumplir con la Norma Técnica Peruana que aprueban los requisitos y el método de ensayo a realizar para la obtención de un adhesivo para PVC (6).

Se debe considerar los disolventes sujeto a registro , control y fiscalización en el territorio nacional, inclusive en las zonas geográficas sujetas al Régimen Especial para el control de Bienes Fiscalizados, a toda mezcla líquida orgánica, capaz de disolver o disgregar otras sustancias, que contenga uno o más insumos químicos fiscalizados tales como acetona, acetato de etilo, acetato de n-propilo, benceno, éter etílico, hexano, metil etil cetona, metil isobutil cetona, tolueno y xileno, que hayan sido incorporados directa o indirectamente, en concentraciones que sumadas sean superiores al 20% en peso. Dichos disolventes se encuentran sujetos al registro, control y fiscalización, aun cuando contengan un aditivo de cualquier naturaleza que le dé coloración, en tanto no pierdan sus características de disolvente. (8)

**Tabla 1**

*Guía para la selección del cemento disolvente para tubos y conexiones de PVC*

<b>Rango del tamaño del tubo</b> mm	<b>Tipo de cemento disolvente</b>	<b>Viscosidad Mínima</b>		<b>Espesor de film Húmedo ,</b>
		cP	mPa.s	<b>mm</b> Mm
12 a 63	Regular	90	90	0.15
75 a 160	Medio	500	500	0.30
200 a 315	Pesado	1600	1600	0.60

Fuente : Indecopi (2002).

### **1.4.3 Justificación tecnológica**

Permitirá el desarrollo de mejora en los procesos tecnológicos en el cual se involucrará el uso de equipos, el cual generará conocimiento para futuros productos adhesivos en base solvente. Para esta investigación se usó tecnología proporcionada por la empresa QROMA, con algunas modificaciones del diseño para poder superar algunas dificultades que se presentan al momento de su funcionamiento.

## **1.5. Delimitantes de la investigación**

### ***Teórica***

El presente trabajo está delimitado dentro del estudio de la obtención de un adhesivo base solvente con relación a los parámetros operacionales del sistema, la información obtenida de investigaciones previas como investigaciones, patentes y handbook sobre adhesivos base solvente, así como los resultados de los ensayos experimentales cuyos resultados nos ayudarán a comprender y

conocer los fundamentos que posteriormente nos servirán de base para expandir la investigación.

### ***Temporal***

La investigación estará limitada para el periodo entre de abril del 2016 y marzo del 2017, donde se puso todo el esfuerzo para poder realizar durante la fecha indicada, a menos que se presente cualquier inconveniente .

### ***Espacial***

Esta investigación se realizará en el laboratorio de Investigación y Desarrollo en la empresa QROMA en su sede Ñaña que consta de las operaciones de recepción de materia prima, mezclador piloto, envasado, ensayo físico).

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes: Internacionales y nacionales

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Parhar *et. al.* (2019) en su trabajo “Solvent Cement Formulation” (patente perteneciente a OATEY Co ) los autores proporcionan formulaciones de cemento solvente que comprenden algunos o todo el tetrahidrofurano, ciclohexanona, metiletilcetona, acetona, una resina termoplástica, sílice y un espesante asociativo de copolímero acrílico soluble en disolvente. Las formulaciones descritas contienen un complemento reducido de compuestos orgánicos volátiles (COV) en relación con las formulaciones de cemento convencionales, pero son capaces de cumplir con los requisitos para aplicaciones de trabajo regular, mediano y pesado. El uso de componentes espesantes asociativos especializados confiere un grado de viscosidad mientras permite una reducción de la concentración de COV, como el tetrahidrofurano. (9)  
[9]

N. Bush *et. al.* (2019) en su trabajo “*Method of Bonding and Bonding Compositions*” describen en la patente perteneciente a OATEY Co (Estados Unidos, 2019) detallan un método de unión adhesiva o soldadura de una primera superficie de plástico a una segunda superficie de plástico se describe la utilidad del método y las composiciones descritas como cementos solventes para tuberías y accesorios de PVC se demuestra probando la composición de los Ejemplos 2-5, 13 y 18-21 para unir piezas de PVC con PVC según la norma ASTM D-2564. Se determinaron las resistencias al cizallamiento del solape después de 2 horas (todos los ejemplos) y después de 16 horas (Ejemplos 2-5, 13 y 14) También se realizaron pruebas de resistencia al estallido rápido hidrostático (Ejemplos 2-5) de acuerdo con STM D-2564. (10)

John Comyn (2016) describe en el Capítulo 1 del “Handbook of Adhesives and Sealants”, Volumen 2, describen: que un adhesivo debe hacer dos cosas cuando se aplica a las superficies que se van a unir. Primero se deben humedecer las

superficies, manifestándose como extendiendo y haciendo contacto ángulo cercano a cero. Luego debe endurecerse a un sólido cohesivo fuerte. La humectación implica hacer un contacto íntimo entre las moléculas del adhesivo y los átomos y moléculas en la superficie. El endurecimiento puede ser por productos de reacción química, pérdida de solvente o agua, o por enfriamiento, pero hay una excepción en el caso de adhesivos sensibles a la presión que permanecen permanentemente fluidos. Cuando esto se hace un contacto íntimo, se construyen las fuerzas de van der Waals, pero otros intermoleculares pueden formarse fuerzas tales como enlaces químicos en el momento del contacto o durante el proceso de endurecimiento Sin embargo, esto dependerá de la química del adhesivo y el sustrato Si el adhesivo puede penetrar en el sustrato antes de endurecerse, entonces el enclavamiento mecánico contribuirá a la fuerza de la unión adhesiva .El entrelazamiento de moléculas de polímero en el adhesivo con las del sustrato sería el resultado de la interdifusión molecular a través de la interfase. (11)

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Miguel Ángel Chipa Saavedra *et. al.* (2015) en su tesis de pregrado “Ventajas comparativas en las propiedades físico-químicas, mecánicas y medioambientales de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente” describe: ensayos experimentales en sustratos para obtener sus propiedades físico-químicas y mecánicas, donde detalla la realización de pruebas de porcentaje de sólidos, viscosidad y medición del esfuerzo en muestras con unión adhesiva (12).

Margot, Condori Lopez Evelin *et. al.* (2019) en el Manual en su tesis “Determinación de las condiciones reológicas optimas de una mezcla de pagamento para cerámicos para uso en edificaciones “describe: que realiza pruebas físico-químicas y ensayos de resistencia a la tracción en un adhesivo mediante la realización de ensayos experimentales en la cual utiliza viscosímetro para las lecturas y ver el comportamiento reologico del adhesivo. (13).

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Adhesivos**

Un adhesivo (o un pegamento, ambos términos se usan indistintamente, excepto por ciertos proveedores, que utilizan el término “adhesivo” exclusivamente para cintas, etiquetas, apósitos y otros tipos de autoadhesivos película) es una sustancia química utilizada para unir materiales (sustratos), ya sean idénticos o diferentes, por sus superficies. (14)

De acuerdo a Kinloch (1987), un adhesivo puede definirse como un material que cuando se aplica a superficies de los materiales pueden unirlos y resistir la separación. Sin embargo, existen otras sustancias que están fuera de esta definición pero que muestran el fenómeno de la adhesión; estos incluyen pinturas y tintas de imprenta.

La adhesión es la atracción entre dos sustancias que resulta de la interacción fuerzas intermolecular que se establecen entre ellos. Este concepto es diferente del de cohesión que sólo involucra fuerzas intermoleculares dentro de una sustancia (15)

### **2.2.2 Clasificación de adhesivos**

Los adhesivos se pueden clasificar según sus áreas de aplicación, la naturaleza de los materiales que necesitan unión o el estado físico en el momento de la aplicación. Sin embargo, ninguna de estas clasificaciones permite adaptar productos comerciales a aplicaciones o estudios específicos, ni nos permiten para determinar las condiciones óptimas o limitaciones en el uso de estos productos. (14)

Para lograr estas etapas adicionales, necesitamos entender el comportamiento físico y químico de las materias primas utilizados como componentes base de

estos adhesivos y para tener un interés activo en los principales desarrollos en cuanto a su formulación. De hecho, las materias primas son responsables del adhesivo general y propiedades cohesivas de las juntas unidas, mientras que el “arte” de la formulación adhesiva ayuda a encontrar las aplicaciones potenciales más diversas posibles para los productos elaborados con estas materias primas. (14)

La parte clave del conjunto adhesivo es la unión, una región delgada (rara vez más de 50 nm de espesor) caracterizado por su cohesión y por su adherencia a los sustratos. Esto representa un fenómeno de interfaz, aunque normalmente se producen interacciones dentro de áreas híbridas muy delgadas (interfase) (típicamente menos de 10 nm de espesor). La relación entre la superficie y el espesor de las juntas distingue a los adhesivos de los selladores para aglomerantes, productos de naturaleza similar, pero que se utilizan en cantidades significativas para el llenado de grietas o cavidades como objetivo final. (14)

Ciertos adhesivos, utilizados para unir sustratos con un alto grado de resistencia mecánica, son capaces para asegurar durante períodos de tiempo potencialmente largos, la supervivencia de las juntas, descritas como estructurales, bajo condiciones normales de uso mientras está expuesto a grados relativamente altos de estrés.

Los dos requisitos contradictorios: adhesivo aplicado en estado suficientemente fluido y junta que consiste en un polímero sólido en estado viscoelástico, proporciona la base para una clasificación en tres grandes grupos (14):

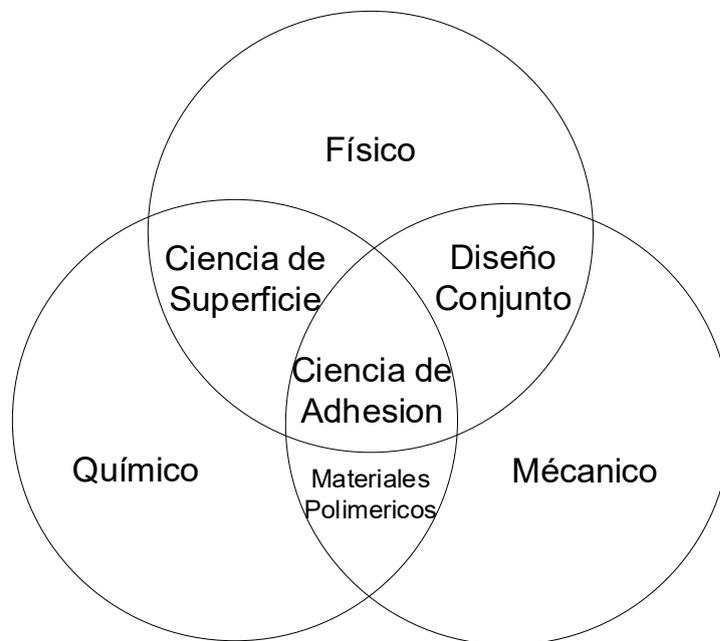
- ✓ Adhesivos donde el polímero es preexistente (y debe colocarse previamente en forma fluida: estado de solución, emulsión o “fundido”).
- ✓ Adhesivos donde el polímero se forma durante el curso de un proceso reactivo, polimerización, en el momento como el propio proceso de

vinculación.

- ✓ Adhesivos sensibles a la presión (PSA) donde el polímero exhibe propiedades visco elásticas capaces de desarrollar adherencia durante el paso de unión, así como cohesión para resistir al desprendimiento. Sin transformación física ni química del adhesivo se requiere para formar la unión unida. (14)

### Figura 1

*Esquema de las multidisciplinar que intervienen en la ciencia de adhesión*



Fuente: Edward M Petrie (2011)

#### 2.2.3 Adhesivos implementados a través de un proceso físico

- ✓ **Adhesivos “base agua”:** En su mayor parte, los adhesivos en solución acuosa son productos naturales, provenientes de plantas (almidones (Kennedy 1987) y otras sustancias amiláceas), e animales (caseína, procedente de la leche, glucógeno, extraído de los huesos, de la piel del

pescado, etc.), o de minerales(silicatos). (14)

- ✓ **Adhesivos “base solvente”**: Los cementos Solventes se encuentran en esta categoría, así como varios polímeros lineales son solubles en disolventes orgánicos que pueden eliminarse rápidamente (por evaporación) después de que se haya depositado el adhesivo. Este es el caso, por ejemplo, para el poli( $\beta$ -pineno) que disuelto en metiletilcetona, tiene por durante mucho tiempo ha sido la base de los “pegamentos universales” (Scotch® de 3M). “disolventes adhesivos” más típicos son los basados en elastómeros, compuestos caracterizados el hecho de que tienen una fuerte adhesividad natural, especialmente con respecto a sí mismos el fenómeno de la autoadhesión, la adhesión instantánea de dos películas de pegamento después de casi evaporación total del solvente, es la base para la composición de los “pegamentos de contacto” especialmente a base de neopreno (Fletcher 1971). La composición química básica del neopreno. El caucho sintético es policloropreno. La estructura del polímero puede ser modificada por copolimerizar con cloropreno, por ejemplo, 2,3-dicloro-1,3-butadieno para producir una familia de materiales con una amplia gama de propiedades químicas y físicas. También producen juntas de gran flexibilidad, proporcionando una excelente resistencia al pelado. (14)
  
- ✓ **Adhesivos “basados en dispersión”**: En teoría, cualquier polímero vinílico que se pueda obtener mediante polimerización por radicales se puede preparado directamente en forma de emulsión (Lovell 1997). Sin embargo, las formulaciones más comunes son el acetato de polivinilo y las emulsiones acrílicas. Mientras que las emulsiones a base de acetato de polivinilo tienen múltiples aplicaciones (pegamentos de oficina, madera colas, industria del embalaje, etc.) (14).

## 2.2.4 Teoría de adhesión

Las fuerzas adhesivas o cohesivas se pueden atribuir a cortas o largas gama de interacciones moleculares. Estos también se conocen como primarios o enlaces secundarios. Los tipos exactos de fuerzas que podrían estar operando en la interfaz generalmente se piensa ser el siguiente:

- Fuerzas de van der Waals (adsorción física)
- Enlace de hidrógeno (fuerte atracción polar)
- Enlaces iónicos, covalentes o de coordinación (quimisorción).

El desarrollo histórico y el estado actual de las cinco teorías clásicas de primero se revisan las adherencias. (16)

- ✓ **La teoría de la adsorción:** Enfatiza el punto de que una vez adhesivo y el sustrato entran en contacto, las fuerzas de atracción actuarán entre ellos. Siempre y cuando el grado de humectación es bueno, estas fuerzas, ya sean enlaces primarios, como covalentes, o enlaces secundarios Las fuerzas de van der Waals, generalmente se consideran suficientes para dar una alta fuerza de unión. El primario la unión puede ser necesaria para lograr la durabilidad de la unión en un entorno hostil. (17)
- ✓ **La teoría mecánica:** Se centra en el enclavamiento entre el adhesivo y un sustrato rugoso. Superficie. Nuevamente, se requiere una buena humectación, o es probable que la rugosidad de la superficie provoque una mala adherencia. Fuerza. Se ha demostrado que se aplica a algunas superficies ásperas en una macroescala, así como a Superficies microfibrosas y microporosas, como aluminio anodizado. La adherencia mejorada se asocia con el aumento de la disipación de energía plástica durante la fractura en el adhesivo a granel. (17)
- ✓ **La teoría electrostática:** Apunta a fenómenos eléctricos como chispas,

que pueden ser observado durante la destrucción de una unión adhesiva, y considere la transferencia de energía electrostática carga entre el adhesivo y el sustrato. Considera el sistema adhesivo-sustrato como análogo a un condensador de placas paralelas. Las estimaciones de la energía asociada con este proceso son generalmente pequeñas en comparación con las energías de fractura por adhesión, y la teoría es mucho menos apoyado vigorosamente que hace unos 50 años (17)

- ✓ **La teoría de la difusión:** ha atraído un interés creciente desde el desarrollo de la reptación. Teoría de la dinámica de cadenas poliméricas. Proporciona un modelo para la adhesión de polímero a polímero, y da una explicación de la dependencia del tiempo y del peso molecular de la adhesión a polímeros de varias compatibilidades. (17)
- ✓ **La teoría de la capa límite débil:** El papel de las capas límite débiles se discute con énfasis en la importancia de una cuidadosa investigación del lugar de falla de una unión adhesiva. En conclusión, se argumenta que es mejor considerar que las teorías clásicas enfatizan un aspecto diferente de un modelo más completo, que, en principio, relaciona moleculares disposiciones en la región de la interfaz a las propiedades macroscópicas de una junta adhesiva. (17)

### 2.2.5 Propiedades de solubilidad de solventes

- ✓ **Parámetro de solubilidad:** Cuando el sustrato es orgánico y no demasiado polar, el parámetro de solubilidad es útil para ayudar para seleccionar un adhesivo. Si la unión entre el adhesivo y el sustrato es ser fuerte, debe haber una disminución en la libre energía como resultado de la combinación de los dos. El cambio de energía libre al mezclar dos materiales es:

$$\Delta F = \Delta H - T \Delta S \quad (1)$$

Donde:  $\Delta H$  es el calor de mezclar (kJ/mol);

$\Delta S$  es el cambio de entropía ( $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ )

En general, cuando dos materiales se mezclan, hay un aumento de entropía; en consecuencia, el segundo término a la derecha de la ecuación es negativa. Si podemos ignorar el término calor de mezcla, la energía libre también ser negativo. Esto nos dice que el material tiende a combinarse siempre que el calor de mezcla sea no demasiado alto en el lado positivo. Vemos, también, que elevar la temperatura hace que la entropía término más negativo, ayudando así al proceso de combinación. Esto es particularmente cierto cuando en al menos uno de los materiales que se mezclan o combinan es un alto polímero. (18).

Hildebrand y otros utilizaron el concepto del parámetro de solubilidad,  $\delta$ , para mostrar por qué algunos pares de materiales se mezclan más fácilmente que otros. El parámetro de solubilidad está relacionado con la presión interna o densidad de energía cohesiva:

$$\delta = (\Delta E / V)^{1/2} \quad (2)$$

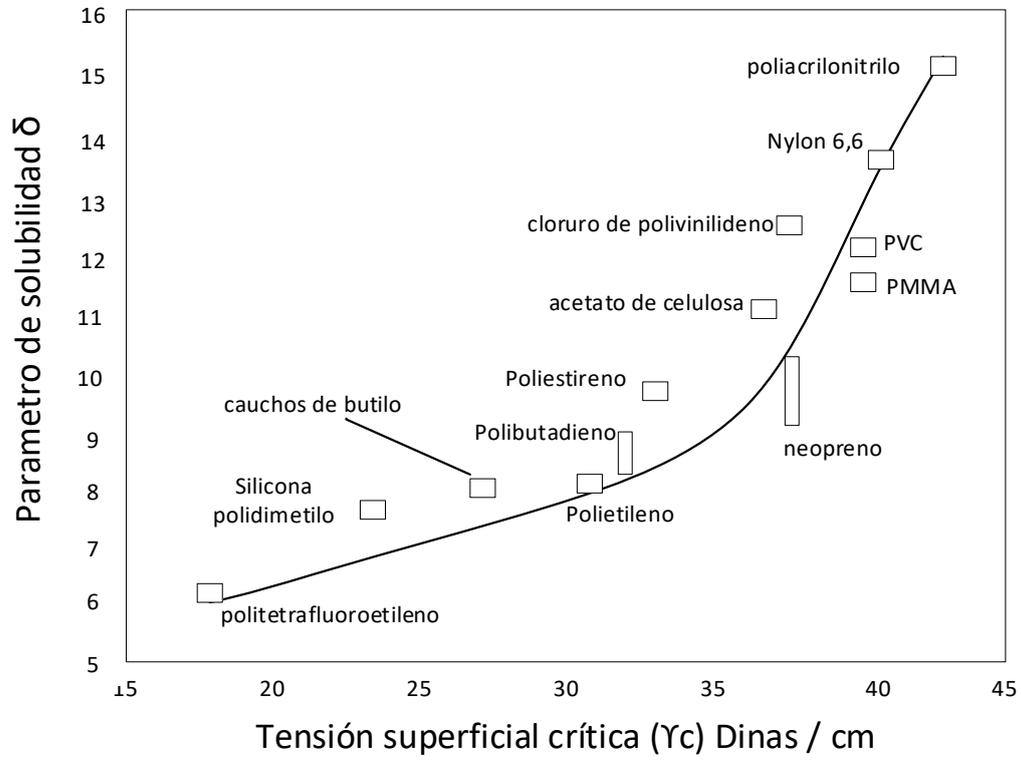
Donde  $\Delta E$ : es la energía de vaporización (kJ/mol)

$V$  es el volumen molar ( $m^3$ )

El término  $\Delta E / V$ , la energía de vaporización por cc, se llama presión interna o energía cohesiva densidad. Su raíz cuadrada es la solubilidad parámetro, se denomina "parámetro de hildebrand". (18)

**Figura 2**

*Gráfico de Solubilidad vs Tensión de superficie Crítica*



Fuente: Irving Skeist et. al.(1990)

**Tabla 2**

Parámetros de solubilidad y tensión superficial crítica

	Parametro de solubilidad Hildebrands $\delta$	<i>tensión</i> <i>superficial crítica</i> ( <i>dina cm<sup>-1</sup></i> )
Poli(1 H, 1 H-pentadecafluorocetil acrilato)	7.6	24
Silicona Polidimetilo	7.6	24
Cauchos de butilo	6.2	18.5
Polietileno	7.9	31
Caucho natural	7.9-8.3	-
Poliisopreno, cis	7.9-8.3	31
Polibutadieno, cis	8.1-8.6	32
Cauchos de butadieno-estireno	8.1-8.5	-
Poliisobutileno	8.0	-
Poliestireno	9.1	32.8
Caucho de polisulfuro	9.0-9.4	-
Neopreno (cloropreno)	8.2-9.4	38
Polivinil Acetato	9.4	-
Polimetilmetacrilato	9.3	39
Polivinilclorado	9.5-9.7	39
Resina Urea formaldehido	9.5-12.7	61
Epoxy	9.7-10.9	-
Etil celulosa	10.3	-
Acetato de celulosa	10.9	39
Nitrato de celulosa	10.6-11.5	-
Resina fenolica	11.5	-
Nylon 6,6	13.6	43
poliacrilonitrilo	15.4	44
Almidón	-	39
Caseína	-	43

Fuente: Irving Skeist et. al. (1990)

## **2.3 Marco conceptual**

El fenómeno de la adhesión es relevante para muchas áreas científicas y tecnológicas y ha convertido en los últimos años en un campo de estudio muy importante. La principal aplicación de la adhesión es unión por adhesivos, técnica que sustituye, al menos parcialmente, a técnicas mecánicas más clásicas técnicas de fijación como pernos o remaches. Se considera competitivo. Principalmente porque nos permite ahorrar peso, asegurar una mejor distribución del estrés, y ofrece una mejor estética ya que la línea de cola es prácticamente invisible. La adherencia es involucrada siempre que los sólidos se ponen en contacto, como en revestimientos, pinturas y barnices; sándwiches de varias capas; mezclas de polímeros; polímeros cargados; y materiales compuestos. Ya que el rendimiento final de estos materiales multicomponente depende significativamente de la calidad de la interfaz que se forma entre los sólidos de hecho, el término adhesión cubre una amplia variedad de conceptos e ideas, según se aborde el tema desde un punto de vista molecular, microscópico o macroscópico o si se habla de formación de la interfaz o fallo del sistema formado. Por lo tanto, el término adhesión es ambiguo, lo que significa tanto el establecimiento de enlaces interfaciales y la mecánica carga necesaria para romper un conjunto. En consecuencia, el estudio de la adhesión utiliza varios conceptos, dependiendo mucho en el campo de especialización de uno, y por lo tanto el tratamiento de los fenómenos observados puede ser considerablemente diferente. (19)

### **Composición del Adhesivos**

Los adhesivos y selladores generalmente se desarrollan y preparan para muchas aplicaciones como embalaje, construcción, automóvil, electrónica, etc. Unas formulaciones adhesivas dependen de los materiales base y los requisitos de una aplicación en particular. Los administradores Desarrolladores o formuladores deben tener conocimiento público sobre la composición química y papel de muchos componentes para reducir pruebas y errores. Nos centraremos

en la definición y función de la composición adhesiva como:

- a) resinas primarias,
- b) solventes,
- c) rellenos,
- d) plastificantes,
- e) refuerzos y
- f) aditivos varios.

(20)

### **Métodos de prueba estándar para juntas adhesivas**

- ✓ **Ensayos de tracción:** La resistencia a la tracción de una junta adhesiva rara vez se informa en la literatura del proveedor del adhesivo porque la tensión de tracción pura no suele encontradas en la producción real. Una excepción a esto es la tracción prueba de los enlaces entre la piel y el núcleo de un panel o compuesto emparedado. Sin embargo, el ensayo de tracción no sólo es útil como prueba de calidad prueba de control para adhesivos de metal y sándwich; también se puede emplear para producir una tensión de tracción fundamental y sin complicaciones, módulo y datos de resistencia para el adhesivo. (21)
  
- ✓ **Ensayos de cizallamiento traslapado:** La prueba de cizallamiento por tracción o cizallamiento por tracción mide la resistencia del adhesivo en corte es la prueba adhesiva más común porque las muestras son económicos, fáciles de fabricar y simples de probar. Sin embargo, a veces es difícil minimizar o eliminar los esfuerzos de flexión en especímenes comunes de juntas de corte. Debido a que las pruebas estándar de cizallamiento introducir algún grado de pelado en la junta adhesiva, valores obtenidos para la resistencia al corte de la superposición de los adhesivos epoxi puede promediar 4000–5000 psi; Considerando que, los valores para las resistencias a la tracción a granel se han informado hasta

a 12000 psi. El método común de ensayo de cizallamiento traslapado se describe en la norma ASTM D 1002, Esta prueba de cizallamiento es lo más comúnmente utilizada para adhesivos estructurales. Sin embargo, debido a la distribución no uniforme de la tensión en el adhesivo que surge de la configuración conjunta, los valores de resistencia a la falla son de poca utilidad para la ingeniería propósitos de diseño. (21)

- ✓ **Pruebas de pelado:** Una junta bien diseñada minimizará la tensión de pelado, pero no todas las fuerzas de pelado. Puede ser eliminado. Debido a que los adhesivos son notoriamente débiles al despegarse, Las pruebas para medir la resistencia al pelado son muy importantes. Las pruebas de pelado involucran quitando un adherente flexible de otro adherente que puede ser flexible o rígido. La muestra generalmente se pela en un ángulo de 90 o 180 grados. Los tipos más comunes de prueba de pelado son el T-peel, la cáscara de rodillo flotante y los métodos de tambor trepador. Los valores resultantes de cada el método de prueba puede ser sustancialmente diferente; de ahí que sea importante especificar el método de prueba empleado. (21)
  
- ✓ **Prueba de escisión:** Las pruebas de escisión se llevan a cabo separando un extremo de una unión rígida junta y midiendo la carga necesaria para causar la ruptura. Pruebas escisión se usan en lugar de las pruebas de pelado cuando ambos adherentes son rígidos. La prueba también es una medida cualitativa de la tenacidad a la fractura del adhesivo. Los datos obtenidos son adaptables al diseño de ingeniería. (21)
  
- ✓ **Pruebas de fatiga:** Las pruebas de fatiga colocan una carga dada repetidamente en una junta adherida. Los especímenes de traslapo u otros se prueban en una máquina fatigante capaz de inducir carga cíclica

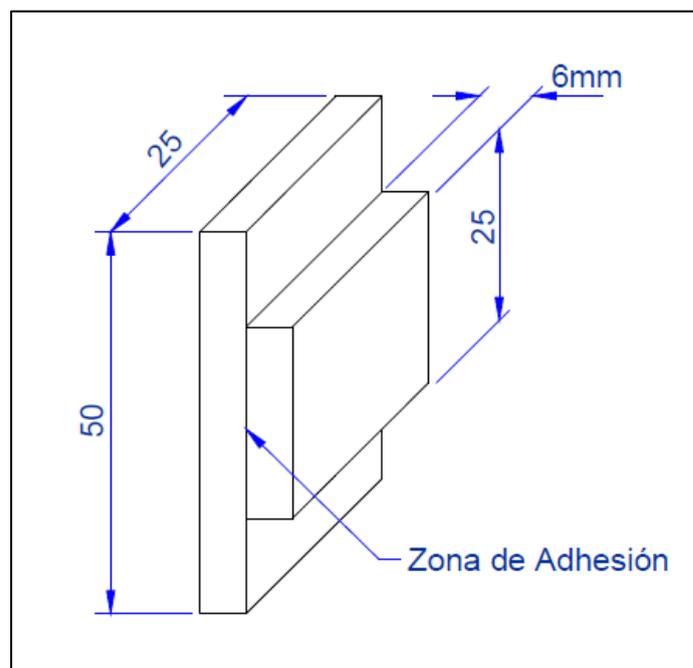
(generalmente en tensión o una combinación de tracción y compresión sino también de flexión) sobre la junta. ASTM D3166 proporciona procedimientos para probar y medir la fatiga resistencia de los especímenes de vuelta. (21)

- ✓ **Pruebas de impacto:** La prueba de impacto es importante porque los adhesivos, como la mayoría de los polímeros materiales, son sensibles a altas tasas de fuerza aplicada. La resistencia de un adhesivo al impacto se puede determinar mediante la norma ASTM D 950. Esta prueba es análoga al método de prueba de impacto utilizado para estudios de impacto sobre materiales (21)

Para el presente trabajo se ensayó con muestras mediante el siguiente esquema de las juntas de los especímenes para ensayar en las pruebas de esfuerzo

### Figura 3

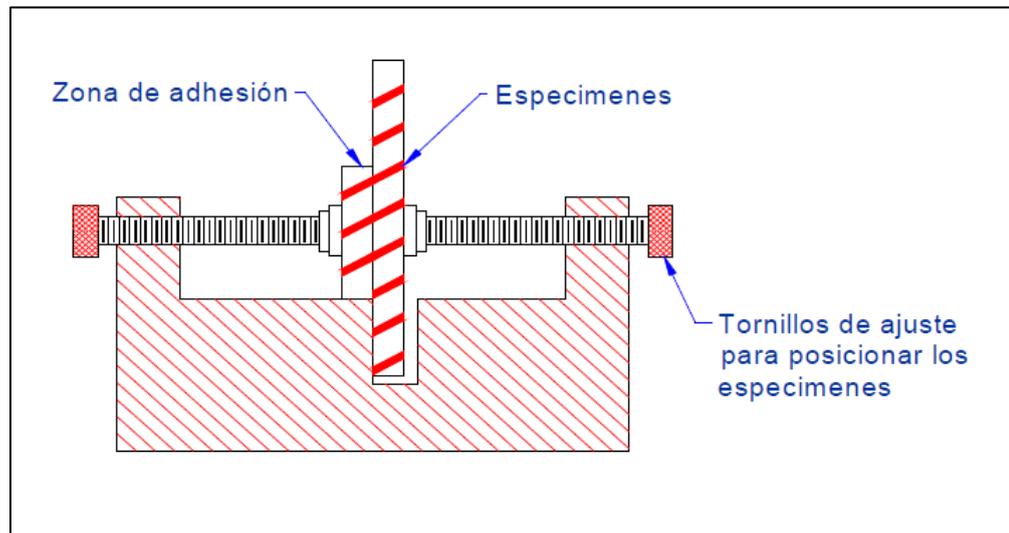
*Espécimen de ensayo para resistencia al esfuerzo cortante*



Fuente: Indecopi 2002.

## Figura 4

### Soporte para los especímenes



Fuente : Indecopi 2002.

## Conceptos sobre Diseño de Experimentos con Mezclas

En un diseño de experimentos con mezclas los factores son los componentes o ingredientes de una mezcla. En general, se supone que las características de calidad de la mezcla dependen de las proporciones con las que participan los ingredientes y no de la cantidad absoluta de ellos. Entre los objetivos de un experimento con mezclas se encuentran: (2)

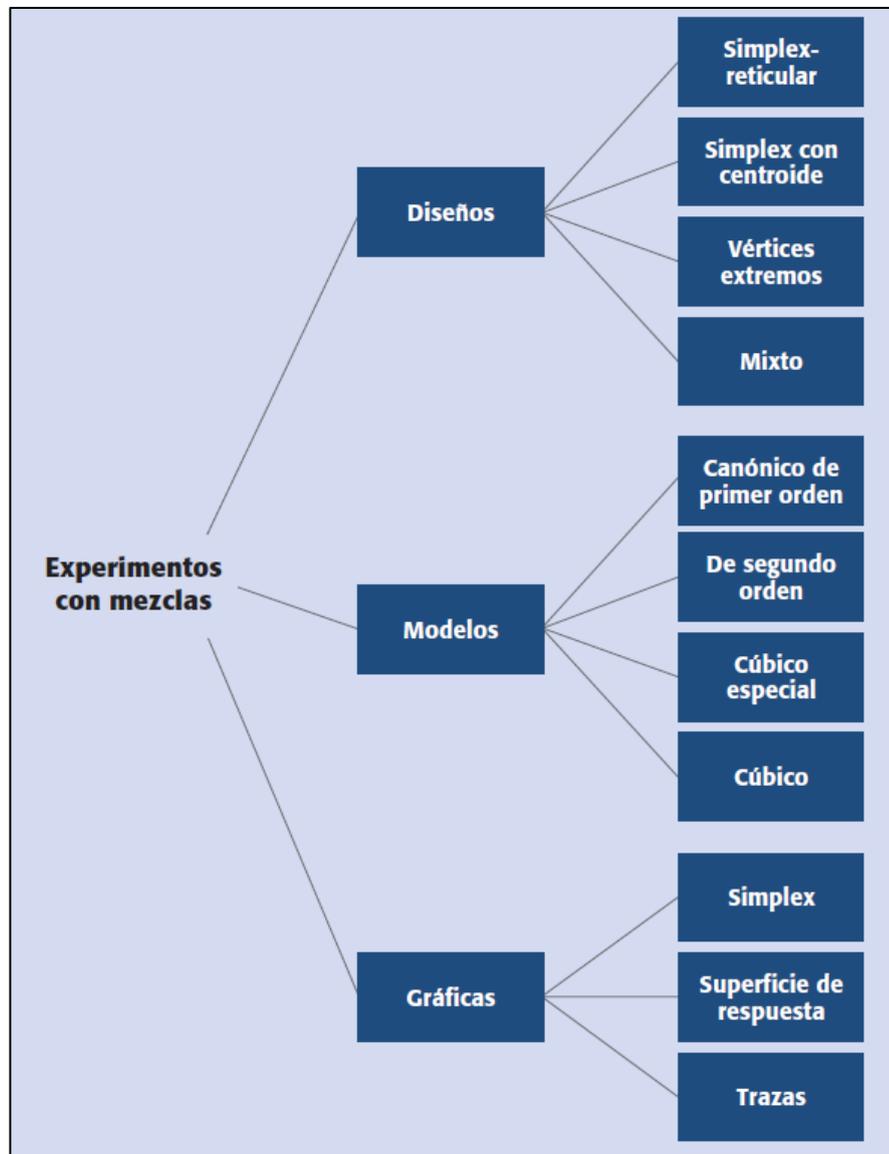
- ✓ Determinar cuáles de los ingredientes de la mezcla o interacciones entre ellos tienen mayor influencia sobre una o varias respuestas de interés.
- ✓ Modelar las respuestas de interés en función de las proporciones de los componentes de la mezcla.

- ✓ Usar dichos modelos para determinar en qué porcentaje debe participar cada uno de los ingredientes para lograr que la fórmula tenga las propiedades deseadas.

A continuación, se muestra el mapa conceptual sobre el diseño de experimentos de mezclas :

**Figura 5**

*Mapa Conceptual del diseño de experimentos de mezclas*



Fuente : Pulido et al (2008).

En el presente trabajo se aplicará el diseño de vértices extremos a continuación se detalla en que consiste este diseño , la aplicación de este diseño dará como resultado un Modelo el cual puede ser de primer orden , segundo orden , etc. Y a la vez obtener como resultado graficas simplex , superficie de respuesta y de trazas , a continuación, se describe los siguientes conceptos sobre los diseños de experimentos aplicados :

- ✓ **Diseño de Vértices Extremos** Es un diseño usado con frecuencia en los experimentos de mezclas con restricciones y son los que se conocen como vértices extremos propuestos por McLean y Anderson (1966). Ellos sugieren usar los vértices de la región restringida como la base del diseño, junto con una subserie de puntos a lo largo de los centroides de la subregión y el centroide global. También es posible utilizar los criterios D-óptimo para seleccionar los puntos.

Este criterio fundamentalmente selecciona puntos de una lista de puntos candidatos, de manera tal que las varianzas de los coeficientes de regresión en el modelo con mezclas son minimizadas. La efectividad de este método depende de la lista de los puntos candidatos, de la adecuación del modelo propuesto y del número de puntos de diseño seleccionados. Los diseños basados en distancia también son muy útiles para experimentos con restricciones (ver Tabla 2). Este criterio trata de distribuir de manera uniforme los puntos de diseño en la frontera de la región factible. El algoritmo para seleccionar los puntos inicia con el punto de la región experimental restringida que está más cerca de un vértice de la región sin restricciones, y luego se agrega el punto de la región factible para el cual la distancia euclidiana es un máximo. Todos los puntos subsecuentes son agregados de forma similar. (2)

En la tabla 3 se ingresan las restricciones iniciales de la proporción de la mezcla las cuales tienen que ser coherentes con la naturaleza de la mezcla.

**Tabla 3**

*Razones Técnicas de Restricciones.*

<b>TIPO DE COMPONENTE</b>	<b>RESTRICCIÓN Inferior / Superior</b>	<b>MOTIVO</b>
Componente 1	(a ;b)	Motivo 1
Componente 2	(c ; d)	Motivo 2
Componente x	(y ; z)	Motivo x

Fuente : Pulido et al (2008)

Al ingresar en el Minitab los datos respectivos de componentes y restricciones nos dará como resultado la tabla de diseño , tabla de análisis de varianza , tabla de modelo , tabla de modelo especificado y tabla de región experimental y zona óptima.

La tabla 4 corresponde al diseño del experimento y nos indica la cantidad de experimentos, así como la proporción de la mezcla .

**Tabla 4.**

*Diseño y Resultados Obtenidos para 3 componentes*

<b>Orden de Corrida</b>	<b>Nº Mezcla</b>	<b>Comp 1</b>	<b>Comp 2</b>	<b>Comp 3</b>	<b>Respuesta 1</b>	<b>Respuesta 2</b>
		<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>
3	1	0.1	0.7	0.2	2.33	6.35
2	2	0.2	0.5	0.3	4.33	5.32
2	3	0.4	0.3	0.3	1.22	6.20
4	4	0.6	0.2	0.2	3.55	4.32

Fuente : Pulido et al (2008)

La tabla 5 corresponde al análisis de varianza de los datos y nos indica los modelos más óptimos para nuestro experimento mediante el criterio del p-value menor a 0.05 para que sea significativo

**Tabla 5.**

*Análisis de varianza de posibles modelos*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>GL</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Razón F</b>	<b>Valor-p</b>
Media	522.990.0	1	522990.0		
Lineal	1190964.0	2	59982.0	70.88	0.000
Cuadrático	6248.82	3	2082.94	3.58	0.0413
Cuadrático Especial	1005.78	1	1005.78	1.83	0.1988
Cubico	3113.17	3	1037.72	2.58	0.1116
Error	4017.57	10	401.757		
Total	657339	20			

Fuente : Pulido et al (2008)

La tabla 6 corresponde al resumen de modelos obtenidos de los datos ingresados y nos indica la selección de modelos para nuestro experimento mediante el criterio de los coeficientes de determinación  $R^2$  y  $R^2$  (ajustado)

**Tabla 6**

*Resumen de modelos*

<b>Modelo</b>	<b>ES</b>	<b><math>R^2</math></b>	<b><math>R^2</math> (ajus)</b>
Lineal	20.0895	89.29	88.09
Cuadrático	24.1077	93.94	91.78
Cubico especial	23.4205	94.69	92.24
Cubico	20.0439	97.01	94.32

Fuente : Pulido et al (2008)

La tabla 7 nos indica los coeficientes del modelo cuadrático representativo para nuestros datos.

**Tabla 7**

*Modelo cuadrático completo para 3 componentes*

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico T	Valor-p
X1	53.4725	25.6603		
X2	260.053	22.2645		
X3	-1418.32	3585.7		
X1.X2	-168.512	65.683	-2.56553	0.0224
X1.X3	1837.15	4184.5	0.439038	0.6673
X2.X3	2530.3	4041.889	0.626018	0.5414

Fuente : Pulido et al (2008)

## 2.4 Definición de términos básicos

**Adhesivo:** El adhesivo es una sustancia capaz de mantener juntas al menos dos superficies de manera fuerte y permanente. (16)

**Unión adhesiva:** proceso de unión, se pueden unir otros materiales. La unión Adhesivo de plástico implica varias de las uniones interacciones descritas anteriormente, dependiendo de las características del adhesivo y los sustratos que se unen.(18)

**Estrés (Tensión):** Fuerzas que actúan perpendicularmente al plano del adhesivo.(16)

**Shear:** Fuerzas que actúan en el plano del adhesivo. El cortante puro rara vez se encuentra en ensamblajes adhesivos.(16)

**Peel:** Decapado de un sustrato flexible sujeto con adhesivo a otro sustrato flexible o rígido.(16)

**Interfase:** La interfase es el plano de contacto entre la superficie de un material y la superficie del otro. La interfase suele ser útil para describir la energía superficial.(16)

**Sustrato:** El sustrato es el material a estar unido Después de la unión el sustrato a menudo se denomina adherente.(16)

**Lap Shear:** Es la prueba por tracción o cizallamiento la tracción mide la resistencia del adhesivo en corte.(16)

**Viscosidad:** La viscosidad es una medida de la resistencia interna de un fluido al flujo o tasa de deformación. La viscosidad se define como la relación entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación cortante.(15)

**Contenido de sólidos:** Los “sólidos” pueden referirse al componente no volátil del adhesivo o al componente inorgánico del adhesivo. Se debe verificar el contenido de sólidos de un adhesivo o sellador para asegurar que no se hayan cometido errores de formulación o dilución.(16)

**Solventes:** Los solventes son compuestos químicos utilizados para disolver, suspender o extraer otros materiales .A veces se necesitan solventes para dispersar el adhesivo .(16)

**Fuerza de adhesión:** Las fuerzas adhesivas mantienen unidos dos materiales<sup>37</sup> en sus superficies.(16)

### III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.1 Hipótesis (general y específica)

##### *Hipótesis general*

- ✓ Los factores favorables que intervienen en la obtención de un adhesivo base solvente para PVC que cumpla con el mínimo esfuerzo de corte según la Norma Técnica Peruana 399-090-2002

##### *Hipótesis específica*

- ✓ La proporción de mezcla favorable para la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC que cumpla con la Norma Técnica Peruana 399-090-2002.
- ✓ Las características físicas de la mezcla favorable para el adhesivo base solvente para tuberías de PVC que cumpla con la Norma Técnica Peruana 399-090-2002 .

### 3.1.1 Operacionalización de Variables

#### Definición conceptual

Porcentaje en peso del solvente : es la cantidad en gramos que representa un solvente en la mezcla se expresa en % .

Prueba de esfuerzo de corte : es la prueba mecánica mediante el cual una muestra es sometido a un sistema de unión adhesiva , en el cual se aplica una fuerza en una determinada área de unión hasta la ruptura de la unión adhesiva, con unidades en Mpa

Viscosidad : es la propiedad de los fluidos líquidos la cual se expresa mediante la resistencia al flujo , sus unidades son en centipoise (cP).

Porcentaje de solidos de mezcla : es la cantidad de masa solida presente en una mezcla , se representa en %.

#### Operacionalización de variables :

En el presente trabajo de investigación se tiene como variables dependientes al esfuerzo de corte (Mpa) , % solidos no volátiles (%)y viscosidad (cP) los cuales fueron realizados mediante el método descrito en la Norma Técnica Peruana 399.090.2002 y se tiene como variables independientes los componentes de la mezcla que son los factores a analizar , están representados en porcentaje en peso , se presenta la Tabla 8 donde se describe para más detalle

**Tabla 8***Operacionalizacion de Variables*

<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INDICE</b>	<b>METODO</b>
Y = parámetros favorables para la obtención de un adhesivo base solvente para tubería de PVC	*Esfuerzo de Corte. *Solidos no volátiles *viscosidad	*Mpa % cP	*Mediciones para la Obtención de Adhesivos Base Solvente *Esfuerzo de corte *Porcentaje de solidos *viscosidad	Cuantitativo Según NTP 399.090 • Análisis de prueba de esfuerzo • Análisis de solidos • Análisis de viscosidad
<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INDICE</b>	<b>METODO</b>
X1 = % Peso de Solvente THF X2 = % Peso de Solvente MEK X3 = % Peso de Solvente ciclohexanona X4 = % Peso de Solvente Acetona X5 = % Peso de resina de PVC	* porcentaje en peso de componente de la mezcla	%	*Mediciones para la Obtención de Adhesivos Base Solvente *porcentaje en peso de componentes en mezcla	Método interno – Método directo Balanza precisión Ohaus

## IV. METODOLOGIA DEL PROYECTO

### 4.1 Diseño Metodológico

#### Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación que se utilizó es experimental a nivel laboratorio, cuantitativo basado en el estudio realizado mediante la observación y el registro del análisis de las variables

Con los resultados de cada experimento se pretendió conocer como los factores afectan la obtención del adhesivo base solvente. Esta investigación se enfoca en controlar las variables independientes y obtener como variable dependiente la prueba de esfuerzo de corte , porcentaje de sólidos y viscosidad que son la variable respuesta deseada.

#### 4.2 Método de investigación

En el presente trabajo el diseño de investigación ha considerado tres etapas las cuales se observan en la siguiente figura :

#### Figura 6

*Etapas del Método de Investigación*



## **Etapas de la Investigación**

### **a) Recolección de la información de la materia prima y producto objetivo**

En esta primera etapa de la investigación se recopiló información sobre investigaciones de diferentes fuentes tales como : papers , publicaciones , patentes , handbook ,información de proyectos similares y documentación legal (normas técnicas ).

### **b) Planeación de los ensayos experimentales**

En esta segunda etapa se inició los ensayos experimentales en base a la información recopilada en la primera etapa donde se definirá la cantidad de ensayos a realizar, el tamaño de la muestra , las materias primas a utilizar , los equipos y materiales a utilizar , así como el tiempo estimado.

Se realiza el diseño de experimentos para mezclas aplicado es de diseño de vértices extremos donde se detalla lo siguientes datos :

- ✓ Componentes
- ✓ Replicas
- ✓ Corridas
- ✓ Grado de diseño

Al ser un diseño de mezclas el tratamiento indica que la suma total de los componentes de la mezcla es en base a 1 o 100 % .El diseño de vértices acepta restricciones para su análisis ver tabla 9 y nos indica la tabla de diseño ver tabla 10 de los ensayos para la mezcla (2).

**Tabla 9***Restricciones para la mezcla*

Comp	Cantidad		Proporción	
	Inferior	Superior	Inferior	Superior
X1	a1	a2	A1	A2
X2	b1	b2	B1	B2
X3	c1	c2	C1	C2
X4	d1	d2	D1	D2
X5	e1	e2	E1	E2

**Tabla 10***Tabla de diseño*

Corrida	Tipo	Solvente	Solvente	Solvente	Solvente	Resina	Esfuerzo	Esfuerzo	Esfuerzo
		THF (g)	MEK (g)	Ciclohexanona (g)	Acetona (g)	PVC (g)	de Corte 2 horas	de Corte 16 horas	de Corte 72 horas
1	1	a	b	c	d	e	Y1	Y'1	Y''1
2	1	a'	b'	c'	d'	e'	Y2	Y'2	Y''2
3	1	a''	b''	c''	d''	e''	Y3	Y'3	Y''3
N	1	a'''	b'''	c'''	d'''	e'''	YN	Y'N	Y''N

**c) Ejecución de los ensayos experimentales y pruebas respuesta**

En esta tercera etapa se dio inicio a la ejecución de los ensayos experimentales , tomando en cuenta todo lo previsto en la planificación , en esta etapa se tuvo como resultado del ensayo experimental una muestra de adhesivo base solvente para PVC el cual fue sometido a los análisis y pruebas respuesta .

Para la elaboración de la mezcla y obtener el adhesivo base solvente de ingresan los 5 componentes de la mezcla durante 10 minutos de agitación a 500 rpm, a una temperatura de aproximada de 20 °C , con una humedad relativa aproximada de 45 % y con un volumen de mezcla 700mL . Para representar esta etapa se tiene el siguiente esquema.

### **Descripción del equipo experimental**

El equipo experimental consta de un vaso precipitado de borosilicato de 1L de capacidad , acoplado a un agitador de motor Modelo Stir Pak con una propela tipo hélice de dos palas , colocado sobre una plataforma de elevación como se aprecia en la Figura 7

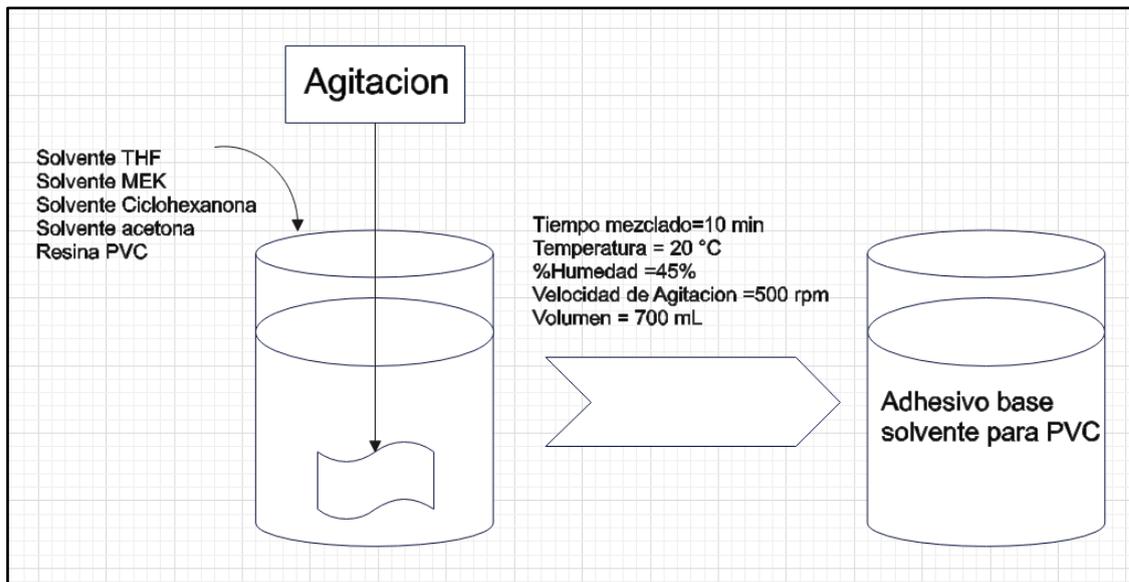
### **Figura 7**

*Esquema de equipo experimental para obtener el adhesivo base solvente*



**Figura 8**

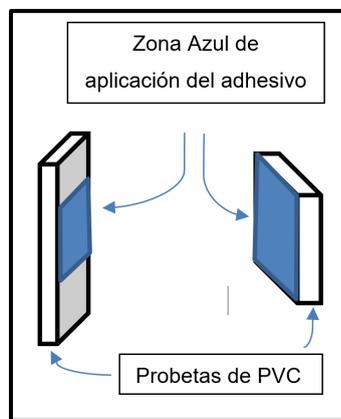
*Diagrama de flujo para obtención del adhesivo base solvente*



Esquema para la aplicación del adhesivo base solvente para medir el esfuerzo de corte según norma técnica peruana , se tiene dos probetas de PVC , la primera probeta de medidas 25mm x 50mm x 6 mm y la segunda probeta de 25mm x 25mm x 6mm , la zona de aplicación es de color azul ver Figura 9 , luego se procede a unir según Figura 10 , y se mantiene la unión en el soporte según Figura 11

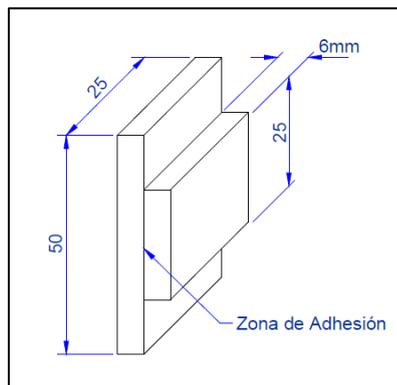
**Figura 9**

*Esquema de aplicación del adhesivo base solvente para PVC*



## Figura 10

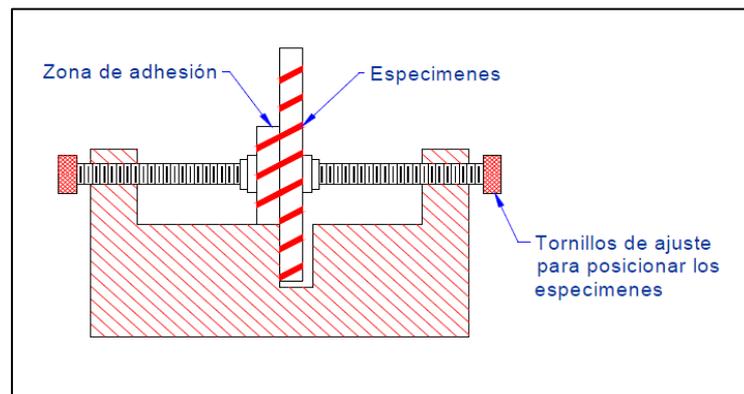
*Esquema unión de probetas de aplicación*



Fuente : Norma tecnica peruana 399.090 2002 Indecopi 2002.

## Figura 11

*Esquema de soporte para el sistema de unión.*



Fuente : Norma tecnica peruana 399.090 2002 Indecopi 2002.

## Equipo para medición de la prueba de esfuerzo

Para la realización de la prueba de esfuerzo de las probetas de aplicación unidas por el adhesivo base solvente se coloca en el equipo dinamómetro de procedencia Alemana marca Zwick Roell Z100 , como se muestra en la Figura 12

**Figura 12**

*Equipo de prueba de esfuerzo - dinamómetro Zwick Roell Z100*



### **4.3 Población y muestra**

El criterio de población no es aplicable para el presente trabajo. Se utilizó el criterio de la muestra experimental. La muestra de adhesivo obtenida mediante la mezcla de solventes y resina de PVC es un peso total aproximado de 700 gr.

### **4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado**

El lugar de estudio fue en la Empresa Qroma, laboratorio de Investigación y Desarrollo del área de adhesivos y en el laboratorio piloto, en el distrito de Chaclayo – Ñaña .

El periodo de desarrollo de la investigación se realizó de abril 2016 a marzo 2017.

### **4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos**

La técnica aplicada para la recolección de datos usó el procedimiento lógico utilizado para la contratación de la hipótesis planteada ha sido el método experimental y observacional para la determinación de los factores que afectan la obtención de un adhesivo base solvente para PVC donde se llevará la siguiente información :

#### **1.-Materia Prima**

- ✓ Hojas técnicas de materias primas
- ✓ Hojas de seguridad de materias primas.

#### **2.- Materiales**

- ✓ Envases herméticos de hojalata especial para productos volátiles
- ✓ Lunas de reloj (ensayos de sólidos)
- ✓ Bidones de 1 gl. (para almacenar solventes )
- ✓ Vasos de precipitado

### 3.-Equipos

- ✓ Estufa ,
- ✓ Viscosímetro brookfield ,
- ✓ Balanza electrónica Ohaus ,
- ✓ Agitador y
- ✓ Dinamómetro ).

### 4.- Resultados

- ✓ %Sólidos,
- ✓ Viscosidad y
- ✓ Prueba de Esfuerzo.

Estos resultados fueron ingresados a reporte de ensayos en formato Excel para su almacenamiento y para el tratamiento de los datos se usó el software Minitab Donde se aplicó el diseño de vértices extremos y se realizó el análisis de regresión para mezclas.

#### **4.6 Análisis y procedimiento de datos**

Los datos se procederán a analizar utilizando como herramienta el software Minitab versión 19 .

Se analizó los datos del diseño de mezcla y se ajustó y seleccionó el modelo adecuado. El modelo media consiste sólo en una constante, el modelo lineal contiene términos de primer orden para cada  $x_i$ . El modelo cuadrático incluye las interacciones  $x_i \cdot x_j$ , y el modelo cúbico especial agrega el término  $x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$ . Además, se tiene considerar 2 criterios :

El valor-p (o p-value) prueba si el modelo es significativo o aporta elementos en la explicación de la respuesta al compararlo con el modelo anterior de más bajo orden. Con el criterio del valor-p normalmente se elige el modelo más complicado

con un valor-p menor que 0.05 por tener un intervalo de confianza del 95%. Con este criterio se seleccionaría el modelo lineal

De manera adicional, para la selección del modelo se tiene el criterio de los coeficientes de determinación ( $R^2$  y  $R^2(\text{ajus})$ ), los cuales muestran el porcentaje de la variación en  $y_1$  que es explicada por el correspondiente modelo. (2)

Se obtuvieron tablas y gráficos con herramientas estadísticas para conocer los factores como componentes de la mezcla que influyen en las respuestas tales como : prueba de esfuerzo , viscosidad y porcentaje de sólidos . Se obtendrá las siguientes tablas :

- a) Restricciones para la mezcla
- b) Resumen del Diseño
- c) Resultado del diseño de mezcla
- d) Análisis de varianza
- e) Coeficientes de regresión estimados
- f) Resumen de Modelo
- g) Grafica de residuos para variable respuesta
- h) Grafica de contorno y superficie de respuesta de mezcla para esfuerzo
- i) Grafica de rastreo de respuesta de Cox

#### **4.7 Aspectos éticos en investigación**

Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes. Los autores de la investigación se responsabilizan por la información emitida en la presente tesis; de acuerdo con el Reglamento del Código de Ética de la Investigación de la UNAC, Resolución de Consejo Universitario N.º 210-2017-CU. Este trabajo cumple con todos los requisitos y responsabilidades señaladas en los ítems mencionados.

## V. RESULTADOS

### 5.1 Resultados descriptivos

Para la mezcla se tiene las siguientes restricciones para el análisis de los datos ver tabla 11

**Tabla 11**

*Restricciones para la mezcla*

Comp	Cantidad		Proporción	
	Inferior	Superior	Inferior	Superior
Tetrahidrofurano	43	46	0.43	0.46
Solvente MEK	28	30	0.28	0.30
Solvente Ciclohexanona	8	9	0.08	0.09
Solvente Acetona	1	2	0.01	0.02
Resina PVC	14	16	0.14	0.16

La tabla 12 muestra el resumen del diseño :

**Tabla 12**

*Resumen del diseño*

Componentes:	5	Puntos del diseño:	14
Variables de proceso:	0	Grado del diseño:	1

Se tiene en formato Excel los datos de los 14 experimentos y se tiene que anotar los resultados de la prueba de esfuerzo como respuesta, se detalla en la tabla

13

**Tabla 13***Resultado del diseño de la Mezcla*

Corrida	Tipo	Solvente THF (g)	Solvente MEK (g)	Solvente Ciclohexanona (g)	Solvente Acetona (g)	Resina PVC (g)	Esfuerzo de Corte 2 horas (Mpa)	Esfuerzo de Corte 16 horas (Mpa)	Esfuerzo de Corte 72 horas (Mpa)	%Sólidos (%)	Viscosidad (cP)
1	1	46	28	9	1	16	1.5	2.3	5.8	17.50	180
2	1	46	30	8	1	15	1.4	2.4	5.7	16.20	170
3	1	43	30	9	2	16	1.8	3.6	6.4	16.80	280
4	1	46	28	8	2	16	1.5	2.5	5.6	16.90	170
5	1	46	28	9	2	15	1.5	2.4	5.8	16.10	180
6	1	45	30	8	1	16	1.6	3.1	6.2	16.90	288
7	1	44	30	9	1	16	1.7	3.5	6.2	16.80	290
8	1	46	29	8	1	16	1.5	2.3	5.7	16.80	180
9	1	46	30	9	1	14	1.4	2.5	5.7	15.30	180
10	1	45	28	9	2	16	1.6	3.2	6.2	16.90	292
11	1	44	30	8	2	16	1.7	3.4	6.2	16.80	285
12	1	46	30	8	2	14	1.6	2.4	5.6	15.10	150
13	1	46	29	9	2	14	1.5	2.4	5.6	15.20	140
14	1	45	30	9	2	14	1.7	3.1	6.1	15.10	180

## Resultados del Análisis de varianza

Se analizó el comportamiento de los datos mediante regresión para mezclas. En la Tabla 14 , Tabla 15 ,Tabla 16 y Figura 13 se detalla el análisis para el esfuerzo de 2 horas . En la Tabla 17 ,Tabla 18, Tabla 19 y Figura 14 se detalla el análisis para el esfuerzo de 16 horas . En la Tabla 20 ,Tabla 21, Tabla 22 y Figura 15 se detalla el análisis para el esfuerzo de 72 horas, donde se tiene las siguientes tablas :

**Tabla 14**

*Análisis de varianza para ESFUERZO 2H (proporciones del componente)*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	6	0.185854	0.185854	0.030976	79.80	0.000
Lineal	4	0.160873	0.085019	0.021255	54.76	0.000
Cuadrático	2	0.024981	0.024981	0.012491	32.18	0.000
SOLV MEK*PVC	1	0.001512	0.005907	0.005907	15.22	0.006
SOLV ACETONA*PVC	1	0.023469	0.023469	0.023469	60.46	0.000
Error residual	7	0.002717	0.002717	0.000388		
Total	13	0.188571				

**Tabla 15**

*Coefficientes de regresión estimados para ESFUERZO 2H (cantidades del componente)*

Término	Coef
SOLV THF	-0.25578
SOLV MEK	0.47759
SOLV CICLO	-0.14670
SOLV ACETONA	1.52184
PVC	1.19869
SOLV MEK*PVC	-0.03976
SOLV ACETONA*PVC	-0.10447

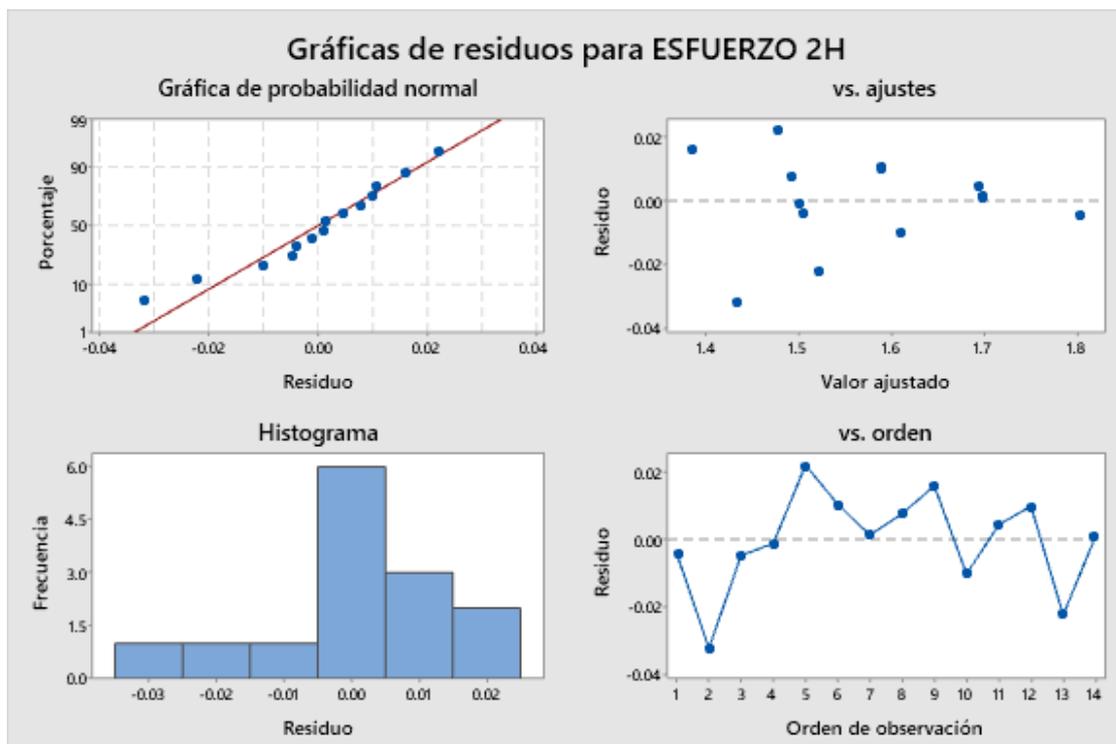
**Tabla 16**

*Resumen del modelo*

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
0.0197020	98.56%	97.32%	0.0187083	90.08%

**Figura 13**

*Gráfica de residuos para esfuerzo 2 horas*



**Tabla 17***Análisis de varianza para ESFUERZO DE 16H (proporciones del componente)*

Fuente	GL	SC Sec.	SC		Valor F	Valor p
			Ajust.	MC Ajust.		
Regresión	10	3.14730	3.14730	0.314730	476.43	0.000
Lineal	4	2.86881	0.21646	0.054114	81.92	0.002
Cuadrático	6	0.27849	0.27849	0.046416	70.26	0.003
SOLV THF*SOLV CICLO	1	0.01600	0.00433	0.004329	6.55	0.083
SOLV THF*SOLV ACETONA	1	0.06864	0.08173	0.081734	123.73	0.002
SOLV MEK*SOLV CICLO	1	0.00048	0.04804	0.048036	72.72	0.003
SOLV MEK*SOLV ACETONA	1	0.04024	0.03075	0.030748	46.55	0.006
SOLV MEK*PVC	1	0.10643	0.15251	0.152513	230.87	0.001
SOLV CICLO*PVC	1	0.04671	0.04671	0.046710	70.71	0.004
Error residual	3	0.00198	0.00198	0.000661		
Total	13	3.14929				

**Tabla 18***Coefficientes de regresión estimados para ESFUERZO DE 16H (cantidades del componente)*

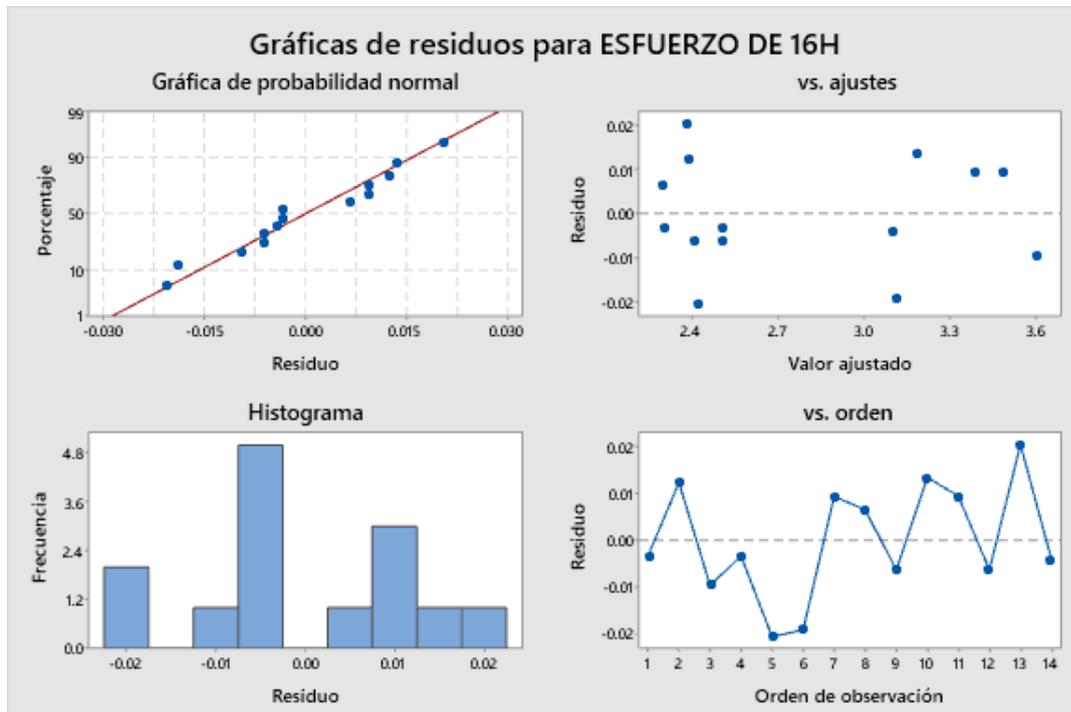
Término	Coef
SOLV THF	-2.5680
SOLV MEK	4.6008
SOLV CICLO	15.9691
SOLV ACETONA	-9.0070
PVC	8.0145
SOLV THF*SOLV CICLO	-0.0870
SOLV THF*SOLV ACETONA	0.2394
SOLV MEK*SOLV CICLO	-0.3190
SOLV MEK*SOLV ACETONA	-0.1426
SOLV MEK*PVC	-0.2565
SOLV CICLO*PVC	-0.3264

**Tabla 19***Resumen del modelo*

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
0.0257021	99.94%	99.73%	0.0561833	98.22%

**Figura 14**

*Gráfica de residuos para esfuerzo 16 horas*



**Tabla 20**

*Análisis de varianza para ESFUERZO DE 72H (proporciones del componente)*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	7	1.01645	1.01645	0.145207	21.41	0.001
Lineal	4	0.90444	0.61290	0.153226	22.59	0.001
Cuadrático	3	0.11201	0.11201	0.037335	5.51	0.037
SOLV THF*SOLV MEK	1	0.04100	0.01870	0.018698	2.76	0.148
SOLV THF*PVC	1	0.03701	0.05346	0.053455	7.88	0.031
SOLV MEK*SOLV CICLO	1	0.03399	0.03399	0.033993	5.01	0.066
Error residual	6	0.04069	0.04069	0.006782		
Total	13	1.05714				

**Tabla 21**

*Coefficientes de regresión estimados para ESFUERZO DE 72H (cantidades del componente)*

<b>Término</b>	<b>Coef</b>
SOLV THF	-3.06908
SOLV MEK	-0.78640
SOLV CICLO	5.99630
SOLV ACETONA	2.00858
PVC	-4.46128
SOLV THF*SOLV MEK	0.08718
SOLV THF*PVC	0.14344
SOLV MEK*SOLV CICLO	-0.13254

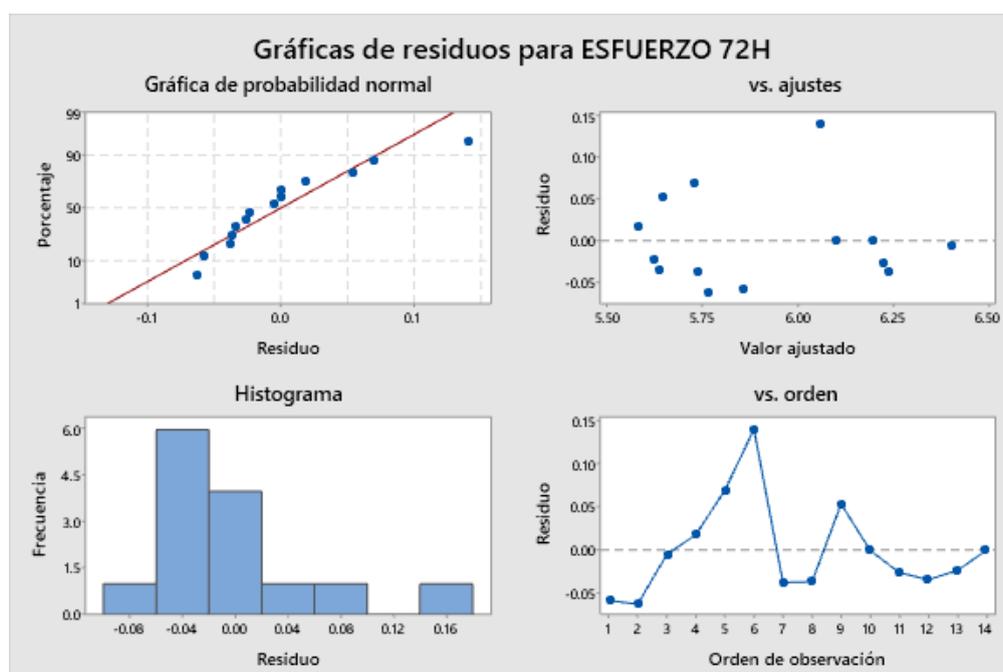
**Tabla 22**

*Resumen del modelo*

<b>S</b>	<b>R-cuad.</b>	<b>R-cuad. (ajustado)</b>	<b>PRESS</b>	<b>R-cuad. (pred)</b>
0.0823531	96.15%	91.66%	*	*

**Figura 15**

*Gráfica de residuos para esfuerzo 72 horas*

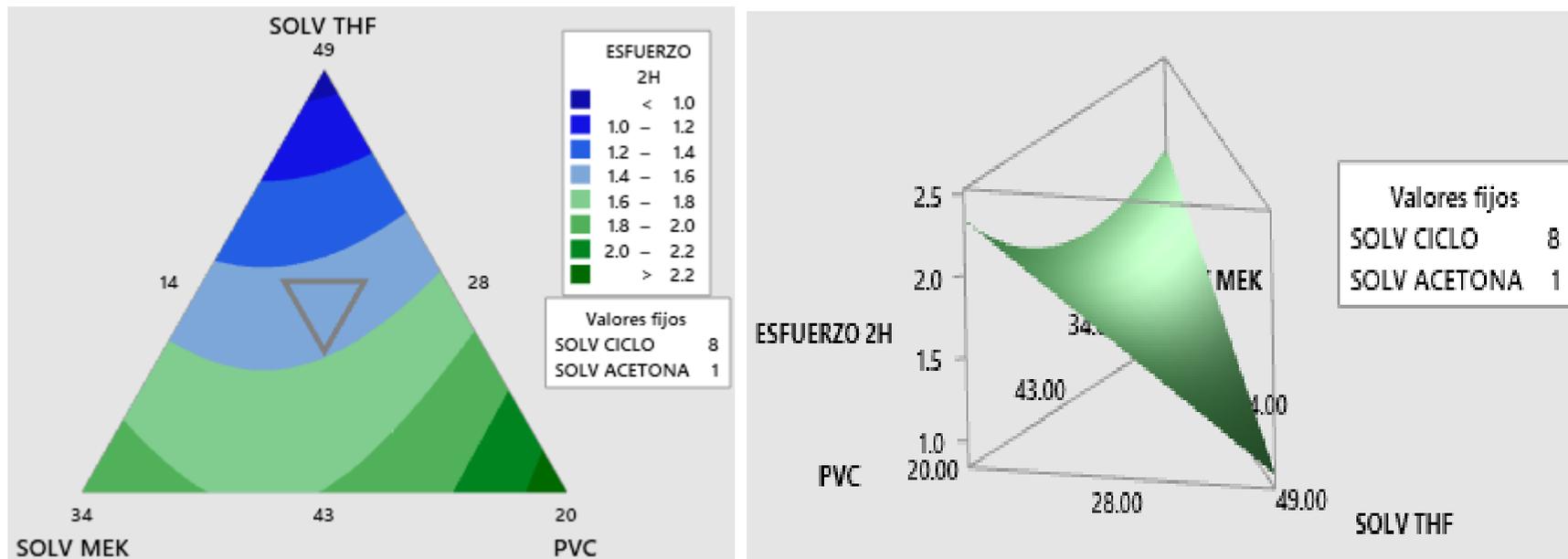


## **Resultado de la gráfica de contorno y superficie de respuesta de mezcla para esfuerzo**

En la Figura 16 se tiene las gráficas de contorno y superficie de mezcla para esfuerzo de 2 horas . Figura 17 se tiene las gráficas de contorno y superficie de mezcla para esfuerzo de 16 horas . Figura 18 se tiene las gráficas de contorno y superficie de mezcla para esfuerzo de 72 horas .En la Figura 19 se tiene la interacción de los componentes de la mezcla y el efecto que tiene su variación en la prueba de esfuerzo como respuesta se muestra la gráfica de trazas de la mezcla (*Grafica de rastreo de respuesta de Cox*) y en la Tabla 23 se muestra la optimización de componentes en la mezcla del adhesivo base solvente para que cumpla con requerimientos mínimos en las pruebas de esfuerzo según Norma Técnica Peruana 399-090-2002 . A continuación, se muestran las figuras y tablas ::

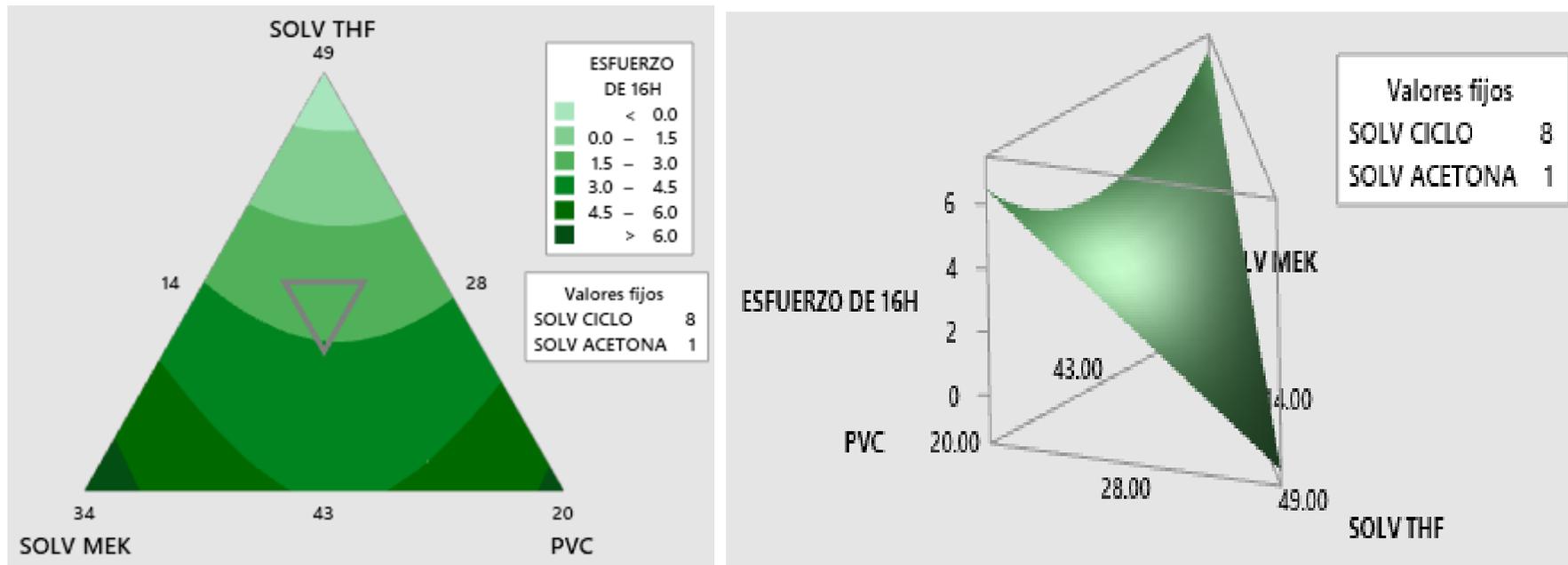
**Figura 16**

*Gráfica de contorno y superficie de mezcla para esfuerzo 2 horas (cantidad de componentes)*



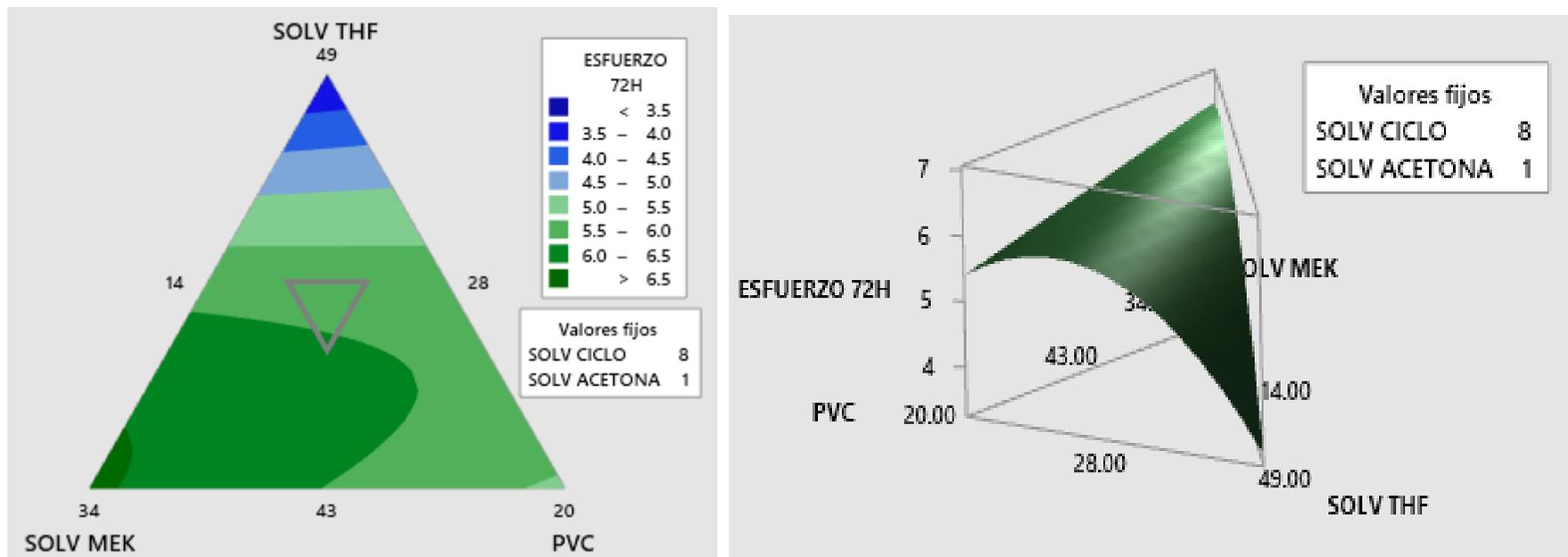
**Figura 17**

*Gráfica de contorno y superficie de mezcla para esfuerzo 16 horas (cantidad de componentes)*



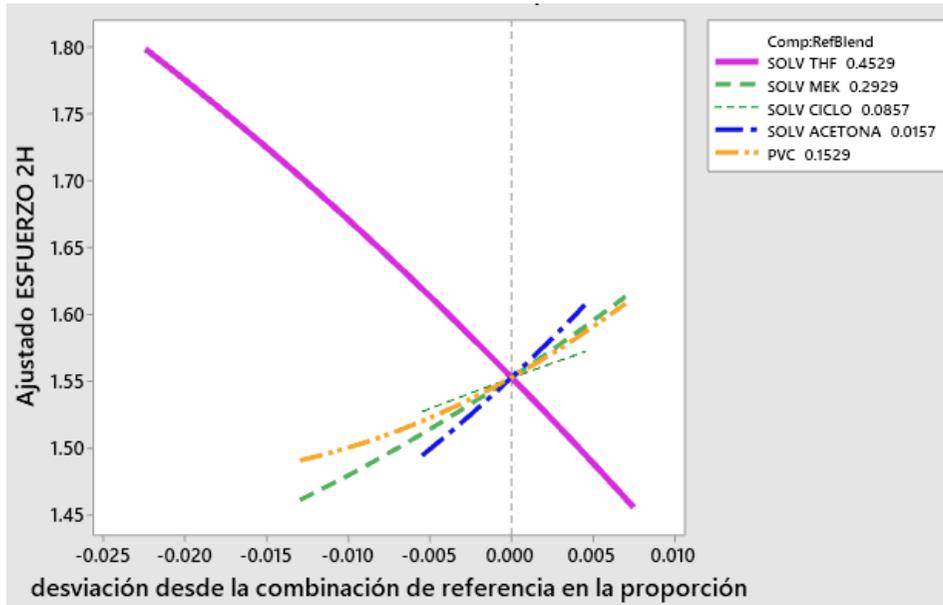
**Figura 18**

*Gráfica de contorno y superficie de mezcla para esfuerzo 72 horas (cantidad de componentes)*



**Figura 19**

*Gráfica de rastreo de respuesta de Cox*



- A medida que aumenta la proporción de Solvente THF, el esfuerzo disminuye. A medida que la proporción disminuye, el esfuerzo aumenta.
- A medida que aumenta la proporción de solvente acetona, solvente MEK, resina PVC y solvente ciclohexanona en la mezcla, el esfuerzo aumenta. A medida que la proporción disminuye, el esfuerzo disminuye.

**Tabla 23***Optimización de respuesta - Parámetros*

	Meta	Inferior	Objetivo	Superior	Ponderación	Importar
ESFUERZO 2H	Máximo	1.7	1.8	1.8	1	1
ESFUERZO 16H	Máximo	3.4	3.5	3.5	1	1
ESFUERZO 72H	Máximo	6.2	6.3	6.3	1	1
%solidos	Máximo	10.0	14.0	14.0	1	1
viscosidad	Máximo	90.0	120.0	120.0	1	1

Una ponderación = 1 da igual importancia al objetivo y a los bordes. Esta es una configuración neutral

Si todas las respuestas son igualmente importantes, utilice el valor predeterminado de 1 de importancia para cada respuesta (22)

**Tabla 24***Solución global*

Componentes	% en peso
SOLV THF	= 43
SOLV MEK	= 30
SOLV CICLO	= 9
SOLV ACETONA	= 2
PVC	= 16

La deseabilidad se usa para evaluar que tan bien la configuración optimiza un conjunto de respuestas en general , donde uno representa la situación ideal y cero indica que una o más respuestas están fuera de los límites aceptables. Los valores de deseabilidad es 1 esto indica que la configuración alcanza resultados favorables para las respuestas. (22)

**Tabla 25**

*Respuestas pronosticadas*

		MPa		
ESFUERZO 2H	=	1.805	deseabilidad =	1.000000
ESFUERZO 16H	=	3.610	deseabilidad =	1.000000
ESFUERZO 72H	=	6.405	deseabilidad =	1.000000
%solidos	=	16.791	deseabilidad =	1.000000
viscosidad	=	272.249	deseabilidad =	1.000000

## **5.2 Resultados Inferenciales**

No es del caso , debido que el criterio de población y muestra no fue aplicado a este trabajo de investigacion .

## VI. DISCUSION DE RESULTADOS

### 6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

#### Hipótesis General

Los factores favorables para la obtención del adhesivo base solventes son los componentes de la mezcla solvente THF , Solvente MEK y resina de PVC , los cuales se determinó según la Figura 16 se puede ver en la gráfica de superficie de respuesta para un tiempo de pegado de 2 horas el esfuerzo aumenta cuando va disminuyendo el valor de cantidad de solvente THF de 49% a 43% en peso , en la gráfica de contorno (ver Figura 16) se puede ver que el solvente THF tiene un efecto negativo sobre el esfuerzo mientras va aumentando la cantidad de 43% a 49 % en peso, siendo ambos inversamente proporcionales en el rango de solvente THF 43%-49% en peso. Además, el factor resina PVC tiene un efecto positivo en el esfuerzo con un máximo valor de cantidad de resina solvente de 20% en peso. El factor solvente MEK tiene un efecto en el esfuerzo aceptable (1.8-2.0) llegando a un valor de cantidad de solvente MEK de 34% en peso .

En la Figura 17 se puede ver en la gráfica de superficie de respuesta que los esfuerzos a 16 horas aumentan cuando va disminuyendo el valor de cantidad de solvente THF de 49% a 43% en peso. En la gráfica de contorno(Figura 17) se puede ver que el solvente THF tiene un efecto negativo sobre el esfuerzo cuando aumenta de 49% a 43% en peso, además el factor resina PVC tiene un efecto positivo en el esfuerzo con un máximo valor de cantidad de resina solvente de 20% en peso, el factor solvente MEK tiene un efecto en el esfuerzo aceptable (>6.0) llegando a un valor de cantidad de solvente MEK de 34% en peso .

En la Figura 18 se puede ver en la gráfica de superficie de respuesta que para un tiempo de pegado de 72 horas el esfuerzo aumenta cuando va disminuyendo el valor de cantidad de solvente THF de 49% a 43% en peso. En la gráfica de contorno (Figura 18) se puede ver que el factor solvente THF tiene un efecto

negativo sobre el esfuerzo cuando aumenta de 49% a 43% en peso, además el factor resina PVC tiene un efecto menor en el esfuerzo con un máximo valor de cantidad de resina PVC de 20% en peso, el factor solvente MEK tiene un efecto en el esfuerzo aceptable (>6.5) llegando a un valor de cantidad de solvente MEK de 34% en peso.

### **Hipótesis Específicas**

La proporción de mezcla favorable para la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC que cumple con la Norma Técnica Peruana 399-090-2002 se obtuvo como resultado de optimización de respuesta y se logró obtener la proporción de la mezcla favorable para el adhesivo base solvente para tuberías de PVC : solvente THF : 43 % en peso; solvente MEK : 30% en peso; solvente ciclohexanona : 9% en peso; solvente acetona : 2% en peso ; resina PVC : 16% en peso (ver la Tabla 24).

Las características físicas de la mezcla favorable para el adhesivo base solvente para tuberías de PVC que cumpla con la Norma Técnica Peruana 399-090-2002 se obtuvo como resultado lo siguiente esfuerzo a 2 horas : 1.805 MPa ; esfuerzo 16 horas : 3.610 MPa ; esfuerzo 72 horas : 6.405 MPa ; %solidos : 16.791 ; viscosidad : 272.249 cP (ver la Tabla 25 ).

### **6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares.**

Debido a que existe poca información sobre la elaboración del estudio de los factores que afectan la obtención de un adhesivo base solvente para tubería realizado los resultados obtenidos experimentalmente en el presente trabajo, no se puede contrastar con otros estudios .

Solamente se ha encontrado la siguiente patente de Bush et. al. con numero de patente 5,416,142 con fecha : mayo 16,1995 “Method Of Bonding And Bonding Compositions United States Patent ” OATEY Company Cleveland Ohio (ver

Anexo 3), que detalla la siguiente formulación (10) :

#### Example 4 / Ejemplo 4

PVC resina	:	14 % peso
THF	:	48 % peso
MEK	:	33 % peso
Paraloid KM-390 (aditivo):		5 % peso

Formulación obtenida en el presente trabajo de investigación

PVC resina	:	16 % peso
THF	:	43 % peso
MEK	:	30 % peso
Solvente Acetona	:	2 % peso
Solvente Ciclohexanona :		9 % peso

Se puede comparar las formulaciones y ver los valores cercanos en porcentajes en peso de los componentes solvente THF , solvente MEK y Resina de PVC , y apreciar también las diferencias en los componentes de la formulación de la patente cuenta con el aditivo Paraloid KM-390 que es un plastificante de copolímero acrílico. (10)

### **6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes**

El presente trabajo de investigación es netamente experimental, y se ha procedido con mucha responsabilidad ética en su desarrollo especialmente en la obtención y análisis de los datos experimentales .

## VII. CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente trabajo de investigación son :

1. Se ha determinado los factores favorables para la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC son el solvente THF , solvente MEK y resina PVC.

2. Se ha determinar la proporción de la mezcla favorable para la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC con la siguiente proporción : el solvente THF con 43 % en peso , solvente MEK 30% en peso y resina de PVC con 16 % en peso , solvente Ciclohexanona con 9% en peso y Solvente Acetona con 2% en peso

3. Se ha determinar las características físicas de la mezcla favorable del adhesivo base solvente para tuberías de PVC con los siguientes resultados : esfuerzo a 2 horas con 1. 805 Mpa , esfuerzo a 16 horas con 3.610 MPa ; esfuerzo a 72 horas con 6.405 MPa ; %solidos : 16.791 ; viscosidad : 272.249 cP

## VIII. RECOMENDACIONES

Al concluir la presente tesis se recomienda :

Realizar estudio de los factores que afectan la obtención de un adhesivo base solvente para tubería realizado en la empresa Qroma a escala banco y escala planta piloto , para realizar el escalamiento a escala industrial.

Realizar la prueba complementaria de presión hidrostática como parte de los ensayo y complemento a la prueba de esfuerzo de corte como respuesta.

Realizar pruebas agregando aditivos plastificantes copolímero acrílico como Paraloid KM-390 o de similares características según patente Bush et. al. con número de patente 5,416,142 con fecha mayo 16,1995 “Method Of Bonding And Bonding Compositions United States Patent ” OATEY Company Cleveland Ohio y ensayar formulación y ver los efectos tanto de aplicación en la superficie de materiales de tuberías de PVC como su efecto en la mejora de la prueba de esfuerzo de unión de pegado.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. GROSSO, GUILLERMO SALAMANCA, y otros. Diseño experimental de mezclas como herramienta para. 2015.
2. PULIDO, HUMBERTO GUTIERREZ y SALAZAR, ROMAN DE LA VARA. Analisis y Diseño de Experimentos. Mexico D.F. : Mc Graw Hill, 2008.
3. L, Castañeda. *Vigilancia Tecnológica de los Adhesivos en el Perú, Informe de Investigación para Hacsá y Fincyt*. Lima : s.n., 2012.
4. Bush, Charles N., Hampton, Forest and Amrit Parhar. *UNIVERSAL SOLVENT CEMENT. US 7,592,385 B2* Estados Unidos, septiembre 22, 2009.
5. PARHAR, AMRIT K, et al. *ADHESIVE COMPOSITIONS AND METHODS OF USING THE SAME. 2 576 048* ESTADOS UNIDOS, 02 23, 2006.
6. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI. NORMA TECNICA PERUANA. 2da *CEMENTO DISOLVENTE PARA TUBOS Y CONEXIONES DE POLI (CLORURO DE VINILO) NO PLASTIFICADO (PVC-U)*. LIMA : INDECOPI, 2002, 21 de marzo. Vol. 2DA EDICION.
7. Keimel, Fred A. Adhesives and Sealants Consultants, Berkeley Heights,. [aut. libro] A. PizziA. A. & K. L. Mittal. *handbook of adhesive technology*. New Jersey, U.S.A. : MARCEDLE KKEIRN,C ., 2003.
8. Decreto Supremo N° 268-2019-EF - Presidencia de la Republica. Decreto Supremo N° 268-2019-EF. *Aprobación de la lista de insumos químicos, productos, subproductos y derivados sujetos al registro, control y fiscalización en el territorio nacional*. Lima, Lima, Peru : Editora Peru, 21 de 08 de 2019. pág. 13.
9. Parhar, Amrit and Perez, Willie. *SOLVENT CEMENT FORMULATION. US 2019/0085220 A1* Estados Unidos, Marzo 21, 2019. científico.
10. Bush, Charles . and Naton, Paul F. *Method of Bonding and Bonding Compositions. US 005416142A* Estados Unidos, mayo 16, 1995. científico.
11. Jhon Comyn. Handbook of Adhesives and Sealants, Volume 2. [book auth.] Elsevier. *Handbook of Adhesives and Sealants, Volume 2\_ General Knowledge, Application of Adhesives, New Curing Techniques ( PDFDrive )*. s.l. : Elsevier, 2006.

12. Saavedra, Chipa and Angel, Miguel. Ventajas comparativas en las propiedades fisico-quimicas , mecanicas y medio ambientales de los adhesivos de policloropreno en dispersion acuosa y en base solvente. Callao : s.n., 2015.
13. MARGOT, CONDORI LOPEZ EVELIN, DANIEL, MAMANI LIPA JESUS and MANUEL, TOLEDO MILLA JOHAN. "DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES REOLÓGICAS ÓPTIMAS DE UNA MEZCLA DE PEGAMENTO PARA CERÁMICOS PARA USO EN EDIFICACIONES". callao : s.n., 2019.
14. Papon, Eric. *Handbook of Adhesives Tenology*. Berlin : Springer, 2011. pp. 316-337.
15. Silva, Ochsner y Admas. *handbook of adhesives technology*. Berlin : Springer, 2011.
16. Petrie, Edward M. *Handbook of adhesives and sealants*. Ney York : McGraw-Hill, 2006.
17. Packham, David E. *Handbook of Adhesion Technology*. berlin : Springer, 2011.
18. Skeist, Irving y Miron, Jerry. *Handbook of Adhesives*. New Jersey : Chapman &Hall, 1990.
19. Schultz, J. and Nardin, M. Theories and Mechanisms of Adhesion. *Handbook of Adhesives Technology*. New York : Marcel Dekker Inc, 2003.
20. Kim, Hyun-Joong, y otros. *Handbook Of Adhesives Tecnology* . 2011.
21. Petri, Edward M. *Handbook of adhesives and sealants*. 2000.
22. MINITAB, SOPORTE DE. SOPORTE MINITAB. [En línea] Minitab, 2021. [Citado el: 26 de 02 de 2023.] <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/20/help-and-how-to/statistical-modeling/using-fitted-models/supporting-topics/response-optimization/what-is-importance-in-response-optimization/>.

## ANEXOS

### ANEXO 1 : Matriz de consistencia “ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DE UN ADHESIVO BASE SOLVENTE PARA TUBERÍAS DE PVC REALIZADO EN LA EMPRESA QROMA”

PROBLEMA GENERAL	OBEJTIVOS GENERALES	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES DEPENDIENTES	METODO
1.- ¿Cuáles son los parámetros favorables para la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC?	1.-Identificar los parámetros favorables para la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC.	1.-Los parámetros favorables que intervienen en la obtención de un adhesivo base solvente para PVC que cumpla mínimo esfuerzo de corte promedio según la NTP 399-090-2002	Parámetros Favorables Dimensiones Y1 = Esfuerzo de Corte. (MPa) Y2 = %Solidos No volátiles (%) Y3 = Viscosidad (cP)	Tipo de Investigación: Cuantitativa Aplicada.
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICA	VARIABLES INDEPENDIENTES	Nivel: Correlación Causa – Efecto
1.- ¿Cuál será la proporción de mezcla favorable para la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC?	1.-Determinar la proporción de la mezcla para la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC.	1.-La proporción de mezcla favorable para la obtención de un adhesivo base solvente para tuberías de PVC que cumpla con la NTP 399-090-2002	<b>Obtención de un adhesivo base solvente para tuberías DE PVC</b> Dimensiones	Diseño: Laboratorio Experimental
2.- ¿Cuál son las características físicas de la mezcla favorable del adhesivo base solvente para tuberías de PVC?	2.-Determinar las características físicas de la mezcla favorable del adhesivo base solvente para tuberías de PVC.	2.-Las características físicas de la mezcla favorable para el adhesivo base solvente para tuberías de PVC que cumpla con la NTP 399-090-2002	X1 = %Peso de Solvente THF X2 = %Peso de Solvente MEK X3 = %Peso de Solvente Ciclohexanona X4 = %Peso de Solvente Acetona X5 = %Peso de Resina PVC	

## ANEXO 2

### Fichas de Seguridad de materia prima

#### Solvente THF



Sigma-Aldrich.

www.sigmaaldrich.com

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Versión B.8  
Fecha de revisión 21.01.2023  
Fecha de impresión 08.03.2023  
GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

### SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

#### 1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto : Tetrahidrofurano

Referencia : 401757  
Marca : Sigma-Aldrich  
No. Índice : 603-025-00-0  
REACH No. : 01-2119444314-46-XXXX  
No. CAS : 109-99-9

#### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados : Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

#### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : Sigma-Aldrich Inc.  
3050 SPRUCE ST  
ST. LOUIS MO 63103  
UNITED STATES

Teléfono : +1 314 771-5765  
Fax : +1 800 325-5052

#### 1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia : 800-424-9300 CHEMTREC (USA) +1-703-  
527-3887 CHEMTREC (International) 24  
Hours/day; 7 Days/week

### SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

#### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

##### Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Líquidos inflamables (Categoría 2), H225  
Toxicidad aguda, Oral (Categoría 4), H302  
Irritación ocular (Categoría 2), H319  
Carcinogenicidad (Categoría 2), H351  
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única (Categoría 3), Sistema nervioso central, H336  
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única (Categoría 3), Sistema respiratorio, H335

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

## .2 Elementos de la etiqueta

### Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Pictograma



Palabra de advertencia

Peligro

Indicación(es) de peligro

H225	Líquido y vapores muy inflamables.
H302	Nocivo en caso de ingestión.
H319	Provoca irritación ocular grave.
H335	Puede irritar las vías respiratorias.
H336	Puede provocar somnolencia o vértigo.
H351	Se sospecha que provoca cáncer.

Declaración(es) de prudencia

P201	Solicitar instrucciones especiales antes del uso.
P202	No manipular la sustancia antes de haber leído y comprendido todas las instrucciones de seguridad.
P210	Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.
P301 + P312	EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/ médico si la persona se encuentra mal.
P305 + P351 + P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.
P308 + P313	EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Consultar a un médico.

Información suplementaria sobre riesgos (UE)

EUH019 Puede formar peróxidos explosivos.

### Etiquetado reducido (<= 125 ml)

Pictograma



Palabra de advertencia

Peligro

Indicación(es) de peligro

H351	Se sospecha que provoca cáncer.
------	---------------------------------

Declaración(es) de prudencia

P201	Solicitar instrucciones especiales antes del uso.
P202	No manipular la sustancia antes de haber leído y comprendido todas las instrucciones de seguridad.
P308 + P313	EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Consultar a un médico.

Información suplementaria sobre riesgos (UE)

EUH019 Puede formar peróxidos explosivos.

### 2.3 Otros Peligros

Esta sustancia/mezcla no contiene componentes que se consideren que sean bioacumulativos y tóxicos persistentes (PBT) o muy bioacumulativos y muy persistentes (mPmB) a niveles del 0,1% o superiores.

---

## SECCIÓN 3. Composición/información sobre los componentes

### 3.1 Sustancias

Sinónimos : THF

Formula : C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O  
Peso molecular : 72,11 g/mol  
No. CAS : 109-99-9  
No. CE : 203-726-8  
No. Índice : 603-025-00-0

Componente	Clasificación	Concentración
<b>Tetrahidrofurano</b>		
No. CAS No. CE No. Índice	109-99-9 203-726-8 603-025-00-0	Flam. Liq. 2; Acute Tox. 4; Eye Irrit. 2; Carc. 2; STOT SE 3; H225, H302, H319, H351, H336, H335 Límites de concentración: >= 25 %: Eye Irrit. 2, H319; >= 25 %: STOT SE 3, H335;

Para el texto integro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

---

## SECCIÓN 4. Primeros auxilios

### 4.1 Descripción de los primeros auxilios

#### Recomendaciones generales

Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

#### Si es inhalado

Tras inhalación: aire fresco. Llamar al médico.

#### En caso de contacto con la piel

En caso de contacto con la piel: Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua/ducharse. Consultar a un médico.

#### En caso de contacto con los ojos

Tras contacto con los ojos: aclarar con abundante agua. Consultar al oftalmólogo. Retirar las lentillas.

#### Por ingestión

Tras ingestión: hacer beber agua inmediatamente (máximo 2 vasos). Consultar a un médico.

### 4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Los síntomas y efectos más importantes conocidos se describen en la etiqueta (ver sección 2.2) y / o en la sección 11.

## Solvente MEK



www.sigmaaldrich.com

### FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Versión 6.10

Fecha de revisión 31.10.2022

Fecha de impresión 01.03.2023

GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

#### SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

##### 1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto : Methyl Ethyl Ketone

Referencia : PHR1207  
Marca : Sigma-Aldrich  
No. Índice : 606-002-00-3  
REACH No. : 01-2119457290-43-XXXX  
No. CAS : 78-93-3

##### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados : Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

##### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : Sigma-Aldrich Inc.  
3050 SPRUCE ST  
ST. LOUIS MO 63103  
UNITED STATES

Teléfono : +1 314 771-5765  
Fax : +1 800 325-5052

##### 1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia : 800-424-9300 CHEMTREC (USA) +1-703-  
527-3887 CHEMTREC (International) 24  
Hours/day; 7 Days/week

#### SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

##### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

**Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008**

Líquidos inflamables (Categoría 2), H225

Irritación ocular (Categoría 2), H319

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única (Categoría 3), Sistema respiratorio, H336

Para el texto integro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

##### 2.2 Elementos de la etiqueta

**Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008**

Sigma-Aldrich- PHR1207

Página 1 de 12

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada



Pictograma	
Palabra de advertencia	Peligro
Indicación(es) de peligro	
H225	Líquido y vapores muy inflamables.
H319	Provoca irritación ocular grave.
H336	Puede provocar somnolencia o vértigo.
Declaración(es) de prudencia	
P210	Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.
P233	Mantener el recipiente herméticamente cerrado.
P240	Toma de tierra y enlace equipotencial del recipiente y del equipo receptor.
P241	Utilizar material eléctrico/ de ventilación/ iluminación/ antideflagrante.
P242	No utilizar herramientas que produzcan chispas.
P305 + P351 + P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.
Información suplementaria sobre riesgos (UE)	
EUH066	La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

#### Etiquetado reducido (<= 125 ml)

Pictograma	
Palabra de advertencia	Peligro
Indicación(es) de peligro	ninguno(a)
Declaración(es) de prudencia	ninguno(a)
Información suplementaria sobre riesgos (UE)	
EUH066	La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

#### 2.3 Otros Peligros

Esta sustancia/mezcla no contiene componentes que se consideren que sean bioacumulativos y tóxicos persistentes (PBT) o muy bioacumulativos y muy persistentes (vPvB) a niveles del 0,1% o superiores.

### SECCIÓN 3. Composición/información sobre los componentes

#### 3.1 Sustancias

Formula	: C4H8O
Peso molecular	: 72,11 g/mol
No. CAS	: 78-93-3
No. CE	: 201-159-0
No. Índice	: 606-002-00-3

Sigma-Aldrich - PHR1207

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada

Página 2 de 12



# Solvente Ciclohexanona



www.sigmaaldrich.com

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

Versión 6.6

Fecha de revisión 24.02.2023

Fecha de impresión 01.03.2023

### SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

#### 1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto : Ciclohexanona

Referencia : 29135  
Marca : Sigma-Aldrich  
No. Índice : 606-010-00-7  
REACH No. : 01-2119453616-35-XXXX  
No. CAS : 108-94-1

#### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados : Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

#### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : Sigma-Aldrich Inc.  
3050 SPRUCE ST  
ST. LOUIS MO 63103  
UNITED STATES

Teléfono : +1 314 771-5765  
Fax : +1 800 325-5052

#### 1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia : 800-424-9300 CHEMTREC (USA) +1-703-  
527-3887 CHEMTREC (International) 24  
Hours/day; 7 Days/week

### SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

#### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

##### Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Líquidos inflamables (Categoría 3), H226  
Toxicidad aguda, Oral (Categoría 4), H302  
Toxicidad aguda, Inhalación (Categoría 4), H332  
Toxicidad aguda, Cutáneo (Categoría 4), H312  
Iritación cutáneas (Categoría 2), H315  
Lesiones oculares graves (Categoría 1), H318

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

## 2.2 Elementos de la etiqueta

### Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Pictograma



Palabra de advertencia Peligro

Indicación(es) de peligro

H226

Líquidos y vapores inflamables.

H302 + H312 + H332

Nocivo en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación.

H315

Provoca irritación cutánea.

H318

Provoca lesiones oculares graves.

Declaración(es) de prudencia

P210

Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.

P280

Llevar guantes/ ropa de protección/ equipo de protección para los ojos/ la cara.

P301 + P312 + P330

EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/ médico si la persona se encuentra mal.

P302 + P352 + P312

Enjuagar la boca.  
EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con abundante agua. Llamar a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/ médico si la persona se encuentra mal.

P304 + P340 + P312

EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración. Llamar a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/ médico si la persona se encuentra mal.

P305 + P351 + P338 +

P310

EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado. Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/ médico.

Declaración Suplementaria del Peligro ninguno(a)

### Etiquetado reducido (<= 125 ml)

Pictograma



Palabra de advertencia Peligro

Indicación(es) de peligro

H318

Provoca lesiones oculares graves.

Declaración(es) de prudencia

P305 + P351 + P338 +

P310

EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado. Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/ médico.

Declaración Suplementaria del Peligro ninguno(a)

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Versión 6.4

Fecha de revisión 16.09.2022

Fecha de impresión 01.03.2023

GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

### SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

#### 1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto : Acetona

Referencia : W332615  
Marca : Aldrich  
No. Índice : 606-001-00-8  
REACH No. : 01-2119471330-49-XXXX  
No. CAS : 67-64-1

#### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados : Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

#### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : Sigma-Aldrich Inc.  
3050 SPRUCE ST  
ST. LOUIS MO 63103  
UNITED STATES

Teléfono : +1 314 771-5765  
Fax : +1 800 325-5052

#### 1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia : 800-424-9300 CHEMTREC (USA) +1-703-  
527-3887 CHEMTREC (International) 24  
Hours/day; 7 Days/week

### SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

#### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Líquidos inflamables (Categoría 2), H225

Irritación ocular (Categoría 2), H319

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única (Categoría 3), Sistema nervioso central, H336

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

#### 2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Pictograma	
Palabra de advertencia	Peligro
Indicación(es) de peligro	
H225	Líquido y vapores muy inflamables.
H319	Provoca irritación ocular grave.
H336	Puede provocar somnolencia o vértigo.
Declaración(es) de prudencia	
P210	Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.
P305 + P351 + P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.
P370 + P378	En caso de incendio: Utilizar polvo seco o arena seca para la extinción.
P403 + P235	Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener en lugar fresco.
Información suplementaria sobre riesgos (UE)	
EUH066	La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

### 2.3 Otros Peligros

Esta sustancia/mezcla no contiene componentes que se consideren que sean bioacumulativos y tóxicos persistentes (PBT) o muy bioacumulativos y muy persistentes (vPvB) a niveles del 0,1% o superiores.

## SECCIÓN 3. Composición/información sobre los componentes

### 3.1 Sustancias

Formula	: C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O
Peso molecular	: 58,08 g/mol
No. CAS	: 67-64-1
No. CE	: 200-662-2
No. Índice	: 606-001-00-8

Componente	Clasificación	Concentración
<b>Acetona</b>		
No. CAS	67-64-1	Flam. Liq. 2; Eye Irrit. 2; STOT SE 3; H225, H319, H336 Límites de concentración: >= 20 %: STOT SE 3, H336;
No. CE	200-662-2	
No. Índice	606-001-00-8	
		<= 100 %

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.





## Hoja De Datos Material De Seguridad

Material: 60002512

VINNOL® H 11/59

Versión: 2.0 (MX)

Fecha de impresión: 09/03/2015

Revisada: 07/10/2015

### 1. Identificación del producto y de la compañía

#### 1.1 Datos sobre el producto:

Nombre comercial:	VINNOL® H 11/59
Product group:	Polímero
Uso de la sustancia o del preparado	Industrial. Productos aglomerantes para: Colores , Adhesivos , Lacas . La correspondiente aplicación debe realizarse de acuerdo con la técnica de uso/marketing técnico del fabricante.

#### 1.2 Datos sobre el fabricante/proveedor:

Fabricante/proveedor:	Wacker Chemie AG Hanns-Seidel-Platz 4 81737 München Alemania
Customer information:	WACKER POLYMERS 3301 Sutton Road Adrian, Michigan 49221-9397 USA Centro Del Cuidado Del Cliente: Teléfono (800) 523-9476, Fax (517) 264-4408 Horas de la operación: lunes a través viernes, 8 am a 5 pm Website corporativo: <a href="http://www.wacker.com">www.wacker.com</a>
Emergency telephone no. (24h):	(517) 264-8500
Transportation emergency:	(800) 424-9300 (CHEMTREC, USA) (703) 527-3887 (CHEMTREC, international)

El Departamento de Seguridad de Productos y Asuntos Regulatorios preparó esta MSDS.

### 2. Identificación de los peligros

#### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación (SGA):  
No es una sustancia o mezcla peligrosa.

#### 2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado (SGA):  
No se requiere etiquetado conforme al SGA.

#### 2.3 Otros peligros

Peligro de explosion de polvo.

### 3. Composición/información sobre los componentes

#### 3.1 Caracterización química (sustancia individual)

Caracterización química  
Copolímero de: cloruro de vinilo + Acetato de vinilo

#### 3.2 Indicaciones acerca de los componentes:

Las sustancias referidas en los subapartados HAPS (sustancias dañinas peligrosas) y en la "Proposición California 65" calificadas como carcinógenas o tóxicas y que no se incluyan, sólo están presentes en cantidades inferiores al 0,1 % por sustancias de la lista Proposición California 65 o debajo de 1% por no-cancerígenos HAPS-sustancias o están ligadas al producto de forma inseparable.

**Hoja De Datos Material De Seguridad**

Material: 60002512

VINNOL® H 11/59

Versión: 2.0 (MX)

Fecha de impresión: 09/03/2015

Revisada: 07/10/2015

**4. Primeros auxilios****4.1 Indicaciones generales:**

En caso de malestar, acúdase al médico (si es posible, muéstrela la etiqueta o la ficha de seguridad).

**4.2 Después de la inhalación**

En caso de inhalación, llevar a la persona afectada al aire libre, acostarla y tranquilizarla.

**4.3 Después del contacto con la piel**

En caso de contacto cutáneo, limpiar con abundante agua o agua y jabón. Acúdase al médico cuando aparezcan síntomas.

**4.4 Después del contacto con los ojos**

En caso de contacto con los ojos, limpiar inmediatamente con abundante agua. En caso de irritación acúdase al médico.

**4.5 Después de la ingestión**

En caso de ingestión, suministrar a la persona varios vasos de agua. En caso de ingestión, provocar el vómito. Acúdase al médico cuando aparezcan síntomas. Si es posible, muéstrese la etiqueta.

**5. Medidas de lucha contra incendios****5.1 Características inflamables:**

<b>propiedad:</b>	<b>Valor:</b>	<b>Método:</b>
Punto de inflamación.....:	no es aplicable	
Punto / intervalo de ebullición .....	no procede	
Límite de explosión inferior .....	no se dispone de datos	

**5.2 Peligros del fuego y de la explosión:**

El polvo puede formar con el aire una mezcla explosiva. Posibilidad de carga electrostática.

**5.3 Medios recomendados de extinción:**

chorro de agua pulverizada , Neblina de agua , dióxido de carbono , produit chimique sec o Disolventes que contienen espuma .

**5.4 Medios de extinción no idóneos:**

fuertes chorros de agua

**5.5 Peligros especiales que conllevan la sustancia o la misma preparación, los productos de su combustión o los gases generados**

Productos de descomposición peligrosos en caso de incendio: cloruro de hidrógeno .

**5.6 Procedimientos de la lucha contra el fuego:**

Los bomberos deben estar equipados con indumentaria de protección completa, incluido un aparato respiratorio de circulación cerrada.

**6. Medidas en caso de liberación accidental****6.1 Medidas de prevención:**

Evitar la formación de polvo. No aspirar el polvo.

**6.2 Contención:**

Cubrir adecuadamente el material vertido para evitar su dispersión por el viento.

Los derrames de material que podrían alcanzar las aguas superficiales deben notificarse al número telefónico gratuito del Centro Nacional de Respuesta de la Guardia Costera de los Estados Unidos: (800) 424-8802.

**6.3 Métodos de limpieza/recogida**

Recoger con medios mecánicos y eliminar de forma adecuada.

**6.4 Indicaciones adicionales:**

Suprimir las fuentes de ignición. Observar datos del punto 7.

ANEXO 3

Patente



US005416142A

**United States Patent** [19]

[11] **Patent Number:** 5,416,142

**Bush et al.**

[45] **Date of Patent:** May 16, 1995

[54] **METHOD OF BONDING AND BONDING COMPOSITIONS**

[75] **Inventors:** Charles N. Bush, Bay Village; Paul F. Naton, North Ridgeville, both of Ohio

[73] **Assignee:** Oatey Company, Cleveland, Ohio

[21] **Appl. No.:** 246,690

[22] **Filed:** May 20, 1994

**Related U.S. Application Data**

[63] Continuation-in-part of Ser. No. 117,391, Sep. 3, 1993, abandoned, which is a continuation-in-part of Ser. No. 94,500, Jul. 20, 1993, Pat. No. 5,384,345, which is a continuation-in-part of Ser. No. 851,852, Mar. 16, 1992, abandoned, which is a continuation-in-part of Ser. No. 809,421, Dec. 17, 1991, abandoned.

[51] **Int. Cl.<sup>6</sup>** ..... B29C 65/54; C08K 5/15; C08K 5/07

[52] **U.S. Cl.** ..... 524/113; 156/295; 156/306.6; 156/308.2; 156/309.3; 524/360; 524/361; 524/365; 524/493; 524/494; 524/516; 524/527

[58] **Field of Search** ..... 156/307.5, 308.2, 309.6, 156/310, 306.6, 294, 295, 293, 516, 523, 527; 524/113, 360, 361, 365, 493, 494, 516, 527; 525/217, 218, 327.6, 329.9, 77, 205, 229, 235

[56] **References Cited**

**U.S. PATENT DOCUMENTS**

3,230,184	1/1966	Afford	260/2.5
3,284,425	11/1966	Schroder et al.	260/89.5
3,314,838	4/1967	Ervin	156/71
3,365,315	1/1968	Beck et al.	106/40
3,418,274	12/1968	Caplan et al.	524/527
3,468,834	9/1969	Oda	260/32.8
3,554,957	1/1971	Tilburg	524/113
3,615,791	10/1971	Thomas et al.	106/170
3,726,826	4/1973	Knight	524/113
3,765,983	10/1973	Putzier	156/293
3,770,547	11/1973	Kelsey	156/314
3,811,980	5/1974	Roderhoff	156/333
3,846,511	11/1974	Hill, Jr. et al.	260/880 R
3,873,475	3/1975	Fechacek et al.	260/2.5 B
3,917,554	11/1975	Inoue et al.	260/30.4 A

(List continued on next page.)

**FOREIGN PATENT DOCUMENTS**

0271296 6/1988 European Pat. Off. .  
0370844 5/1990 European Pat. Off. .  
0441159 8/1991 European Pat. Off. .  
4911931 of 1974 Japan .

(List continued on next page.)

**OTHER PUBLICATIONS**

European Search Report-92121451.6 (EP 92121451).  
Derwent-89-361991, Cited in European Search Report on EP-92121451.6.

"Adhesive Technology", Arthur H. Landrock, Noyes Publications, Park Ridge, N.J., (1985) pp. 225-236.

Naton, "Understanding Solvent Welding", The North Dakota Mechanical Contractor, First Quarter, 1991, pp. 23-24.

(List continued on next page.)

*Primary Examiner*—Veronica P. Hoke  
*Attorney, Agent, or Firm*—Renner, Otto, Boisselle & Sklar

[57] **ABSTRACT**

A method of adhesively bonding or welding a first plastic surface to a second plastic surface is described which comprises the steps of:

- (I) applying to the first surface or second surface or both surfaces, a composition which is free of hollow microspheres and comprises a mixture of (A) from about 5% to about 60% by weight of at least one water-insoluble polymer selected from ABS, PVC, CPVC or mixtures thereof; (B) from about 1% to about 60% by weight of at least one water-insoluble polymer selected from acrylic polymers, vinyl aromatic polymers and vinylpyrrolidone polymers; and (C) from about 10% up to about 90% by weight of at least one volatile organic liquid which is a solvent for polymers (A) and (B);
- (II) contacting the first surface with the second surface; and
- (III) allowing the adhesive composition to form a bond or weld between the first surface and the second surface.

The invention also relates to compositions which comprise a mixture of components (A) through (C) as defined above.

46 Claims, No Drawings

C<sub>4</sub> to C<sub>8</sub> alkyltin mercaptides are normally preferred. The stabilizers are generally present in amounts of from about 0.05 to 3% by weight.

The adhesive compositions formulated in accordance with the present invention generally have a minimum viscosity of about 200 centipoises (cps), and the viscosity may be as high as 10,000 to 15,000 cps provided that the adhesive compositions can be readily applied to the surfaces to be bonded. The molecular weights of the polymers (A) and (B) affect the viscosity of the adhesive composition. The use of polymers having lower inherent viscosities permits a higher polymer percentage or loading and thereby lower the amount of solvent required to achieve a given viscosity. Viscosities may range from about 200 to about 15,000 cps and are readily obtained with the compositions of the present invention, and such viscosities are desirable since the adhesive may be applied to substrates without dripping and with little or no spillage.

The compositions of the present invention are easy to apply, cost effective, and cure within a reasonable period of time without the use of heat, pressure, UV light or extraordinary mechanical devices. The bonding or adhesive properties are satisfactory for the intended uses whether non pressure drain, waste, vent (DWV), applications or pressure systems used in potable water applications. One particular advantage of the adhesive compositions of the present invention is that the compositions are a one-component system and are "plumber friendly".

The compositions of the present invention are characterized as low VOC compositions particularly when the hollow microspheres are included in the compositions. The use of the compositions of the present invention results in a reduction in organic emissions due to the use of a combination of lower VOC compositions, application methods (less waste), and the non-use of either cleaners or primers to achieve satisfactory results in bonding surfaces such as ABS and PVC pipe and fittings.

In accordance with the present invention, compositions can be prepared having desirable VOC limits by varying the amounts of the components, and in particular, through the use of the acrylic polymers (B) and, when further reduction is desired, hollow microspheres such as the glass bubbles described above. The use of the inorganic hollow microspheres is desirable because they are chemically stable, water-insoluble, non-hazardous (non-toxic), of high strength, and they are compatible with the other ingredients used in the adhesive compositions. In accordance with the present invention, useful compositions can be prepared which may be characterized as low VOC compositions, and more particularly, adhesives characterized by VOC's of less than 500 and even less than 300 grams per liter.

The following examples illustrate the compositions of the present invention. Unless otherwise indicated in the following examples and elsewhere in the specification and claims, all parts and percentages are by weight.

<u>Example 1</u>	
ABS resin (Blendex 211)	15
Acryloid B-67	5
MEK	50
Acetone	30
<u>Example 2</u>	
PVC resin (Geon 110 x 334)	11
Acryloid B-67	15

-continued

THF	44
MEK	30
<u>Example 3</u>	
PVC resin (Geon 110 x 334)	14
Paraloid K120N	5
THF	48
MEK	33
<u>Example 4</u>	
PVC resin (Geon 110 x 334)	14
Paraloid KM-390	5
THF	48
MEK	33
<u>Example 5</u>	
PVC resin (Geon 110 x 334)	13.5
Paraloid HT-510	10.0
THF	45.0
MEK	31.5
<u>Example 6</u>	
CPVC resin (Temprite 674 x 571)	18
Paraloid KM-390	10
THF	32
CYH	20
<u>Example 7</u>	
PVC resin (Vista 5265)	11.0
CPVC resin (Temprite 674 x 571)	0.5
Paraloid HT-510	13.2
THF	41.3
MEK	28.6
CYH	5.0
Acetone	0.2
PVC stabilizer	0.2
<u>Example 8</u>	
PVC resin (Vista 5265)	11.0
CPVC resin (Temprite 674 x 571)	0.5
Paraloid HT-510	13.7
THF	41.5
MEK	27.8
CYH	4.8
Acetone	0.2
PVC stabilizer	0.2
Cabosil fumed silica	0.3
<u>Example 9</u>	
CPVC resin (Temprite 674 x 571)	10.7
Paraloid HT-510	12.7
THF	43.7
MEK	0.2
CYH	5.0
Acetone	25.0
PVC stabilizer	1.0
Fumed silica	1.2
Orange Pigment Paste	0.5
<u>Example 10</u>	
PVC resin (Vista 5265)	10.0
CPVC resin (Temprite 674 x 571)	0.5
Paraloid HT-510	9.4
Acetone	40.0
NMP	40.0
PVC stabilizer	0.1
<u>Example 11</u>	
ABS resin (Blendex 211)	30
Acryloid B-67	10
Methyl ethyl ketone	57
Talc	3
<u>Example 12</u>	
PVC resin (Vista 5265)	10
SAN copolymer (Lustran 31-2060)	10
Tetrahydrofuran	50
Methyl ethyl ketone	30
<u>Example 13</u>	
PVC resin (Vista 5265)	10
SMA copolymer (Dylark 232-42)	10
Tetrahydrofuran	50
Methyl ethyl ketone	30
<u>Example 14</u>	
PVC resin (Vista 5265)	8
Styrene-butadiene copolymer (K-resin)	8
Tetrahydrofuran	60
Methyl ethyl ketone	24