

## Universidad Católica de Santa María

### Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

### Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



### “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE LAVADO UTILIZANDO OZONO PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN Y MEJORA DE TIEMPOS DE ENTREGA EN UNA PLANTA DE LAVADO INDUSTRIAL, AREQUIPA 2018”

Tesis presentada por el bachiller:

Vasquez Diaz, Moises Abraham

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Industrial.

Asesora:

Ing. Pérez Gómez Aymé Mirtha

Arequipa - Perú

2018

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



**INFORME DICTAMINATORIO**  
**DE BORRADOR DE TESIS**



VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE LAVADO UTILIZANDO OZONO PARA LA  
REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN Y MEJORA DE TIEMPOS DE  
ENTREGA EN UNA PLANTA DE LAVADO INDUSTRIAL, AREQUIPA, 2018

PRESENTADO POR EL (LA) BACHILLER:

MOISES ABRAHAM VASQUEZ DIAZ

NUESTRO DICTAMEN ES:

Favorable.

OBSERVACIONES:

Arequipa, 5 Diciembre del 2018.

JURADO DICTAMINADOR

Nombre: Almeida Pérez Gómez

Código: 8349.

JURADO DICTAMINADOR

Nombre: Cesari  
Ucedilla Borjas

Código: 1987



## A MIS PAPAS

A mi padre por su apoyo desde el cielo y a mi madre por su apoyo en la tierra; a mis hermanos y a Lizeth por la persistencia y la confianza en mí.

## AGRADECIMIENTOS

A mi asesora por su paciencia y apoyo, a todos y cada uno de los docentes que me ayudaron y dieron soporte durante estos largos años de estudio a mi Programa Profesional y a todos los que lo conforman.

Un agradecimiento también a la empresa en estudio, empresa que me brindó su apoyo para la realización del proyecto, con el préstamo de su infraestructura, acceso a los datos, entre otros. El proyecto pudo desarrollarse gracias a su apoyo.

## RESUMEN

El presente trabajo de tesis es un estudio realizado en una lavandería industrial de la ciudad de Arequipa, se desarrolla la idea de emplear agua ozonizada en las operaciones del proceso de lavado con el objetivo de optimizar el proceso para con ello obtener una mejora en los tiempos de proceso, calidad de los lavados y una reducción de costos fijos y variables.

En primer lugar se procedió a realizar una recolección de información que permita tener suficiente conocimiento para poder probar la hipótesis, que indica que empleando ozono en el lavado es posible reducir los costos de operación, mejorar el proceso de lavado y los tiempos de entrega.

Para poder demostrar que todo ello es posible luego de realizada la investigación primaria se construyeron equipos ozonificadores para realizar ensayos en laboratorio y en campo, se evaluó la teoría mediante los resultados de lavados

Luego de realizada la evaluación de ensayos se logró constatar que empleando agua ozonizada se logró reducir el consumo de agua caliente en un 100% lo que significa un ahorro en costos fijos por concepto de gas natural que se empleaba para el calentamiento, se redujo el empleo de insumos de limpieza en un 20% lo que significa un ahorro en costos variables y también se logró reducir el tiempo de procesamiento en un 26% al prescindir de la operación de un segundo enjuague lo que significa un aumento del 16% en la capacidad de producción al poder tomar hasta un lavado adicional diario por lavadora.

Palabras clave: Lavado Industrial, Optimizar, Operación, Proceso, Ozono.

## **ABSTRACT**

This thesis work is a study conducted in an industrial laundry in Arequipa's city, the idea of using ozonated water in the operations of washing process is developed with the aim of optimizing the process to obtain an improvement of process-time, quality wash and to reduce fixed and variable costs.

In first place, a collection of information was carried out to allow enough knowledge to be able to test the hypothesis, which indicates that using ozone in washing process reduce operating costs, improve washing process and delivery times.

In order to demonstrate that all this is possible after researches, ozonizers were built to perform laboratory and field tests, theory was evaluated through washing results.

After carrying out the evaluation of trials, it was found that using ozonated water reduce the consumption of hot water by 100%, which means fixed costs saving due to natural gas used for heating, reduce the use of cleaning supplies by 20%, which means variable costs saving and also reduce the processing time by 26% by dispensing with the operation of a second rinse, which means a 16% increase in production capacity to be able to take up an additional daily washing by washing machine.

Keywords: Industrial Washing, Optimize, Operation, Process, Ozone.

## INTRODUCCIÓN

En el sector del lavado industrial se emplean diferentes métodos para el correcto lavado y desmanchamiento de prendas, todos y cada uno de estos métodos se realizan a un determinado costo y para una determinada escala de producción, entre Europa y América Latina existen grandes diferencias de método.

En América Latina se siguen empleando métodos que incluyen altas temperaturas, alto consumo de insumos y altas proporciones de agua para lavado; también se emplean lejías para el apoyo de oxidación del agua que si bien cumplen su acción perjudican al medio ambiente; en Europa se emplea hasta un 50% menos de agua, se emplean otros compuestos para evitar calentar el agua y reducir el empleo de insumos y lejías, en algunos casos hasta dejan de emplear lejía reemplazándola por Citrato de Plata u ozono, el citrato de plata tiene el inconveniente de ser caro pero es biodegradable, para emplear ozono se requiere una inversión alta pero trae consigo mejoras para el medio ambiente y mejoras económicas al proceso, en este caso existe el típico miedo a invertir por desconocimiento por parte de las empresas, que por encontrarse con una inversión inicial alta desisten de la idea.

La presente investigación tiene como objetivo probar que empleando Ozono se puede optimizar el proceso de lavado para reducir los costos de producción y mejorar los tiempos de entrega en las lavanderías industriales, lo que significará mejoras económicas al proceso.

## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
INTRODUCCIÓN.....	vi
CAPITULO I .....	1
GENERALIDADES.....	1
1. TITULO.....	1
1.1 PROBLEMA .....	1
1.1.1 Identificación del problema .....	1
1.1.2 Descripción del problema.....	2
1.1.3 Planteamiento al problema .....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.2.1 Justificación económica .....	2
1.2.2 Justificación Académica .....	3
1.2.3 Justificación Medio ambiental .....	3
1.3 LIMITANTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.4 OBJETIVOS .....	3
1.4.1 Objetivo general .....	3
1.4.2 Objetivos específicos .....	3
1.5 HIPOTESIS.....	4
1.5.1 Hipótesis General .....	4
1.5.2 Variables .....	4
1.6 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.6.1 Nivel de investigación .....	5
1.6.2 Diseño de la investigación .....	5
1.6.3 Población y Muestra .....	5
1.6.4 Data .....	6
1.6.5 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de datos .....	6
1.6.6 Técnicas de Procesamiento y análisis de data .....	6
1.6.7 Aspectos Administrativos .....	7
1.6.7.1 Recursos Necesarios.....	7
1.6.7.1.1 Humano .....	7

1.6.7.1.2	Físicos	7
1.6.7.1.3	Materiales	7
1.6.7.1.4	Económicos	7
CAPITULO II		8
MARCO TEÓRICO		8
2.	MARCO TEORICO	8
2.1	Términos Generales	8
2.1.1	Optimización de proceso	8
2.1.2	Proceso	8
2.1.3	Análisis de Procesos	9
2.1.4	Operación	10
2.1.5	Capacidad	10
2.1.6	Capacidad Pico	10
2.1.7	Capacidad Instalada	11
2.1.8	Productividad	11
2.1.9	Eficiencia	11
2.1.10	Costos	12
2.1.11	Clasificación según su grado de Variabilidad	12
2.1.12	Punto de equilibrio	13
2.1.13	Diagrama de flujo del proceso	14
2.2	Bases teóricas	14
2.2.1	Agua	14
2.2.2	Agua blanda	15
2.2.3	Agua Dura	15
2.2.4	Ablandamiento de agua	16
2.2.5	Cloración del Agua	17
2.2.6	Lavado	17
2.2.7	Lavado Industrial de prendas	17
2.2.8	Jabón	18
2.2.9	Acción del ozono al lavado	18
2.2.10	Lavado ecológico utilizando ozono	18
2.2.11	Beneficios del lavado con ozono	21
2.2.12	Ventajas al medio ambiente	22

2.2.13	Generación de ozono	22
2.2.14	Generación de alto voltaje	23
2.2.15	Transformadores	23
CAPITULO III		25
DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA		25
3	DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA EN ESTUDIO	25
3.1	DESCRIPCIÓN	25
3.1.1	Datos generales	25
3.1.2	Clasificación Industrial Internacional Uniforme	25
3.1.3	Ubicación geográfica	25
3.1.4	Visión	26
3.1.5	Misión	26
3.1.6	Valores	27
3.1.7	Organigrama	27
3.1.8	Actividades	28
3.1.9	Clientes	29
3.1.10	Proveedores	30
3.1.11	Maquinaria	30
3.2	ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA	35
3.2.1	Descripción del servicio	35
3.2.2	Insumos	38
3.2.3	DAP	40
3.2.4	Descripción de los procesos principales.	43
3.2.5	Diagrama de distribución de planta	46
3.2.6	Diagrama del proceso	47
3.2.7	Capacidad de Producción	51
3.3	DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	58
3.3.1	Análisis de la situación actual de la empresa	58
3.3.1.1	Análisis FODA	58
3.3.1.1.1	Fortalezas	58
3.3.1.1.2	Oportunidades.	59
3.3.1.1.3	Debilidades	59
3.3.1.1.4	Amenazas	59

3.3.2	Identificación de los problemas potenciales-----	61
3.3.2.1	Producción -----	61
3.3.2.2	Costos-----	64
3.3.2.2.1	Costos Fijos-----	65
3.3.2.2.1.1	Explicación de los diferentes costos fijos-----	71
3.3.2.2.2	Costo de Insumos -----	73
3.3.2.3	Reprocesos -----	75
3.3.3	Medidas a problemáticas encontradas-----	78
CAPITULO IV-----		79
DESARROLLO DE LA PROPUESTA.-----		79
4.	Ingeniería del proyecto -----	79
4.1	El ozono en el lavado-----	79
4.1.1	Características y propiedades del ozono-----	80
4.1.2	Generación de ozono-----	80
4.1.3	Principios del equipo ozonificador -----	81
4.1.4	Componentes del equipo ozonificador -----	82
4.1.5	Bosquejo del equipo -----	83
4.1.6	Cálculos de requerimientos técnicos del equipo ozonificador-----	84
4.1.6.1	Fase generadora-----	84
4.1.6.1.1	Transformador -----	84
4.1.6.1.2	Circuito con flyback -----	89
4.1.6.2	Fase reactiva-----	91
4.1.6.3	Generador de aire -----	93
4.1.7	Evaluación del agua.-----	93
4.2	Descripción de equipos ozonificadores Industriales -----	97
4.2.1	Lavadoras planificadas para trabajo con ozonificador.-----	98
4.2.2	Cálculo de demanda de ozono-----	100
4.2.3	Equipos ozonificadores propuestos por proveedores-----	101
4.2.3.1	Ozonificador MODELO 1 – 25 GRAMOS/HORA -----	102
4.2.3.2	Ozonificador MODELO 2 - 12 GRAMOS/HORA -----	104
4.2.3.3	Ozonificador MODELO 3 – 7 GRAMOS/HORA -----	105
4.2.3.4	Ozonificador MODELO 4 – 12 GRAMOS/HORA -----	106
4.2.3.5	Ozonificador MODELO 5 – 9 GRAMOS/HORA -----	107

CAPITULO V-----	109
ENSAYOS EN MUESTRA DE PRENDAS. -----	109
5.1    Presentación de ensayos en laboratorio prelavado de muestra -----	109
5.2    Ensayos de prueba -----	132
5.3    Muestra -----	133
5.4    Presentación de Lotes-----	133
5.5    Presentación de ensayos-----	135
5.5.1    Resultados de ensayos -----	137
5.5.1.1    Llenado + calentamiento -----	141
5.5.1.2    Lavado -----	141
5.5.1.3    Enjuague 1 y Enjuague 2 -----	143
5.5.1.4    Centrifugado -----	145
5.5.1.5    Secado solar-----	145
5.5.1.6    Insumos -----	147
5.5.2    Reporte fotográfico -----	151
5.5.3    Valorización técnica de las mejoras-----	156
CAPITULO VI-----	159
SELECCIÓN DE EQUIPOS OZONIFICADORES PARA EL PROYECTO. -----	159
6.    Selección de equipo -----	159
6.1    Requerimientos para puesta en marcha -----	164
6.1.1    Instalación -----	164
6.1.2    Requerimiento de espacio -----	165
6.1.3    Suministro del sistema -----	167
6.1.4    Consumo Energético -----	167
6.2    Mantenimiento de Equipo -----	167
6.2.1    Plan de mantenimiento-----	168
6.2.2    Objetivos del plan de mantenimiento -----	168
6.2.3    Alcance del plan de mantenimiento -----	168
6.2.4    Responsables -----	168
6.2.5    Equipos y Herramientas´ -----	168
6.2.6    Medidas de seguridad-----	168
6.2.7    Manual de mantenimiento preventivo y correctivo.-----	169
6.2.8    Mantenimiento preventivo-----	169

6.3	Garantías	171
CAPITULO VII		172
EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO.		172
7.	Valorización económica de las mejoras	172
7.1	Valorización económica de la mejora al proceso de lavado.	172
7.1.1	Ahorro en gas natural	173
7.1.2	Ahorro en consumo eléctrico	173
7.1.3	Ahorro en consumo en agua	176
7.1.4	Ahorro en Insumos	178
7.2	Presentación de flujo de la inversión	180
7.3	Calificación económica de la inversión	181
7.3.1	COK	181
7.3.2	VAN	182
CONCLUSIONES		183
RECOMENDACIONES		184
CAPITULO IX		185
BIBLIOGRAFÍA		185
ANEXOS		186

## INDICE DE CUADROS

CUADRO 1: PRESENTACIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES .....	4
CUADRO 2: CALIDAD DEL AGUA DE ACUERDO CON SU DUREZA .....	15
CUADRO 3: DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE LAVADO .....	43
CUADRO 4: DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE SECADO .....	44
CUADRO 5: DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE PLANCHADO .....	45
CUADRO 6: DIAGRAMA DEL PROCESO TRANSPORTE - RECEPCIÓN .....	47
CUADRO 7: DIAGRAMA DEL PROCESO - LAVADO .....	48
CUADRO 8: DIAGRAMA DEL PROCESO – SECADO.....	49
CUADRO 9: DIAGRAMA DEL PROCESO - PLANCHADO .....	50
CUADRO 10: DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA DEL ÁREA DE LAVADO.....	51
CUADRO 11: UNIDADES PRODUCIDAS - DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA.....	57
CUADRO 12: CAPACIDAD MÁXIMA DE KILOGRAMOS PROCESADOS .....	57
CUADRO 13: MATRIZ FODA.....	60
CUADRO 14: PRODUCCIÓN DIARIA ENERO - JULIO 2018 .....	61
CUADRO 15: RELACIÓN PORCENTUAL ENTRE CAPACIDAD MÁXIMA DE PRODUCCIÓN Y PRODUCCIÓN REAL .....	63
CUADRO 16: COSTEO DE PROCESOS. ....	64
CUADRO 17: COSTE MENSUAL DE SALARIOS.....	65
CUADRO 18: COSTOS ENERGETICO - ELECTRICOS DEL ÚLTIMO AÑO.....	66
CUADRO 19: COSTOS EN CONSUMO DE AGUA .....	66
CUADRO 20: COSTE DE CONSUMO DE GAS DEL ÚLTIMO AÑO.....	67
CUADRO 21: COSTOS FIJOS ADICIONALES.....	67
CUADRO 22: COSTO POR KILOGRAMO DE PRENDAS PROCESADO .....	68
CUADRO 23: COSTOS FIJOS DE ENERO – AGOSTO 2018 .....	69
CUADRO 24: PRESENTACIÓN DE COSTOS DE INSUMOS DE LOS ÚLTIMOS 8 MESES.....	73
CUADRO 25: PRESENTACIÓN DE COSTOS FIJOS DE LOS ÚLTIMOS 8 MESES.....	73
CUADRO 26: RELACIÓN PORCENTUAL DE COSTOS FIJOS Y COSTOS DE INSUMOS .....	74
CUADRO 27: REPRESENTACIÓN DE REPROCESOS REGISTRADOS EN LA PRODUCCIÓN REAL TOTAL.....	75
CUADRO 28: REPROCESOS REGISTRADOS EN LOS ENERO – JULIO 2018 .....	76
CUADRO 29: MEDIDAS CORRECTIVAS PARA LA PROBLEMÁTICA.....	78
CUADRO 30: EVALUACIÓN DE MUESTRAS DE AGUA AREQUIPA.....	96
CUADRO 31: PROGRAMACIÓN DE LAVADO A CAPACIDAD MAXIMA.....	101
CUADRO 32: LISTA Y DESCRIPCIÓN DE OZONIFICADORES.....	102
CUADRO 33: COMPARATIVO DE INFORMACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS.....	108
CUADRO 34: CONDICIONES DE ENSAYO DE LABORATORIO I.....	109
CUADRO 35: CONDICIONES DE ENSAYO DE LABORATORIO II.....	111
CUADRO 36: CONDICIONES DE ENSAYO DE LABORATORIO III .....	113
CUADRO 37: CONDICIONES DE ENSAYO DE LABORATORIO IV .....	115
CUADRO 38: CONDICIONES DE ENSAYO DE LABORATORIO V - VINO .....	117
CUADRO 39: CONDICIONES DE ENSAYO DE LABORATORIO VI.....	123
CUADRO 40: CUADRO DE VARIABLES DE ENSAYO NÚMERO VII.....	128
CUADRO 41: PRESENTACIÓN DE LOTES PARA TRABAJO .....	134
CUADRO 42: FÓRMULA DE LAVADO (TIEMPOS).....	135
CUADRO 43: FÓRMULA DE LAVADO(INSUMOS).....	136

CUADRO 44: RESULTADOS DE ENSAYOS(UNIDADES).....	137
CUADRO 45: RESULTADOS DE ENSAYOS(PORCENTAJE) .....	138
CUADRO 46: PRESENTACIÓN DE EVALUACIÓN SUBJETIVA DE LAVADOS.....	140
CUADRO 47: RESULTADOS DE OPERACIÓN DE LAVADO EN ENSAYOS .....	142
CUADRO 48: RESULTADOS DE OPERACIÓN DE ENJUAGUE EN ENSAYOS.....	144
CUADRO 49: RESULTADOS DE SECADO SOLAR EN ENSAYOS.....	146
CUADRO 50: REGISTRO DE CONSUMO DE INSUMOS EN LA REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS .....	148
CUADRO 51: REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE OPERACIÓN DE LOS DIFERENTES PROCESOS RESULTANTE DE ENSAYOS.....	156
CUADRO 52: MEJORA EN LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN .....	157
CUADRO 53: REDUCCIÓN DE CONSUMO DE INSUMOS DURANTE LOS ENSAYOS .....	157
CUADRO 54: AHORRO ECONÓMICO POR KILOGRAMO DE PRENDAS PROCESADO .....	158
CUADRO 55: SELECCIÓN DE EQUIPO PARA SISTEMA .....	159
CUADRO 56: SELECCIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS OZONIFICADORES .....	162
CUADRO 57: SELECCIÓN ECONÓMICA DE LOS OZONIFICADORES .....	163
CUADRO 58: CONSUMO ENERGETICO DE EQUIPO OZONIFICADOR SELECCIONADO .....	167
CUADRO 59: PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL .....	170
CUADRO 60: AHORRO EN CONSUMO DE GAS NATURAL.....	173
CUADRO 61: AHORRO EN HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO DIARIO.....	174
CUADRO 62: AHORRO ENERGÉTICO EN KW/HORA .....	175
CUADRO 63: AHORRO ENERGÉTICO ELÉCTRICO MENSUAL.....	175
CUADRO 64: AHORRO EN AGUA RESULTANTE DE ENSAYOS.....	176
CUADRO 65: AHORRO EN SOLES DE CONSUMO DE AGUA.....	178
CUADRO 66: AHORRO TÉCNICO DE CONSUMO DE INSUMOS .....	179
CUADRO 67: AHORRO ECONÓMICO DEL CONSUMO DE INSUMOS .....	179
CUADRO 68: FLUJO ECONÓMICO DE LA INVERSIÓN .....	180
CUADRO 69: FLUJO ANUAL.....	181
CUADRO 70: CÁLCULO DE VAN.....	182

## INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: SECUENCIA SOBRE CÓMO ES UN PROCESO .....	9
ILUSTRACIÓN 2: GRÁFICA DE PUNTO DE EQUILIBRIO.....	13
ILUSTRACIÓN 3: SIMBOLOGÍA DE DIAGRAMA DE FLUJO .....	14
ILUSTRACIÓN 4: MÁQUINA GENERADORA DE OZONO CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO	20
ILUSTRACIÓN 5: MÁQUINA GENERADORA DE OZONO CON SUMINISTRO EN LÍNEA DIRECTA .....	21
ILUSTRACIÓN 6: PRINCIPIO DEL FUNCIONAMIENTO DE UN TRANSFORMADOR MONOFÁSICO .....	24
ILUSTRACIÓN 7: ORGANIGRAMA ACTUAL DE LA PLANTA .....	28
ILUSTRACIÓN 8: MÁQUINA LAVADORA 130 KILOGRAMOS DE CAPACIDAD.....	32
ILUSTRACIÓN 9 : MÁQUINA LAVADORA RENZACCI .....	32
ILUSTRACIÓN 10: MÁQUINA LAVADORA EN SECO FIRBIMATIC .....	33
ILUSTRACIÓN 11: MÁQUINA DE PLANCHADO A VAPOR POR PRENSA .....	33
ILUSTRACIÓN 12: MÁQUINA DE PLANCHADO CONVENCIONAL .....	34
ILUSTRACIÓN 13: MÁQUINA SECADORA .....	34
ILUSTRACIÓN 14: DIAGRAMA DAP DEL PROCESO.....	40
ILUSTRACIÓN 15: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LAVADO. ....	46
ILUSTRACIÓN 16: VISTA SUPERIOR DEL EQUIPO OZONIFICADOR.....	83
ILUSTRACIÓN 17: VISTA FRONTAL DE EQUIPO OZONIFICADOR .....	84
ILUSTRACIÓN 18: NÚCLEO DE TRANSFORMADOR .....	87
ILUSTRACIÓN 19: DIAGRAMA PARA DESARROLLO DE CIRCUITO.....	89
ILUSTRACIÓN 20: EQUIPO DE GENERACIÓN DESARROLLADO PARA ENSAYOS .....	90
ILUSTRACIÓN 21: CONTENEDOR DE REACTOR.....	91
ILUSTRACIÓN 22 REACTOR DE OZONO DE VIDRIO .....	92
ILUSTRACIÓN 23 REACTOR DE GENERADOR DE OZONO .....	92
ILUSTRACIÓN 24: MÁQUINA LAVADORA 130 KILOGRAMO DE CAPACIDAD .....	98
ILUSTRACIÓN 25: MÁQUINA LAVADORA RENZACCI .....	99
ILUSTRACIÓN 26: REPORTE FOTOGRÁFICO DE ENSAYO EN LABORATORIO I.....	109
ILUSTRACIÓN 27: REPORTE FOTOGRÁFICO DE ENSAYO EN LABORATORIO II.....	111
ILUSTRACIÓN 28: REPORTE FOTOGRÁFICO DE ENSAYO EN LABORATORIO III.....	113
ILUSTRACIÓN 29: REPORTE FOTOGRÁFICO DE ENSAYO EN LABORATORIO IV .....	115
ILUSTRACIÓN 30: REPORTE FOTOGRÁFICO DE ENSAYO EN LABORATORIO V .....	118
ILUSTRACIÓN 31: REPORTE FOTOGRÁFICO DE ENSAYO EN LABORATORIO IV .....	124
ILUSTRACIÓN 32: PESADO DE PRENDAS PARA LAVADO. ....	128
ILUSTRACIÓN 33: PESADO DE DETERGENTE PAR LAVADO. ....	129
ILUSTRACIÓN 34: OZONIFICADO DE AGUA PARA ENSAYO.....	129
ILUSTRACIÓN 35: PRESENTACIÓN DE LOTES DE PRENDAS PARA LAVADO .....	129
ILUSTRACIÓN 36: LAVADO DE PRENDAS CON AGUA OZONIFICADA .....	130
ILUSTRACIÓN 37: RESULTADOS DE LAVADO(PANTALON). ....	130
ILUSTRACIÓN 38: RESULTADOS DE LAVADO(CAMISAS).....	131
ILUSTRACIÓN 39: INSPECCIÓN EXHAUSTIVA DE PRENDAS LAVADA CON OZONO.....	131
ILUSTRACIÓN 40: FÓRMULA PARA CÁLCULO DE TAMAÑO DE MUESTRAS EN POBLACIÓN FINITA .....	132
ILUSTRACIÓN 41: GENERADORES DE VOLTAJE.....	151
ILUSTRACIÓN 42: REACTORES PARA GENERACIÓN.....	151

ILUSTRACIÓN 43: OZONIFICACIÓN DE AGUA.....	152
ILUSTRACIÓN 44: TIPOS DE PRENDAS LAVADAS EN SU MAYORIA .....	153
ILUSTRACIÓN 45: IMAGENES DE ALGUNOS LAVADOS .....	154
ILUSTRACIÓN 46: PRENDAS SECANDO LUEGO DE LAVADO .....	155
ILUSTRACIÓN 47: OZONIFICADOR MODELO 5 .....	164
ILUSTRACIÓN 48: ÁREA DISPONIBLE PARA LA INSTALACIÓN.....	165
ILUSTRACIÓN 49: TANQUE DE AGUA PARA ALMACENADO DE AGUA OZONIZADA .....	166
ILUSTRACIÓN 50: COSTO DE CAPITAL PROPIO .....	182



## **INDICE DE GRÁFICOS**

GRÁFICO 1: PRODUCCIÓN DE ENERO – JULIO 2018 .....	62
GRÁFICO 2: RELACIÓN DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN Y PRODUCCIÓN REAL .....	62
GRÁFICO 3: COSTOS DE LOS ENERO – AGOSTO 2018.....	70
GRÁFICO 4: PROPORCIÓN DE COSTOS FIJOS Y COSTOS DE INSUMOS.....	74
GRÁFICO 5: KILOGRAMOS REPROCESADOS ENERO – JULIO 2018.....	77
GRÁFICO 6: COMPARATIVO DE CALIDAD DE AGUA CON VALOR MINIMO PERMISIBLE .....	97
GRÁFICO 7: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS DE OPERACIÓN DE LAVADO EN LOS ENSAYOS .....	143
GRÁFICO 8: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS DE OPERACIONES DE ENJUAGUE EN LOS ENSAYOS.....	145
GRÁFICO 9: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE SECADO SOLAR EN ENSAYOS .....	147
GRÁFICO 10: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE CONSUMO DE INSUMOS EN LOS ENSAYOS – DETERGENTE.....	149
GRÁFICO 11: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE CONSUMO DE INSUMOS EN LOS ENSAYOS - AGUA OXIGENADA.....	149
GRÁFICO 12: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE CONSUMO DE INSUMOS EN LOS ENSAYOS - LEJIA .....	150

## **INDICE DE TABLAS**

TABLA 1: LISTADO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS.....	31
TABLA 2: CALIBRE DE ALAMBRES Y AMPERAJE QUE RESISTEN .....	86
TABLA 3: CALIBRE DE CABLES PARA TRANSFORMADOR .....	87
TABLA 4 : TABLA DE MUESTRAS DE AGUA POTABLE OCTUBRE 2017 - FEBRERO 2018 .....	94
TABLA 5: TABLA DE MUESTRAS DE AGUA POTABLE MARZO 2018 - JULIO 2018.....	95
TABLA 6: ESCALA DE DUREZA DE AGUA.....	96
TABLA 7: LISTA DE LAVADORAS PLANIFICADAS PARA TRABAJAR CON OZONO .....	98

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: FICHA INTERNACIONAL DE SEGURIDAD QUÍMICA – OZONO .....	187
ANEXO 2: MSDS OZONO (GAS).....	190
ANEXO 3: HOJA INFORMATIVA SOBRE SUSTANCIAS PELIGROSAS – OZONO GAS.....	194
ANEXO 4: BETA DEL SECTOR.....	200
ANEXO 5: RENTABILIDAD DE BONOS DEL ESTADO - PERU .....	201
ANEXO 6: RENTABILIDAD DEL SECTOR SERVICIOS - MERCADO PERÚ .....	202
ANEXO 7: CUESTIONARIO REALIZADO PARA EVALUACIÓN SUBJETIVA.....	203
ANEXO 8: SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA A LAVADORAS.....	204
ANEXO 9: EVALUACIÓN DE EXPERTOS DE RESULTADOS DE ENSAYOS.....	205
ANEXO 10: CÁLCULO DE ÁREA NECESARIA PARA LA INSTALACIÓN DEL OZONIFICADOR – MÉTODO GUERCHET .....	209



## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### 1. TITULO

“Optimización del proceso de lavado utilizando ozono para la reducción de costos de producción y mejora de tiempos de entrega en una planta de lavado industrial, Arequipa 2018”

#### 1.1 PROBLEMA

##### 1.1.1 Identificación del problema

La empresa que es motivo de estudio es una lavandería Industrial que llamare por privacidad de información LAVANDERÍA INDUSTRIAL ha presentado una reducción de ingresos y beneficio frente al costo durante el último año (segundo semestre 2017- primer semestre 2018), esto se debe a dos motivos, en primer lugar a sobrecostos de producción resultantes de reprocesos que se han suscitado durante los últimos meses, el motivo de estos reprocesos es la insatisfacción de las especificaciones de los clientes para con las prendas lavadas, en algunos casos por dificultad de mancha y en otros por tratar de apresurar el proceso, lo cual inclusive provocó tener problemas con los mismos al momento de entregar las prendas por demoras en la entrega y/o falta de limpieza; el segundo motivo de esta reducción es la relación entre costos fijos y costos variables con la que trabajan (aproximadamente  $CF=90\%$  y  $CV= 10\%$ ) cuando la demanda baja y hay menos ingresos el costo no disminuye de igual forma. Con todo lo anteriormente expuesto se identifica la situación problema en la planta en ambos casos el problema recae sobre el proceso del lavado, sus operaciones y el método.

### **1.1.2 Descripción del problema**

Desde su constitución la empresa, ha incrementado sus ventas progresivamente manteniendo utilidades netas positivas; por su parte el crecimiento sin una buena planificación posterior ha llevado a la empresa a crecer de manera desordenada, acomodándose sobre la marcha en búsqueda de satisfacer las demandas de nuevos contratos con nuevos clientes que se han conseguido durante los últimos años.

Durante el último año se ha presentado un crecimiento de los costos operativos, cada vez se obtienen menos resultados con los mismos o más recursos, el beneficio frente al costo disminuye, esto es por diferentes problemas operacionales y de métodos durante el proceso, el principal objetivo de la empresa es el de satisfacer las especificaciones del cliente pero en muchas ocasiones estas especificaciones no son satisfechas lo que lleva consigo reprocesos y sobre costos.

### **1.1.3 Planteamiento al problema**

¿Cómo mejorar los procesos de lavado para reducir los costos de producción y mejorar sus tiempos de entrega?

## **1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Justificación económica**

La inversión será recuperada en el tiempo y la propuesta representará para la empresa mejoras al proceso que permitirán mejores ingresos a futuro, es por ello por lo que el proyecto es económicamente justificable.

### **1.2.2 Justificación Académica**

Durante la investigación aplique los conocimientos aprendidos durante los cinco años de estudios universitarios, emplee nuevas tecnologías para el sector e hice uso de criterio propio lo que demuestra estar calificado para obtener el título de Ingeniero Industrial.

### **1.2.3 Justificación Medio ambiental**

EL proceso de lavado actual maneja proporciones de agua elevadas, se logrará reducir el consumo de agua y con ello dar un beneficio al medio ambiente desarrollando un concepto de lavado ecológico húmedo.

## **1.3 LIMITANTES DE LA INVESTIGACIÓN**

- Por el motivo de tener la necesidad de mostrar fórmulas e información confidencial la empresa solicito no colocar su nombre.
- Los proveedores de equipos ozonificadores solicitaron que se guarde el secreto profesional de la información técnica que presentaron.
- El equipo diseñado para los ensayos es de baja escala por lo que se trabajarán muestras de poco peso.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

Optimizar el proceso de lavado mediante el empleo del ozono para reducir los costos de producción y mejorar los tiempos de entrega.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- ✓ Analizar la situación actual referente a las operaciones de los procesos de producción.

- ✓ Identificar los procedimientos que presentan problemas a lo largo de la línea de producción de la lavandería
- ✓ Reducir la proporción de agua empleada por kilogramo procesado.

## 1.5 HIPOTESIS

### 1.5.1 Hipótesis General

Es probable que utilizando el ozono se pueda mejorar el proceso de lavado y con ello reducir los costos de producción y mejorar los tiempos de entrega

### 1.5.2 Variables

Las variables que se presentan para esta investigación son:

**CUADRO 1: PRESENTACIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES**

Variables		Indicadores	
<b>Independientes</b>	Uso de ozono	Capacidad de producción	Kg procesados por turno
<b>Dependientes</b>	Mejora de calidad de lavado	Evaluación subjetiva	
	Reducción de Costos	Costo fijo Costo unitario	
	Reducción de tiempo de proceso	Mejora técnica al proceso	

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 1 se presentan las variables e indicadores con las que se evaluará la hipótesis

## 1.6 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.6.1 Nivel de investigación

Según Hernández (2010) “Los estudios explicativos están dirigidos a determinar causas de sucesos y fenómenos físicos o sociales”, en esta investigación se determinará cual es el efecto de emplear ozono en el proceso por lo que será explicativa.

Según Hernández (2010) “Mediante los estudios descriptivos se quiere especificar las propiedades, características y perfiles de personas, comunidades, procesos objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a análisis”, en esta investigación se realiza un análisis del proceso de lavado industrial por lo que se considera que es descriptiva también.

### 1.6.2 Diseño de la investigación

Para que una investigación se considere experimental debe manipularse la variable independiente, Según Hernández (2010) “El nivel mínimo de manipulación es de presencia o ausencia de la variable independiente”, por lo cual este estudio se considera experimental.

### 1.6.3 Población y Muestra

- ✓ Población: Kg procesados Enero- Julio 2018
- ✓ Muestra:
  - Kg resultantes del cálculo de tamaño de muestras para población finita.
  - Ensayos realizados en laboratorio

#### 1.6.4 Data

Para la investigación se emplearon una serie de datos que facilitó la empresa los cuales son:

- ✓ Costos Fijos; Costos de insumos.
- ✓ Datos de Producción y recetas

Y también se trabajaron datos que se consiguieron durante la investigación:

- ✓ Resultados de las muestras de los ensayos de lavado con ozono
- ✓ Propuestas económicas de los posibles proveedores de maquinaria
- ✓ Propuestas técnicas de los posibles proveedores de maquinaria

#### 1.6.5 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de datos

Las técnicas e Instrumentos que se emplearon para la recolección son:

- ✓ Observación directa en planta
- ✓ Encuestas no estructuradas a operarios y encargados
- ✓ Toma de tiempos en campo
- ✓ Ensayo en laboratorio de lavado con ozono.
- ✓ Solicitud de propuestas económicas y técnicas de proveedores de maquinaria

#### 1.6.6 Técnicas de Procesamiento y análisis de data

Una vez que los datos fueron recolectados para su procesamiento y análisis se usaron una serie herramientas, las cuales son:

- ✓ Registro de los datos
- ✓ Interpretación de la información con apoyo del personal de la lavandería
- ✓ Uso de Microsoft Office para el diseño de tablas y gráficos

## 1.6.7 Aspectos Administrativos

### 1.6.7.1 Recursos Necesarios

#### 1.6.7.1.1 Humano

La casa de Estudios de manera gratuita se encargó de ofrecer un asesor para el desarrollo de la tesis, es por ello por lo que en esta área se estima que el costo será nulo.

#### 1.6.7.1.2 Físicos

Se requirió del empleo de un laboratorio, la empresa de estudio suministró el laboratorio para la realización de los ensayos de manera gratuita.

#### 1.6.7.1.3 Materiales

Los equipos necesarios para el procesamiento de datos fueron una laptop y una impresora, los cuales son propios. Los materiales necesarios para el desarrollo del proyecto fueron lapiceros y hojas bond, se estima que será una cantidad aproximada de 500 hojas y 3 lapiceros, el costo de estos será de s/. 12.00 soles en hojas bond y s/. 8 soles en lapiceros.

#### 1.6.7.1.4 Económicos

En cuanto a los recursos económicos tuvieron como mayor costo el desarrollo de los equipos ozonificadores, un transformador de 220 a 2500v con un costo de S/. 250.00 soles, el desarrollo de un circuito de alto voltaje que fue armado tuvo un costo de sus componentes de S/. 28.00 soles, se compraron 2 bombas de 4 litros por minuto generadores de aire con un costo de S/. 30.00 cada una y se compró también una bomba de 3 litros por minuto con un costo de S/. 20.00. Fuera de ello el resto de los costos fueron de transporte.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2. MARCO TEORICO

##### 2.1 Términos Generales

###### 2.1.1 Optimización de proceso

La optimización de un proceso puede ser comprendida de diferentes formas,

Según Monsalve (2014) “optimizar un proceso industrial significa mejorarlo utilizando o asignando todos los recursos que intervienen en él de la manera más excelente posible” (p. 1).

En este caso la definición de Monsalve no será completamente llevada a aplicación, porque lo que se tratará de optimizar el proceso empleando nuevas técnicas o tecnologías que permitan que los recursos que menciona sean requeridos en cantidades menores para obtener los mismo o mejores resultados.

###### 2.1.2 Proceso

Según Perugachi (2004) “son actividades claves que se requieren para lograr un objetivo, describe un conjunto de pasos a seguirse para lograr una determinada acción, conjunto de actividades que convierten insumos (inputs) en productos (outputs) de mayor valor para el cliente” (p. 18).

Según Velasco (2004) “son una serie de secuencias ordenadas de actividades cuyo producto tiene un valor para su usuario o cliente” (p. 37).

## ILUSTRACIÓN 1: SECUENCIA SOBRE CÓMO ES UN PROCESO



*Fuente: (Velasco, 2004)*

El proceso de lavado en este caso será el principal punto de análisis y estudio por lo que será importante entenderlo claramente con todos sus inputs y outputs.

### 2.1.3 Análisis de Procesos

El análisis y definición de los procesos permite:

- Establecer un esquema de evaluación de la organización en su conjunto (definiendo indicadores de los procesos).
- Comprender las relaciones causa-efecto de los problemas de una organización y por lo tanto atajar los problemas desde su raíz.
- Definir las responsabilidades de un modo sencillo y directo (asignando responsables por proceso y por actividad).
- Fomentar la comunicación interna y la participación en la gestión.
- Evitar la “departamentalización” de la empresa.
- Facilitar la mejora continua (gestión del cambio).

- Simplificar la documentación de los sistemas de gestión (puesto que un proceso se puede describir en un único procedimiento)

#### **2.1.4 Operación**

Según (Carro Paz & Gonzales Gomez) “es cada una de las partes de un proceso de fabricación o presentación de un servicio, pudiendo ser parte de recursos humanos, materiales y tecnológicos necesarios para el funcionamiento de dicha empresa o negocio” (p.3).

#### **2.1.5 Capacidad**

Según Lee J. Krajewski, (2000) “la capacidad de producción o capacidad productiva es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva dada. El estudio de la capacidad es fundamental para la gestión empresarial porque permite analizar el grado de uso que se hace de cada uno de los recursos en la organización y así tener oportunidad de optimizarlos” (p. 300)

#### **2.1.6 Capacidad Pico**

Según Lee J. Krajewski, (2000) “la capacidad pico es la máxima producción que se puede lograr en un proceso o instalación, bajo condiciones ideales” (p. 302)

Entonces se podría decir que la capacidad pico es la capacidad medida con relación a la utilización del equipo. Esta capacidad es difícilmente sostenida en el tiempo, su sostenimiento puede ser apoyado por empleo de sobre turnos y empleo de personal adicional, pero aun así mantiene su condición de ser poco duradera.

### 2.1.7 Capacidad Instalada

Según Arnendriz (2014) “Capacidad Instalada es el mayor nivel de producción que la empresa puede generar, utilizando para ello, el total de activos productivos ya sea para productos o entregar servicios de intangibles, es una tasa de producción que se mide en unidades de salida por unidad de tiempo”

El objetivo de la capacidad instalada es poder planificar y establecer cómo se procederá a satisfacer el nivel de demanda que requiera el mercado

### 2.1.8 Productividad

La productividad puede ser definida como la relación entre la cantidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados para el desarrollo de estos, en las empresas manufactureras este indicador ayuda para medir el rendimiento al cual se trabaja a razón de la mano de obra utilizada, la utilización de máquinas, entre otros.

En este caso ofreciendo un servicio se podrán obtener con estas ratios la cantidad de horas hombre o maquina necesarias para poder lavar una cantidad de ropa determinada, entre otros.

### 2.1.9 Eficiencia

La Eficiencia se define como la relación entre los recursos realmente empleados para poder producir alguna unidad de producción que puede ser un lote de productos, un servicio o un producto unitario y la cantidad de recursos programados o asignados para este resultado.

### 2.1.10 Costos

El costo podría ser definido como el sacrificio económico para obtener algún resultado, en este caso es el sacrificio económico para poder satisfacer la necesidad de lavado de prendas de nuestros clientes.

Para este caso es importante poder tener entendimiento sobre una clasificación de costos específica la cual es:

### 2.1.11 Clasificación según su grado de Variabilidad

- Costos Fijos.

Son costos que se mantienen constantes en el tiempo, independientemente de que se produzca más o menos, son los costos llamados de mantención de la empresa abierta. En este caso se encuentran.

- Alquileres
- Pago de créditos
- Pago de Seguros
- Pago de servicios Públicos
- Sueldos, en este caso no existen pago por destajo por lo que toda la mano de obra en su totalidad calificará como un costo fijo.

- Costos Variables

Son los que varían en proporción al volumen de producción, a mayor producción mayores costos. También son llamados costos por producir.

- Materias primas, en este caso no se emplean
- Materiales
- Envases y embalajes.

- Comisiones sobre ventas, en este caso aplican únicamente para los centros de acopio.

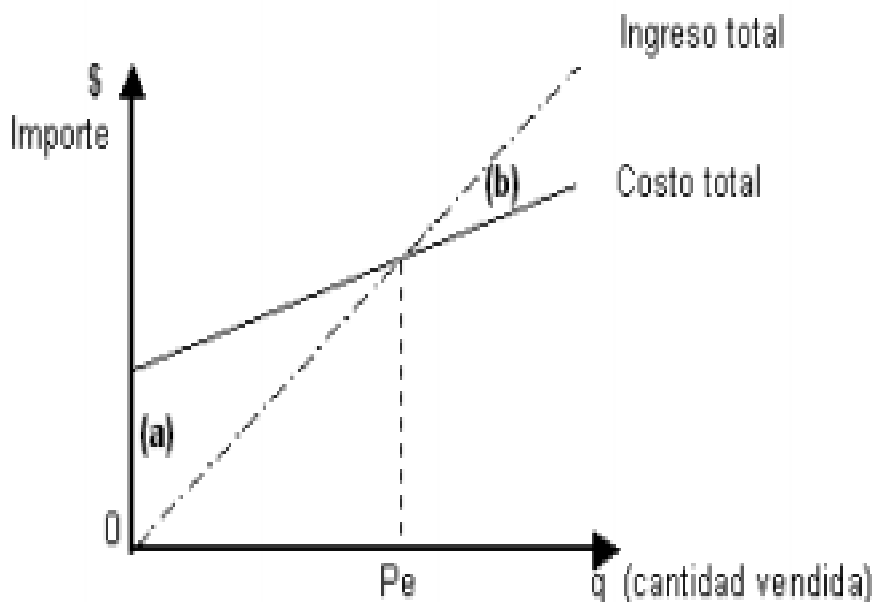
### 2.1.12 Punto de equilibrio

Un punto de equilibrio es el punto donde el beneficio es cero, es decir que no se generan ganancias ni se sufren pérdidas con un determinado nivel de producción, es de suma importancia que se conozca este punto como lugar de referencia para la planificación de la producción y un ajuste en la producción

Existen dos tipos de punto de equilibrio, el monetario y el de unidades, la fórmula es

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costo Fijo Total}}{\text{Margen de contribución}} = \text{Unidades Producidas}$$

**ILUSTRACIÓN 2: GRÁFICA DE PUNTO DE EQUILIBRIO**

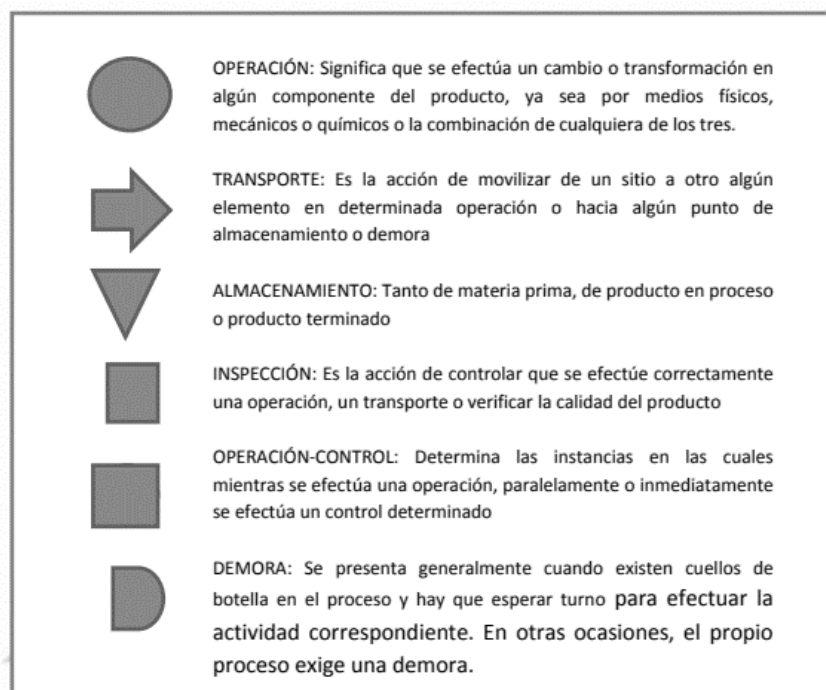


Fuente: (Mariño, 2013)

### 2.1.13 Diagrama de flujo del proceso

Es un diagrama que presenta la mayor cantidad de detalles de las operaciones de un proceso de producción, muchas veces es una herramienta sencilla para poder mostrar costos ocultos, distancias recorridas, retrasos en el proceso y almacenamientos temporales. A continuación, se presentará la representación gráfica de la simbología necesaria para su desarrollo.

#### ILUSTRACIÓN 3: SIMBOLOGÍA DE DIAGRAMA DE FLUJO



*Fuente:* (Urbina, 2016)

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Agua

El agua es el más importante de todos los compuestos y uno de los principales constituyentes del mundo, casi tres cuartas partes de la superficie terrestre está cubierta de esta. Existen diferentes clasificaciones del agua, pero la que interesa para el proyecto es la clasificación según su dureza:

**CUADRO 2: CALIDAD DEL AGUA DE ACUERDO CON SU DUREZA**

Tipo de agua	Concentración
Aguas blandas	Menos de 150 mg/l de carbonato de calcio (0-15 °F)
Agua semi blandas	Entre de 150 - 200 mg/l de carbonato de calcio (15-20°F)
Aguas duras	Entre de 200 y 400 mg/l de carbonato de calcio (20-40 °F)
Aguas muy duras	Entre de 400 y 550 mg/l de carbonato de calcio (40-55 °F)
Aguas Extremadamente Duras	Superior a 550 mg/l de carbonato de calcio (más de 55 °F)

*Fuente:* (Waterlogic, 2018)

*Elaboración:* Propia

En el cuadro 2 se muestra la clasificación de dureza del agua bajo la cual se trabajará para determinar si será necesario el empleo de técnicas de ablandamiento que mejoren la eficiencia del proceso.

### 2.2.2 Agua blanda

Agua blanda es aquella agua que es baja en sales de magnesio y calcio disueltas en esta, esta agua es la propicia para una mejor acción de químicos, detergentes y agentes de limpieza que es la base de este proyecto.

### 2.2.3 Agua Dura

Agua dura es aquella agua que es alta en sales de magnesio, calcio e incluso hierro disueltas en esta, una de sus desventajas es el costo de trabajar con ella en el tiempo y de manera instantánea, de manera instantánea requiere de

mayores cantidades de detergentes para los trabajos y con el tiempo daña los equipos de lavado con los que trabaje.

El agua dura es fácilmente detectable debido a que trabajando con esta difícilmente son solubles los jabones, el jabón al ser un esterato trabajando con un alcalino como el sodio se libera como esterato propiamente dicho para su acción de limpieza, el agua al ser dura como se mencionó presenta cationes alcalino térreos de  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$ , que enlazan al esterato y al ser más pesados lo precipitan, con ello no le permiten realizar su acción de limpieza siendo el motivo por el cual complica las labores de lavado con esta agua.

Por ejemplo, la formación química del agua dura sería



En la región de Arequipa el agua generalmente es de manantial en regiones donde existe la caliza o si no también es agua de lluvia que se puede considerar como agua con una disolución diluida de ácido carbónico.

El carbonato cálcico  $\text{CaCO}_3$  forma un depósito lentamente que se va agrandando y que disminuye la eficacia del calor dentro del agua, cuando esto sucede por ejemplo dentro de una caldera o plancha, el carbonato cálcico se deposita e incrusta lo que provoca un sobrecalentamiento en las áreas metálicas de los diferentes equipos.

#### 2.2.4 Ablandamiento de agua

Existen muchos y diferentes tipos de ablandamiento de agua, estos procedimientos tienen como propósito eliminar los iones del agua dura lo

cuales como se mencionó más atrás perjudican el desempeño de los detergentes

### **2.2.5 Cloración del Agua**

Según García (2015) “La cloración tiene como objetos la destrucción de microorganismos mediante la acción germicida del cloro y la de oxidación de las sustancias inorgánicas reducidas las cuales son (Hierro, manganeso, sulfuros, etc.) estos compuestos producen olor y sabor en el agua.”

La eliminación de estos es necesaria para la correcta realización del lavado, pero también es importante mencionar que el cloro es dañino para el medio ambiente y para la salud de las personas al poseer agentes cancerígenos,

### **2.2.6 Lavado**

El lavado es un proceso termoquímico, se someten a las diferentes prendas de diferentes tipos de tejido a diferentes procesos, en los procesos de lavado se utilizan diferentes insumos como; peróxido de hidrogeno (agua oxigenada), detergentes industriales, antiespumantes, entre otros, los cuales combinados con temperaturas específicas cumplen función de limpieza.

Actualmente en países de primer mundo se vienen practicando otros tipos de procedimientos, en el presente trabajo de investigación desarrollaré una propuesta técnica para el uso de ozono en los lavados.

### **2.2.7 Lavado Industrial de prendas**

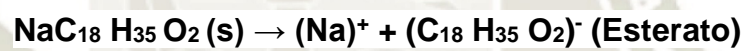
El lavado de prendas es un procedimiento que se realiza para limpiar las impurezas de prendas textiles de todo tipo, el lavado industrial es el mismo

lavado propiamente dicho realizado a gran escala en plantas de procesamiento de grandes capacidades.

### 2.2.8 Jabón

El jabón típico es esterato de sodio, es una sal compuesta de ácidos grasos, ácidos grasos que al ser un compuesto orgánico contiene grandes cadenas de átomos de carbono.

El motivo por el cual se disuelve el jabón en el agua es por la liberación del anión esterato, este es el responsable de la acción limpiadora de los jabones, su acción se ve perjudicada cuando en el agua se presentan otros cationes como son el  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  y el  $\text{Fe}^{+2}$  (agua dura) se produce el popular jabón insoluble que no solo es ineficaz si no que forma una nata en el agua jabonosa



### 2.2.9 Acción del ozono al lavado

El ozono es un agente sumamente oxidante, es usado para la purificación de diferentes medios como el agua y el aire, la acción del ozono permite el potenciamiento de los químicos que son utilizados para contrarrestar las diferentes manchas orgánicas y no orgánicas, sobre todo las grasas.

### 2.2.10 Lavado ecológico utilizando ozono

Sobre los beneficios del ozono Calvo (2012) El ozono es un gas compuesto por 3 átomos de oxígeno  $\text{O}_3$ . Germicida y depurador de aire y agua. Es el desinfectante natural más eficaz y rápido que se conoce, se utiliza ampliamente para desinfectar aire, agua, alimentos, superficies, tejidos, mobiliario, también se utiliza para eliminar olores". Pag (7).

Sobre la obtención del ozono para el empleo en lavanderías Calvo (2012) “El ozono se obtiene al someter el oxígeno a descargas eléctricas controladas. La molécula de oxígeno  $O_2$  se disocia y se combina con otra molécula en forma triatómica  $O_3$ . El ozono se genera y se aplica in-situ, es decir, no se envasa, ni se transporta. Se produce con el generador de ozono utilizando únicamente aire y electricidad y se aplica al instante”. Pag (9)

Para los procesos de ozonificación de agua para lavado existen dos diferentes métodos, los cuales son:

**Ozonificación de Agua en un tanque de mezclado**, este puede ser mediante burbujeo o mezclado mecánico, el ozono se genera de manera autónoma en un mecanismo externo y es suministrado al agua empozada en un tanque.

**Ventajas:**

- Bajo costo de adquisición
- Mejor dosificación de ozono al agua, esto permite contar con el agua ozonificada más rápido que con la otra opción.

**Desventajas**

- El proceso de ozonificado debe ser realizado dentro de un tanque de agua lo que requerirá de mayor espacio para los equipos.
- Se obtienen menores concentraciones de ozono en mezcla con relación a la otra metodología

## ILUSTRACIÓN 4: MÁQUINA GENERADORA DE OZONO CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO



*Fuente: Empresa II*

**Ozonificación del agua con suministro a la línea directa**, en este sistema el ozono producido de manera autónoma es inyectado mediante un inyector venturi, este ozono es inyectado al agua dentro de un depósito presurizado de acero inoxidable

### **Ventajas**

- Mejores concentraciones de ozono en el agua, esto permitiría una mejor acción
- El espacio que se requiere es menor

### **Desventajas**

- Costo de adquisición un poco elevado
- El consumo eléctrico es casi el doble en diferencia al otro sistema

## ILUSTRACIÓN 5: MÁQUINA GENERADORA DE OZONO CON SUMINISTRO EN LÍNEA DIRECTA



*Fuente: Empresa I*

### 2.2.11 Beneficios del lavado con ozono

Sobre los beneficios del lavado de prendas con empleo de ozono Iberozone Systems indica que el agua ozonificada amplía las fibras de las prendas lo que permite que los detergentes tengan mejor acción y que el agua sea evaporada con mayor facilidad, también indica que:

- Mejora el entorno de trabajo en la lavandería:

Al no tener que calentar el agua para lavar con ozono mejora la sensación de calor en las áreas de trabajo que en algunos momentos producen letargo.

- Mejora la calidad de la ropa Lavada:

Preserva las prendas porque ya no serán necesarios un exceso de químicos y tiempos de remojo a altas temperaturas

- Reducción en el desgaste de la maquinaria:

Al no tener que emplear agua caliente se preserva mejor la maquinaria, se reduce el desgaste sobre los empaques, conexiones eléctricas y tuberías

- Reducción en tiempo de lavados

Al emplear el ozono, se utilizarán menos químicos y detergentes, con ello se reducirían el empleo de enjuagues lo que reduciría el tiempo de lavado

- Reducción de temperaturas de lavado

El ozono tiene mejor acción mientras menor sea la temperatura del agua

#### **2.2.12 Ventajas al medio ambiente**

- Reducción del consumo de energías no renovables como gas natural y Electricidad
- Aguas residuales con menor PH, prácticamente neutro.
- Reducción de consumo de agua:

Las relaciones de consumo de agua podrían varias de 1/10 hasta proporciones de 1/7.

#### **2.2.13 Generación de ozono**

Existen muchas formas de obtener ozono, el ozono también puede ser comprado en balones como el oxígeno o el argón, químicamente se obtiene a partir del peróxido de hidrogeno (agua oxigenada)  $H_2O_2$  mediante un proceso de disociación catalítica, con este proceso se obtiene ozono de baja concentración, lo ventajoso es que se obtiene ozono en condición líquida, esto facilitaría su suministración en agua.

El ozono también puede ser producido por procesos térmicos como el calentamiento de gases ricos en oxígeno los cuales deben ser en todo momento controlados por seguridad, en este caso el ozono se forma a partir la agitación molecular del oxígeno y fricción entre dichas moléculas.

Por último, también existe la generación de ozono mediante el empleo de alto voltaje en flujo de aire común para poder disociarlo que es la técnica más empleada para la generación de ozono para industria y el método que se empleará en los ensayos.

#### **2.2.14 Generación de alto voltaje**

Para generar el voltaje necesario en este caso, mayor o igual a 2000 voltios existen diferentes formas.

La generación más sencilla es mediante el empleo de un transformador elevador de voltaje, el mismo mediante la agitación de campos magnéticos en dos bobinados, un primario con el voltaje domestico 220 v y un secundario con el voltaje objetivo produce la corriente necesaria para formar el arco eléctrico necesario. En una primera instancia fue el método elegido.

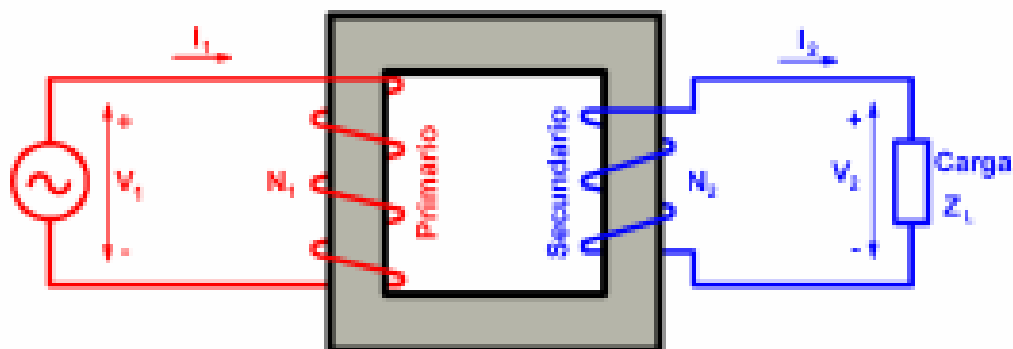
Otra forma de generación es mediante el empleo de circuitos, en este caso el empleo de transformador Flay back de televisión, el cual necesita de un sistema de circuitos conformados por resistencias, diodos, filtros y transistores.

#### **2.2.15 Transformadores**

Según Pozueta (2012) “un transformador es una maquina estática con dos devanados de corriente alterna enrollados sobre un núcleo magnético. El devanado por donde entra la energía al transformador se llama primario y el devanado por donde sale la energía es el devanado secundario, el número de

espiras de los devanados depende del tipo de transformador que se desea. El circulo magnético de esta máquina lo constituye un núcleo magnético sin entrehierros, el cual no está realizado con hierro macizo sino con chapas de acero al silicio apiladas y aisladas entre sí, de esta manera se reducen las pérdidas magnéticas del transformador”. P.1

### ILUSTRACIÓN 6: PRINCIPIO DEL FUNCIONAMIENTO DE UN TRANSFORMADOR MONOFÁSICO



Fuente: (Pozueta, 2012)

Sobre transformadores elevadores y reductores, según Pozueta (2012) “en transformadores el devanado de alta tensión (A.T.) es el de mayor tensión y el devanado de baja tensión (B.T.) es el de menor tensión. Un transformador elevador tiene el lado de baja tensión en el primario y el de alta tensión en el secundario mientras que un transformador reductor tiene el lado de alta tensión en el primario y el de baja tensión en el secundario, un transformador puede ser reversible, puede funcionar como elevador y cómo reductor”.

## CAPITULO III

### DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

#### 3 DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA EN ESTUDIO

##### 3.1 DESCRIPCIÓN

###### 3.1.1 Datos generales

Como se mencionó en limitaciones dentro del capítulo I, necesariamente se puso como incognito el nombre de la empresa, para fines didácticos se citará a la empresa como LAVANDERÍA INDUSTRIAL.

###### 3.1.2 Clasificación Industrial Internacional Uniforme

Según el INEI en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme, en su cuarta revisión con fecha del 2008 Las empresas de Lavandería Industrial corresponden a la:

- **Sección:** “S” - Otras actividades y servicios
- **División:** 96” - Otras actividades de servicios personales
- **Grupo:** “960” - Otras actividades y servicios personales
- **Clase:** “9601” - Lavado y limpieza, incluida la limpieza en seco de productos textiles y de piel.

###### 3.1.3 Ubicación geográfica

La planta de lavado se encuentra en la ciudad de Arequipa y cuenta 5 centros de acopio repartidos a lo largo de la ciudad Arequipa.

- **Urbanización:** S.R. Pachacútec

- **Distrito / Ciudad:** Cerro Colorado
- **Departamento:** Arequipa, Perú

Las ubicaciones de los 5 centros de acopio están repartidas estratégicamente a lo largo de la ciudad siendo:

- **Centro de acopio 1** Cerro Colorado
- **Centro de acopio 2** Cercado - Arequipa
- **Centro de acopio 3** José Luis Bustamante y Rivero
- **Centro de acopio 4** Cercado – Arequipa
- **Centro de acopio 5** Miraflores

#### 3.1.4 Visión

Lograr que nuestra organización sea reconocida con el más alto posicionamiento del especializado sector textil de Lavandería Industrial y tintorería a nivel nacional ofreciendo productos y servicios de la mejor calidad para satisfacer a nuestros clientes más allá de sus expectativas.

#### 3.1.5 Misión

Somos una Empresa Textil Solida, que brindamos servicios especializados de lavandería y Tintorería, a organizaciones productivas, entidades Públicas, entre otras. Trabajando con Responsabilidad Social y enmarcados en un Sistema de Gestión de Producción más limpia, somos respetuosos con el medio ambiente, trabajando con los últimos avances en la tecnología Textil y a través del empleo de equipos modernos para desarrollar nuestras actividades.

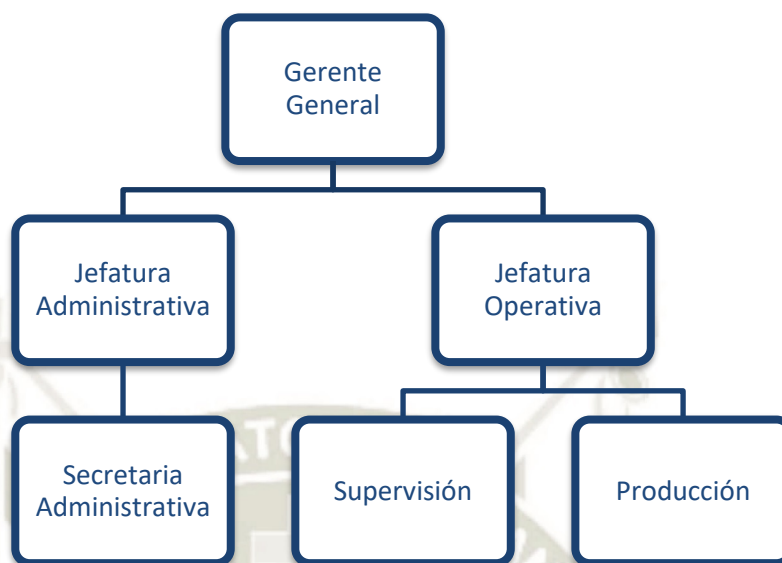
### 3.1.6 Valores

- **Responsabilidad:** Se promueve al personal en todos los niveles una conciencia para el cumplimiento de reglamento y leyes.
- **Respeto:** En todos los niveles de la estructura organizacional se promueve un ambiente de respeto para todos los miembros de la empresa.
- **Honestidad:** es uno de los valores principales para el desarrollo correcto de las labores que se desempeñan en la empresa.
- **Puntualidad:** Es el valor que más se infunde en la empresa tanto para el cumplimiento de trabajos para los clientes como en el personal en temas de acceso al trabajo.

### 3.1.7 Organigrama

A continuación, se presentará el organigrama de la empresa que dará a conocer los elementos de autoridad, los niveles de jerarquía y la relación entre ellos, es importante saber que la empresa no contaba con un organigrama, por lo que la realización de este fue realizada por mi persona con la supervisión del gerente.

## ILUSTRACIÓN 7: ORGANIGRAMA ACTUAL DE LA PLANTA



*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

### 3.1.8 Actividades

- La empresa ofrece servicios de lavado de todo tipo de prendas, servicio de teñido y acabado de prendas de vestir en tejido plano y tejido de punto. (Para sus procesos de teñido solo usan colorantes reactivos aprobados por ETAD y libres de compuestos AOX y que no están en la de la lista Mark Azo dyestuff prohibidos en Europa).
- Desarrollan muestras de diseños y acabados novedosos de acuerdo con la tendencia de moda de prendas de vestir.
- Desarrollan muestras de colores en diferentes sustratos de acuerdo con los requerimientos del cliente que luego se traducirán en producciones futuras.

- Ofrecen servicios de asesoría técnica para incrementar las cualidades y performance de uso de las prendas para alcanzar los mejores niveles de solidez y duración.
- Ofrecen servicio de confección de prendas de vestir en tejido plano y de punto principalmente en algodón 100 % tangüis y pima peruano.

### 3.1.9 Clientes

La empresa tiene dos frentes, uno comercial y uno industrial, en el plano comercial será llamada LAVANDERIA COMERCIAL, mientras que en el plano industrial se llama LAVANDERIA INDUSTRIAL

#### LAVANDERIA COMERCIAL

Las ubicaciones de los 5 centros de acopio están repartidas estratégicamente a lo largo de la ciudad siendo:

- Centro de acopio 1 Cerro Colorado
- Centro de acopio 2 Cercado - Arequipa
- Centro de acopio 3 José Luis Bustamante y Rivero
- Centro de acopio 4 Cercado – Arequipa
- Centro de acopio 5 Miraflores

Los clientes de este servicio son el **público en general**

#### LAVANDERIA INDUSTRIAL

Como lavandería industrial cuenta con clientes por contrato, contratos anuales que lo mantienen con carga diaria. Los clientes son:

- Hotel la casa de la abuela

- Hotel las moras
- Hospital IREM
- Hospital de los Policías
- Clínica Paz Holandesa
- Empresa de Transporte Cruz del Sur
- Empresa Joy Global

### 3.1.10 Proveedores

La empresa cuenta con diferentes proveedores para los diferentes equipos, materiales y consumibles que se utilizan a lo largo de su ciclo productivo.

- REPRESENTACIONES Y DISTRIBUCIONES PAXY – Bolsas plásticas, Envolturas
- EPP´S, todos ellos son comprados en MAKRO
- Útiles de escritorio, MAKRO, MAESTRO,
- Artículos de limpieza, MAKRO, MAESTRO Y VIRUTEX
- GLP, Corporación Andina del Gas Perú
- Químicos para limpieza: las empresas que proveen químicos de limpieza son: DERIVADOS QUÍMICOS DERQASA S.A.- LIMA, DIPROQUIM, DYSCHEM E.I.R.L., ASTRO CHEM S.A. –LIMA, DERQUSA S.A. - LIMA

### 3.1.11 Maquinaria

En la siguiente tabla se mostrará la cantidad de máquinas y equipos existentes para los diferentes trabajos por las diferentes áreas.

**TABLA 1: LISTADO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS**

Ítem	Sub – área	Código	Descripción	Cantidad
1	Lavado	L01	Máquina de Lavado de Capacidad 130 Kg	1
2	Lavado	L02	Máquina de Lavado Renzacci, modelo lx70, Serie 19281 -2013 capacidad 70 kg	1
3	Lavado	L03	Máquina de lavado nueva, lavado en seco, Marca FIRBIMATIC, CAP. 15 kg. ITALIANA	1
4	Centrifugado	L 05	Máquina centrifugadora modelo We 165c, Marca IPSO, Bélgica.	1
5	Secado	S11	Máquina de secado	1
6	Secado	S12	Máquina de secado	1
7	Secado	S13	Máquina secadora nueva- Marca RENZACI	1
8	Planchado	R 21	Máquina de planchado por rodillo con fuente energética eléctrica	1
9	Planchado	P22	Máquina de planchado por prensa con fuente de energía térmica	1
10	Planchado	P1-P2-P3- P4	Planchas industriales con tanque de agua para planchado a vapor	4
11	Sellado	S31 – S 32	Selladoras de bolsas plásticas	2
12	Costura	C31	Máquina de costura	1

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

### ILUSTRACIÓN 8: MÁQUINA LAVADORA 130 KILOGRAMOS DE CAPACIDAD



*Fuente: Investigación Directa*

### ILUSTRACIÓN 9 : MÁQUINA LAVADORA RENZACCI



*Fuente: Investigación Directa*

### ILUSTRACIÓN 10: MÁQUINA LAVADORA EN SECO FIRBIMATIC



*Fuente: Investigación Directa*

### ILUSTRACIÓN 11: MÁQUINA DE PLANCHADO A VAPOR POR PRENSA



*Fuente: Investigación Directa*

### ILUSTRACIÓN 12: MÁQUINA DE PLANCHADO CONVENCIONAL



*Fuente: Investigación Directa*

### ILUSTRACIÓN 13: MÁQUINA SECADORA



*Fuente: Investigación Directa*

## 3.2 ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA

A continuación, se hará la presentación sobre la información operativa actual de la empresa y el diagnóstico desarrollado a partir de esta información.

### 3.2.1 Descripción del servicio

Por la naturaleza del cliente se encontrarán dos tipos de servicios diferentes:

**Cliente por contrato anual:** El servicio comenzará con el recojo de prendas del local del cliente y finalizará con la entrega de estas prendas al local cliente, la empresa maneja contratos anuales con los diferentes clientes, la lavandería y los clientes diariamente se realizan llamadas telefónicas para programar recojos.

Proceso:

- Recojo de prendas

Las prendas son recogidas de las diferentes direcciones de los clientes, es pesada en su establecimiento y luego son transportadas a la planta de tratamiento

- Selección de prendas

Una vez que las prendas se encuentran en la planta de procesamiento son seleccionadas y clasificadas por tipo de tejido, tipo de mancha y lugar de procedencia.

- Pesado de prendas

Luego de ser seleccionadas y clasificadas las prendas vuelven a ser pesadas, en esta oportunidad para poder determinar cuáles son las proporciones correctas de insumos químicos y agua necesarios para su correcto lavado de acuerdo con las fórmulas ya establecidas.

- Lavado de prendas

Dependiendo del tipo de tejido, el cliente y el tipo de manchas que presenten las prendas, se realizarán diferentes lavados de acorde a fórmulas establecidas, estas fórmulas determinan la duración de los lavados, las operaciones que se realizarán y la temperatura del agua (llegan hasta los 65 °C), es el principal proceso de las labores que son realizadas en la lavandería al culminar el proceso de lavado las prendas son enviadas para las áreas de centrifugado o secado.

- Centrifugado de prenda

Este procedimiento se realiza únicamente cuando se encuentran prendas con un tejido grueso que preservan la humedad en cuantía, en complemento con él se realiza el secado solar para pasar al siguiente procedimiento, luego de secados suelen pasar por las secadoras para suavizar el tejido y que se facilite el planchado

- Secado de prendas

El secado de prendas es de dos tipos, dependiendo del grosor el secado puede ser solar o en máquina, cuando las prendas son de tejido delgado el secado se realiza en máquina secadora mientras que cuando se tienen prendas de tejido grueso estas se cuelgan en tendedores para que sequen de manera solar, en ambos casos luego de este procedimiento se encuentran listas para el planchado.

- Planchado de prendas

Este procedimiento es realizado para todas las prendas con excepción de frazadas gruesas, existen diferentes equipos y máquinas para los diferentes tipos de trabajo los cuales son: máquina de plancha por

rodillo, plancha por prensa, plancha por vapor y plancha convencional.

Al culminar el planchado las prendas son enviadas al área de doblado.

- Doblado de prendas

Luego de que las prendas son planchadas son dobladas y permanecen en el mismo lugar a la espera de ser empacadas

- Empaquetado de prendas

Por último, luego de ser dobladas las prendas son empaquetadas de la manera más correcta posible para que las mismas tengan la mejor presentación para el cliente.

- Entrega o distribución de prendas

Al culminar los trabajos en planta las prendas son entregadas a las mismas direcciones de donde fueron recogidas.

**Ciente por centro de acopio:** El servicio comenzará al recepcionar las prendas en el centro de acopio y culminará al entregarlas procesadas en el punto de acopio para que sean entregadas al cliente.

- Recepción de prendas

Las prendas son recepcionadas en los centros de acopio, luego el personal encargado del centro de acopio mediante comunicación telefónica pone en conocimiento a la planta de lavado para que esta incluya esa dirección en la ruta de recojo y programe el servicio de lavado.

- Transporte de prendas

Con el conocimiento de que en el centro de acopio hay existencias de prendas, se procede al recojo de las mismas para que los

procedimientos de lavado sean realizados como fueron relatados anteriormente.

- Selección de prendas
- Pesado de prendas
- Lavado de prendas
- Centrifugado de prendas
- Secado de prendas
- Planchado de prendas
- Doblado de prendas
- Empaquetado de prendas
- Etiquetado de Prendas
- Transporte de prendas

Nota: Este procedimiento es exactamente igual al anterior, con la diferencia de que el recojo y entrega de las prendas son realizados en los diferentes centros de acopio donde fueron recibidas las prendas de los clientes.

### 3.2.2 Insumos

A lo largo del proceso productivo se emplean de diferentes químicos los cuales en su mayoría serán citados a continuación:

- Detergente

El detergente es un agente de limpieza que, ya sea líquido o en polvo, se agrega a la máquina de lavado respectiva junto con el agua. Ayuda a limpiar la ropa, quitando las manchas y los olores, y dejándola con aroma a limpio. El detergente que se emplea es aniónico.

- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Agua Oxigenada) (Peróxido de Hidrogeno)

Se utiliza para blanquear las toallas, sábanas, fundas, etc. La acción sumamente oxidante de este compuesto es favorable para la limpieza de todo tipo de manchas orgánicas como la sangre y los aceites.

- Lejía (Hipoclorito de Sodio)

La lejía se usa sólo para ropa blanca, siempre diluida y para manchas que no salen de otra forma. La lejía diluida tiene un contenido de cloro activo entre 20 g/l y 57 g/l, la concentrada entre 57 g/l y 110 g/l (cloro activo es la medida del poder oxidante).

- Jabón

El jabón actúa para la limpieza como un detergente suave.

- Desengrasante

Producto desengrasante que contiene una mezcla de agentes penetrantes, solubilizadores e inhibidores de corrosión en base acuosa; que garantizan una remoción total y rápida de las grasas acumuladas sobre las superficies donde se aplica.

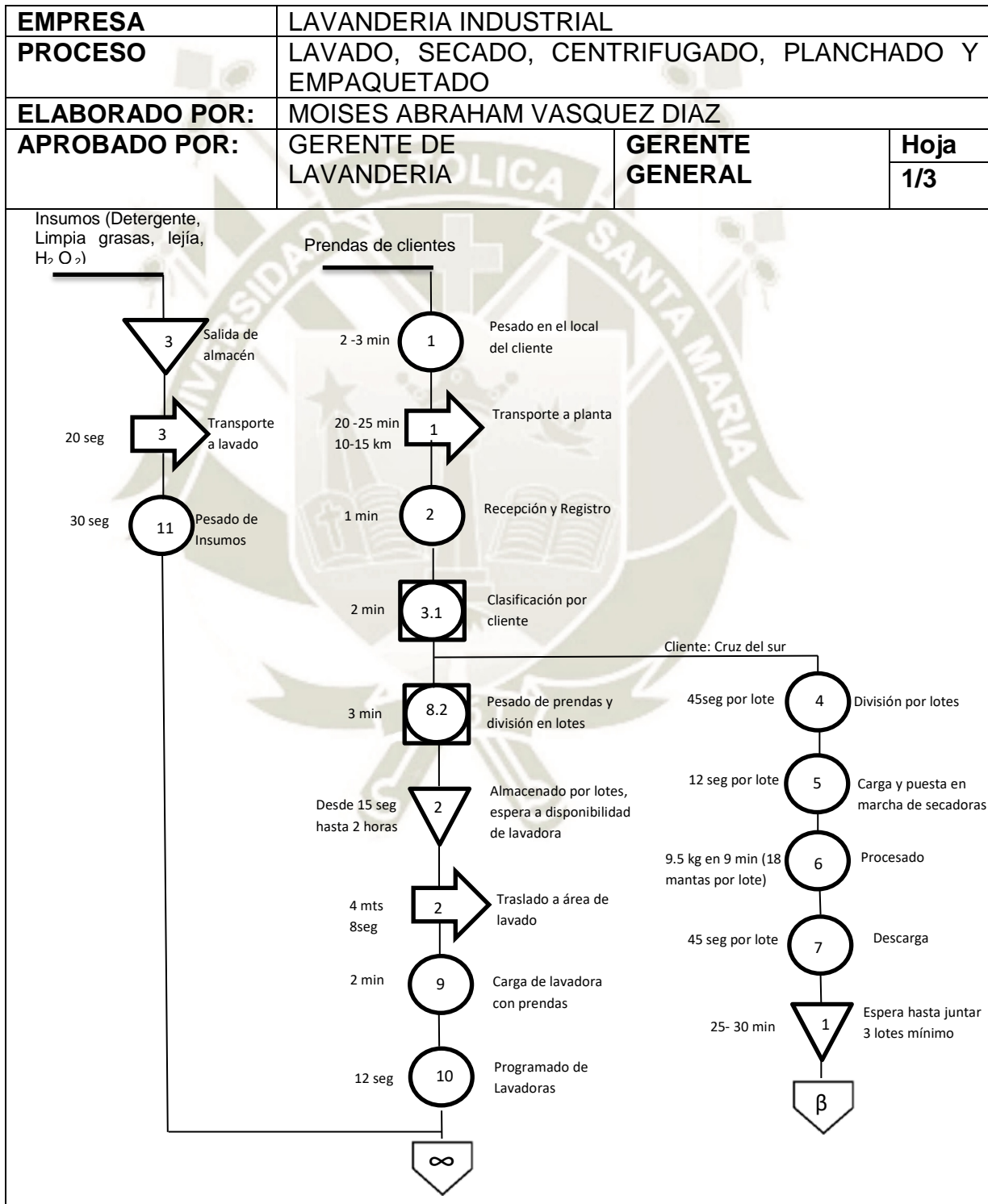
- Tripolifosfato

El tripolifosfato de sodio es una sustancia química que sirve para hacer más efectivos los productos de limpieza. Sin embargo, tiene un efecto más que dañino sobre el medio ambiente al ser un elemento que facilita la propagación de algas y plantas acuáticas, degradando la calidad del agua en ríos y arroyos

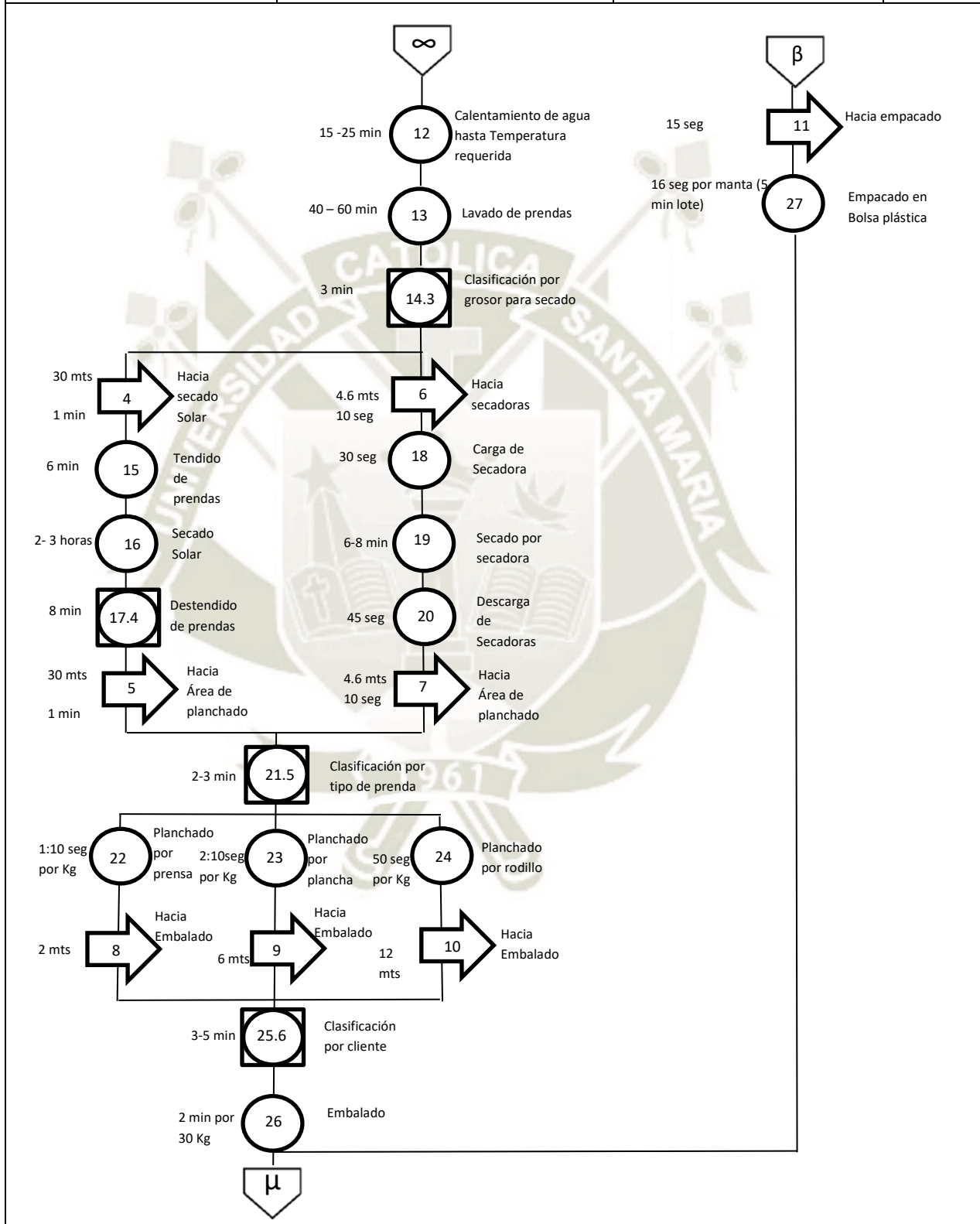
3.2.3 DAP

A continuación, se presentará el DAP del proceso en general, se han colocado las distancias y tiempos para aproximarlos al procedimiento real en planta.

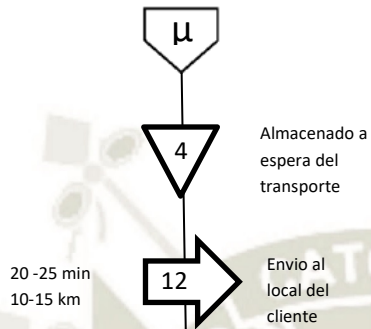
ILUSTRACIÓN 14: DIAGRAMA DAP DEL PROCESO.



<b>EMPRESA</b>	LAVANDERIA INDUSTRIAL		
<b>PROCESO</b>	LAVADO, SECADO, CENTRIFUGADO, PLANCHADO Y EMPAQUETADO		
<b>ELABORADO POR:</b>	MOISES ABRAHAM VASQUEZ DIAZ		
<b>APROBADO POR:</b>	GERENTE DE LAVANDERIA	<b>GERENTE GENERAL</b>	<b>Hoja</b> <b>2/3</b>



<b>EMPRESA</b>	LAVANDERIA INDUSTRIAL		
<b>PROCESO</b>	LAVADO, SECADO, CENTRIFUGADO, PLANCHADO Y EMPAQUETADO		
<b>ELABORADO POR:</b>	MOISES ABRAHAM VASQUEZ DIAZ		
<b>APROBADO POR:</b>	GERENTE DE LAVANDERIA	<b>GERENTE GENERAL</b>	<b>Hoja 3/3</b>



OPERACIÓN	○	27
INSPECCIÓN	□	6
ALMACENAMIENTO	▽	4
TRANSPORTE	⇒	12
DEMORA	D	-

*Fuente: Investigación Directa*

### 3.2.4 Descripción de los procesos principales.

A continuación se presentará cuadros informativos con información técnica correspondiente a los procesos de lavado, secado y planchado de prendas de hospitales y clínicas que son los lavados más complejos que se realizan en planta, estos cuadros ayudarán a entender y disgregar los procesos.

**CUADRO 3: DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE LAVADO**

<b>PROCESO</b>	Lavado de prendas
<b>MÁQUINA</b>	Lavadora Industrial
<b>ANTERIOR</b>	Selección de ropa
<b>HERRAMIENTAS</b>	Baldes de almacenamiento
<b>INSUMOS</b>	Detergentes, lejías, desengrasantes, agua oxigenada
<b>ENTRADAS</b>	Agua, detergentes, lejías, desengrasantes, agua oxigenada
<b>SALIDAS</b>	Agua jabonada para desecho
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Se carga la máquina lavadora con la ropa y se procede a accionar el sistema de calentamiento de agua, por una caldera con fuente de energía de gas natural
<b>OBSERVACIÓN</b>	El proceso de calentamiento de agua toma aproximadamente 20 minutos para llevar hasta 65 °C agua a temperatura ambiente, luego de este tiempo la máquina recién comienza su funcionamiento, durante el calentamiento la máquina permanece encendida en función de remojo.
<b>OPERARIOS PARTICIPANTES</b>	Las operaciones realizadas por el operario en este proceso son de carga, descarga y transporte, en el intermedio de acción de la máquina el operario procede a realizar labores de clasificación de prendas y atención de secadoras.

*Fuente: Investigación Directa*

**CUADRO 4: DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE SECADO**

<b>PROCESO</b>	Secado de prendas
<b>MAQUINA</b>	Secadora Industrial
<b>PASO ANTERIOR</b>	Lavado de prendas
<b>HERRAMIENTAS</b>	Baldes de almacenamiento  Tendederos  Ganchos de ropa
<b>INSUMOS</b>	
<b>ENTRADAS</b>	Aire Caliente
<b>SALIDAS</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Existen de dos tipos, por empleo de máquina y la solar, esto depende del grosor de las prendas.  En el método que emplea máquinas se carga la secadora con la ropa y se procede a accionar el sistema de secado, dependiendo del tipo de prenda se procede a programar una temperatura y un determinado tiempo de acción  En el método solar se procede a tender la ropa para que el sol y el medio ambiente se encarguen de secar las prendas. Cuando después del secado solar la prenda se encuentra rígida se suaviza en la secadora.
<b>OBSERVACIÓN</b>	El proceso emplea gas natural para su acción.
<b>OPERARIOS PARTICIPANTES</b>	Las operaciones realizadas por el operario en este proceso son de carga, descarga y transporte, en el intermedio de acción de la máquina el operario procede a realizar labores de clasificación de prendas, atención de secadoras y atención de lavadoras.

*Fuente: Investigación Directa*

**CUADRO 5: DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE PLANCHADO**

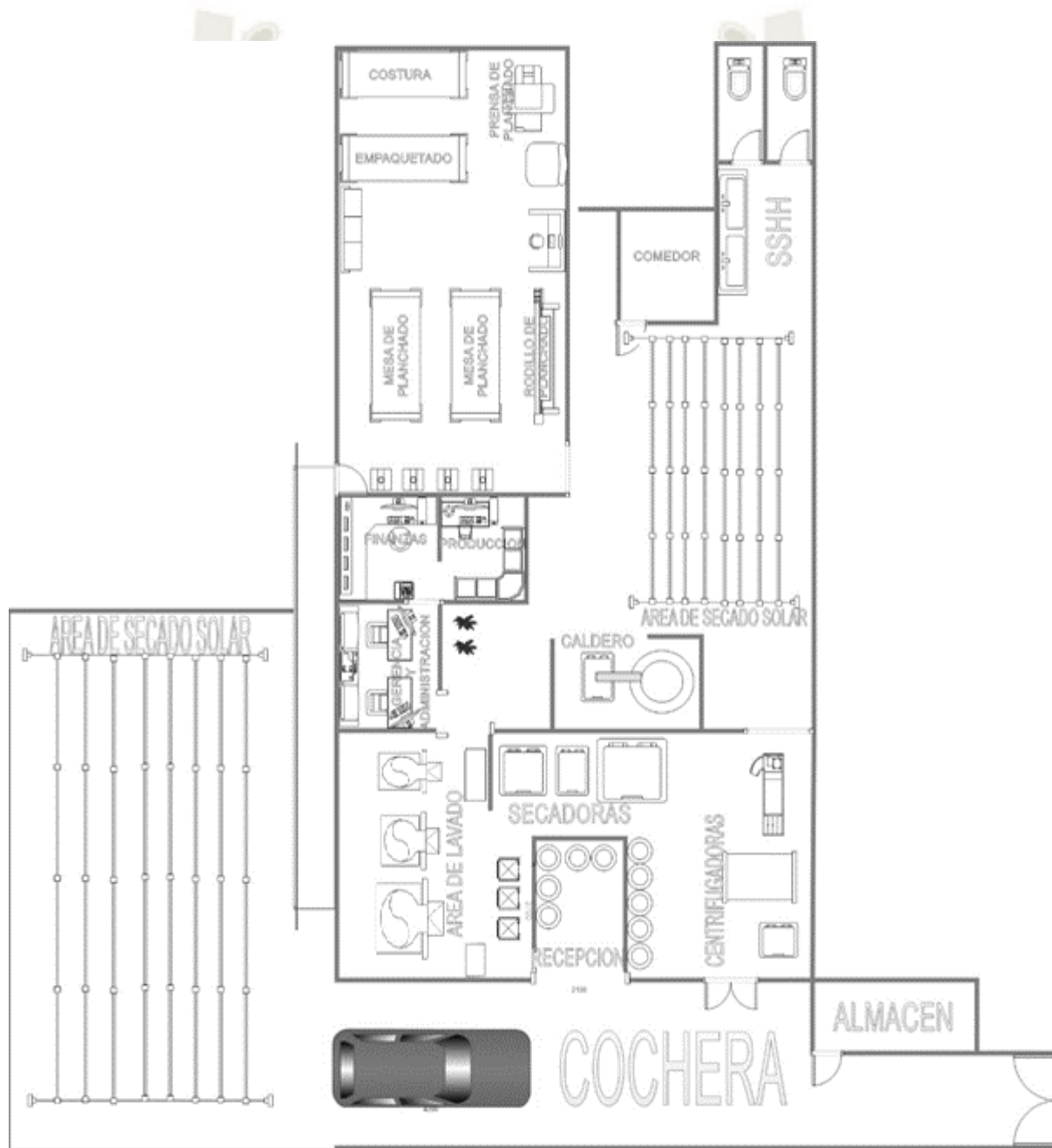
<b>PROCESO</b>	Planchado de prendas
<b>MAQUINA</b>	Plancha Industrial, Prensa de planchado, Rodillo de Planchado
<b>PASO ANTERIOR</b>	Secado de prendas
<b>HERRAMIENTAS</b>	
<b>INSUMOS</b>	Vapor del caldero
<b>ENTRADAS</b>	
<b>SALIDAS</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Dependiendo del tipo de prenda se procede a realizar un procedimiento diferente por ejemplo, las prendas tipo mandiles son planchadas mediante prensa y las prendas tipo sabanas son planchadas en la plancha tipo rodillo
<b>OBSERVACIÓN</b>	En algunos casos este es el final del proceso, en otros las prendas son empaquetadas después de planchadas
<b>OPERARIOS PARTICIPANTES</b>	Las operaciones realizadas por las operarias en este proceso son tecno manuales, ellas emplean las máquinas y las ponen en funcionamiento.

*Fuente: Investigación Directa*

### 3.2.5 Diagrama de distribución de planta

A continuación, se procederá a presentar el diagrama de distribución de la planta donde se podrá ver la disposición de la maquinaria, equipos y oficinas, entre otros datos.

**ILUSTRACIÓN 15: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LAVADO.**



*Elaboración: Propia*

### 3.2.6 Diagrama del proceso

A continuación, se presentarán los cuadros de toma de tiempos de los diferentes procesos, esto con la intención de encontrar demoras en operaciones innecesarias los datos presentados es el seguimiento de un lote correspondiente al IREM, el lote es mixto con mandiles, mandilones y sabanas.

**CUADRO 6: DIAGRAMA DEL PROCESO TRANSPORTE - RECEPCIÓN**

DIAGRAMA DEL PROCESO				
PROCESO	Recepción de prendas (Clínicas +Hospitales)		CANTIDAD	TIEMPO TOTAL
DIAGRAMA	Diagrama 1			
ACTIVIDAD	Operación		2	03:46
	Inspección			
	Operación mixta		2	05:15
	Almacenamiento		1	00:18
	Transporte		2	22:58
	Demora			
UNIDADES DE LOTE (kg)	TIEMPO (Minutos)	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
38.4	00:02:36		Pesado de Prendas	
38.4	00:22:41		Traslado de Prendas	Desde Local del cliente
38.4	00:01:10		Recepción de Prendas	
38.4	00:01:50		Clasificación de Prendas	
38.4	00:03:25		Pesado de prendas +registro	
38.4	00:00:18		Espera de lavadora	
38.4	00:00:17		Traslado hacia lavado	En dos depósitos
	<b>00:32:17</b>	A lo largo del estudio de las operaciones de estos procesos se pudo evidenciar que no se realizan tareas innecesarias, los transportes son escasos, la mayoría de las actividades se realizan dentro del misma área.		

Fuente: Investigación Directa

**CUADRO 7: DIAGRAMA DEL PROCESO - LAVADO**

DIAGRAMA DEL PROCESO				
PROCESO	Lavado de prendas (Clínicas +Hospitales)		CANTIDAD	TIEMPO TOTAL
DIAGRAMA	Diagrama 2		CANTIDAD	TIEMPO TOTAL
ACTIVIDAD	Operación		5	1:12:46
	Inspección			
	Operación mixta		1	00:01:58
	Almacenamiento			
	Transporte		2	00:00:50
	Demora			
UNIDADES DE LOTE (kg)	TIEMPO (Minutos)	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
38.4	00:01:45	○ □ ⊗ ▽ ⇒ D	Cargado de Ropa en lavadora	
38.4	00:00:20	○ □ ⊗ ▽ ⇒ D	Programado de lavadora	
38.4	00:00:08	○ □ ⊗ ▽ ⇒ D	Cargado de insumos	
38.4	00:22:18	○ □ ⊗ ▽ ⇒ D	Calentamiento del Agua	Hasta 60 °C
38.4	00:50:00	○ □ ⊗ ▽ ⇒ D	Lavado de Prendas	
38.4	00:01:58	○ □ ⊗ ▽ ⇒ D	Descarga y Clasificación	
13.86	00:00:08	○ □ ⊗ ▽ ⇒ D	Traslado a área de secado	
24.53	00:00:42	○ □ ⊗ ▽ ⇒ D	Traslado a área de secado Solar	
	<b>02:10:28</b>	A lo largo del estudio de las operaciones de estos procesos se pudo evidenciar que no se realizan tareas innecesarias, los transportes son escasos, la mayoría de las actividades se realizan dentro de la misma área, las dos últimas operaciones dividen la carga por su grosor.		

Fuente: Investigación Directa

**CUADRO 8: DIAGRAMA DEL PROCESO – SECADO**

DIAGRAMA DEL PROCESO									
<b>PROCESO</b>	Secado de prendas (Clínicas +Hospitales)		En clínicas la ropa es dividida, las prendas delgadas son secadas en la máquina secadora, mientras que la ropa gruesa es centrifugada llevadas a secado solar.						
<b>DIAGRAMA</b>	Diagrama 3	<b>Cantidad</b>	<b>TIEMPO TOTAL</b>	<b>Cantidad</b>	<b>TIEMPO TOTAL</b>				
	Operación	3	00:07:18	2	2:19:25				
	Inspección								
	Operación mixta			1	00:07:11				
	Almacenamiento								
	Transporte	1	00:00:27	1	00:00:41				
	Demora								
<b>UNIDADES DE LOTE (kg)</b>	<b>TIEMPO (Minutos)</b>	<b>ACTIVIDAD</b>				<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		
13.86	00:00 25	○	□	⊗	▽	⇒	D	Carga de Secadora	
13.86	00:06:30	○	□	⊗	▽	⇒	D	Secado por secadora	
13.86	00:00:23	○	□	⊗	▽	⇒	D	Descarga de Secadora	
13.86	00:00:27	○	□	⊗	▽	⇒	D	Traslado a planchado	
	<b>00:07:41</b>								
<b>UNIDADES DE LOTE (kg)</b>	<b>TIEMPO (Minutos)</b>	<b>ACTIVIDAD</b>				<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		
24.53	00:05:55	○	□	⊗	▽	⇒	D	Tendido de Ropa	
24.53	02:13:30	○	□	⊗	▽	⇒	D	Secado solar	
24.53	00:07:11	○	□	⊗	▽	⇒	D	Destendido e Inspección	
24.53	00:00:41	○	□	⊗	▽	⇒	D	Traslado a planchado	
	<b>02:27:17</b>								
		A lo largo del estudio de las operaciones de estos procesos se pudo evidenciar que no se realizan tareas innecesarias, los transportes son escasos, la mayoría de las actividades se realizan dentro de la misma área.							

Fuente: Investigación Directa

**CUADRO 9: DIAGRAMA DEL PROCESO - PLANCHADO**

DIAGRAMA DEL PROCESO									
<b>PROCESO</b>	Planchado de prendas (Clínicas +Hospitales)		En clínicas la ropa es dividida, las sabanas son planchadas por rodillo y los mandiles y mandilones por prensa.						
<b>DIAGRAMA</b>	Diagrama 4	<b>Cantidad</b>	<b>TIEMPO TOTAL (Hr)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>TIEMPO TOTAL (Hr)</b>				
	Operación	3	00:07:18	2	2:19:25				
	Inspección								
	Operación mixta			1	00:07:11				
	Almacenamiento								
	Transporte	1	00:00:17	1	00:00:41				
	Demora								
<b>UNIDADES DE LOTE (kg)</b>	<b>TIEMPO (Minutos)</b>	<b>ACTIVIDAD</b>				<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		
13.86	00:05:40	○	□	◻	▽	⇒	D	Pase	
13.86	00:06:13	○	□	◻	▽	⇒	D	Doblado	
13.86	00:00:17	○	□	◻	▽	⇒	D	Traslado a embalado	
	<b>00:12:10</b>								
<b>UNIDADES DE LOTE (kg)</b>	<b>TIEMPO (Minutos)</b>	<b>ACTIVIDAD</b>				<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		
24.53	00:28:45	○	□	◻	▽	⇒	D	Planchado y doblado en Prensa	
24.53	00:00:04	○	□	◻	▽	⇒	D	Traslado a área de embalado	
	<b>00:28:49</b>								
		A lo largo del estudio de las operaciones de estos procesos se pudo evidenciar que no se realizan tareas innecesarias, los transportes son escasos, la mayoría de las actividades se realizan dentro de la misma área							

Fuente: Investigación Directa

### 3.2.7 Capacidad de Producción

Para determinar la capacidad máxima de producción existen diferentes métodos para los diferentes tipos de capacidades, en este caso por la dificultad de establecer la capacidad de producción máxima real, se empleó una herramienta de la ingeniería industrial que permitió obtener el dato in situ, la herramienta fue un diagrama hombre máquina del área de lavado.

**CUADRO 10: DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA DEL ÁREA DE LAVADO**

Hora	Hora		Capacidad Máxima 70 kg			Capacidad Máxima 130 Kg			Capacidad Máxima 15 Kg			Capacidad Máxima 10 Kg			Capacidad Máxima 15 Kg																				
Inicio	Final	OPERARIO	LAVADORA 1			LAVADORA 2			SECADORA 1			SECADORA 2			SECADORA 3																				
7:00	7:02	Encendido de Lav 1 y 2, programación Lav 1	7:00	7:10	Encendido y programación de mantenimiento automático (Buenos días)	7:00	7:01	Encendido	53,6																										
7:03	7:05	Encendido de Caldero, Recepción de Prendas																																	
7:05	7:08	Clasificación y pesado de prendas Lote 1 para Lav 2																																	
7:08	7:12	Inspección de estado de lavadora carga de lote número 1 e inicio en Lavadora 2				7:10	7:12	Carga e Inicio Lote																											
7:12	7:14	Clasificación y pesado de prendas Lote 2 para Lav 1				7:12	7:39	Llenado y calentamiento de agua																											
7:14	7:15	Carga de lote número 3 e inicio en Lavadora 1	7:14	7:15	Carga de lavadora 1																														
7:15	7:27	Clasificación y pesado de prendas Lote 3 y 4	7:15	7:35	Llenado de tanque y Calentamiento de Agua																														
7:27	7:40	Preparación de 6 lotes de frazadas para Secadora																																	
7:40	7:42	Encendido de la secadora 1 y Carga de lote 1 de frazadas	7:35	8:25	Lavado: - 1 LAVADO - 2 ENJUAGUES - 1 CENTRIFUGADO	36,8												7:40	7:42	Encendido de la secadora 1 y Carga de lote 1 de frazadas															
7:42	7:51	Preparación de 4 lotes de frazadas para Secadora																7:42	7:51	Procesado de mantas															
7:51	7:52	Descarga y Carga de Secadora Lote 2																7:51	7:52	Descarga y Carga de Secadora Lote 2															
7:52	8:00	Registro de cantidades en hojas de control diario																7:52	8:00	Procesado de mantas															
8:00	8:10	Preparación de 4 lotes de frazadas para Secadora																8:00	8:10	Espera															
8:10	8:11	Descarga y Carga de Secadora Lote 3																8:10	8:11	Descarga y Carga de Secadora Lote 3															
8:14	8:15	Preparación de 2 lote de frazadas																7:39	8:40	Lavado: 1 REMOJO - 1 LAVADO - 2 ENJUAGUES - 1 CENTRIFUGADO													8:14	8:21	Procesado de mantas
8:15	8:21	Clasificación y pesado de prendas Lote 5																																	
8:21	8:25	Recepción de nuevo lote de prendas																																	
8:25	8:27	Descarga y Clasificación de Ropa Lavadora 1																															8:21	8:30	Espera
8:27	8:30	Carga de lote número 3 e inicio en Lavadora 1	8:30	8:51	Llenado y calentamiento de agua	32,4												8:30	8:31	Descarga y carga de secadora lote 4															
8:30	8:31	Descarga y carga de secadora lote 4																																	
8:31	8:37	Clasificación y pesado de prendas Lote 6																8:31	8:40	Procesado de mantas															
8:37	8:40	Preparación de 1 lote de frazadas																																	
8:40	8:42	Descarga y clasificación de ropa Lavadora 2																8:40	8:42	Descarga y clasificación															
8:42	8:45	Carga de lote número 4 e inicio en Lavadora 2	8:42	8:45	Carga de lote 4	42,3	8:40	9:00	Espera																										
8:45	8:57	Tendido de prendas gruesas de lotes 1 y 2	8:51	9:40	Lavado: - 1 LAVADO - 2 ENJUAGUES - 1 CENTRIFUGADO																														
8:57	9:00	Transporte de 4 lotes de mantas hacia área de empacado																		8:45	9:09	Llenado y calentamiento de agua													
9:00	9:01	Descarga y carga de secadora lote 5																		9:00	9:01	Descarga y carga de secadora lote 5													









15:13	15:20	Secado en secadora de ropa delgada de Lote 11 carga 1										15:13	15:20	Secado en secadora de ropa delgada de Lote 11 carga 1
15:21	15:22	Descarga de secadora de carga 1 de lote 11 y carga 2 de lote 11										15:21	15:22	Descarga de secadora de carga 1 de lote 11 y carga 2 de lote 11
15:22	15:28	Secado en secadora de ropa delgada de Lote 11 en carga 2	15:22	16:15	Lavado: - 1 LAVADO - 2 ENJUAGUES - 1 CENTRIFUGADO							15:22	15:28	Secado en secadora de ropa delgada de Lote 11 en carga 2
15:28	15:30	Descarga de secadora de carga 2 de lote 11				15:28	15:30	Descarga de secadora de carga 2 de lote 11						
15:30	15:40	Descarga de secadoras de lotes 23 y 24				15:30	15:40	Descarga de secadoras de lotes 23 y 24						
15:40	15:50	Espera - ayuda en otras áreas												
15:50	15:52	Descarga y clasificación de ropa para secado				15:50	15:52	Descarga y clasificación de ropa para secado						
15:52	15:59	Tendido de ropa gruesa de lote 12												
15:59	16:00	Carga de secadora de ropa delgada de lote 12 carga 1				15:59	16:00	Carga de secadora de ropa delgada de lote 12 carga 1						
16:00	16:07	Secado en secadora de ropa delgada de Lote 12 carga 1				16:00	16:07	Secado en secadora de ropa delgada de Lote 12 carga 1						
16:07	16:08	Descarga de secadora de carga 1 de lote 12 y carga 2 de lote 12				16:07	16:08	Descarga de secadora de carga 1 de lote 12 y carga 2 de lote 12						
16:08	16:14	Secado en secadora de ropa delgada de Lote 12 en carga 2				16:08	16:14	Secado en secadora de ropa delgada de Lote 12 en carga 2						
16:14	16:15	Descarga de secadora de carga 2 de lote 12	16:14	16:15	Descarga de secadora de carga 2 de lote 12									
16:15	16:17	Descarga y clasificación de ropa para secado	16:15	16:17	Descarga y clasificación de ropa para secado									
16:17	16:22	Tendido de ropa gruesa de lote 13												
16:22	16:23	Carga de secadora de ropa delgada de lote 13 carga 1										16:22	16:23	Carga de secadora de ropa delgada de lote 13 carga 1
16:23	16:29	Secado en secadora de ropa delgada de Lote 13 carga 1										16:23	16:29	Secado en secadora de ropa delgada de Lote 13 carga 1
16:29	16:30	Descarga de secadora de carga 1 de lote 13 y carga 2 de lote 13										16:29	16:30	Descarga de secadora de carga 1 de lote 13 y carga 2 de lote 13
16:30	16:36	Secado en secadora de ropa delgada de Lote 13 en carga 2										16:30	16:36	Secado en secadora de ropa delgada de Lote 13 en carga 2
16:37	16:38	Descarga de secadora de carga 2 de lote 13										16:37	16:38	Descarga de secadora de carga 2 de lote 13

Fuente: Investigación Directa

Elaboración: Propia

**CUADRO 11: UNIDADES PRODUCIDAS - DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA**

Lavadoras		Kilogramos procesados (Kg)
Lavadora 1 (70 kg)		223.1
Lavadora 2 (130 kg)		284.36
Total de unidades procesadas por lavadoras		507.46
Procesados en Secadoras		
Mantas de cruz del sur	22 lotes de 18 mantas – 9.5 Kg	209
	1 lote de 15 mantas – 8.84 Kg	7.91
	1 lote de 10 mantas – 6.24 Kg	5.27
		222.18
<b>Total de kg procesados en el turno</b>		<b>729.64</b>

Fuente: Investigación directa

*Elaboración: Propia*

En el cuadro 11 se presenta el total de kilogramos procesados durante el turno del trabajo al que se realizó el diagrama de Hombre- Máquina día 26/04.

**CUADRO 12: CAPACIDAD MÁXIMA DE KILOGRAMOS PROCESADOS**

Lavadora	Máximo lavados en un día	Carga Máxima de prendas por lavado registrada (Kg)	Capacidad Máxima (Kg)
Lavadora 1	7	41,5	290.5
Lavadora 2	6	73,6	441.6
			731.6

Fuente: Investigación directa

*Elaboración: Propia*

En el cuadro 12 se presenta la información sobre el cálculo de la capacidad máxima de planta basándose en el diagrama Hombre Máquina y los registros.

### 3.3 DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

#### 3.3.1 Análisis de la situación actual de la empresa

La empresa en donde se desarrolló el estudio se dedica al lavado de prendas de todo tipo para diferentes clientes.

Una vez que ya se tiene conocimiento sobre el obrar de la empresa, sus ciclos productivos, sus máquinas, sus insumos y su distribución se reafirmó de manera técnica la problemática de la empresa para ello a continuación se presentará información acompañada de herramientas que mostrarán los problemas presentes en la empresa de manera más clara para poder darles solución.

##### 3.3.1.1 Análisis FODA

La matriz FODA es una herramienta para el análisis que puede ser aplicada a cualquier objetivo de estudio, desde una empresa hasta un ser humano, puede ser aplicada en cualquier situación y da como resultante información sobre la situación real de la empresa en estudio

##### 3.3.1.1.1 Fortalezas

Descripción de fortalezas y su forma de aprovechamiento:

- Por lo general la relación comercial que tiene con sus clientes es buena, a pesar de tener inconvenientes de rechazos.
- La empresa cuenta con una cartera de clientes por contrato anual que lo mantiene siempre con trabajo en planta, si bien la demanda es fluctuante dependiendo de la época del año, se está siempre en búsqueda de nuevos contratos.

- El gerente se encuentra constantemente analizando el proceso productivo tratando de que siempre se trabaje de la manera óptima.

#### **3.3.1.1.2 Oportunidades.**

- Existen muchos negocios, hoteles, hospitales, clínicas, empresas que tercerizan el servicio de lavado, todos y cada uno de ellos son fuentes potenciales para poder aumentar la cartera de clientes.
- Alrededor del mundo existe mucha tecnología y nuevas técnicas de procesamiento para lavado de ropa que pueden ser empleadas en la empresa, estas técnicas consiguen obtener mejores resultados con menos recursos.
- Existencia de programas del gobierno que permiten financiar a la pequeña y microempresa para la aplicación de técnicas innovadoras y ecológicas en sus operaciones

#### **3.3.1.1.3 Debilidades**

- Alta rotación de personal en el área de lavado, en el último año 3 personas han tomado el puesto en el área de lavado, lo que da como resultados tiempos de transición donde no siempre las cosas salen bien.
- Altos costos fijos, cuando la demanda baja y se perciben menos ingresos, los costos no reducen en igual medida, por el contrario se podría decir que se mantienen.
- Necesidad constante de reprocesar cierta carga de kg diariamente para llegar a la calidad objetivo

#### **3.3.1.1.4 Amenazas**

- Creación de nuevas de empresas de competencia directa.

- Clientes a gran escala obtén por la opción de no tercerizar el servicio de lavado y realizarlo ellos mismos.

**CUADRO 13: MATRIZ FODA**

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena relación comercial con los clientes</li> <li>- Constante control sobre el proceso por parte del gerente</li> <li>- Cartera de clientes asegura la demanda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altos costos fijos de procesamiento</li> <li>- Necesidad de reprocesos</li> <li>- Alta rotación de personal</li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existencia de gran cantidad de posibles nuevos clientes</li> <li>- Existencia de nuevas técnicas y tecnologías</li> <li>- Apoyo del gobierno a diferentes escalas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Incremento de competencia</li> <li>-Clientes prefieren auto realizar el servicio</li> </ul>

Fuente: Investigación directa

*Elaboración: Propia*

En el cuadro 13 se presenta los datos correspondientes al desarrollo de matriz FODA.

### 3.3.2 Identificación de los problemas potenciales

#### 3.3.2.1 Producción

En primer lugar se procedió a tomar información sobre las cantidades procesadas en kilogramos entre Enero y Julio del año 2018. A continuación, se mostrará un cuadro resumen dichos datos

**CUADRO 14: PRODUCCIÓN DIARIA ENERO - JULIO 2018**

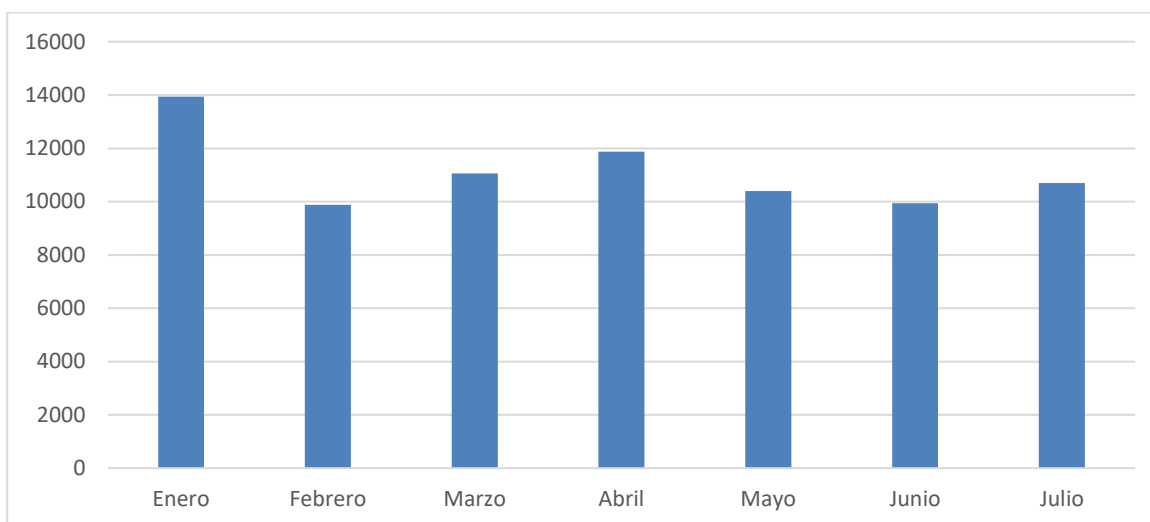
	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
		(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)
DIA	1	664,2	448,27	383,4	373,8	388,9	309,9	336,8
	2	560,3	443,17	297,54	458,5	385,8	364,8	358,6
	3	538,4	340,23	538,4	455,5	366	387,8	469,31
	4	562,28	382,31	562,28	493,5	357,2	402,1	337,31
	5	660,39	351,4	560,39	495,8	362,5	350,99	366,3
	6	586,4	343,3	486,4	451,49	328,9	432,5	365,17
	7	543,53	299,79	443,53	488,5	367,9	312,7	360,75
	8	697,8	386,6	460,3	522,8	360,5	360,5	432,27
	9	712,6	348,3	483,6	570,6	403,9	299,79	408,6
	10	695,8	443,4	466,85	497,8	456,9	386,6	480,4
	11	451,49	440,23	591,1	512,6	389,4	348,3	458,62
	12	688,5	282,31	579,3	457,9	385,1	443,4	469,31
	13	522,8	351,4	498,7	493,5	412,3	382,31	337,31
	14	463,3	369,3	451,1	392,4	387,6	400,9	559,8
	15	422,1	448,5	485,1	425,2	400,8	411,9	387,6
	16	438,2	419,8	375,2	410,3	477,2	370,3	448,6
	17	538,8	382,6	385,1	522,0	463,5	452,4	355,4
	18	633,22	514,23	401,12	485,8	372,6	555,3	353,3
	19	419,2	636,1	407,1	436,2	404,8	474,2	524,1
	20	367,3	407,3	432,8	398,5	473,7	425,8	398,4
	21	519,7	379,2	362,3	580,5	478,4	385,4	447,8
	22	433,5	430,2	502,3	507,5	411,8	384,6	553,9
	23	368,3	543,6	503,7	405,4	363,63	445,4	397,1
	24	633,8	494,4	401,6	524,9	378,4	433,4	535,6
	25	381,8			510,8	432,3	419,23	556,3
	26	436,6				385,9		
<b>TOTAL</b>		13940,3	9885,94	11059,21	11871,99	10395,93	9940,52	10698,65

*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro 14 se presenta el reporte diario de producción los meses entre Enero -Julio 2018.

**GRÁFICO 1: PRODUCCIÓN DE ENERO – JULIO 2018**

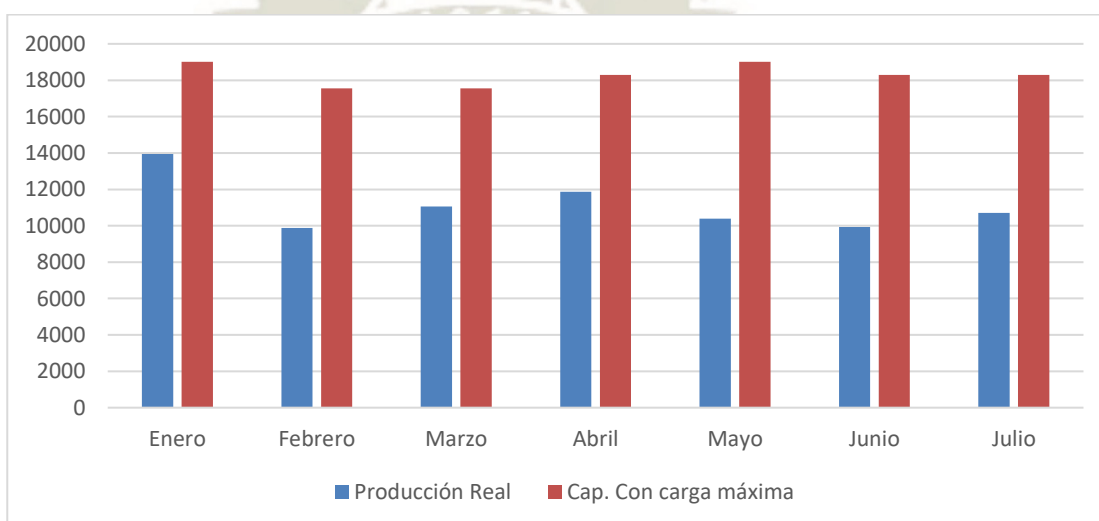


*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el gráfico 1 se muestra que los meses con mayor producción son los meses de enero y abril, consultando con el encargado indico que se debe a las temporadas de vacaciones por enero (aumento de hoteles) y por época de invierno en abril (aumento en hospitales)

**GRÁFICO 2: RELACIÓN DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN Y PRODUCCIÓN REAL**



*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el gráfico número 2 se muestra la representación gráfica para mejor apreciación de la relación de capacidad máxima de producción y la producción real de la muestra tomada.

**CUADRO 15: RELACIÓN PORCENTUAL ENTRE CAPACIDAD MÁXIMA DE PRODUCCIÓN Y PRODUCCIÓN REAL**

	<b>Producción Real</b>	<b>Cap. Con carga máxima</b>	<b>% con relación a capacidad con carga máxima</b>
Enero	13940,31	19021,6	73,28
Febrero	9885,94	17558,4	56,30
Marzo	11059,21	17558,4	62,98
Abril	11871,99	18290	64,90
Mayo	10395,93	19021,6	54,65
Junio	9940,52	18290	54,34
Julio	10698,65	18290	58,49
Total	77468,55	128030	60,71
Promedio	11066,9357	18290	60,50

*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 15 se muestra cual es la relación porcentual entre la producción real registrada y la capacidad máxima de producción, la capacidad máxima de producción se simulo con la máxima capacidad de producción diaria que ya fue calculada y exactamente la misma cantidad de días de trabajo que en el escenario real, con todo ello se puede establecer que en promedio se trabaja aun 60% de la capacidad que se podría trabajar.

Es importante saber que las máximas cargas registradas 73.6 y 41.5 son en sí excesos dados en ciertos momentos de la producción, por fórmula las máximas cargas recomendadas deberían ser de 65 y 38 kg respectivamente.

La conclusión más importante es que aunque la producción disminuya el costo no se reduce en el tiempo, esto significa que el beneficio se reduce.

### 3.3.2.2 Costos

Ahora es el turno de analizar los costos de la empresa, en una primera instancia llamo la atención el bajo costo variable por kilogramo procesado de los diferentes clientes como se verá en el cuadro presentado a continuación.

**CUADRO 16: COSTEO DE PROCESOS.**

				Costo por kg (S/. )
<b>Hospitales Y Clínicas</b>	Hospitalización	A	Normal	0.0419
		B	Especial	0.1160
	Quirófano	C	Normal	0.0419
		D	Especial	0.1160
	Varios	E	Blanqueos	0.0906
<b>Hoteles</b>	Habitaciones	G	Toallas	0.0338
		H	Sabanas	0.0749
		I	Toallas y sabanas cliente abuela	0.1012
		J	Blanqueo	0.1012
<b>Empresa de construcción</b>	Ropa engrasada	K	Mamelucos	0.766
<b>Empresa de transporte</b>	Bus	O	Almohadas (UNIDAD)	1.00
		P	Fundas (UNIDAD)	0.50
		Q	Frazadas (UNIDAD)	1.80

*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 16 se muestra los costos por kg de los diferentes tipos de lavado que se realizan en la planta.

Es importante saber también que el costo promedio de lavado por Kg de ropa para los centros de acopio es de: S/. 0.21.

En comparación a precios de venta el costo por insumos es bajo, estos precios de venta van desde los S/. 3.4 hasta los S/. 7.00 por kilogramo o pieza procesada, el costo fijo es el que forma el grueso en la estructura de costos de la empresa.

### 3.3.2.2.1 Costos Fijos

Ahora comenzaré a realizar la presentación y análisis de los costos fijos que maneja la empresa.

A continuación, se presentarán los costos fijos mensuales que maneja la empresa comenzando por los salarios.

**CUADRO 17: COSTE MENSUAL DE SALARIOS**

Salarios				
Puestos	Cantidad	Sueldos (S/. )		Total (S/. )
Operadores	4	1.500,00	6.000,00	16.800,00
Administrador	1	4.000,00	4.000,00	
Encargado Finanzas	1	2.800,00	2.800,00	
Supervisor	1	2.500,00	2.500,00	
Chofer	1	1.500,00	1.500,00	

*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 17 se muestra el total de salarios del personal que trabaja en la planta de lavado, la empresa cuenta con estrategias diferentes para evitar el empleo de horas extras.

**CUADRO 18: COSTOS ENERGETICO - ELECTRICOS DEL ÚLTIMO AÑO**

Año	Mes	Consumo mensual (Kw)	Monto Pago (S/. )
2017	Setiembre	1961	1.013,25
	Octubre	1468	758,51
	Noviembre	1458	753,35
	Diciembre	1994	1.030,30
2018	Enero	1535	793,13
	Febrero	1564	808,12
	Marzo	1723	890,27
	Abril	1849	955,38
	Mayo	1877	969,84
	Junio	1336	690,31
	Julio	1784	921,79
	Agosto	1930	997,23
Total del último año			10.581,49
Promedio de consumo energético			881,79

Fuente: Lavandería Industrial

Elaboración: Propia

En el cuadro número 18 se muestra el costo energético del último año, estos datos fueron tomados directamente de los recibos.

**CUADRO 19: COSTOS EN CONSUMO DE AGUA**

Consumo de agua m3			
Año	Mes	Consumo Mensual (m3)	Monto pago (S/. )
2017	Septiembre	326,9347	2.036,80
	Octubre	345,4419	2.152,10
	Noviembre	331,3807	2.064,50
	Diciembre	379,5337	2.364,50
2018	Enero	418,2093	2.605,44
	Febrero	327,4932	2.040,28
	Marzo	358,9923	2.236,52
	Abril	368,4567	2.295,49
	Mayo	311,8779	1.943,00
	Junio	310,1736	1.932,38
	Julio	324,3435	2.020,66
	Agosto	342,541	2.134,03
<b>Total</b>			25.825,70
<b>Promedio de consumo</b>			2.152,14

Fuente: Lavandería Industrial

Elaboración: Propia

En el cuadro número 19 se presentan los costos del último año por concepto de agua, la tarifa que maneja la planta es de uso industrial.

**CUADRO 20: COSTE DE CONSUMO DE GAS DEL ÚLTIMO AÑO**

Consumo y ahorro de consumo de gas natural				
		Recargas al mes	Costo unitario de recarga (S/. )	Costo mensual en gas (S/. )
<b>2017</b>	<b>Setiembre</b>	3	1.030,00	3.090,00
	<b>Octubre</b>	2,5	1.030,00	2.575,00
	<b>Noviembre</b>	2,5	1.030,00	2.575,00
	<b>Diciembre</b>	3	1.030,00	3.090,00
<b>2018</b>	<b>Enero</b>	3	1.030,00	3.090,00
	<b>Febrero</b>	2,5	1.030,00	2.575,00
	<b>Marzo</b>	2,5	1.030,00	2.575,00
	<b>Abril</b>	3	1.030,00	3.090,00
	<b>Mayo</b>	3	1.030,00	3.090,00
	<b>Junio</b>	2,5	1.030,00	2.575,00
	<b>Julio</b>	2,5	1.030,00	2.575,00
	<b>Agosto</b>	2	1.030,00	2.060,00
				32.960,00
Consumo correspondiente a lavado			80%	26.368,00
Promedio de gasto mensual en gas				2.746,67

*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 20 se muestra los costos en concepto de gas natural del último año, el costo por recarga se ha mantenido en el tiempo, la totalidad del gas no se emplea para el proceso de lavado, tan solo el 80% es empleado para ello. Las recargas son programadas de acuerdo con la revisión diaria de la existencia de este mediante el mecanismo de manómetro en el tanque.

**CUADRO 21: COSTOS FIJOS ADICIONALES**

Costos fijos adicionales				
Concepto	Cantidad	Costo Unitario (S/. )	Costo Total (S/. )	Total en Costos Adicionales (S/. )
Teléfono +Internet	1	100,00	100,00	328,00
Seguridad	1	98,00	98,00	
RPC	2	65,00	130,00	

*Fuente: Lavandería Industrial*

En el cuadro número 21 se presentan los costos adicionales mensuales a los operativos, estos costos son cuentas fijas mensuales con las que se cuenta la empresa, todas ellas son servicios.

Otros costos adicionales que no fueron desarrollados se presentarán en la matriz presentada a continuación, estos costos son de mantenimiento de los vehículos, compra de EPPS y material de escritorio.

**CUADRO 22: COSTO POR KILOGRAMO DE PRENDAS PROCESADO**

Mes	Producción (Kg)	Costo total mensual (S/.)	Costo por kilogramo procesado (S/./Kg)
Enero	13940,3	27938,64	2,00
Febrero	9885,94	25790,95	2,61
Marzo	11059,21	26382,6	2,39
Abril	11871,99	27498,68	2,32
Mayo	10395,93	26506,56	2,55
Junio	9940,52	25579,81	2,57
Julio	10698.65	26445,48	2,47

*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 22 se presenta el costo por kilogramos procesado, este cálculo se realizó a partir de la data de producción y costos resultante del levantamiento de datos.

**CUADRO 23: COSTOS FIJOS DE ENERO – AGOSTO 2018**

	<b>Salarios (S/. )</b>	<b>Costo energía eléctrica (S/. )</b>	<b>Costo de agua (S/. )</b>	<b>Costo de gas (S/. )</b>	<b>Teléfono + Internet (S/. )</b>	<b>Seguridad (S/. )</b>	<b>Rpc (S/. )</b>	<b>Combustible + Mantenimiento (S/. )</b>	<b>Material de escritorio (S/. )</b>	<b>Epps (S/. )</b>
<b>Enero</b>	16.800,00	793,13	2.605,44	3.090,00	100,00	98,00	130,00	600,00		78,40
<b>Febrero</b>	16.800,00	808,12	2.040,28	2.575,00	100,00	98,00	130,00	600,00		78,40
<b>Marzo</b>	16.800,00	890,27	2.236,52	2.575,00	100,00	98,00	130,00	600,00	81,60	78,40
<b>Abril</b>	16.800,00	955,38	2.295,49	3.090,00	100,00	98,00	130,00	860,00		159,40
<b>Mayo</b>	16.800,00	969,84	1.943,00	3.090,00	100,00	98,00	130,00	600,00		78,40
<b>Junio</b>	16.800,00	690,31	1.932,38	2.575,00	100,00	98,00	130,00	600,00	74,20	78,40
<b>Julio</b>	16.800,00	921,79	2.020,66	2.575,00	100,00	98,00	130,00	1.030,00		78,40
<b>Agosto</b>	16.800,00	997,23	2.134,03	2.060,00	100,00	98,00	130,00	600,00		78,40

*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 23 se muestra el total de costos fijos de los últimos 8 meses tanto operativos como administrativos, estos datos están representados en el gráfico 3, luego de este gráfico se presenta la descripción e interpretación de los valores mostrados.

**GRÁFICO 3: COSTOS DE LOS ENERO – AGOSTO 2018**



Fuente: Lavandería Industrial

Elaboración: Propia

### 3.3.2.2.1.1 Explicación de los diferentes costos fijos

Luego de desarrollados algunos costos y presentados en su totalidad en el cuadro presentado en la parte superior presentaré de manera verbal y escrita la interpretación de cada uno de los costos

Descripción de costos:

- Salarios

Los salarios son costos fijos en esta empresa no se les atribuye a los diferentes kilos procesados.

- Costo de energía eléctrica

Se presentan los costos reales obtenidos de los recibos de brindados por la empresa brindadora de servicio y se transcriben al cuando de la parte superior.

- Costo de agua

Se presentan los costos reales obtenidos de los recibos de brindados por la empresa brindadora de servicio y se transcriben al cuadro de la parte superior.

- Costos de gas

Se presentaron los costos empleados en gas, el costo por recarga se ha mantenido estable durante el periodo de estudio, las recargas están sujetas a la necesidad de este, en cuanto el tanque llega a su stock de seguridad se programa una recarga.

- Teléfono + internet

El servicio es un dúo de claro de 30 Mb con costos fijo mensual de S/ 100.00

- Seguridad

Este costo fijo corresponde al alquiler mensual de servicio de seguridad de Prosegur que consta de diferentes beneficios dentro de los cuales se puede mencionar sistema de alarma y cámaras de seguridad.

- Rpc

Este costo corresponde al pago de 3 teléfonos RPC, tienen costo de S/. 49.00, S/.49.00 y S/.29.00, con un sol por comisión de cada uno hacen un total de S/.130.00

- Combustible y mantenimiento

Se mantiene un costo fijo de S/.600.00 soles en combustible mensuales para dos vehículos, un vehículo consume S/.100.00 semanales de costo fijo para sus transportes y un segundo vehículo de ayuda o apoyo que fijo recibe recarga de S/.50.00 semanales en combustibles.

En el mes de abril se realizó un cambio de aceite a ambos vehículos con costo de S/.90.00 por cada uno incluyendo filtro de aceite, además se realizó cambio de filtros de combustible con S/. 40.00 por cada vehículo

En el mes de Julio le vehículo principal recibió un cambio de llantas delanteras, con un costo de S/. 215.00

- Material de escritorio

La compra es trimestral y se compra de acorde a lo que haga falta en oficina

- EPPS

Este costo es fijo, se hace entrega semanalmente a los operarios de guantes, mallas y máscaras de cara, además de ello anualmente se les hace entrega de botas de goma.

### 3.3.2.2.2 Costo de Insumos

Ahora por último se presentarán los costos por concepto de insumos, estos datos fueron brindados por el encargado de finanzas

**CUADRO 24: PRESENTACIÓN DE COSTOS DE INSUMOS DE LOS ÚLTIMOS 8 MESES**

<b>Mes</b>	<b>Costo insumos (S/. )</b>
<b>Enero</b>	3.722,06
<b>Febrero</b>	2.639,55
<b>Marzo</b>	2.952,81
<b>Abril</b>	3.169,82
<b>Mayo</b>	2.775,71
<b>Junio</b>	2.654,12
<b>Julio</b>	2.770,03
<b>Agosto</b>	3.167,55

*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 24 se puede evidenciar que los costos por insumos son monetariamente menores con relación a los costos fijos.

**CUADRO 25: PRESENTACIÓN DE COSTOS FIJOS DE LOS ÚLTIMOS 8 MESES**

<b>Mes</b>	<b>Total de costos fijos (S/. )</b>
<b>Enero</b>	24.216,58
<b>Febrero</b>	23.151,40
<b>Marzo</b>	23.429,80
<b>Abril</b>	24.328,86
<b>Mayo</b>	23.730,84
<b>Junio</b>	22.925,69
<b>Julio</b>	23.675,45
<b>Agosto</b>	22.919,26

*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 25 se presentan los costos fijos correspondientes a los últimos 8 meses, se puede evidenciar que estos costos son mucho más elevados con relación a los costos por insumos presentados en el cuadro 24.

**CUADRO 26: RELACIÓN PORCENTUAL DE COSTOS FIJOS Y COSTOS DE INSUMOS**

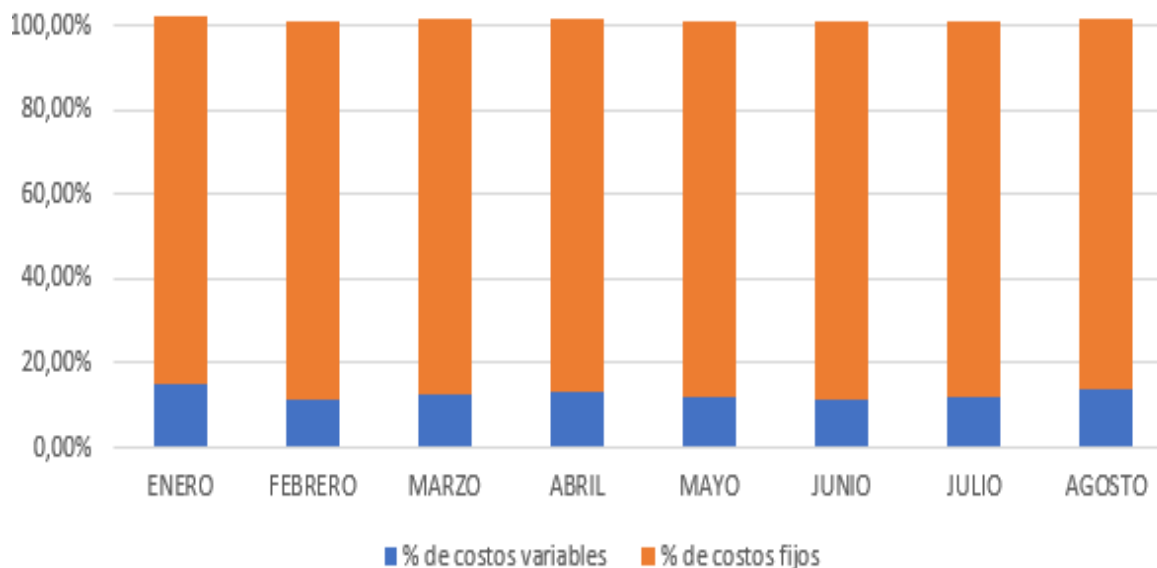
Mes	Costos totales (S/.)	% de costos Insumos	% de costos fijos
<b>ENERO</b>	27.938,64	13,32	86,68
<b>FEBRERO</b>	25.790,95	10,23	89,77
<b>MARZO</b>	26.382,60	11,19	88,81
<b>ABRIL</b>	27.498,68	11,53	88,47
<b>MAYO</b>	26.506,56	10,47	89,53
<b>JUNIO</b>	25.579,81	10,38	89,62
<b>JULIO</b>	26.445,48	10,47	89,53
<b>AGOSTO</b>	26.086,81	12,14	87,86

Fuente: Lavandería Industrial

Elaboración: Propia

En cuadro número 26 se presenta la participación porcentual de costos fijos y costos de insumos en los costos totales.

**GRÁFICO 4: PROPORCIÓN DE COSTOS FIJOS Y COSTOS DE INSUMOS**



Fuente: Lavandería Industrial

Elaboración: Propia

En el gráfico número 4 se presenta de forma gráfica para una mejor comprensión los datos presentados en el cuadro 26, este presenta información de costos fijos y costos variables

**CUADRO 27: REPRESENTACIÓN DE REPROCESOS REGISTRADOS EN LA PRODUCCIÓN REAL TOTAL**

	<b>Producción Total (Kg)</b>	<b>Reprocesos (Kg)</b>	<b>Representación de producción real (%)</b>
<b>Enero</b>	13940,31	1027,3	7,37
<b>Febrero</b>	9885,94	914,4	9,25
<b>Marzo</b>	11059,21	929,2	8,40
<b>Abril</b>	11871,99	1042,6	8,78
<b>Mayo</b>	10395,93	950,6	9,14
<b>Junio</b>	9940,52	1003,2	10,09
<b>Julio</b>	10698,65	929,8	8,69

*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 27 se muestra la representación porcentual de reprocesos en la producción total mensual.

### **3.3.2.3 Reprocesos**

El motivo de los reprocesos dentro de la lavandería es porque algunos kilogramos de los lotes no cumplen con la aprobación en la evaluación cualitativa de calidad de limpieza luego de lavados, es importante mejorar esta calidad puesto que los reprocesos generan sobrecostos. En este caso se mostrará la cantidad de kg reprocesados mensualmente, esta muestra fue brindada por el encargado, es importante saber que en muchos casos no se puede determinar si una prenda tiene que ser reprocesada hasta que culmina su secado o inclusive cuando está siendo planchada por lo que los reprocesos algunas veces deben esperar a ser desarrollados al culminar el proceso, estos se realizan con la mayor celeridad para poder corresponder a los clientes.

**CUADRO 28: REPROCESOS REGISTRADOS EN LOS ENERO – JULIO 2018**

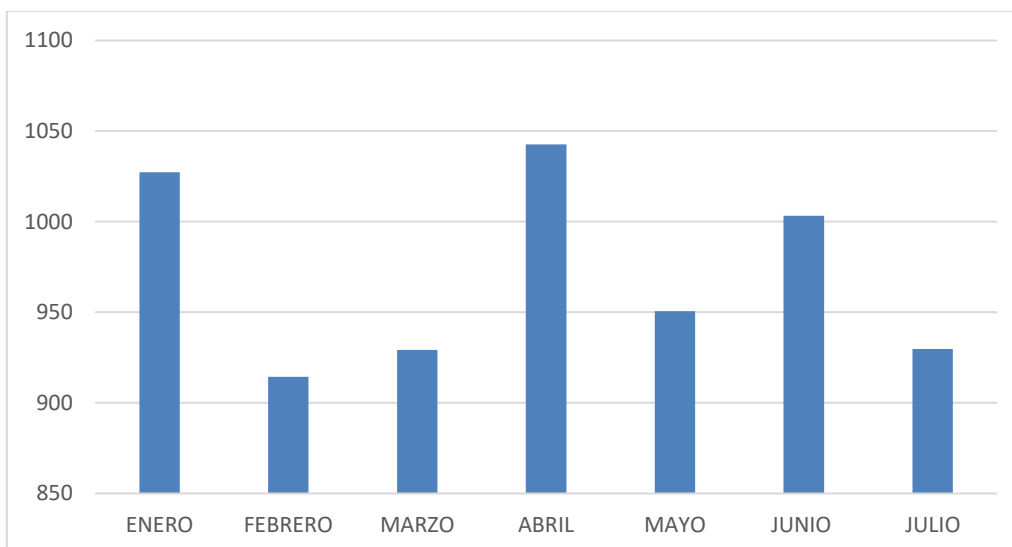
<b>Mes</b>	<b>Semana 1 (Kg)</b>	<b>Días</b>	<b>Semana 2 (Kg)</b>	<b>Días</b>	<b>Semana 3 (Kg)</b>	<b>Días</b>	<b>Semana 4 (Kg)</b>	<b>Días</b>	<b>Semana 5 (Kg)</b>	<b>Días</b>	<b>Días laborados</b>	<b>TOTAL (Kg)</b>
<b>Enero</b>	203,6	5	217,4	6	235,8	6	253,6	6	116,9	3	26	1027,3
<b>Febrero</b>	111,3	3	220,5	6	243,6	6	245,1	6	93,9	3	24	914,4
<b>Marzo</b>	99,6	3	227,3	6	244,1	6	221,3	6	136,9	4	24	929,2
<b>Abril</b>	236,8	6	289,2	6	257,2	6	235,6	6	23,8	1	25	1042,6
<b>Mayo</b>	139,8	4	211,7	6	228,8	6	226,1	6	144,2	4	26	950,6
<b>Junio</b>	101,6	2	223,2	6	239,4	6	222,1	6	216,9	5	25	1003,2
<b>Julio</b>	192,6	6	212,4	6	234,2	6	213,7	5	76,9	2	25	929,8

*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 28 se presentan los reprocesos semanales, se incluye la información correspondiente a los días laborados en cada semana para tener más claro por qué en algunas semanas las cantidades son excesivamente menores.

**GRÁFICO 5: KILOGRAMOS REPROCESADOS ENERO – JULIO 2018**

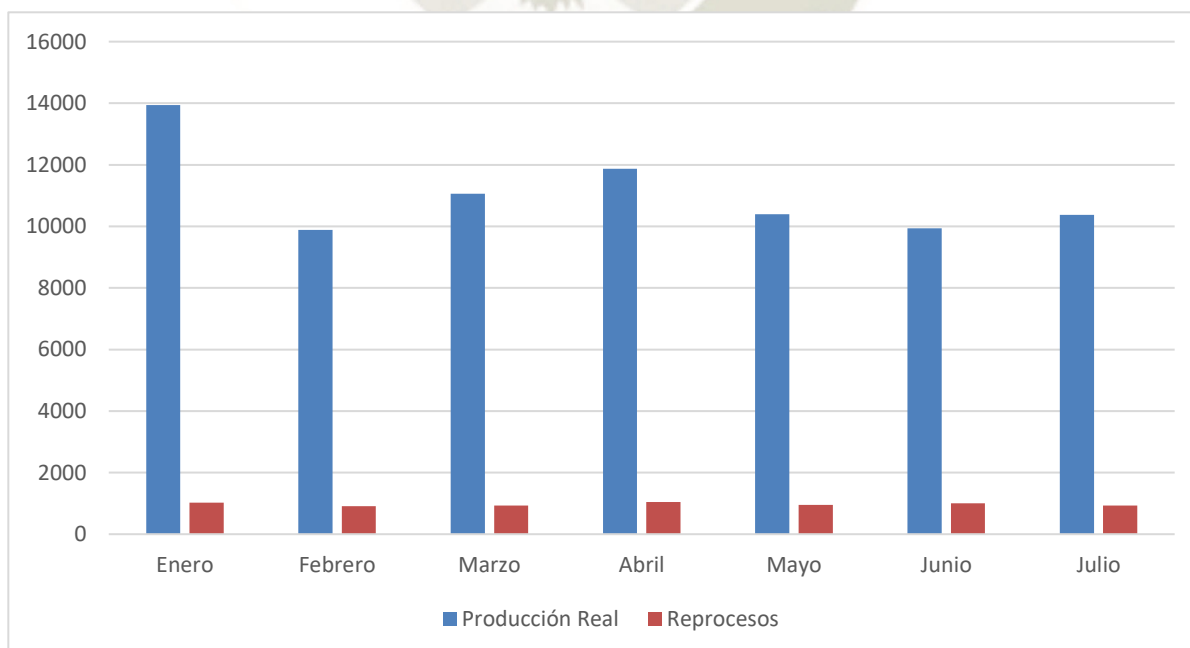


*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el gráfico 5 se muestra la cantidad total de kg reprocesados registrados en los meses Enero – Julio 2018

**GRÁFICO 6: REPRESENTACIÓN DE REPROCESOS REGISTRADOS EN LA PRODUCCIÓN REAL**



*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el gráfico número 6 se muestra la representación porcentual de reprocesos registrados en los meses de Enero – Julio 2018, se puede evidenciar que lo registrado representa en promedio el 8.87% de la producción.

### 3.3.3 Medidas a problemáticas encontradas

Para determinar cuáles serán las medidas de control se tiene que tener en cuenta cuales son las variables que serán analizadas.

**CUADRO 29: MEDIDAS CORRECTIVAS PARA LA PROBLEMÁTICA**

Variables	Indicadores	Medida de control
Calidad de lavado	Evaluación subjetiva Reprocesos	Empleo del ozono en los procedimientos de lavado
Costos	Costo fijo Costo unitario	
Proceso	Kg procesados por turno	

*Fuente: Lavandería Industrial*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 29 se muestran las variables e indicadores presentados en el capítulo 1 y analizados en el diagnóstico acompañado de la medida de control que se plantea para su solución.

## CAPITULO IV

### DESARROLLO DE LA PROPUESTA.

#### 4. Ingeniería del proyecto

Luego de realizado el diagnóstico de la empresa y encontrado la problemática, se mostrará el desarrollo de la idea propuesta comenzando con el desarrollo de la ingeniería del proyecto que mostrará el análisis técnico de los diferentes componentes que forman parte del lavado industrial de prendas empleando ozono

##### 4.1 El ozono en el lavado

En el proceso de lavado industrial se emplean diferentes insumos químicos para la oxidación y desinfección del agua, en América el mayor empleado es el cloro que si bien cumple la acción requerida también daña la ropa y perjudica al medioambiente por su propiedad de cloración, además el cloro en el agua reacciona produciendo trihalometanos que cuando el ser humano está en constante contacto le produce desde afecciones respiratorias hasta cáncer.

Desde años atrás en otros lugares del mundo más específicamente en Europa se emplean formas alternativas para evitar el empleo de lejías para oxidar el agua, un ejemplo es el citrato de plata el cual es biodegradable al 100% pero es caro, también se da empleo al ozono porque no solo trae consigo beneficios ecológicos sino que también trae consigo beneficios económicos.

En Europa actualmente existe ya maquinaria preparada para poder ser instaladas y accionadas a cualquier tipo de lavadora convencional.

#### 4.1.1 Características y propiedades del ozono

El ozono es un compuesto que generalmente se encuentra en estado gaseoso, aunque es incoloro en concentraciones elevadas torna un color azul, en los estados sólido y líquido tiene un color azul también, el ozono es la forma alotrópica triatómica del oxígeno, su poder de oxidación se estima es 2.8 veces más fuerte que el del cloro que es el comúnmente empleado en la industria.

El ozono creado o generado está compuesto de un enlace doble covalente y de un enlace simple covalente, no puede ser almacenado ni transportado su tiempo de vida es de entre 20 a 60 minutos y no deja residuos al ser una molécula inestable, si bien el ozono es tóxico en forma gaseosa en agua es inofensivo, incluso se utiliza para la industria alimenticia, en este caso para su empleo en lavado no se requiere del contacto del operario y el gas.

El ozono gaseoso en constante exposición es dañino, pero el ozono en agua no es tóxico al ser un compuesto diferente.

#### 4.1.2 Generación de ozono

Existen muchas formas de obtener ozono, químicamente se obtiene del peróxido de hidrógeno (Agua Oxigenada) mediante un proceso de disociación catalítica, con este proceso se obtiene ozono de baja concentración

Procesos térmicos como el calentamiento de gases ricos en oxígeno los cuales deben ser en todos momentos controlados, el ozono se forma a partir la agitación molecular del oxígeno y golpeo entre dichas moléculas.

Para motivo de estudio y prueba de conceptos se procedió a trabajar mediante la obtención de ozono con la acción de dos electrodos bobinados mantenidos

en paralelo a una distancia prudente uno del otro donde se generará un arco eléctrico (efecto corona), el ozono se produce por la circulación de corriente de aire en el espacio, el aparato trabaja como un condensador, si bien la intensidad de corriente puede ser baja y el consumo energético que se requiere puede ser bajo, el mayor requerimiento es un voltaje correcto, la diferencia dentro de los parámetros mandará cual será el tamaño del equipo.

El ozono es producido dentro de una cámara hermética, alimentada por un compresor con acción sin aceite, calcular la concentración del ozono en el aire obtenido es una limitante dentro del proyecto porque es necesario equipo especializado, luego el ozono será administrado en el agua mediante técnicas de burbujeo y agitación mecánica hasta obtener una mezcla homogénea

Para uso industrial se recomienda generadores que trabajen a un voltaje de 10 000 voltios mínimo, para motivos de estudio se procedió a realizar los ensayos con un equipo de 2500 voltios en primera instancia, luego se empleó un transformador de 15000v y por último un circuito eléctrico armado que trabaja entre 10000 – 13000 v.

#### **4.1.3 Principios del equipo ozonificador**

El funcionamiento del equipo ozonizador está fundamentado en dos fases las cuales son:

- Fase elevadora de tensión
- Fase de reacción

El funcionamiento del equipo se fundamenta en el flujo de aire a través de un arco eléctrico de alto voltaje que permita disociar el oxígeno perteneciente al aire y convertirlo en su forma alotrópica triatómica (ozono), el ozono producido

en ese reactor es suministrado mediante un pequeño compresor por método de burbujeo al agua.

#### 4.1.4 Componentes del equipo ozonificador

Se diseñó el equipo con apoyo de referencias teóricas encontradas en diferentes trabajos de investigación. El equipo está compuesto de:

- Generador de Corriente

Este elemento cumple la función de romper mediante corriente eléctrica de alto voltaje los enlaces covalentes del oxígeno presente en el aire y convertirlo en una molécula triatómica (ozono), existen diferentes equipos que pueden cumplir esta función en este caso comencé a trabajar con un transformador elevador de voltaje.

Para el desempeño del equipo se requiere de un transformador elevador de corriente, que tome 220 voltios de la corriente doméstica y los lleve hasta el voltaje objetivo; en este caso se procedió a llevar el voltaje hasta 2500v, es importante saber que por cada milímetro de arco eléctrico se estima que pasan por el recorrido 1000v, al emplear reactores de vidrio de grosor promedio de 2mm el arco eléctrico debe ser mayor o igual a 2500v como mínimo.

- Reactor de ozono

El reactor es el elemento donde el ozono es generado, en este lugar se encuentran los electrodos provenientes del transformador, el reactor debe ser de un material no conductor de la electricidad, en este caso se empleará vidrio, el cual deberá ser bobinado o enmallado por el exterior y por el interior, la cámara donde está ubicada el reactor funciona como almacén primario de ozono del sistema, a través del reactor circulará aire

proveniente del compresor, este impulso será aprovechado para el ozono para ser suministrado al agua.

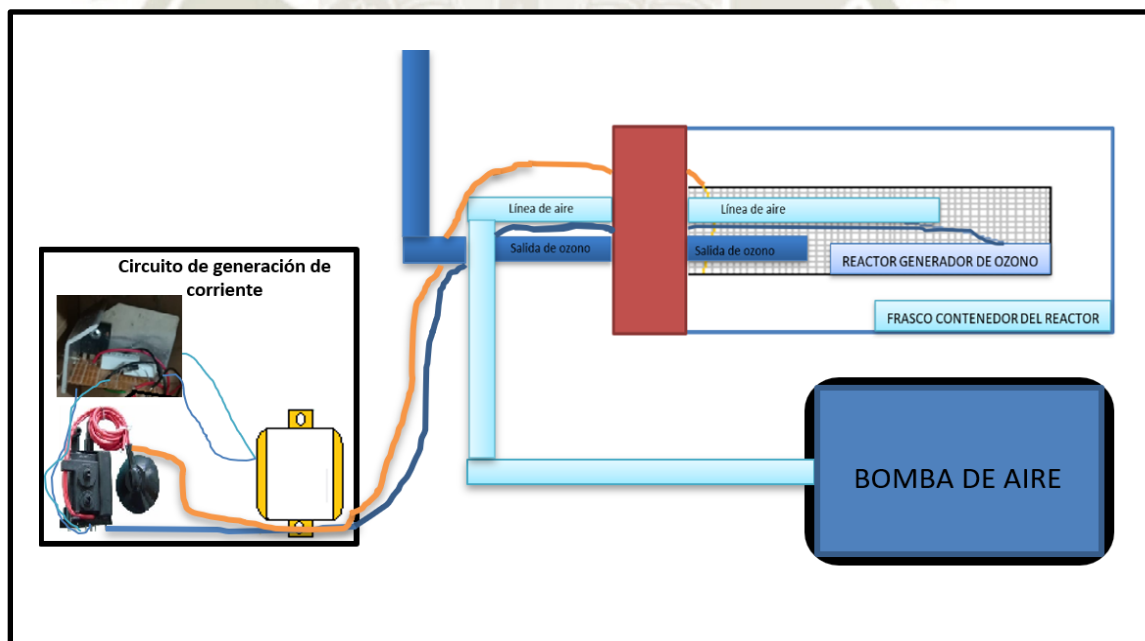
- Compresor:

Se empleará un compresor de aire libre de aceite para alimentar de aire al reactor del sistema y así mismo transmitir el ozono resultante mediante burbujeo en el agua.

#### 4.1.5 Bosquejo del equipo

A continuación se presentará la representación gráfica del equipo que se empleará para la generación de ozono.

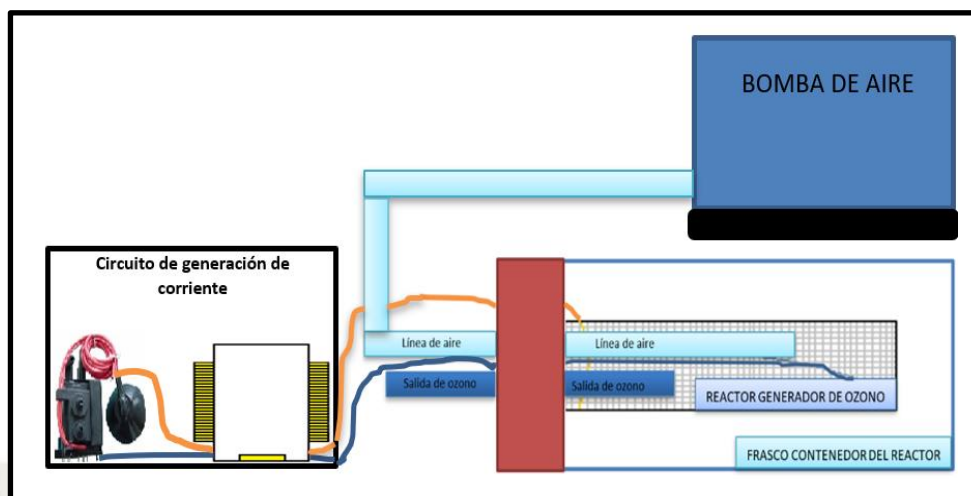
#### ILUSTRACIÓN 16: VISTA SUPERIOR DEL EQUIPO OZONIFICADOR



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración propia*

## ILUSTRACIÓN 17: VISTA FRONTAL DE EQUIPO OZONIFICADOR



*Fuente Investigación Directa*

*Elaboración propia*

### 4.1.6 Cálculos de requerimientos técnicos del equipo ozonificador

Como se mencionó existen dos fases importantes en el proceso de obtención de ozono, una fase generadora de corriente y otra reactiva, a continuación comenzaré con la fase generadora.

#### 4.1.6.1 Fase generadora

##### 4.1.6.1.1 Transformador

Como se mencionó, en una primera instancia se dispuso que el generador sería un transformador elevador de corriente, el equipo fue diseñado según los requerimientos técnicos para su correcto desempeño, es importante tener en cuenta que el funcionamiento de un transformador se basa la Ley de Ohm, los cálculos bajo los cuales fue enviado a fabricar se presentarán a continuación.

En primer lugar para el diseño de cualquier transformador es importante determinar el calibre del alambre con el cual se trabajará.

- Calibre de alambre

$$I_2 = 0.2 \text{ A}$$

$$I_1 = \text{¿?}$$

$$V_2 = 2500 \text{ V}$$

$$V_1 = 220 \text{ V}$$

Es importante saber que un transformador no genera potencia, convierte voltaje en distintas cantidades a coste o ganancia de intensidad de corriente, ya que no se genera potencia se puede asumir que:

$$P_1 = P_2$$

$$I_1 V_1 = I_2 V_2$$

$$P_2 = V_2 * I_2$$

$$P_2 = 0.2 * 2500$$

$$P_2 = 500 \text{ W}$$

Mediante Ley de Ohm nuevamente y sabiendo que la potencia es igual a la entrada y a la salida se calcula la intensidad de corriente de entrada.

$$I_1 = P_1 / V_1$$

$$I_1 = 500/220$$

$$I_1 = 2.27 \text{ A}$$

Conociendo las intensidades de entrada y salida pude determinar por tabla cual es el tamaño de cable recomendado para los bobinados de entrada y salida

**TABLA 2: CALIBRE DE ALAMBRES Y AMPERAJE QUE RESISTEN**

<b>Calibre</b>	<b>Mils circulares</b>	<b>Diámetro (Mm)</b>	<b>Amperaje (Amp)</b>
7	20.81	3.67	44.2
8	16.50	3.26	33.3
9	13.09	2.91	26.5
10	10.38	2.59	21.2
11	8.23	2.3	16.6
12	6.53	2.01	13.5
13	5.17	1.83	10.5
14	4.107	1.63	8.3
15	3.257	1.45	6.6
16	2.583	1.29	5.2
17	2.048	1.15	4.1
18	1.624	1.02	3.2
19	1.288	0.91	2.6
20	1.022	0.81	2.0
21	810.1	0.72	1.6
22	642.4	0.65	1.2
23	0.509	0.57	1.0
24	0.404	0.51	0.8
25	0.320	0.45	0.6
26	0.254	0.4	0.5
27	0.202	0.36	0.4
28	0.160	0.32	0.3
29	0.126	0.28	0.26
30	0.1	0.25	0.2

Fuente: (Stephany s.s., 2017)

Para las intensidades de entrada y salida con las cuales se trabajará se necesitará de alambres de calibre 19 y 29 respectivamente.

**TABLA 3: CALIBRE DE CABLES PARA TRANSFORMADOR**

Calibre	Mils circulares	Diámetro (Mm)	Amperaje (Amp)	
19	1.288	0.91	2.6	Bobina primaria
29	0.126	0.28	0.26	Bobina secundaria

Fuente: (Stephany s.s., 2017)

- Área del transformador

Para el desarrollo de cualquier transformador también es importante saber el área de este, el área se calcula según la siguiente fórmula.

Sección del transformador =  $S_w$

$$S_w = \sqrt{P}$$

$$S_w = \sqrt{500} = 22.36 \text{ cm}^2$$

**ILUSTRACIÓN 18: NÚCLEO DE TRANSFORMADOR**



Fuente: *Manual de electrónica básica*

La constante de dimensión será de 3.2 cm por el largo, el ancho es la variable para tener en cuenta, este determinará el número de capas que llevará el núcleo.

$$3.2 \text{ cm} * \text{Ancho} = 22.36$$

$$\text{Ancho} = 6.98 \text{ cm}$$

$$\text{Ancho} = 7 \text{ cm}$$

Siempre es recomendable aproximar los cálculos al siguiente entero superior, por lo que se realizará nuevamente el cálculo de potencia

$$22.4 * 22.4 = 501.74 \text{ W}$$

- Número de espiras.

Para el desarrollo de cualquier transformador también es importante saber el número de espiras de las dos bobinas del transformador.

$$N_e = K (\text{Constante}) / A_n (\text{Área del transformador})$$

$$N_e = 42 / 22.4 = 1.87 \text{ Voltios} * \text{Vuelta}$$

Este cálculo indica que por cada 1.87 vueltas de alambre se obtiene 1 voltio, siendo el caso determine que para el bobinado primario en el cual trabajarán 220 v se necesitarán de 411.4 vueltas y para el secundario en el cual trabajarán 2500 v se necesitarán de 4676 vueltas.

En conclusión, se necesitará como requerimiento técnico que el transformador elevador trabaje con bobinas, primaria con alambre número 19 el cual deberá tener un total de 411.4 vueltas y la bobina secundaria, deberá ser realizada

con alambre número 29 con un total de 4676 vueltas y por último el núcleo deberá tener un área de 22.4 cm<sup>2</sup>.

Luego de realizados algunos ensayos este equipo fue reemplazado, el problema fue que tan solo 2.5mm de arco no bastaron cuando la eficiencia del equipo comenzó a decaer y el arco eléctrico no se formaba como se espera, por ello se buscaron otras fuentes de voltaje, se empleó un viejo transformador de 15000v y un circuito armado a partir de un flyback.

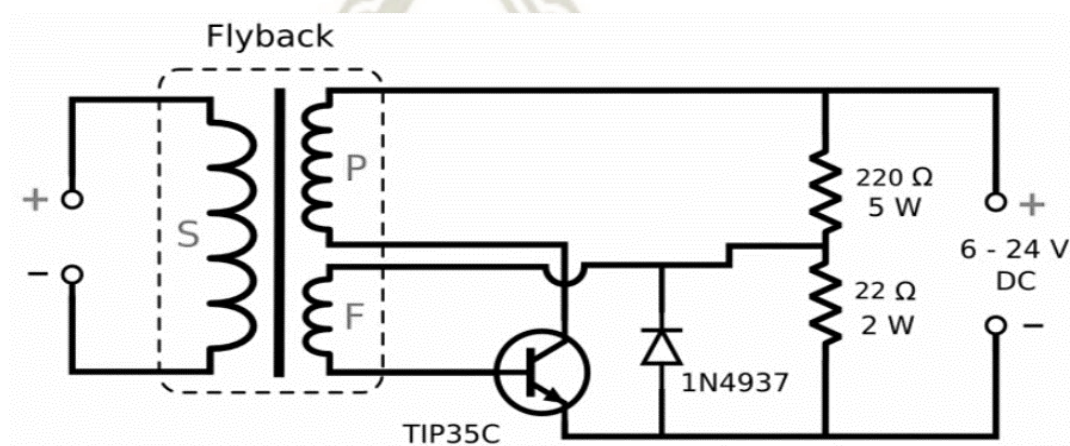
Al momento de los ensayos se llegaron a emplear los tres equipos al mismo tiempo.

#### 4.1.6.1.2 Circuito con flyback

En el circuito flyback se emplea, un transformador flyback de televisión antiguo, cuya función en los televisores es levantar el voltaje hasta 20000 voltios, este voltaje permite que la imagen a través de la pantalla se proyecte.

Para poder emplear el flyback para el propósito se requerirá de la elaboración de un circuito.

#### ILUSTRACIÓN 19: DIAGRAMA PARA DESARROLLO DE CIRCUITO



Fuente: *Electrónica práctica paso a paso*

Como se puede ver en el diagrama del circuito se requerirá de un transistor TIP 35C, luego de realizada una búsqueda por la ciudad de Arequipa se procedió a emplear otro parecido al no encontrar el transistor, el reemplazo fue el TIP 3055 que cumple función similar, el diodo empleado también fue cambiando en este caso se empleó un 1N4007 en reemplazo del 1N4937.

Para poder emplear el circuito para esta labor se necesitará de un transformador de 12 V de salida.

### **ILUSTRACIÓN 20: EQUIPO DE GENERACIÓN DESARROLLADO PARA ENSAYOS**



*Fuente: Realización Propia*

#### 4.1.6.2 Fase reactiva

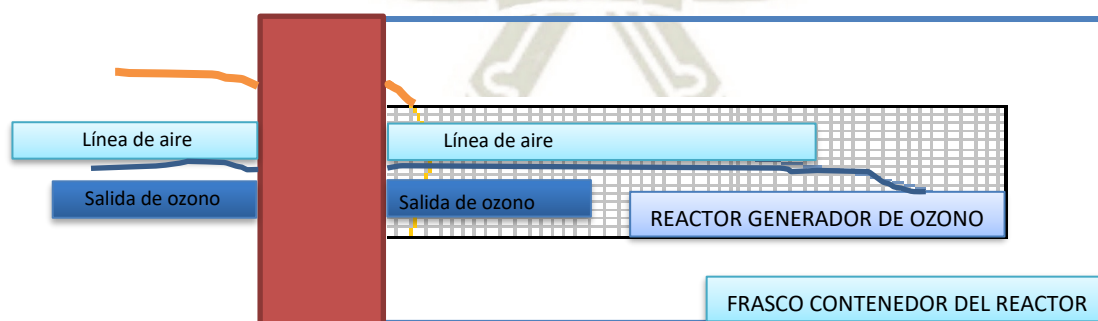
En la fase reactiva se necesitará de un reactor cuyo principal requisito es que este hecho de un material no conductor de la electricidad, en este caso se empleará vidrio, el mismo no debe tener más de 2 mm de espesor para que se realice correctamente el arco eléctrico a lo largo del reactor y la generación de ozono sea realizada.

En esta fase se necesitará de un contenedor y un reactor los cuales tendrán las siguientes características:

- EL contenedor del reactor deberá ser un depósito hermético.
- El reactor deberá ser un cilindro de vidrio enmallado por dentro y por fuera conectados a los dos diferentes polos del circuito eléctrico o transformador

(Es importante saber que los enmallados exterior e interior no deben estar en contacto en ningún momento).

#### ILUSTRACIÓN 21: CONTENEDOR DE REACTOR



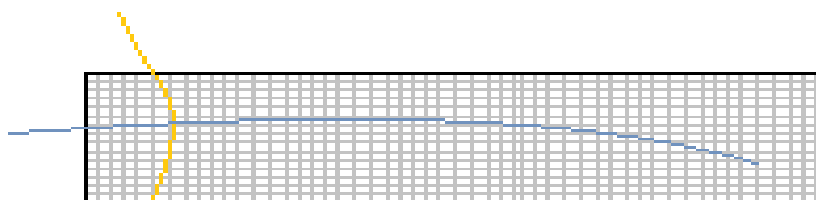
*Fuente Investigación Directa*

*Elaboración: propia*

En la ilustración número 21 se muestra el contenedor, el cual es un depósito hermético que cuenta con cuatro orificios, dos orificios para mangueras, una

para la entrada de aire y la otra para salida de ozono las mangueras serán de 6mm, los otros dos orificios son de entrada de cables, polos o electrodos hacia el reactor.

### ILUSTRACIÓN 22 REACTOR DE OZONO DE VIDRIO



*Fuente Investigación Directa*

*Elaboración propia*

En la ilustración número 22 se muestra el reactor enmallado, el cual es un cilindro de vidrio que lleva malla metálica enrollada en su interior y exterior, este reactor se encuentra dentro del contenedor hermético y es alimentado por un sistema de mangueras al cual le suministra aire un pequeño compresor libre de aceite.

### ILUSTRACIÓN 23 REACTOR DE GENERADOR DE OZONO



*Fuente Investigación Directa*

#### 4.1.6.3 Generador de aire

Por último se hará empleo de un compresor generador de aire, en este caso se empleará una bomba de aire para pecera, el mismo se encargará de alimentar de aire el contenedor y con la misma presión expulsar ozono hacia el agua para poder trabajar con ella en los procedimientos.

#### 4.1.7 Evaluación del agua.

Ahora es turno de evaluar una de las principales variables que podrían comprometer el desempeño del equipo, es de suma importancia tener conocimiento del tipo de agua con la que se realizarán los trabajos, con el tipo de agua se podrá determinar la facilidad o complejidad con la cual se podrá suministrar el ozono en ella.

La dureza en el agua es de vital importancia para el trabajo en los procedimientos de lavado, como se pudo evidenciar en el marco teórico existen diferentes tipos de dureza (calcio y magnesio); se solicitó data de los últimos periodos al proveedor del suministro para tener conocimiento de la calidad de agua que se brinda al distrito en el cual se realizarán los trabajos.

En caso de que la muestra de agua se considere dura deber ser tratada, el agua dura es agua con presencia de cationes de calcio y/o magnesio, el principio de limpieza de los jabones se fundamenta en esterato de sodio, su acción comienza cuando el catión de sodio se libera, la presencia de otros cationes perjudica su acción ya que cuando se libera el esterato del sodio hace enlace con otros cationes lo que imposibilita que el esterato se desempeñe correctamente.

**TABLA 4 : TABLA DE MUESTRAS DE AGUA POTABLE OCTUBRE 2017 -  
FEBRERO 2018**

Lugar de muestreo	R9a	R9a	R9a	R9a	R9a	
<b>Tipo de muestra</b>	Agua Potable	Agua Potable	Agua Potable	Agua Potable	Agua Potable	<b>**LMP</b>
<b>Fecha de muestreo</b>	23/10/2017	15/11/2017	27/12/2017	15/01/2018	14/02/2018	
<b>Hora de muestreo</b>	7:25	7:38	7:23	7:20	7:25	
pH *	7,10	7,20	7,12	6,85	7,10	<b>6.5-8.5</b>
Temperatura °C*	14,00	15,30	16,40	14,50	14,70	-
Turbiedad NTU*	0,4	0,2	0,14	0,2	0,18	<b>5,0</b>
Conductividad uS/cm*	289	267,0	282,0	307	173	<b>1500</b>
STD mg/l*	142,3	133,5	141,9	153,6	86,8	<b>1000</b>
Color (UC-PT/Co)	2	1	0	4	0	<b>15</b>
Cloruros mg/l	34,90	29,90	36,10	37,80	22,90	<b>250</b>
Sulfatos mg/l	48,60	43,70	41,50	50,60	24,80	<b>250</b>
Dureza total mg/l	77,60	59,70	61,70	61,40	35,70	<b>500</b>
Dureza Cálcica mg/l	51,70	47,80	51,70	49,50	29,70	-
Magnesio mg/l	6,20	2,90	2,40	2,90	1,40	-
Alcalinidad T. mg/l	48,72	40,60	42,63	28,57	32,38	-
Alcalinidad F. mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Carbonatos mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Bicarbonatos mg/l	48,72	40,60	42,63	28,57	32,38	-
Hidróxidos mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Nitratos mg/l	1,160	0,806	1,120	1,674	1,196	<b>50</b>
Aluminio mg/l	0,120	0,052	0,079	0,070	0,069	<b>0,2</b>
Hierro mg/l	0,060	0,000	0,011	0,020	0,014	<b>0,3</b>
Manganeso mg/l	0,003	0,000	0,000	0,008	0,013	<b>0,4</b>
Cobre mg/l	0,003	0,006	0,000	0,002	0,003	<b>2,0</b>
Arsénico mg/l	0,003	0,004	0,003	0,001	0,001	<b>0,01</b>
Sodio mg/l	17,250	20,90	-	-	10,250	<b>200</b>
Zinc mg/l	0,004	0,0113	-	-	0,002	<b>3,0</b>
N- Amoniacal mg/l	-	-	-	-	-	<b>1,5</b>
I.L.	-1,53	-1,51	-1,51	-2,03	-1,92	-

Fuente: Sedapar

**TABLA 5: TABLA DE MUESTRAS DE AGUA POTABLE MARZO 2018 - JULIO 2018**

Lugar de muestreo	R9a	R9a	R9a	R9a	R9a	<b>**LMP</b>
<b>Tipo de muestra</b>	Agua Potable	Agua Potable	Agua Potable	Agua Potable	Agua Potable	
<b>Fecha de muestreo</b>	14/03/2018	18/04/2018	14/05/2018	11/06/2018	09/07/2018	
<b>Hora de muestreo</b>	7:30	7:23	7:23	7:19	7:26	
pH *	7,08	7,35	7,17	7,29	7,21	<b>6.5-8.5</b>
Temperatura °C*	13,30	14,30	12,50	10,30	9,80	-
Turbiedad NTU*	0,17	0,34	0,12	0,16	0,17	<b>5,0</b>
Conductividad uS/cm*	156,4	245,0	286,0	242,0	239,0	<b>1500</b>
STD mg/l*	77,8	122,3	143,2	121,0	119,9	<b>1000</b>
Color (UC-PT/Co)	0	3	0	0	2	<b>15</b>
Cloruros mg/l	22,90	38,80	35,50	30,40	32,90	<b>250</b>
Sulfatos mg/l	18,80	36,50	44,70	35,80	41,10	<b>250</b>
Dureza total mg/l	49,50	55,50	65,40	67,40	61,40	<b>500</b>
Dureza Cálcica mg/l	31,70	44,00	49,50	46,00	46,00	-
Magnesio mg/l	4,30	2,90	3,80	5,20	3,80	-
Alcalinidad T. mg/l	34,29	44,00	40,73	44,00	36,00	-
Alcalinidad F. mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Carbonatos mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Bicarbonatos mg/l	34,29	44,00	40,73	44,00	36,00	-
Hidróxidos mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Nitratos mg/l	1,435	1,116	0,726	0,828	0,846	<b>50</b>
Aluminio mg/l	0,064	0,126	0,019	0,070	0,063	<b>0,2</b>
Hierro mg/l	0,011	0,000	0,000	0,010	0,003	<b>0,3</b>
Manganeso mg/l	0,010	0,002	0,006	0,010	0,010	<b>0,4</b>
Cobre mg/l	0,000	0,000	0,006	0,002	0,002	<b>2,0</b>
Arsénico mg/l	<0.00010***	0,005	0,001	-	0,001	<b>0,01</b>
Sodio mg/l	6,800	10,450	12,500	18,400	19,600	<b>200</b>
Zinc mg/l	0,012	0,0092	0,0128	0,0060	0,0100	<b>3,0</b>
N- Amoniacal mg/l	-	-	-	0,56	0,56	<b>1,5</b>
I.L.	-1,90	-1,40	-1,60	-1,54	-1,72	-

Fuente: Sedapar

En el marco teórico se presentó un cuadro que indica la escala de calificación de dureza del agua, el cuadro se citará a continuación

**TABLA 6: ESCALA DE DUREZA DE AGUA**

<b>Tipo de agua</b>	<b>Concentración</b>
Aguas blandas	Menos de 150 mg/l de carbonato de calcio (0-15 °F)
Agua semi blandas	Entre de 150 - 200 mg/l de carbonato de calcio (15-20°F)
Aguas duras	Entre de 200 y 400 mg/l de carbonato de calcio (20-40 °F)
Aguas muy duras	Entre de 400 y 550 mg/l de carbonato de calcio (40-55 °F)
Aguas Extremadamente Duras	Superior a 550 mg/l de carbonato de calcio (más de 55 °F)

*Fuente:* (Waterlogic, 2018)

*Elaboración:* Propia

**CUADRO 30: EVALUACIÓN DE MUESTRAS DE AGUA AREQUIPA**

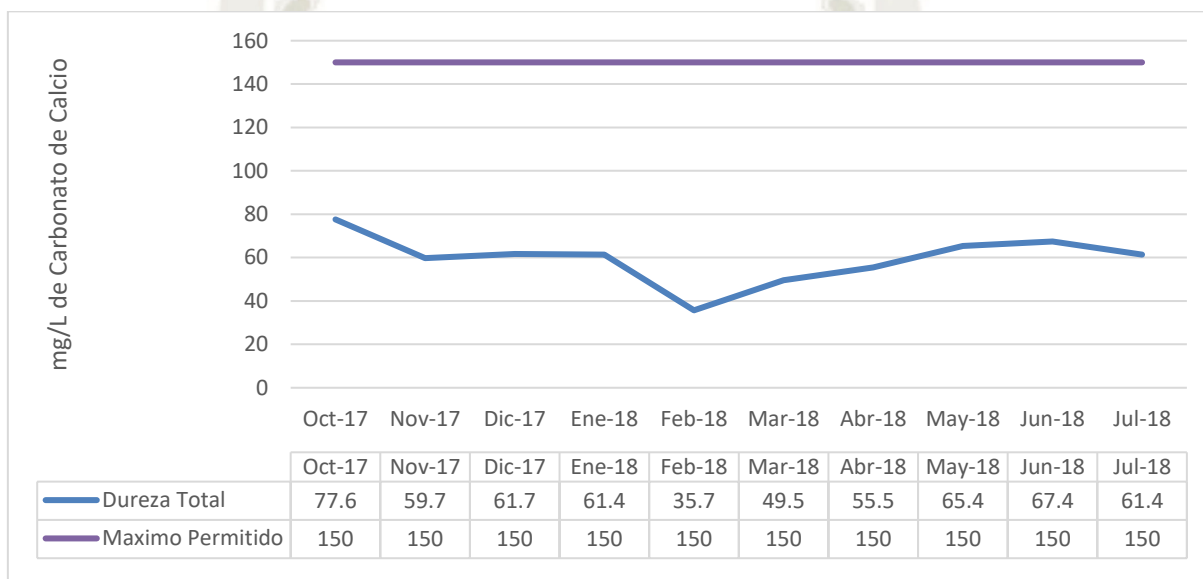
	<b>Dureza total (mg/l)</b>	<b>Dureza cálcica (mg/l)</b>	<b>Dureza magnésica (mg/l)</b>	<b>Requiere acción</b>
<b>Octubre 2017</b>	77.6	51.7	6.2	NO
<b>Noviembre 2017</b>	59.7	47.8	2.9	NO
<b>Diciembre 2017</b>	61.7	51.7	2.4	NO
<b>Enero 2018</b>	61.4	49.5	2.9	NO
<b>Febrero 2018</b>	35.7	29.7	1.4	NO
<b>Marzo 2018</b>	49.5	31.7	4.3	NO
<b>Abril 2018</b>	55.5	44	2.9	NO
<b>Mayo 2018</b>	65.4	49.5	3.8	NO
<b>Junio 2018</b>	67.4	46	5.2	NO
<b>Julio 2018</b>	61.4	46	3.8	NO

*Fuente:* Investigación Directa

*Elaboración:* Propia

En el cuadro número 30 se presenta la evaluación de las muestras de agua obtenidas por parte de Sedapar. Se realizó la evaluación de estos resultados con los valores mínimos permisibles para establecer si se requiere alguna acción.

**GRÁFICO 6: COMPARATIVO DE CALIDAD DE AGUA CON VALOR MINIMO PERMISIBLE**



*Fuente: Sedapar*

*Elaboración: Propia*

En el gráfico 6 se puede mostrar de manera más sencilla la representación gráfica de los resultados, en conclusión analizando las muestras de agua registradas se puede determinar que el agua de la red de suministro de Arequipa en Cerro Colorado es blanda, por lo que no se requerirá de medidas para ablandarla.

#### 4.2 Descripción de equipos ozonificadores Industriales

Para poder solicitar la información sobre los equipos ozonificadores, se necesitó presentar información sobre la demanda de agua que se necesitará para realizar los lavados a la máxima capacidad actual.

#### 4.2.1 Lavadoras planificadas para trabajo con ozonificador.

Ahora presentaré las máquinas lavadoras con las que cuenta la empresa y con las que se desea realizar los trabajos con ozono, fue importante presentar esta información para que el proveedor indique si sus equipos son compatibles con los equipos de la empresa.

**TABLA 7: LISTA DE LAVADORAS PLANIFICADAS PARA TRABAJAR CON OZONO**

Ítem	Sub – Área	Código	Descripción	Cantidad
1	Lavado	L01	Máquina de Lavado de Capacidad 130 Kg	1
2	Lavado	L02	Máquina de Lavado Renzacci, modelo lx70, Serie 19281 -2013 Capacidad 70 kg	1

*Fuente: Investigación Directa*

#### ILUSTRACIÓN 24: MÁQUINA LAVADORA 130 KILOGRAMO DE CAPACIDAD



Fuente: Investigación Propia

## ILUSTRACIÓN 25: MÁQUINA LAVADORA RENZACCI



*Fuente: Investigación Propia*

A lo largo de la realización del diagnóstico se desarrollaron los cálculos para poder determinar el máximo de capacidad con el que cuenta la empresa, siendo un total de 731.6 kg diarios, los cálculos se estimarán para trabajar esta capacidad diaria.

La empresa trabaja en proporción de lavado 1:10, esto quiere decir que por cada kilogramo de prendas se emplean 10 litros de agua, dentro del proceso de lavado se realizan diferentes operaciones que demandan cargas diferentes

de agua en tanque. Estas operaciones son; un lavado y dos enjuagues por lo que el tanque de agua se llenara hasta en tres ocasiones

**El dato más importante para tener en cuenta es que la concentración recomendada es de 2g de O<sub>3</sub>/ M<sub>3</sub>. 2 gramos de ozono por cada 1000 litros.**

#### 4.2.2 Cálculo de demanda de ozono

A continuación, se comenzó a realizar los cálculos de demanda de ozono por hora para determinar cuál será la demanda máxima exigida para trabajar con ambas lavadoras a la máxima capacidad

Para poder determinar la demanda de ozono es necesario tener en cuenta los cálculos de demanda de agua por lavadora y la concentración a la cual debe estar presente el ozono.

Es importante también tener conocimiento sobre el proceso de lavado y también estar consciente de que en ningún momento el sistema debe estar desabastecido de agua ozonizada para los trabajos, para ello se procedió a realizar el análisis de requerimiento de ozono durante los diferentes procedimientos.

El procedimiento de lavado se divide en operaciones, estas operaciones son Lavado, Enjuague 1. Enjuague 2 y Centrifugado, el total de tiempo de ciclo de lavado máximo es de 60 minutos En la programación es importante informar que se simulo el desarrollo de lavados con la mayor carga registrada, con el procesamiento más largo y con las dos lavadoras requiriendo agua al mismo tiempo.

**CUADRO 31: PROGRAMACIÓN DE LAVADO A CAPACIDAD MÁXIMA**

	Lavadora 1		73,6 kg	Lavadora 2		41,5 kg	Total		
	Tiempo Agua		Ozono	Tiempo Agua		Ozono	Tiempo	Agua	Ozono
	min	Litros	gr	Min	Litros	gr	min	Litros	gr
Llenado	7	736	1,472	6	415	0,83		1151	2,3
Calentamiento	-	-	-					-	-
Lavado	22			22					
Llenado	7	736	1,472	6	415	0,83		1151	2,3
Enjuague	8			8					
Llenado	7	736	1,472	6	415	0,83		1151	2,3
Enjuague 2	8			8					
Centrifugado	8			8					
<b>Total</b>	<b>60</b>			<b>58</b>				<b>3453</b>	<b>6,9</b>

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro 31 se muestra el momento de máxima necesidad de ozono, este momento se da en el intervalo entre el primer y segundo enjuague teniendo que preparar un total de 2.3 gramos de ozono en un máximo de 15 minutos ello representaría un gran problema. Pero una acotación muy importante a este problema es que con los resultados de los ensayos se consigue obviar del segundo enjuague.

#### 4.2.3 Equipos ozonificadores propuestos por proveedores

Los equipos de este tipo están compuestos de los mismos componentes sin importar del proveedor del que se adquieran, por temas de secreto profesional no se me será permitido publicar los equipos ni tampoco el nombre de los proveedores, para fines didácticos se emplearán seudónimos para los modelos de los equipos y los nombres de los proveedores.

Existen 4 diferentes proveedores con los cuales se logró tener contacto, en todos los casos brindaron sus propuestas económicas y técnicas de las cuales se presentará alguna información que se considera importante para tomar la decisión, a continuación se presentará el cuadro de presentación de los proveedores y equipos por cada proveedor.

**CUADRO 32: LISTA Y DESCRIPCIÓN DE OZONIFICADORES**

Proveedor	País	Equipo
Proveedor I	España	Equipo modelo 1 – 25 gramos
		Equipo modelo 2 – 12 gramos
Proveedor II	España	Equipo modelo 3 – 7 gramos
Proveedor III	España	Equipo modelo 4 – 12 gramos
Proveedor IV	Perú	Equipo modelo 5 - 9 gramos

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 32 se presentan los diferentes equipos ofrecidos por los diferentes proveedores

#### **4.2.3.1 Ozonificador MODELO 1 – 25 GRAMOS/HORA**

Este modelo de ozonificador pertenece a la empresa proveedor 1, tiene la capacidad de producir 25 gramos de ozono por hora en funcionamiento, es bueno tener en cuenta que el ozono tiene un tiempo de vida máximo en mezcla de 60 minutos, a lo largo del análisis del proceso de lavado se pudo evidenciar

que se necesitara del funcionamiento del equipo durante todo el proceso productivo.

El equipo este hecho de acero inoxidable, necesita de un tanque de almacenamiento a la salida donde se suministrará mediante inyección por burbujeo el ozono en el agua.

Es importante saber que una vez llenado el tanque la suministrada de ozono en el agua toma de 3 a 5 minutos.

Es auto refrigerado, con elevada resistencia al impacto, y auto extingible en caso de incendio.

El equipo trabaja con corriente 230V

Datos técnicos.

- Dimensiones: 1320 X 430 X 480 mm
- Consumo Energético 1550 Watts.
- Capacidad de Producción 25 gr/ hr
- Se necesita de un presostato, este presostato depende del diámetro de la tubería, que en este caso es de 1" y un Venturi de 1" para su puesta en funcionamiento.
- Las condiciones de trabajo son de 5 – 35 °C en temperatura ambiente.
- Recomendablemente la humedad debe ser menor a 70%
- El equipo tiene un tiempo recomendado de trabajo diario de 12 horas
- El equipo trae 1 año de garantía para defectos de fabrica
- El periodo de mantenimientos recomendado es de 1 año.

#### 4.2.3.2 Ozonificador MODELO 2 - 12 GRAMOS/HORA

Este modelo de ozonificador pertenece a la empresa proveedor 1, tiene la capacidad de producir 12 gramos de ozono por hora en funcionamiento, es bueno tener en cuenta que el ozono tiene un tiempo de vida máximo en mezcla de 60 minutos.

El equipo este hecho de acero inoxidable, necesita de un tanque de almacenamiento a la salida donde se suministrará mediante inyección por burbujeo el ozono en el agua.

Es importante saber que una vez llenado el tanque la suministrada de ozono en el agua toma de 3 – 5 minutos dependiendo de la cantidad de agua.

Aunque la carcasa del equipo es exactamente igual al modelo 1 de 25 gramos, la diferencia está en el volumen de oxígeno que pasa por el arco eléctrico de menor voltaje.

El equipo trabaja con corriente 230V.

Datos técnicos.

- Dimensiones: 1320 X 430 X 480 mm
- Capacidad de Producción 12 gr/ hr
- Consumo Energético 925 Watts.
- Las condiciones de trabajo son de 5 – 35 °C en temperatura ambiente.
- Recomendablemente la humedad debe ser menor a 70%
- Se necesita de un presostato, este presostato depende del diámetro de la tubería, que en este caso es de 1" y un venturi de 1" para su puesta en funcionamiento.

- El equipo tiene un tiempo recomendado de trabajo diario de 10 horas
- El equipo trae 1 año de garantía para defectos de fabrica
- El periodo de mantenimientos recomendado es de 1 año.

#### 4.2.3.3 Ozonificador MODELO 3 – 7 GRAMOS/HORA

Este modelo de ozonificador pertenece a la empresa proveedor 2, tiene la capacidad de producir 7 gramos de ozono por hora en funcionamiento, es bueno tener en cuenta que el ozono tiene un tiempo de vida máximo en mezcla de 60 minutos.

Este equipo tiene la ventaja de trabajar y accionarse automáticamente de acuerdo con un redox, cuando la concentración baja el dispositivo se acciona, y cuando la concentración es demasiado elevada el dispositivo se apaga.

El equipo requiere de una serie de accesorios para su correcto funcionamiento y control en todo momento.

El equipo trabaja con corriente 230V

Datos técnicos.

- Dimensiones: 850 X 450 X 350 mm
- Capacidad de Producción 7 gr/ hr
- El equipo requiere para su correcto trabajo un controlador de Redox y un sensor de ozono en el ambiente, el sensor cumple función de seguridad, es necesario.
- El equipo tiene un tiempo recomendado de trabajo diario de 12 horas máximo
- Consumo energético 750 watts

- Tiene un peso de 15 Kg
- El tubo de salida de ozono es de 8mm
- Las condiciones de trabajo son de 5 – 35 °C en temperatura ambiente.
- Recomendablemente la humedad debe ser menor a 70%
- El máximo de concentración de ozono en el agua es de 3.2 g de O<sub>3</sub>/ m<sup>3</sup>
- El equipo trae 1 año de garantía para defectos de fabrica
- El periodo de mantenimientos recomendado es de 1 año, la empresa vende los kits de mantenimiento

#### 4.2.3.4 Ozonificador MODELO 4 – 12 GRAMOS/HORA

Este modelo de ozonificador pertenece a la empresa proveedor 3, tiene la capacidad de producir 12 gramos de ozono por hora en funcionamiento, es bueno tener en cuenta que el ozono tiene un tiempo de vida máximo en mezcla de 60 minutos.

Su sistema de generación es con descarga en corona, emplea un compresor libre de aceite, puede ser adherido en simultaneo hasta en tres lavadoras de hasta 60 kg de capacidad.

El equipo trabaja con corriente 240V

Datos técnicos.

- Capacidad de Producción 12 gr/ hr
- El consumo energético es de 2160 watts.
- El equipo tiene un tiempo recomendado de trabajo diario de 12 horas máximo
- Las condiciones de trabajo son de 5 – 35 °C en temperatura ambiente.

- Recomendablemente la humedad debe ser menor a 70%
- El equipo trae 1 año de garantía para defectos de fabrica
- El periodo de mantenimientos recomendado es de 1 año, la empresa vende los kits de mantenimiento

#### 4.2.3.5 Ozonificador MODELO 5 – 9 GRAMOS/HORA

Este modelo de ozonificador pertenece a la empresa proveedor 4, tiene la capacidad de producir 9 gramos de ozono por hora en funcionamiento, el proveedor es peruano y es el equipo de máxima capacidad de producción de ozono con el que cuenta-

Su sistema de generación es con descarga en corona, emplea un compresor libre de aceite.

El equipo trabaja con corriente 220V.

Datos técnicos.

- Capacidad de Producción 9 gr/ hr
- El consumo energético es de 1860 watts.
- El equipo tiene un tiempo recomendado de trabajo diario de 12 horas máximo
- Tiene un peso de 40 Kg
- El equipo trae 1 año de garantía para defectos de fabrica
- El equipo este compuesto de un sistema de generación alimentado por compresor de aire, tablero de control, tanque de mezcla y cámara de generación.

- El periodo de mantenimientos recomendado es de 1 año, la empresa vende los kits de mantenimiento

**CUADRO 33: COMPARATIVO DE INFORMACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS**

<b>Equipo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Producción de gramos O<sub>3</sub>/ hr (gr/hr)</b>	<b>Consumo Energético (Watts)</b>
<b>1</b>	Modelo 1 – 25 gr/h	Proveedor 1	25	1550
<b>2</b>	Modelo 2– 12 gr/h	Proveedor 1	12	925
<b>3</b>	Modelo 3 – 7 gr/h	Proveedor 2	7	750
<b>4</b>	Modelo 4 – 12 gr/h	Proveedor 3	12	2160
<b>5</b>	Modelo 5 – 9 gr/h	Proveedor 4	9	1860

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 33 se presentan los diferentes equipos ofrecidos por los diferentes proveedores con información técnica importante para poder tomar la decisión

## CAPITULO V

### ENSAYOS EN MUESTRA DE PRENDAS.

#### 5.1 Presentación de ensayos en laboratorio prelavado de muestra

Se desarrollaron ensayos en laboratorio y campo, se procedió a lavar prendas con diferentes grados de suciedad evaluando diferentes escenarios, estos ensayos se consideran la más importante prueba de hipótesis. A continuación se procederá a presentar los resultados:

#### Ensayo I:

- El primer ensayo fue realizado para obtener un resultado subjetivo para evaluación, se realizó un lavado donde los únicos parámetros fueron:

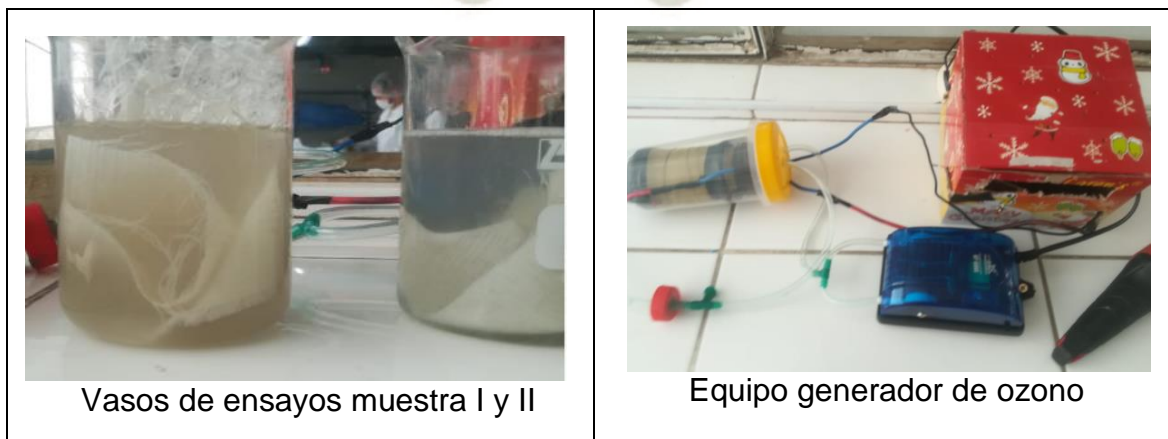
#### CUADRO 34: CONDICIONES DE ENSAYO DE LABORATORIO I.

	Temperatura	Ozono	Características de prenda	Tiempo de remojo
<b>Muestra 1</b>	80 °C	NO	Prenda normal	15 minutos
<b>Muestra 2</b>	23 °C	SI	Prenda con orificio	15 minutos

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

#### ILUSTRACIÓN 26: REPORTE FOTOGRÁFICO DE ENSAYO EN LABORATORIO I



Vasos de ensayos muestra I y II

Equipo generador de ozono



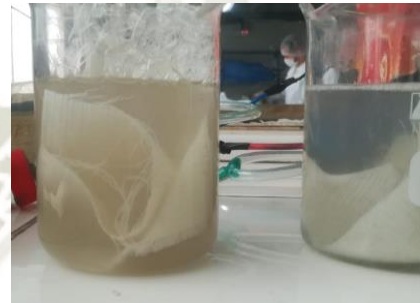
Calentamiento de muestra caliente



Muestra caliente con detergente



Muestra fría con ozono y detergente



Resultados al final del lavado



Muestras secas

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

### **Resultados:**

- En una evaluación cualitativa y como se puede evidenciar en el reporte fotográfico el lavado con ozono otorga mejores resultados, de este ensayo se puede deducir que el lavado con ozono otorga un mejor resultado con relación al lavado a temperatura.
- También se pudo ver que la prenda lavada con agua caliente presenta ligero desgaste de tejido

**Ensayo II:**

- Las variables de este segundo ensayo se presentan en el cuadro número 35, las variables fueron las mismas en ambos casos.

**CUADRO 35: CONDICIONES DE ENSAYO DE LABORATORIO II**

	<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>
<b>Peso de prendas</b>	10 miligramos	10.38 miligramos
<b>Agua</b>	100 mililitros	100 mililitros
<b>Detergente</b>	0.1 gramos	0.1 gramos
<b>Temperatura</b>	24 °C	65 °C
<b>Tiempo de remojo + Lavado</b>	15 minutos	15 minutos
<b>Código de muestra</b>	II	III
<b>Empleo de ozono</b>	SI	NO
<b>Tiempo de secado (Solar)</b>	38 minutos	45 minutos

Fuente: Investigación Directa

Elaboración: Propia

**ILUSTRACIÓN 27: REPORTE FOTOGRÁFICO DE ENSAYO EN LABORATORIO II**





Muestra fría con ozono y agua caliente



Cantidad de detergente para ensayos



Muestras antes de lavado



Muestras después de lavado

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

### **Resultados:**

- En una evaluación cualitativa y como se puede evidenciar en el reporte fotográfico el lavado con ozono otorga mejores resultados, de este ensayo se puede deducir que el lavado con ozono otorga un mejor resultado con relación al lavado con agua caliente.
- También se pudo notar que el secado es más rápido cuando se emplea ozono.
- También se pudo ver que la prenda lavada con agua caliente presenta ligero desgaste de tejido

**Ensayo III:**

- Las variables de este tercer ensayo se encuentran en el cuadro 36, para el lavado con ozono se realizó el ajuste de reducir 20% el consumo de detergente.

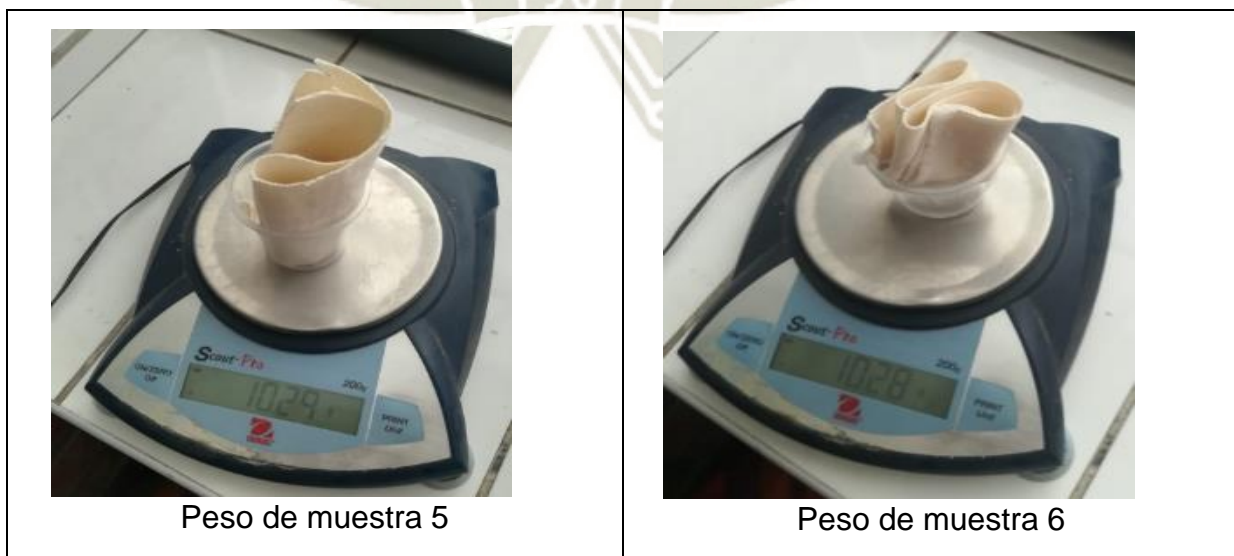
**CUADRO 36: CONDICIONES DE ENSAYO DE LABORATORIO III**

	<b>Muestra 5</b>	<b>Muestra 6</b>
<b>Peso de prendas</b>	10.29 miligramos	10.28 miligramos
<b>Agua</b>	100 mililitros	100 mililitros
<b>Detergente</b>	0.08 gramos	0.1 gramos
<b>Temperatura</b>	22 °C	65 - 70 °C
<b>Tiempo de remojo + Lavado</b>	15 minutos	15 minutos
<b>Código de muestra</b>	V	I
<b>Empleo de ozono</b>	SI	NO
<b>Tiempo de secado (Solar)</b>	42 minutos	46 minutos

*Fuente: Investigación Directa*

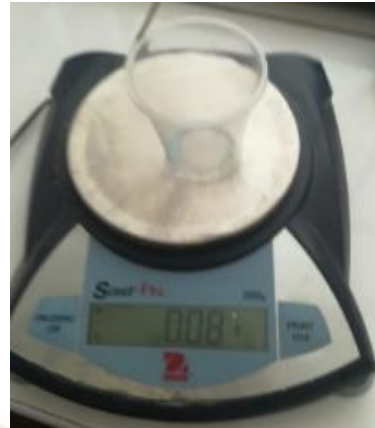
*Elaboración: Propia*

**ILUSTRACIÓN 28: REPORTE FOTOGRÁFICO DE ENSAYO EN LABORATORIO III**





Muestra fría con ozono y agua caliente



Cantidad de detergente para ensayos



Muestras antes de lavado



Muestras secas

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

### **Resultados:**

- En una evaluación cualitativa y como se puede evidenciar en el reporte fotográfico el lavado con ozono otorga mejores resultados, de este ensayo se puede deducir que el lavado con ozono otorga un mejor resultado con relación al lavado a temperatura.
- Es importante saber que la muestra lavada con ozono después de todo necesita de menor tiempo de secado y planchado.

**Ensayo IV:**

- Las variables de este cuarto ensayo se presentan en el cuadro número 37, En este cuarto ensayo se trabajó bajo el principio de reducir el empleo de detergente en este caso en un 20% y también se redujo en un 25% el agua empleada para lavado.

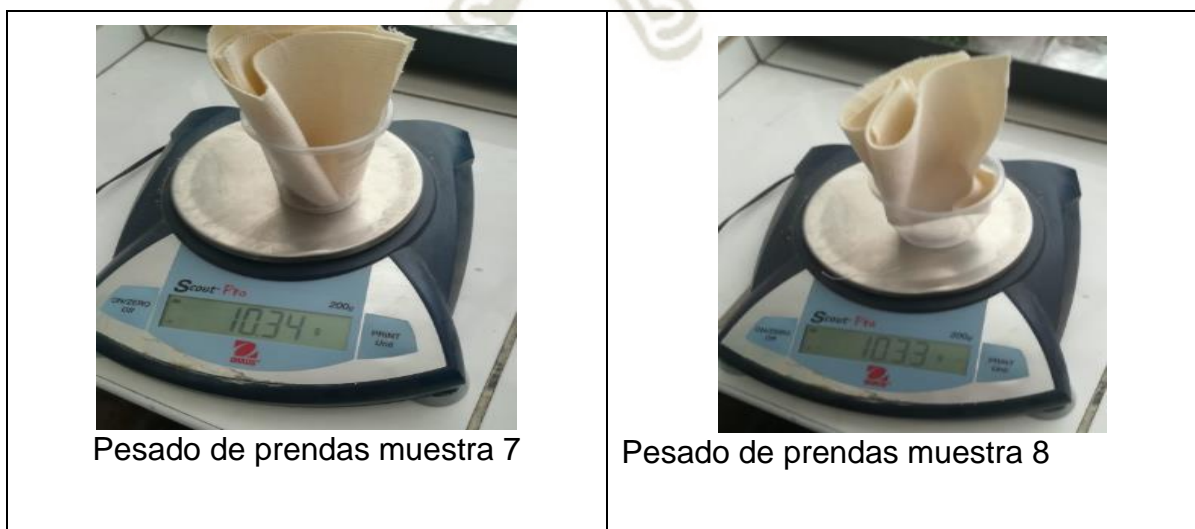
**CUADRO 37: CONDICIONES DE ENSAYO DE LABORATORIO IV**

	<b>Muestra 7</b>	<b>Muestra 8</b>
<b>Peso de prendas</b>	10.34 miligramos	10.33 miligramos
<b>Agua</b>	75 mililitros	100 mililitros
<b>Detergente</b>	0.08 gramos	0.1 gramos
<b>Temperatura</b>	22 °C	65 - 70 °C
<b>Tiempo de remojo + Lavado</b>	15 minutos	15 minutos
<b>Empleo de ozono</b>	SI (Prenda del orificio)	NO
<b>Tiempo de secado (Solar)</b>	42 minutos	46 minutos

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

**ILUSTRACIÓN 29: REPORTE FOTOGRÁFICO DE ENSAYO EN LABORATORIO IV**





Cantidad de detergente para ensayos



Cantidad de agua para ensayos



Prendas antes de lavado



Prendas después de lavado

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

### Resultados:

- En una evaluación cualitativa y como se puede evidenciar en el reporte fotográfico el lavado con ozono otorga mejores resultados, de este ensayo se puede deducir que el lavado con ozono otorga un mejor resultado con relación al lavado a temperatura.
- También se pudo notar que el secado y planchado es más rápido cuando se emplea ozono.

A partir de este punto se presentarán ensayos en manchas complicadas como vino y sangre.

### Ensayo V:

- Se realizó el lavado de manchas de vino en 10 diferentes muestras de telas, todas fueron codificadas con un diferente número, a continuación se presentan las condiciones de los diferentes ensayos todos los datos están presentes en el cuadro 38.

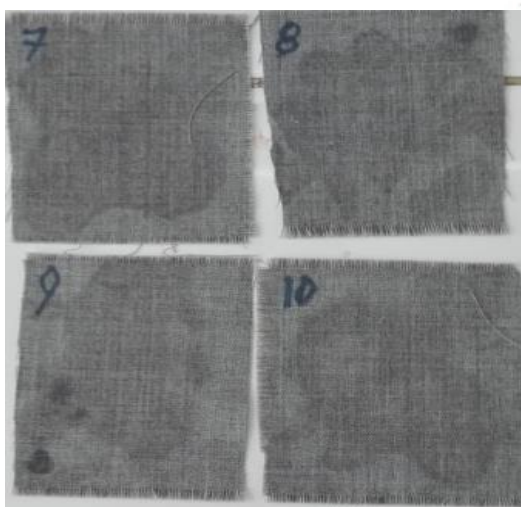
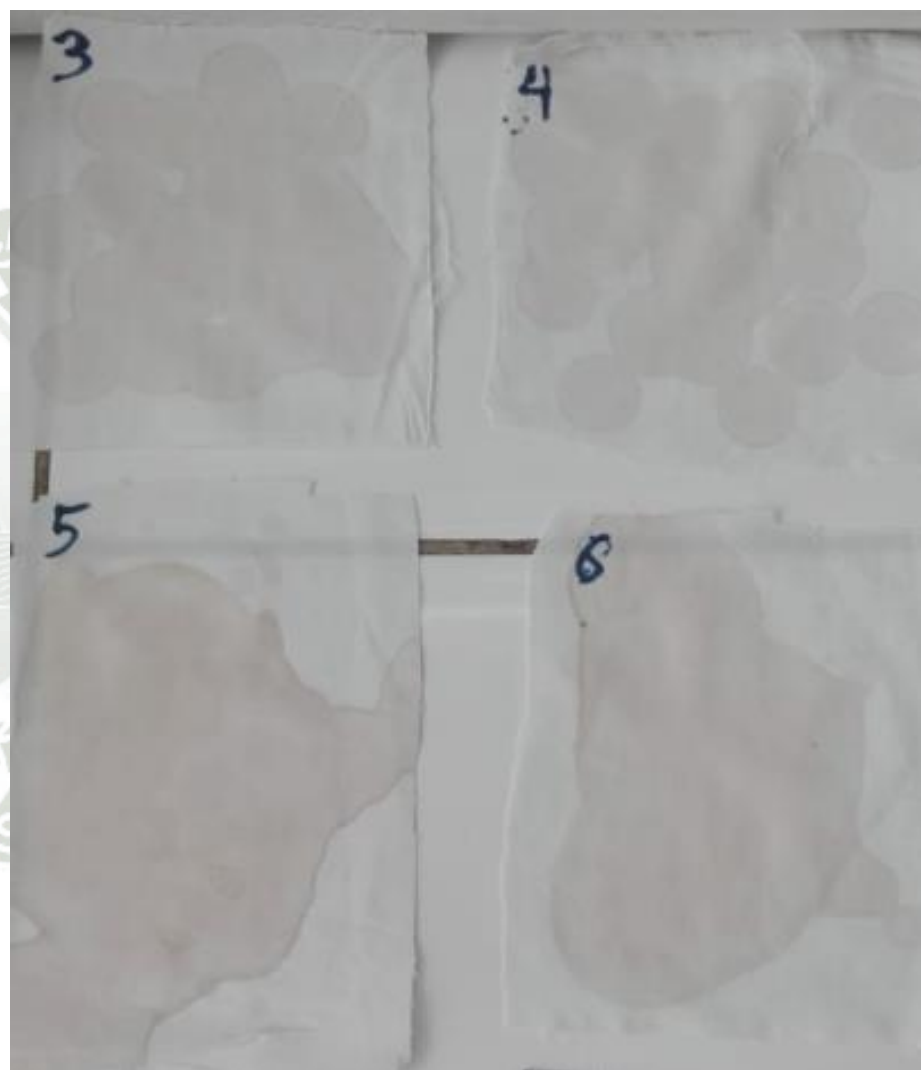
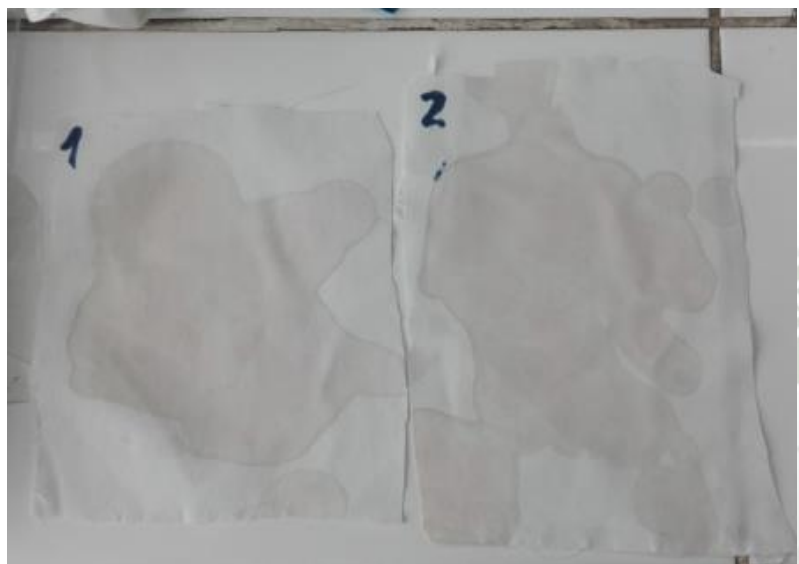
**CUADRO 38: CONDICIONES DE ENSAYO DE LABORATORIO V - VINO**

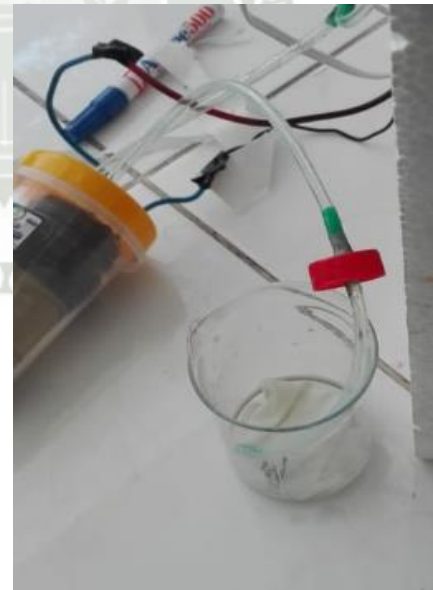
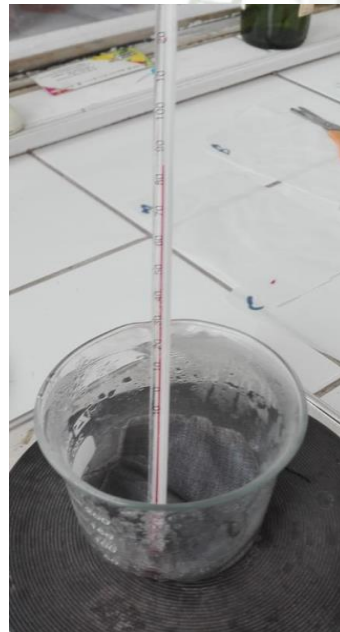
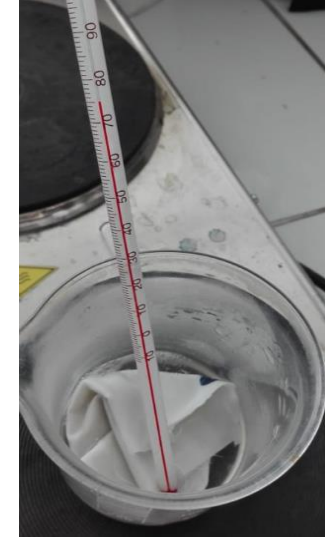
	Tipo de tela: Bramante						Tipo de tela: Poliéster			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7	Muestra 8	Muestra 9	Muestra 10
<b>Peso de prendas (Miligramos)</b>	2,95	3,68	3,09	3,54	3,54	2,99	2,79	2,65	2,57	2,89
<b>Agua (Mililitros)</b>	29,5	36,8	30,9	35,4	35,4	29,9	27,9	26,5	25,7	28,9
<b>Detergente (gramos)</b>	0,24	0,37	0,248	0,28	0,35	0,3	0,279	0,265	0,208	0,232
<b>Peróxido (Mililitros)</b>		0,37	0,248	0,28	0,35			0,265		0,232
<b>Lejía (Mililitros)</b>		0,37	0,248							
<b>Temperatura (°C)</b>	22 °C	80-90 °C	23 °C	65 -70 °C	22 °C	65 -70°C	23 °C	80- 90 °C	23 °C	80 -90 °C
<b>Tiempo de remojo + Lavado (Minutos)</b>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Empleo de ozono</b>	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	Si

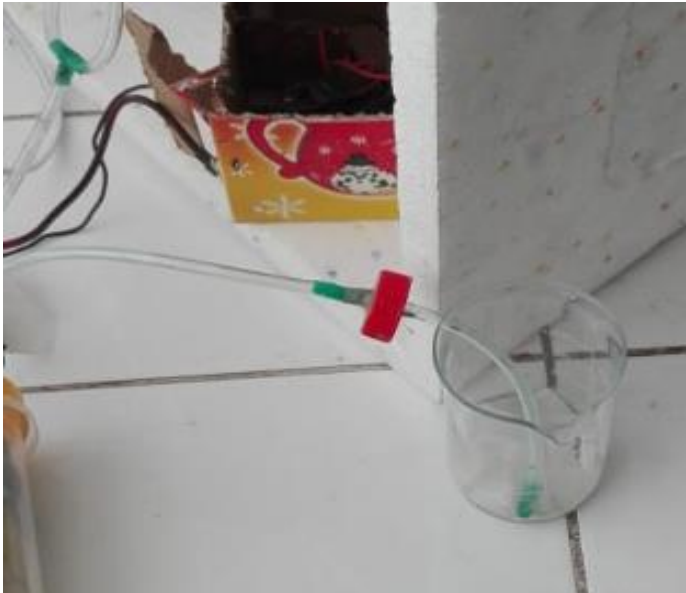
*Fuente: Investigación Directa*

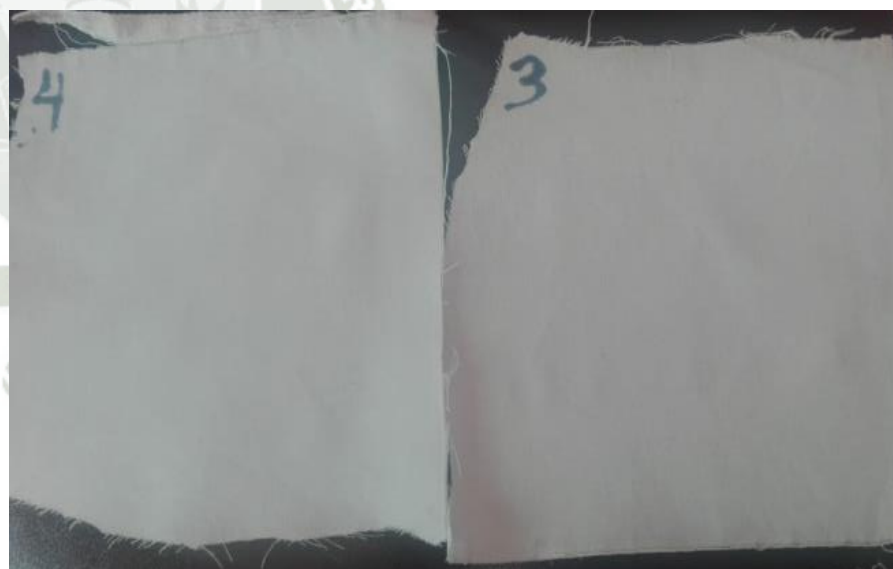
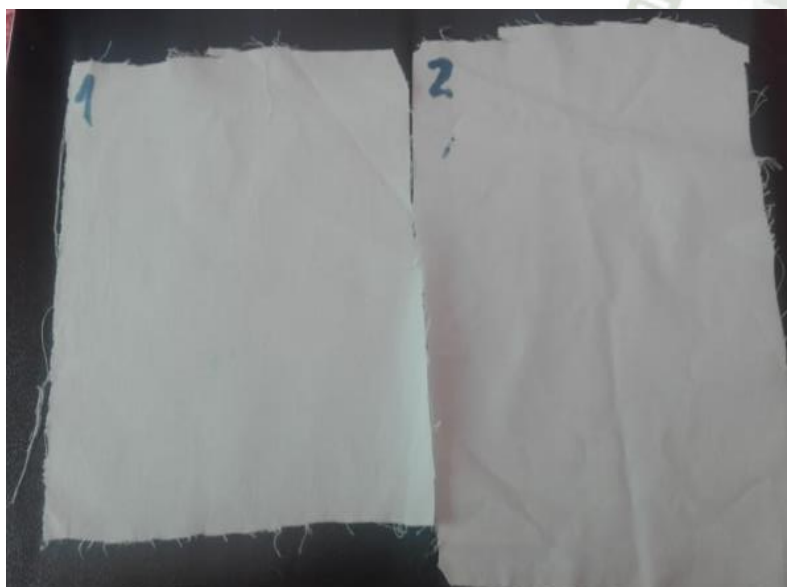
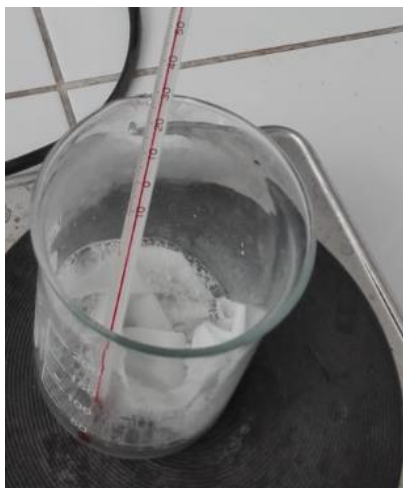
*Elaboración: Propia*

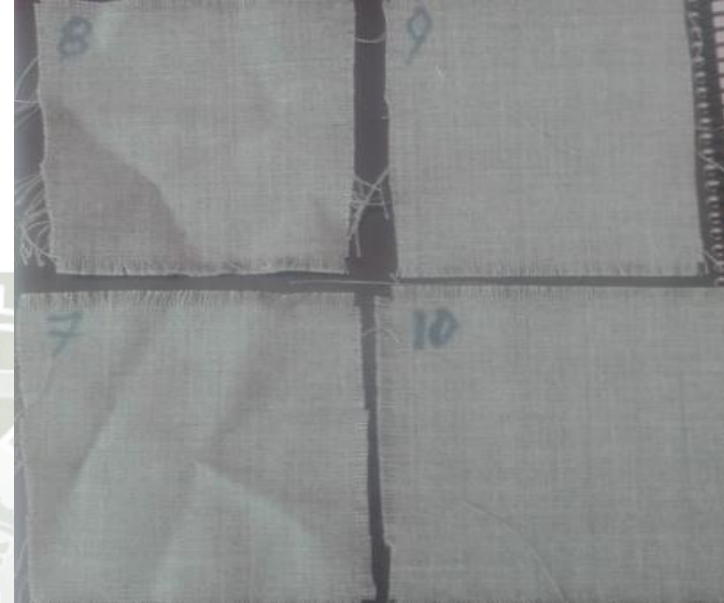
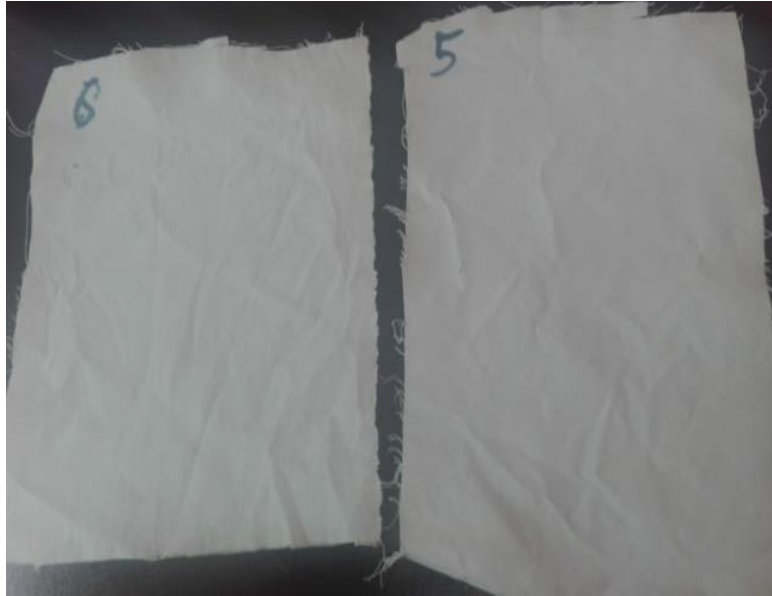
ILUSTRACIÓN 30: REPORTE FOTOGRÁFICO DE ENSAYO EN LABORATORIO V











*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

**Resultados:**

- En una evaluación cualitativa y como se puede evidenciar en el reporte fotográfico el lavado con ozono otorga buenos resultados, de este ensayo se puede deducir que el lavado con ozono otorga un igual o mejor resultado con relación al lavado a temperatura.
- También se pudo notar que el planchado será rápido cuando se emplea ozono.

### Ensayo VI:

- Se realizó el lavado de manchas de sangre en 10 diferentes muestras de telas, todas fueron codificadas con una diferente letra, a continuación se presentan las condiciones de los diferentes ensayos todos los datos están presentes en el cuadro 39.

**CUADRO 39: CONDICIONES DE ENSAYO DE LABORATORIO VI**

	Tipo de tela: Bramante						Tipo de tela: Poliéster			
	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Muestra D	Muestra E	Muestra F	Muestra G	Muestra H	Muestra I	Muestra J
<b>Peso de prendas (Miligramos)</b>	3,29	3,21	3,43	3,18	3,24	3,52	2,52	2,36	2,45	2,44
<b>Agua (Mililitros)</b>	32,9	32,1	34,3	31,8	32,4	35,2	25,2	23,6	24,5	24,4
<b>Detergente (gramos)</b>	0,329	0,321	0,343	0,318	0,324	0,352	0,252	0,236	0,245	0,244
<b>Peróxido (Mililitros)</b>	0,329		0,343		0,324	0,352	0,252		0,245	
<b>Lejía (Mililitros)</b>					0,324	0,352				
<b>Temperatura (C)</b>	22 °C	21 °C	80 - 90 °C	80 - 90 °C	22 °C	70 - 80 °C	80 - 90 °C	23 °C	23 °C	80 - 90 °C
<b>Tiempo de remojo + Lavado (Minutos)</b>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Empleo de ozono</b>	Si	Si	No	No	Si	No	No	Si	Si	No

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

ILUSTRACIÓN 31: REPORTE FOTOGRÁFICO DE ENSAYO EN LABORATORIO IV









*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

### **Resultados:**

- En una evaluación cualitativa y como se puede evidenciar en el reporte fotográfico el lavado con ozono otorga mejores resultados para el lavado de sangre excepto en el ensayo que incluyo las muestras B y D donde tan solo se aplicó detergente en el lavado , en el resto de los ensayos en los cuales se incluyó Peróxido de hidrogeno y lejía el ozono tuvo mejores resultados.
- También se pudo notar que el planchado es más rápido cuando se emplea ozono.

Para determinar estos resultados se trabajó con la evaluación de expertos, esta se adjunta en el anexo 9

**Ensayo VII:**

- En este quinto ensayo se procedió a realizar un lavado en maquina lavadora de dos muestras de peso similar, una muestra fue lavada con agua caliente y la otra con agua ozonificada.

**CUADRO 40: CUADRO DE VARIABLES DE ENSAYO NÚMERO VII**

	<b>Muestra 8</b>	<b>Muestra 9</b>
<b>Peso de prendas</b>	0.651 gramos	0.652 gramos
<b>Agua</b>	6.51 litros	4.9 litros
<b>Detergente</b>	6.51 gramos	5.2 gramos
<b>Temperatura</b>	65 - 70 °C	23 °C
<b>Tiempo de Lavado</b>	37 minutos	26 minutos
<b>Ozono</b>	No	Si

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 40 se muestra las variables bajo las cuales fue realizaron los lavados al mismo tiempo.

**ILUSTRACIÓN 32: PESADO DE PRENDAS PARA LAVADO.**



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

**ILUSTRACIÓN 33: PESADO DE DETERGENTE PAR LAVADO.**



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

**ILUSTRACIÓN 34: OZONIFICADO DE AGUA PARA ENSAYO.**



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

**ILUSTRACIÓN 35: PRESENTACIÓN DE LOTES DE PRENDAS PARA LAVADO**



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

### ILUSTRACIÓN 36: LAVADO DE PRENDAS CON AGUA OZONIFICADA



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

### ILUSTRACIÓN 37: RESULTADOS DE LAVADO(PANTALON).



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

### ILUSTRACIÓN 38: RESULTADOS DE LAVADO(CAMISAS)



Lavado con  
Ozono

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

### ILUSTRACIÓN 39: INSPECCIÓN EXHAUSTIVA DE PRENDAS LAVADA CON OZONO



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

## 5.2 Ensayos de prueba

Se realizó ensayos para poder dar sustento para la inversión en el proyecto, el objetivo de estos ensayos es poder corroborar la investigación teórica con un fundamento práctico.

Los ensayos se verán limitados a un equipo desarrollado a baja escala, el tamaño de la muestra se realizó mediante el cálculo estadístico que será mostrado a continuación:

### ILUSTRACIÓN 40: FÓRMULA PARA CÁLCULO DE TAMAÑO DE MUESTRAS EN POBLACIÓN FINITA

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Fuente: (Castellanos)

Datos:

N =	77468.55	Producción de Enero - Julio 2018
Z =	1,96	Se estimo un nivel de confianza del 90%
p =	0,05	Proporción esperada
q =	0,95	1-0.05= 0.95
d =	0,05	Se estima la precisión de la investigación en 5%

$$n = \frac{77468.55 * 1.96^2 * 0.05 * 0.95}{0.05^2 * (77468.55 - 1) + 1.96^2 * 0.05 * 0.95}$$

$$n = 72.92 \text{ Kg.}$$

La muestra debe ser de 73 Kg, para los ensayos, se empleó una lavadora 9 kg las cargas fueron mucho menores por las limitaciones de los equipos ozonificadores desarrollados.

### 5.3 Muestra

Una vez establecido que la muestra será de 73 kg se formularon lotes bajo la marcha, se realizaron lavados de bajo peso de acorde a la disponibilidad en planta, en todos los casos los lotes de prendas lavadas recibieron un seguimiento y tomado de tiempos para evaluar la ventaja que ofrece el procedimiento propuesto. Al finalizar el lavado de prendas se realizó la evaluación subjetiva en cuanto a calidad de lavado con apoyo del personal de planta, el encargado de planta que realizó la inspección evaluó los resultados de manera subjetiva, no tenía conocimiento de que prendas fueron procesadas con ozono para no predisponer su calificación, las prendas lavadas con ozono fueron agregadas a los diferentes lotes de producción en la etapa de planchado previamente marcadas.

### 5.4 Presentación de Lotes

Los lotes fueron tomados como pequeñas muestras de entre 1.4 y 2 kg de las prendas que llegaban a planta perteneciente a los clientes de la rama hospitalaria, es importante tomar en cuenta que los primeros dos lotes son prendas no pertenecientes a ningún cliente para prevenir acciones adversas, estos dos lotes están compuestos de prendas de mi pertenencia.

**CUADRO 41: PRESENTACIÓN DE LOTES PARA TRABAJO**

Número de lote	Cantidad (Kg)	Grado de suciedad
1	1,4	I
2	1,6	I
3	1,8	I
4	1,9	I
5	2	I
6	1,9	II
7	1,5	II
8	1,8	II
9	1,9	II
10	1,8	II
11	1,9	I
12	1,8	I
13	1,6	I
14	1,5	I
15	1,9	II
16	1,8	II
17	1,5	II
18	1,6	II
19	1,8	II
20	2	I
21	1,6	I
22	1,8	I
23	1,7	I
24	1,6	II
25	1,4	II
26	1,5	II
27	1,8	I
28	1,6	II
29	1,8	II
30	1,8	II
31	1,8	I
32	1,9	I
33	1,8	I
34	1,9	II
35	1,8	II
36	1,9	I
37	1,7	II
38	1,9	I
39	1,6	II
40	1,6	II
41	1,6	II
42	1,8	II

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 41 se presenta la descripción de los 42 diferentes lotes indicando además su peso y el grado de suciedad que presentan, este dato ayudará a que la evaluación cualitativa sea más correcta.

Todos los lotes presentados en el cuadro 41 fueron secados mediante secado solar.

### 5.5 Presentación de ensayos

Los lotes presentados en el cuadro 41 fueron trabajados durante el transcurrir de los días, los lavados de las diferentes prendas fueron planificados durante la mañana de cada día de trabajo.

Para realizar un correcto análisis es importante tener un punto comparativo, en este caso tomé como punto de referencia la fórmula de lavado actual, también se presenta el estimado de secado solar.

**CUADRO 42: FÓRMULA DE LAVADO (TIEMPOS)**

<b>Tiempo (minutos)</b>	5-6	21	8	8	6	120
<b>Proceso</b>	Carga de agua Caliente	Lavado	Enjuague 1	Enjuague 2	Centrifugado	Secado Solar
<b>Carga (Kg)</b>	4-7	4-7	4-7	4-7	4-7	4-7

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 42 se presenta la fórmula con la que se desarrolla actualmente los trabajos en planta, importante saber que estos tiempos no incluyen los tiempos de llenado de tanques que son variables.

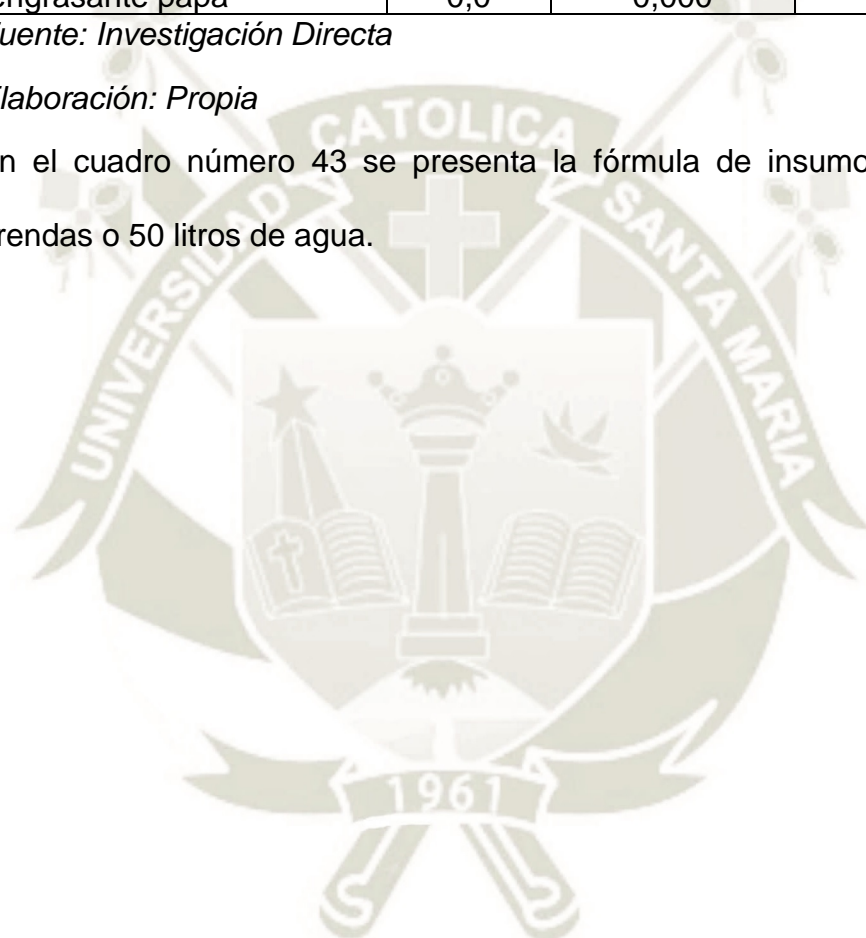
**CUADRO 43: FÓRMULA DE LAVADO(INSUMOS)**

Producto	Dosis	Kilos/Litros (Kg – Lt)	Costo (S/.)
Detergente	1,0	0,050	0,1692
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1,0	0,050	0,1186
Lejía	2,0	0,100	0,1610
Tripolifosfato - sal de sodio	0,0	0,000	-
Desengrasante papa	0,0	0,000	-

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 43 se presenta la fórmula de insumos para 5kg de prendas o 50 litros de agua.



5.5.1 Resultados de ensayos

CUADRO 44: RESULTADOS DE ENSAYOS(UNIDADES)

Tiempo de exposición del agua con equipo (Minutos)	Número de lote	Cantidad (Kg)	Grado de suciedad	Agua regular por carga (Lt)	Agua empleada por carga (Lt)	% De reducción de agua por carga	Carga de agua (Minutos)	Lavado (Minutos)	Enjuague 1 (Minutos)	Enjuague 2 (Minutos)	Centrifugado (Minutos)	Secado solar (Minutos)	Detergente (Gramos)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (Mililitros)	Lejía (Mililitros)
10	1	1,4	I	14	10,5	75,0%	0,2	15	8	8	6	86	14	14	28
10	2	1,6	I	16	12	75,0%	0,2	15	8	8	6	93	16	16	32
10	3	1,8	I	18	13,5	75,0%	0,2	15	8	8	6	85	18	18	36
10	4	1,9	I	19	14,25	75,0%	0,2	15	8	8	6	84	19	19	38
10	5	2	I	20	15	75,0%	0,2	15	8	8	6	86	20	20	40
10	6	1,9	II	19	14,25	75,0%	0,2	15	8	8	6	82	19	19	38
10	7	1,5	II	15	11,25	75,0%	0,2	15	8	8	6	91	15	15	30
10	8	1,8	II	18	13,5	75,0%	0,2	15	8	8	6	86	18	18	36
10	9	1,9	II	19	14,25	75,0%	0,2	15	8	8	6	79	19	19	38
10	10	1,8	II	18	13,5	75,0%	0,2	15	8	8	6	88	18	18	36
10	11	1,9	I	19	14,25	75,0%	0,2	15	8	8	6	80	19	19	38
10	12	1,8	I	18	13,5	75,0%	0,2	15	8	8	6	90	18	18	36
10	13	1,6	I	16	12	75,0%	0,2	15	8	8	6	83	16	16	32
10	14	1,5	I	15	11,25	75,0%	0,2	15	8	8	6	91	15	15	30
10	15	1,9	II	19	14,25	75,0%	0,2	15	8	8	6	89	19	19	38
10	16	1,8	II	18	13,5	75,0%	0,2	18	8	4	6	86	14.4	14.4	28.8
10	17	1,5	II	15	11,25	75,0%	0,2	18	8	4	6	79	12	12	24
10	18	1,6	II	16	12	75,0%	0,2	18	8	4	6	88	12.8	12.8	25.6
10	19	1,8	II	18	13,5	75,0%	0,2	18	8	0	6	85	14.4	14.4	28.8
10	20	2	I	20	15	75,0%	0,2	18	8	0	6	80	16	16	32
10	21	1,6	I	16	12	75,0%	0,2	18	8	0	6	87	12.8	12.8	25.6
7	22	1,8	I	18	13,5	75,0%	0,2	15	8	0	6	87	14.4	14.4	28.8
7	23	1,7	I	17	12,75	75,0%	0,2	15	8	0	6	89	13.6	13.6	27.2
7	24	1,6	II	16	12	75,0%	0,2	15	8	0	6	87	12.8	12.8	25.6
7	25	1,4	II	14	10,5	75,0%	0,2	15	8	0	6	90	11.2	11.2	22.4
7	26	1,5	II	15	11,25	75,0%	0,2	15	8	0	6	91	12	12	24
7	27	1,8	I	18	13,5	75,0%	0,2	15	8	0	6	80	14.4	14.4	28.8
7	28	1,6	II	16	12	75,0%	0,2	15	8	0	6	90	12.8	12.8	25.6
7	29	1,8	II	18	13,5	75,0%	0,2	15	8	0	6	84	14.4	14.4	28.8
10	30	1,8	II	18	13,5	75,0%	0,2	15	8	0	6	81	14.4	14.4	28.8
10	31	1,8	I	18	13,5	75,0%	0,2	15	8	0	6	83	14.4	14.4	28.8
10	32	1,9	I	19	14,25	75,0%	0,2	15	8	0	6	80	15.2	15.2	30.4
8	33	1,8	I	18	13,5	75,0%	0,2	18	8	0	6	85	14.4	14.4	28.8
8	34	1,9	II	19	14,25	75,0%	0,2	18	8	0	6	89	15.2	15.2	30.4
8	35	1,8	II	18	13,5	75,0%	0,2	18	8	0	6	81	14.4	14.4	28.8
8	36	1,9	I	19	14,25	75,0%	0,2	18	8	0	6	86	15.2	15.2	30.4
8	37	1,7	II	17	12,75	75,0%	0,2	18	8	0	6	80	13.6	13.6	27.2
8	38	1,9	I	19	14,25	75,0%	0,2	18	8	0	6	80	15.2	15.2	30.4
8	39	1,6	II	16	12	75,0%	0,2	18	8	0	6	84	12.8	12.8	25.6
8	40	1,6	II	16	12	75,0%	0,2	18	8	0	6	79	12.8	12.8	25.6
8	41	1,6	II	16	12	75,0%	0,2	18	8	0	6	81	12.8	12.8	25.6
8	42	1,8	II	18	13,5	75,0%	0,2	18	8	0	6	82	14.4	14.4	28.8

Elaboración: Propia

**CUADRO 45: RESULTADOS DE ENSAYOS(PORCENTAJE)**

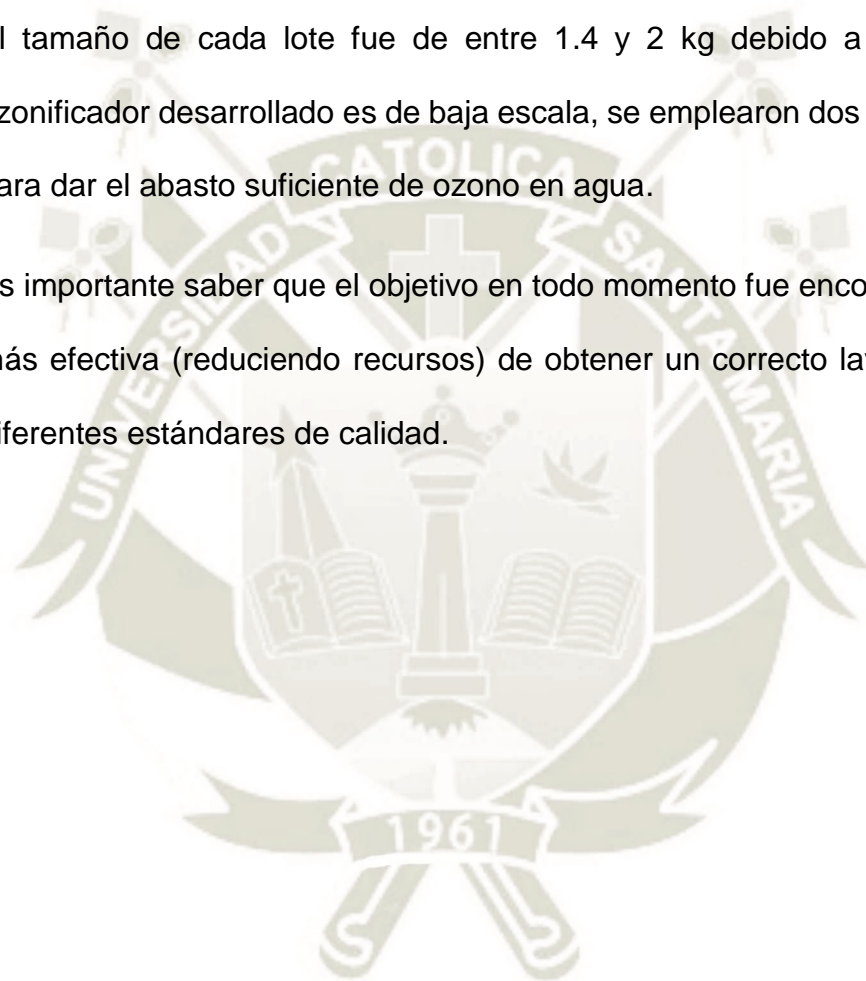
Tiempo de exposición del agua con equipo (Minutos)	Número de lote	Cantidad (Kg)	Grado de suciedad	Agua regular por carga (Lt)	Agua empleada por carga (Lt)	% de reducción de agua por carga	Carga de agua	Lavado	Enjuague 1	Enjuague 2	Centrifugado	Secado solar	Detergente	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Lejía
10	1	1,4	I	14	10,5	75,0%	4%	71%	100%	100%	100%	72%	100%	100%	100%
10	2	1,6	I	16	12	75,0%	4%	71%	100%	100%	100%	78%	100%	100%	100%
10	3	1,8	I	18	13,5	75,0%	4%	71%	100%	100%	100%	71%	100%	100%	100%
10	4	1,9	I	19	14,25	75,0%	4%	71%	100%	100%	100%	70%	100%	100%	100%
10	5	2	I	20	15	75,0%	4%	71%	100%	100%	100%	72%	100%	100%	100%
10	6	1,9	II	19	14,25	75,0%	4%	71%	100%	100%	100%	68%	100%	100%	100%
10	7	1,5	II	15	11,25	75,0%	4%	71%	100%	100%	100%	76%	100%	100%	100%
10	8	1,8	II	18	13,5	75,0%	4%	71%	100%	100%	100%	72%	100%	100%	100%
10	9	1,9	II	19	14,25	75,0%	4%	71%	100%	100%	100%	66%	100%	100%	100%
10	10	1,8	II	18	13,5	75,0%	4%	71%	100%	100%	100%	73%	100%	100%	100%
10	11	1,9	I	19	14,25	75,0%	4%	71%	100%	100%	100%	67%	100%	100%	100%
10	12	1,8	I	18	13,5	75,0%	4%	71%	100%	100%	100%	75%	100%	100%	100%
10	13	1,6	I	16	12	75,0%	4%	71%	100%	100%	100%	69%	100%	100%	100%
10	14	1,5	I	15	11,25	75,0%	4%	71%	100%	100%	100%	76%	100%	100%	100%
10	15	1,9	II	19	14,25	75,0%	4%	71%	100%	100%	100%	74%	100%	100%	100%
10	16	1,8	II	18	13,5	75,0%	4%	86%	100%	50%	100%	72%	80%	80%	80%
10	17	1,5	II	15	11,25	75,0%	4%	86%	100%	50%	100%	66%	80%	80%	80%
10	18	1,6	II	16	12	75,0%	4%	86%	100%	50%	100%	73%	80%	80%	80%
10	19	1,8	II	18	13,5	75,0%	4%	86%	100%	0%	100%	71%	80%	80%	80%
10	20	2	I	20	15	75,0%	4%	86%	100%	0%	100%	67%	80%	80%	80%
10	21	1,6	I	16	12	75,0%	4%	86%	100%	0%	100%	73%	80%	80%	80%
7	22	1,8	I	18	13,5	75,0%	4%	71%	100%	0%	100%	73%	80%	80%	80%
7	23	1,7	I	17	12,75	75,0%	4%	71%	100%	0%	100%	74%	80%	80%	80%
7	24	1,6	II	16	12	75,0%	4%	71%	100%	0%	100%	73%	80%	80%	80%
7	25	1,4	II	14	10,5	75,0%	4%	71%	100%	0%	100%	75%	80%	80%	80%
7	26	1,5	II	15	11,25	75,0%	4%	71%	100%	0%	100%	76%	80%	80%	80%
7	27	1,8	I	18	13,5	75,0%	4%	71%	100%	0%	100%	67%	80%	80%	80%
7	28	1,6	II	16	12	75,0%	4%	71%	100%	0%	100%	75%	80%	80%	80%
7	29	1,8	II	18	13,5	75,0%	4%	71%	100%	0%	100%	70%	80%	80%	80%
10	30	1,8	II	18	13,5	75,0%	4%	71%	100%	0%	100%	68%	80%	80%	80%
10	31	1,8	I	18	13,5	75,0%	4%	71%	100%	0%	100%	69%	80%	80%	80%
10	32	1,9	I	19	14,25	75,0%	4%	71%	100%	0%	100%	67%	80%	80%	80%
8	33	1,8	I	18	13,5	75,0%	4%	86%	100%	0%	100%	71%	80%	80%	80%
8	34	1,9	II	19	14,25	75,0%	4%	86%	100%	0%	100%	74%	80%	80%	80%
8	35	1,8	II	18	13,5	75,0%	4%	86%	100%	0%	100%	68%	80%	80%	80%
8	36	1,9	I	19	14,25	75,0%	4%	86%	100%	0%	100%	72%	80%	80%	80%
8	37	1,7	II	17	12,75	75,0%	4%	86%	100%	0%	100%	67%	80%	80%	80%
8	38	1,9	I	19	14,25	75,0%	4%	86%	100%	0%	100%	67%	80%	80%	80%
8	39	1,6	II	16	12	75,0%	4%	86%	100%	0%	100%	70%	80%	80%	80%
8	40	1,6	II	16	12	75,0%	4%	86%	100%	0%	100%	66%	80%	80%	80%
8	41	1,6	II	16	12	75,0%	4%	86%	100%	0%	100%	68%	80%	80%	80%
8	42	1,8	II	18	13,5	75,0%	4%	86%	100%	0%	100%	68%	80%	80%	80%

Elaboración: Propia

En los cuadros 44 y 45 se presentan los 42 ensayos realizados para poder cumplir con la muestra resultante del cálculo de tamaño de muestra que demanda 73 Kg, en el cuadro 44 se presentan los resultados de los ensayos y en el cuadro 45 se presentan los resultados representados de manera porcentual con relación a la fórmula actual.

El tamaño de cada lote fue de entre 1.4 y 2 kg debido a que el equipo ozonificador desarrollado es de baja escala, se emplearon dos ozonificadores para dar el abasto suficiente de ozono en agua.

Es importante saber que el objetivo en todo momento fue encontrar la manera más efectiva (reduciendo recursos) de obtener un correcto lavado según los diferentes estándares de calidad.



**CUADRO 46: PRESENTACIÓN DE EVALUACIÓN SUBJETIVA DE LAVADOS**

Número de lote	Reproceso	Calidad de lavado	Preservación del color	Rigidez	Evaluación cualitativa
1	No	8	8,5	8	24,5
2	No	8	8,5	8	24,5
3	No	8	8,5	7	23,5
4	No	9	8,5	8	25,5
5	No	9	9	8	26
6	No	9	9	8	26
7	No	8	8,5	7	23,5
8	No	9	8,5	8	25,5
9	No	8	9	7	24
10	No	9	8,5	8	25,5
11	No	8	9	8	25
12	No	9	8,5	8	25,5
13	No	9	9	8	26
14	No	8	8,5	7	23,5
15	No	8	9	8	25
16	No	8	8,5	7	23,5
17	No	8	9	8	25
18	No	8	9	7	24
19	No	8	9	8	25
20	No	7	9	8	24
21	No	7	8,5	8	23,5
22	Si	6	8	7	21
23	Si	6	8	7	21
24	Si	6	8	8	22
25	Si	5	8	6	19
26	Si	5	8	8	21
27	Si	6	8	7	21
28	Si	6	8	7	21
29	Si	6	8,5	7	21,5
30	No	7	9	7	23
31	No	7	8	7	22
32	No	7	8	7	22
33	No	8	9	8	25
34	No	8	8	8	24
35	No	8	8	7	23
36	No	8	8	8	24
37	No	8	9	7	24
38	No	9	8,5	8	25,5
39	No	9	8,5	8	25,5
40	No	8	9	8	25
41	No	9	8,5	8	25,5
42	No	9	9	7	25

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 46 se presenta la calificación cualitativa, esta fue realizada por el encargado de planta quien cuenta con 3 años de experiencia en el rubro .

### 5.5.1.1 Llenado + calentamiento

Los procedimientos de llenado del tanque y calentamiento de agua normalmente se realizaban uno tras otro, la principal mejora al proceso es que el agua no necesita de calentamiento para poder otorgar buenos resultados de lavado, en este caso no se procedió a realizar un calentamiento del agua, se trabajó con el agua a temperatura ambiente con temperaturas de entre 19 -25 °C.

### 5.5.1.2 Lavado

El procedimiento de lavado según la fórmula actual debe emplear 21 minutos para los diferentes trabajos en las lavadoras de ese tamaño, en este caso con el objetivo de optimizar este tiempo en un primer momento se procedió a reducir el tiempo de lavado hasta los 15 minutos, con este tiempo de lavado los resultados fueron aceptables y la calidad no se vio comprometida.

Luego cuando se procedió a modificar la variable de consumo de insumos de limpieza (al reducirlo un 20% que era el objetivo) la calidad no se comprometió, al encontrar estabilidad en los resultados siendo todos positivos desde el lavado 22 se llevó al extremo las variables reduciendo el tiempo de exposición con el ozono y la programación de lavado, en este punto si se necesitaron reprocesos para las prendas.

Al final se realizó el ajuste al tiempo de lavado concluyendo con 18 minutos de procesado, en este punto se actuó de acuerdo con el objetivo, la empresa de momento no necesita una mayor capacidad de producción si no un ahorro en sus costos fijos o variables.

**CUADRO 47: RESULTADOS DE OPERACIÓN DE LAVADO EN ENSAYOS**

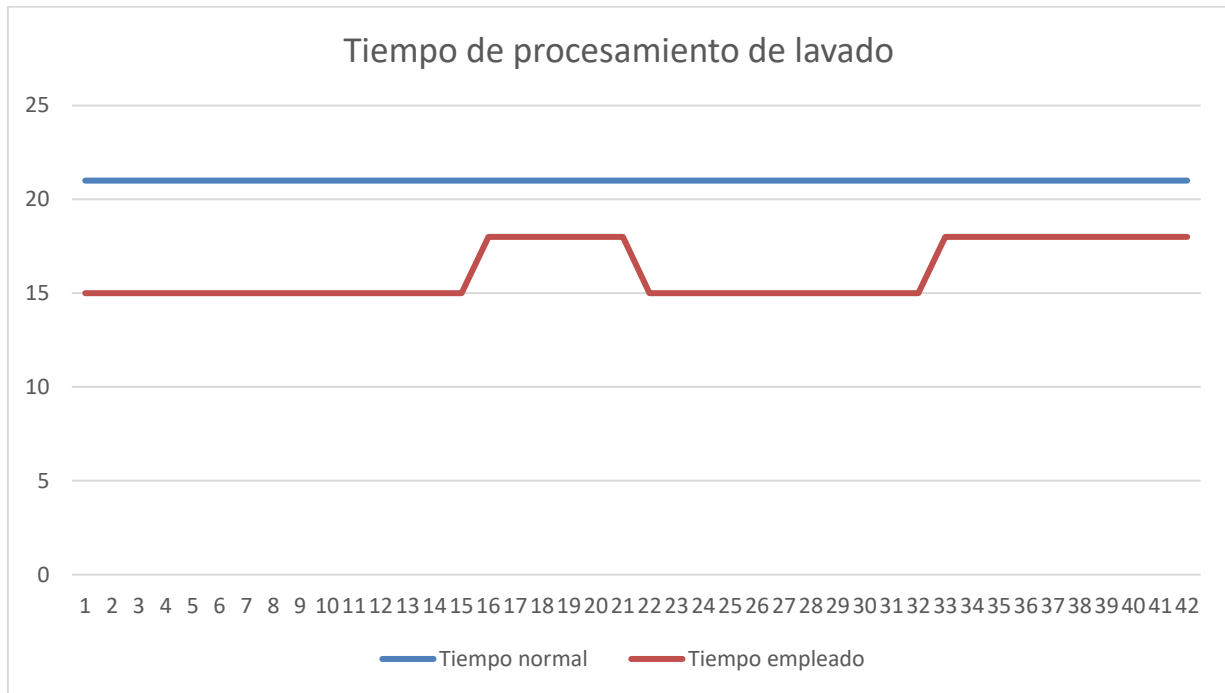
Número de lote	Tiempo normal	Lavado	Reproceso	Evaluación cualitativa (Max 30)
1	21	15	No	24,5
2	21	15	No	24,5
3	21	15	No	23,5
4	21	15	No	25,5
5	21	15	No	26
6	21	15	No	26
7	21	15	No	23,5
8	21	15	No	25,5
9	21	15	No	24
10	21	15	No	25,5
11	21	15	No	25
12	21	15	No	25,5
13	21	15	No	26
14	21	15	No	23,5
15	21	15	No	25
16	21	18	No	23,5
17	21	18	No	25
18	21	18	No	24
19	21	18	No	25
20	21	18	No	24
21	21	18	No	23,5
22	21	15	Si	21
23	21	15	Si	21
24	21	15	Si	22
25	21	15	Si	19
26	21	15	Si	21
27	21	15	Si	21
28	21	15	Si	21
29	21	15	Si	21,5
30	21	15	No	23
31	21	15	No	22
32	21	15	No	22
33	21	18	No	25
34	21	18	No	24
35	21	18	No	23
36	21	18	No	24
37	21	18	No	24
38	21	18	No	25,5
39	21	18	No	25,5
40	21	18	No	25
41	21	18	No	25,5
42	21	18	No	25

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 47 se encuentran los resultados de los 42 ensayos realizados mostrando al final la reducción de tiempos en lavado logrado al finalizar los lavados

**GRÁFICO 7: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS DE OPERACIÓN DE LAVADO EN LOS ENSAYOS**



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el gráfico número 7 se muestra de manera gráfica los resultados finales de los ensayos, se logró reducir en 3 minutos el tiempo de la operación lo que significa un ahorro del 14.3% en tiempo de operación.

### 5.5.1.3 Enjuague 1 y Enjuague 2

En el proceso se realizan dos enjuagues, normalmente cada enjuague toma 8 minutos, como se podrá apreciar en los resultados se logró evitar la necesidad de realizar un segundo enjuague a partir de la reducción del consumo de insumos.

**CUADRO 48: RESULTADOS DE OPERACIÓN DE ENJUAGUE EN ENSAYOS**

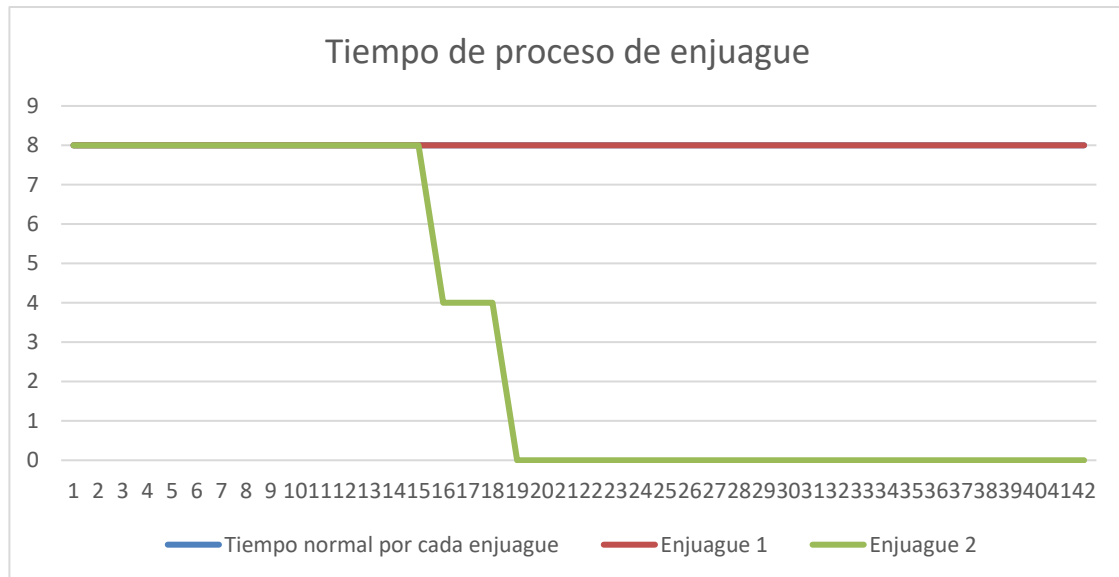
Número de lote	Tiempo normal por cada enjuague	Enjuague 1	Enjuague 2	Reproceso	Evaluación cualitativa (Max 30)
1	8	8	8	No	24,5
2	8	8	8	No	24,5
3	8	8	8	No	23,5
4	8	8	8	No	25,5
5	8	8	8	No	26
6	8	8	8	No	26
7	8	8	8	No	23,5
8	8	8	8	No	25,5
9	8	8	8	No	24
10	8	8	8	No	25,5
11	8	8	8	No	25
12	8	8	8	No	25,5
13	8	8	8	No	26
14	8	8	8	No	23,5
15	8	8	8	No	25
16	8	8	4	No	23,5
17	8	8	4	No	25
18	8	8	4	No	24
19	8	8	0	No	25
20	8	8	0	No	24
21	8	8	0	No	23,5
22	8	8	0	Si	21
23	8	8	0	Si	21
24	8	8	0	Si	22
25	8	8	0	Si	19
26	8	8	0	Si	21
27	8	8	0	Si	21
28	8	8	0	Si	21
29	8	8	0	Si	21,5
30	8	8	0	No	23
31	8	8	0	No	22
32	8	8	0	No	22
33	8	8	0	No	25
34	8	8	0	No	24
35	8	8	0	No	23
36	8	8	0	No	24
37	8	8	0	No	24
38	8	8	0	No	25,5
39	8	8	0	No	25,5
40	8	8	0	No	25
41	8	8	0	No	25,5
42	8	8	0	No	25

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 48 se encuentran los resultados de los 42 ensayos realizados mostrando al final la reducción de tiempos en enjuague logrado.

**GRÁFICO 8: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS DE OPERACIONES DE ENJUAGUE EN LOS ENSAYOS**



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el gráfico número 8 se muestra de manera gráfica el resultado final de los ensayos, se logró reducir en su totalidad la operación del enjuague 2 lo que significa un ahorro del 50% en tiempo de enjuague.

#### 5.5.1.4 Centrifugado

El centrifugado tiene tiempo de procesamiento por fórmula de 6 minutos, no se obtuvo alguna mejora al tiempo de procesamiento, se considera que esta operación no debería ser manipulada, de ella depende el correcto secado.

#### 5.5.1.5 Secado solar

Todas las prendas de los diferentes lotes trabajados fueron prendas de secado solar. El ozono expande las fibras de los diferentes tejidos otorgándoles la facilidad de que el sol evapore con mayor facilidad su humedad.

**CUADRO 49: RESULTADOS DE SECADO SOLAR EN ENSAYOS**

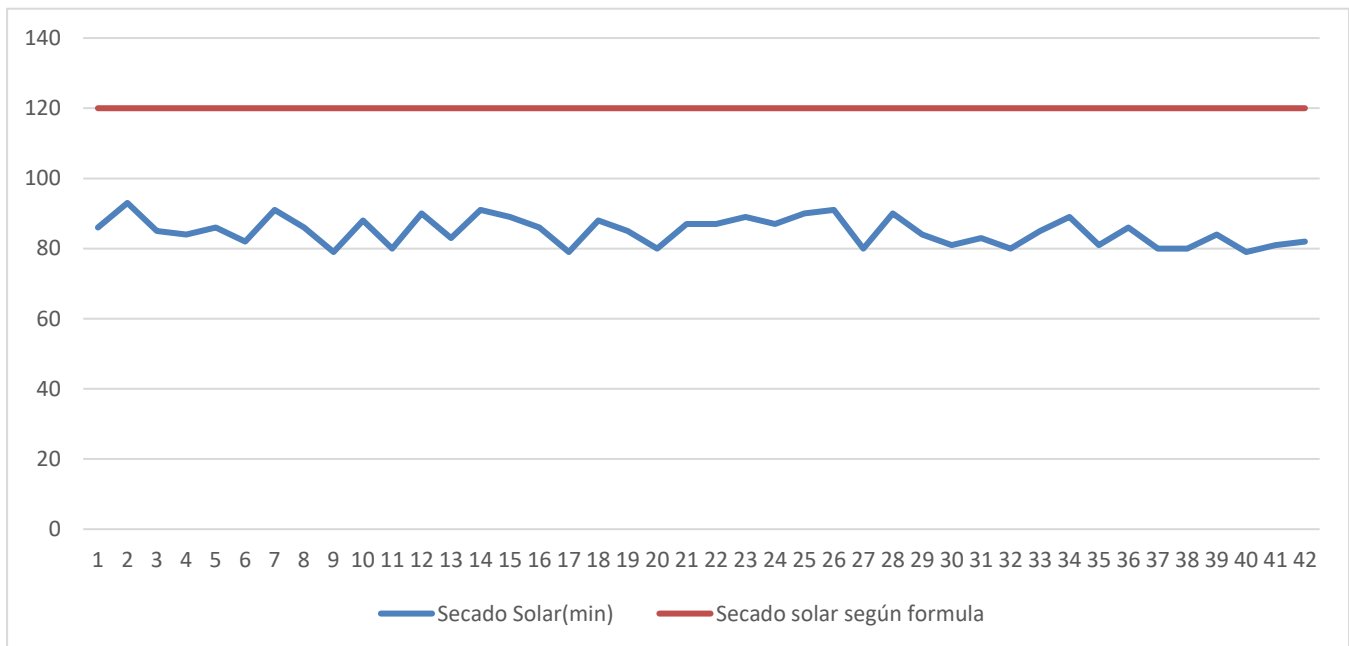
Número de lote	Secado solar(Min)	Reproceso	Evaluación cualitativa (Max 30)
1	86	No	24,5
2	93	No	24,5
3	85	No	23,5
4	84	No	25,5
5	86	No	26
6	82	No	26
7	91	No	23,5
8	86	No	25,5
9	79	No	24
10	88	No	25,5
11	80	No	25
12	90	No	25,5
13	83	No	26
14	91	No	23,5
15	89	No	25
16	86	No	23,5
17	79	No	25
18	88	No	24
19	85	No	25
20	80	No	24
21	87	No	23,5
22	87	Si	21
23	89	Si	21
24	87	Si	22
25	90	Si	19
26	91	Si	21
27	80	Si	21
28	90	Si	21
29	84	Si	21,5
30	81	No	23
31	83	No	22
32	80	No	22
33	85	No	25
34	89	No	24
35	81	No	23
36	86	No	24
37	80	No	24
38	80	No	25,5
39	84	No	25,5
40	79	No	25
41	81	No	25,5
42	82	No	25

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 49 se encuentran los resultados de los 42 ensayos realizados mostrando al final la reducción de tiempos en secado solar logrado al finalizar los lavados

**GRÁFICO 9: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE SECADO SOLAR EN ENSAYOS**



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el gráfico número 9 se muestra de manera gráfica los tiempos de secado.

### 5.5.1.6 Insumos

Según fórmula en detergente y peróxido de hidrogeno se emplea 10 gramos por cada Kg de ropa mientras que en lejía se usa el doble, en , en los ensayos después del lavado número 15 se procedió a reducir el consumo en un 20% luego de probado que el ozono puede reemplazar la temperatura. La lejía debe ser sustituida por el ozono una vez que se compren equipos industriales y se instalen. La lejía daña las prendas y daña al medio ambiente..

**CUADRO 50: REGISTRO DE CONSUMO DE INSUMOS EN LA REALIZACIÓN DE  
LOS ENSAYOS**

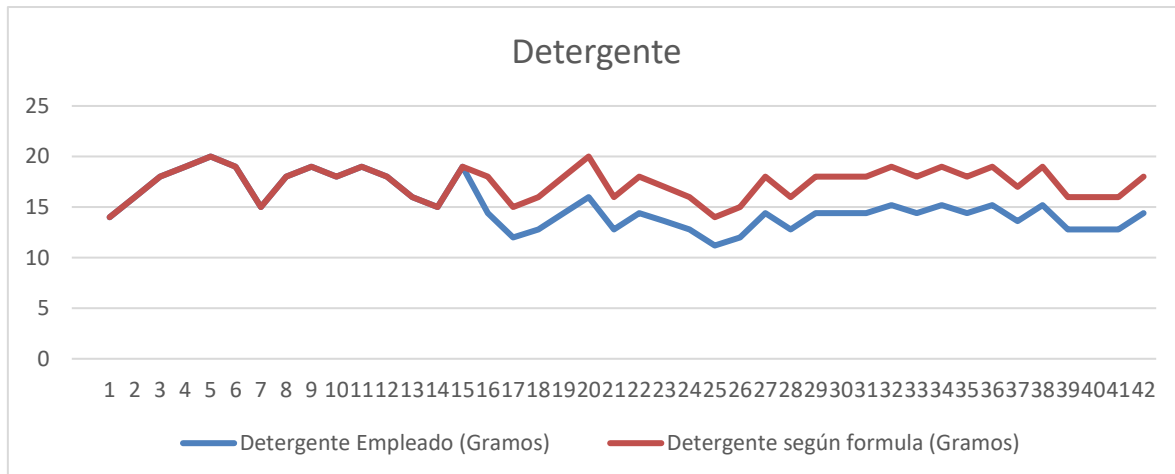
Número de lote	Detergente (Gramos)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (Mililitros)	Lejía (Mililitros)
1	14	14	28
2	16	16	32
3	18	18	36
4	19	19	38
5	20	20	40
6	19	19	38
7	15	15	30
8	18	18	36
9	19	19	38
10	18	18	36
11	19	19	38
12	18	18	36
13	16	16	32
14	15	15	30
15	19	19	38
16	14.4	14.4	28.8
17	12	12	24
18	12.8	12.8	25.6
19	14.4	14.4	28.8
20	16	16	32
21	12.8	12.8	25.6
22	14.4	14.4	28.8
23	13.6	13.6	27.2
24	12.8	12.8	25.6
25	11.2	11.2	22.4
26	12	12	24
27	14.4	14.4	28.8
28	12.8	12.8	25.6
29	14.4	14.4	28.8
30	14.4	14.4	28.8
31	14.4	14.4	28.8
32	15.2	15.2	30.4
33	14.4	14.4	28.8
34	15.2	15.2	30.4
35	14.4	14.4	28.8
36	15.2	15.2	30.4
37	13.6	13.6	27.2
38	15.2	15.2	30.4
39	12.8	12.8	25.6
40	12.8	12.8	25.6
41	12.8	12.8	25.6
42	14.4	14.4	28.8

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 50 se encuentran los resultados de los 42 ensayos realizados mostrando al final la reducción de consumo de insumos de lavado.

**GRÁFICO 10: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE CONSUMO DE INSUMOS EN LOS ENSAYOS – DETERGENTE**

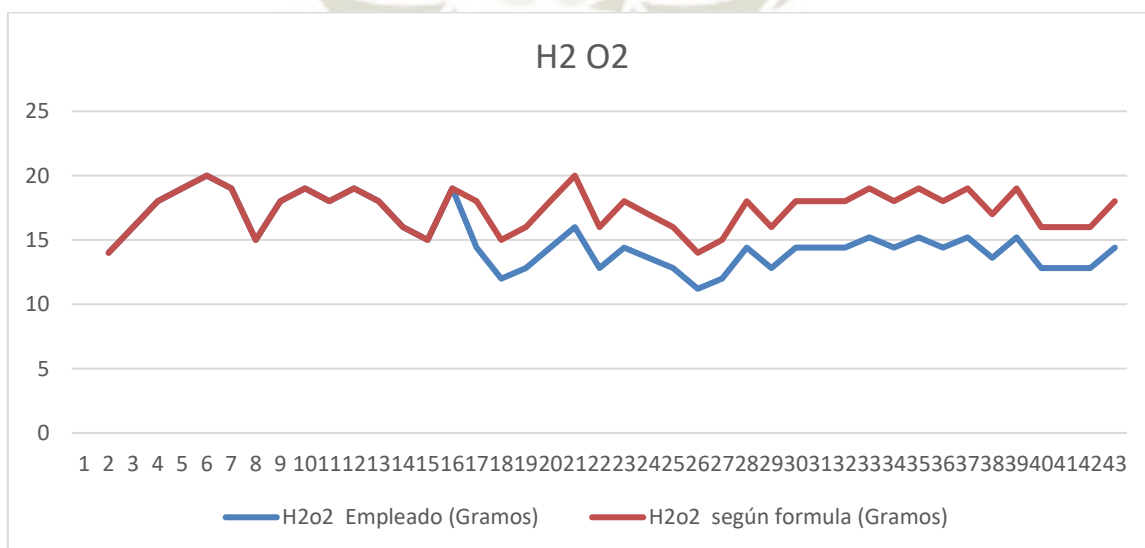


*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el gráfico número 10 se muestra de manera gráfica la reducción de consumo de detergente con el empleo de ozono en el proceso.

**GRÁFICO 11: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE CONSUMO DE INSUMOS EN LOS ENSAYOS - AGUA OXIGENADA**

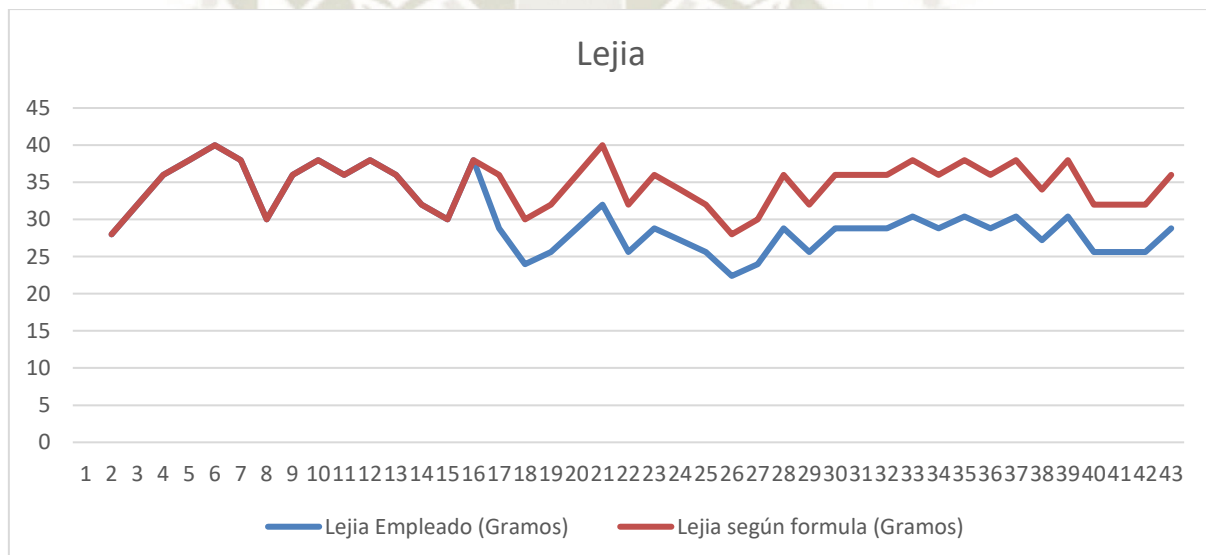


*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el gráfico número 11 se muestra de manera gráfica la reducción de consumo de agua oxigenada con el empleo de ozono en el proceso. Es muy importante saber que en la investigación primaria se pudo aprender que el peróxido de hidrogeno(Agua oxigenada) tiene la propiedad de romper el enlace del ozono, por eso el agua oxigenada fue adicionada a la mitad de la operación de lavado, con la investigación primaria también se aprendió que el ozono solo necesita de segundos para su acción por lo que no existirá conflicto.

**GRÁFICO 12: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE CONSUMO DE INSUMOS EN LOS ENSAYOS - LEJIA**



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el gráfico número 12 se muestra de manera gráfica la reducción de consumo de lejía con el empleo de ozono en el proceso

Es muy importante saber que el ozono debe en un punto de la instalación reemplazar la lejía por ser perjudicial para el medio ambiente, perjudicial para la salud pública y además que también daña las prendas, en los hospitales de la ciudad se emplean cantidades extremas de lejía; 20 litros al 70% de concentración para lavar 50 Kg de prendas según se pudo investigar.

### 5.5.2 Reporte fotográfico

#### ILUSTRACIÓN 41: GENERADORES DE VOLTAJE



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

#### ILUSTRACIÓN 42: REACTORES PARA GENERACIÓN



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

### ILUSTRACIÓN 43: OZONIZACIÓN DE AGUA



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

#### ILUSTRACIÓN 44: TIPOS DE PRENDAS LAVADAS EN SU MAYORÍA



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

### ILUSTRACIÓN 45: IMAGENES DE ALGUNOS LAVADOS



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

**ILUSTRACIÓN 46: PRENDAS SECANDO LUEGO DE LAVADO**



*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

### 5.5.3 Valorización técnica de las mejoras

Ahora se realizará el análisis de mejora del proceso, para ello citaré los tiempos de procesamiento por fórmula y se hará el cruce de información con los resultados obtenidos de los ensayos.

**CUADRO 51: REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE OPERACIÓN DE LOS DIFERENTES PROCESOS RESULTANTE DE ENSAYOS**

Proceso	Lavado (minutos)	Enjuague 1 (minutos)	Enjuague 2 (minutos)	Centrifugado (minutos)	Secado solar (minutos)
Tiempo Según fórmula	21	8	8	6	120
Resultados de ensayos	18	8	0	6	85
Ahorro de tiempo	3	0	8	0	11
Diferencia porcentual	85,7%	100%	0,0%	100,0%	70,8%

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 51 se muestran los siguientes resultados.

- El tiempo de operación de lavado se logra reducir en un 14.3%.
- El segundo enjuague no será necesario para obtener lavado con resultados con la calidad, por ello los tiempos se reducen en un 100%
- El procedimiento de Centrifugado no fue manipulado
- El secado solar redujo su tiempo en un 29.2%.
- Dejando de lado el secado solar, el tiempo de proceso de lavado se reduce en un 25.5%
- El consumo de gas natural para calentamiento de agua se redujo un 100%.

**CUADRO 52: MEJORA EN LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN**

Número de lavadoras	Lavados máximos por día	Lavados adicionales por día	Carga máxima registrada (Kg)	Máxima capacidad de producción sin mejora (Kg)	Máxima capacidad de producción con mejora. (Kg)
Lavadora I	7	1	41,5	290.5	332
Lavadora II	6	1	73,6	441.6	515.2
<b>Total</b>				732.1	848.2

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro 52 se puede visualizar que la capacidad de producción diaria aumentará en un 16%, en unidades aumentará mensualmente en 2902.5 kilogramos y en un año 34830 kilogramos.

Ahora es turno de realizar el análisis a los insumos

**CUADRO 53: REDUCCIÓN DE CONSUMO DE INSUMOS DURANTE LOS ENSAYOS**

Proceso	Detergente (gramos)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (gramos)	Lejía (gramos)
Consumo planificado Ensayo 42	18	18	36
Consumo empleado Ensayo 42	14.4	14.4	28.8
Diferencia porcentual	80,0%	80,0%	80,0%

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 53 se muestran los siguientes resultados.

- El consumo de detergente se reduce en un 20%
- El consumo de Agua oxigenada se reduce en un 20%
- El consumo de Lejía se reduce en un 20%

**CUADRO 54: AHORRO ECONÓMICO POR KILOGRAMO DE PRENDAS PROCESADO**

Mes	Producción (Kg)	Costo total mensual actual (S/.)	Costo por kilogramo procesado (S/. /Kg)	Costo total mensual empleando ozono (S/.)	Costo por kilogramo procesado empleando ozono (S/. /Kg)	Ahorro en costo por kilogramo procesado empleando ozono (S/. /Kg)
<b>Enero</b>	13940,3	27938,64	2,00	23724,64	1,70	0,30
<b>Febrero</b>	9885,94	25790,95	2,61	22240,95	2,25	0,36
<b>Marzo</b>	11059,21	26382,6	2,39	22756,6	2,06	0,33
<b>Abril</b>	11871,99	27498,68	2,32	23259,68	1,96	0,36
<b>Mayo</b>	10395,93	26506,56	2,55	22550,56	2,17	0,38
<b>Junio</b>	9940,52	25579,81	2,57	22071,81	2,22	0,35
<b>Julio</b>	10698,7	26445,48	2,47	22870,48	2,14	0,33

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro 54 se puede visualizar que el emplear ozono en el proceso de lavado significará un ahorro de en promedio S/. 0.3 soles por kilogramo procesado. Para el cálculo se utilizó la data de producción y costos resultante del levantamiento de datos y el ahorro mensual resultante del empleo de ozono en el proceso.

## CAPITULO VI

### SELECCIÓN DE EQUIPOS OZONIFICADORES PARA EL PROYECTO.

#### 6. Selección de equipo

Una vez realizados y establecidos los requerimientos de ozono determiné cuál de los equipos ofrecidos por los proveedores cumple con las especificaciones técnicas para satisfacer la demanda del sistema, según la demanda se necesitan de 6.9 gramos por hora para satisfacer los requerimientos del sistema.

A continuación se presentarán los equipos ozonificadores y su calificación sobre si cumple o no con la demanda

**CUADRO 55: SELECCIÓN DE EQUIPO PARA SISTEMA**

Equipo	Modelo	Proveedor	Cumple con la demanda
1	Modelo 1 – 25gr/h	Proveedor 1	SI
2	Modelo 2– 12gr/h	Proveedor 1	SI
3	Modelo 3 – 7gr/h	Proveedor 2	NO
4	Modelo 4 – 12gr/h	Proveedor 3	SI
5	Modelo 5 – 9gr/h	Proveedor 4	SI

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 55 se muestra la selección de equipo para el sistema de acuerdo con la demanda de ozono

Si bien el modelo número 3 está dentro de la capacidad de trabajo, solo lograría satisfacer la demanda del sistema si es que se le exige al máximo, el comentario del proveedor fue que si se desea trabajar al máximo de capacidad es probable que se requiera de una mayor cantidad de mantenimientos para evitar fallas, el proveedor también aconsejó la compra de dos equipos, en total otorgaría una capacidad de 14 gr y otorgaría proyección a crecimiento de planta a futuro.

Ahora para poder seleccionar el equipo con el que se trabajará se realizó una evaluación técnica considerando los mantenimientos, lugar de procedencia, entre otros. A continuación se presenta información importante para evaluación

- Modelo 1
  - Procedencia: España
  - Mantenimiento eléctrico y de tuberías (alimentación y administración)
  - Mantenimiento semestral
  - Garantía por defectos de fábrica de 1 año
  - Instalación realizada con supervisión e indicaciones del proveedor por videollamada
  - Realizado en acero inoxidable y tanque de acero inoxidable
- Modelo 2
  - Procedencia: España
  - Mantenimiento eléctrico y de tuberías (alimentación y administración)
  - Mantenimiento semestral
  - Garantía por defectos de fábrica de 1 año
  - Instalación realizada con supervisión e indicaciones del proveedor por videollamada

- Realizado en acero inoxidable y tanque de acero inoxidable
- Modelo 3
  - Procedencia: España
  - Mantenimiento eléctrico y reemplazo de piezas
  - Mantenimiento anual
  - Garantía por defectos de fábrica de 1 año
  - Instalación realizada con supervisión e indicaciones del proveedor por videollamada
  - Realizado en acero y tanque de acero inoxidable
- Modelo 4
  - Procedencia: España
  - Mantenimiento eléctrico y reemplazo de piezas
  - Mantenimiento anual
  - Garantía por defectos de fábrica de 1 año
  - Instalación realizada con supervisión e indicaciones del proveedor por videollamada
  - Realizado en acero inoxidable y tanque de acero inoxidable
- Modelo 5
  - Procedencia: Perú
  - Mantenimiento eléctrico y reemplazo de piezas
  - Mantenimiento anual
  - Garantía por defectos de fábrica de 1 año
  - Instalación realizada por el proveedor
  - Realizado en acero inoxidable, tanque de plástico.

**CUADRO 56: SELECCIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS OZONIFICADORES**

Equipo	Modelo	Cercanía de procedencia	Facilidad de mantenimiento	Periodicidad de mantenimiento	Garantía	Facilidades para instalación	Calidad del equipo	Total
1	Modelo 1 – 25gr/h	2	3	3	4	3	4	19
2	Modelo 2– 12gr/h	2	3	3	4	3	4	19
3	Modelo 3 – 7gr/h	2	4	4	4	3	3	20
4	Modelo 4 – 12gr/h	2	4	4	4	3	4	21
5	Modelo 5 – 9gr/h	5	4	4	4	4	3	24

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 56 se muestra cual es el equipo que presenta la mayor ventaja técnica, el modelo número 5 pertenece a un proveedor peruano, por lo que se facilita la adquisición del equipo, compra de repuestos y velocidad de respuesta en caso de inconvenientes.

**CUADRO 57: SELECCIÓN ECONÓMICA DE LOS OZONIFICADORES**

<b>Modelo</b>	<b>Costo de oferta</b>	<b>Costo en dólares</b>	<b>FOB</b>	<b>Flete</b>	<b>Seguro</b>	<b>IGV</b>	<b>Percepción</b>	<b>Agente aduanero</b>	<b>Costo total</b>
Modelo 1 – 25gr/h	4.310,00 €	\$ 4.999,60	\$4.999,60	\$606,50	\$ 55,00	\$1.019,00	\$ 668,01	\$ 452,89	\$7.801,00
Modelo 2– 12gr/h	3.560,00 €	\$ 4.129,60	\$4.129,60	\$606,50	\$ 45,42	\$ 860,67	\$ 564,22	\$ 382,52	\$6.588,93
Modelo 3 – 7gr/h	4.447,72 €	\$ 5.159,36	\$5.159,36	\$606,50	\$ 56,75	\$1.048,07	\$ 687,07	\$ 465,81	\$8.023,55
Modelo 4 – 12gr/h	3.710,00 €	\$ 4.303,60	\$4.303,60	\$606,50	\$ 47,33	\$ 892,34	\$ 584,98	\$ 396,59	\$6.831,34
Modelo 5 – 9gr/h	\$ 4.990,00	\$ 4.990,00	\$4.990,00	\$249,50		\$ 943,11			\$6.182,61

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro 57 se muestra que el precio ofertado por el equipo modelo 5 es mayor que los modelos 1, 2 y 4, sin embargo el costo después de importación e impuestos es menor, con ello se tiene la certeza de que se seleccionará el equipo número 5.

## ILUSTRACIÓN 47: OZONIFICADOR MODELO 5



*Fuente: Proveedor 4*

### 6.1 Requerimientos para puesta en marcha

El proveedor se compromete a realizar la instalación del equipo, para cual solicita tan solo conexión de corriente con un voltaje de 220v, un tanque de 5000 litros de almacenamiento y un compresor de aire para acelerar el llenado.

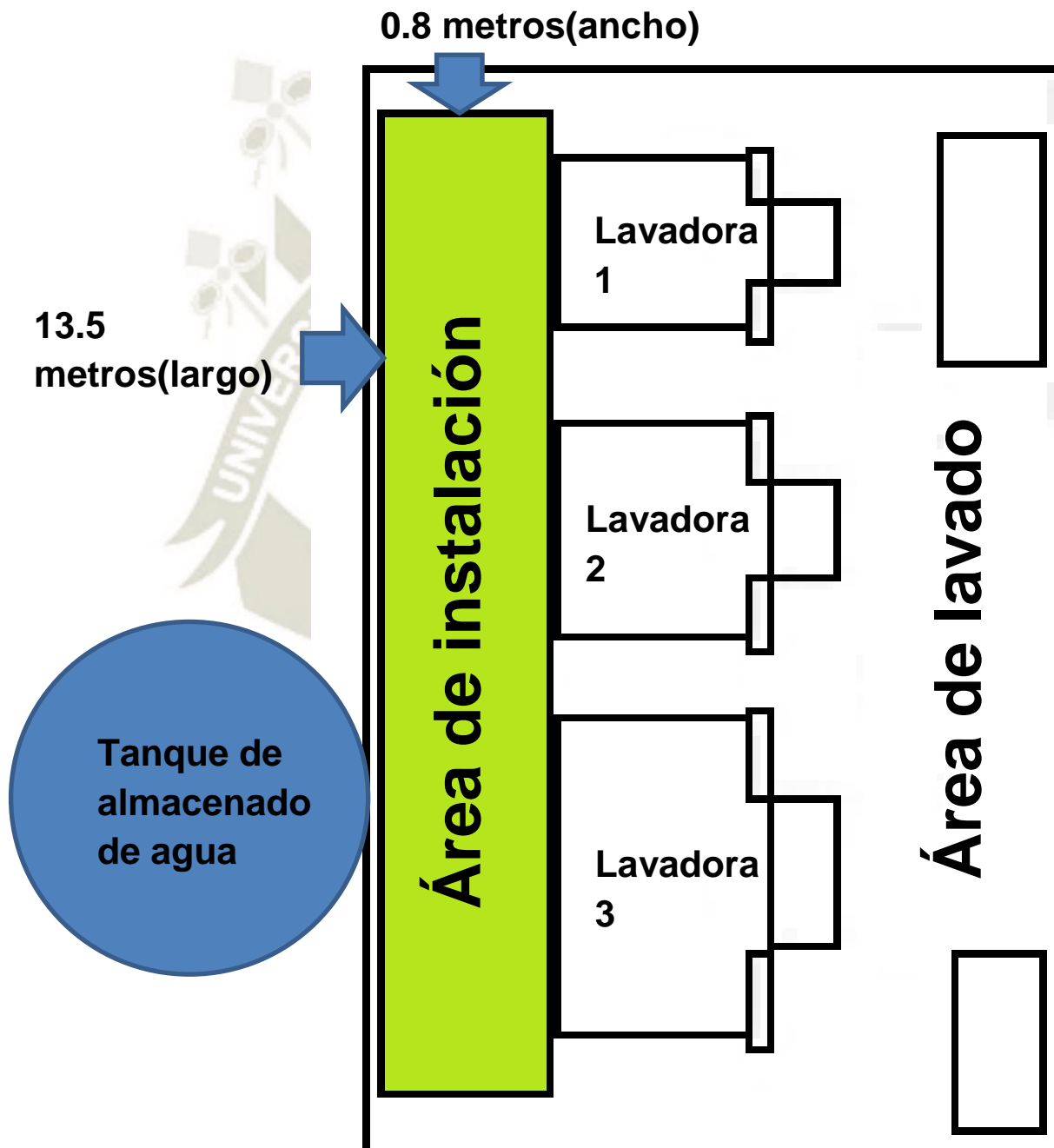
#### 6.1.1 Instalación

El proveedor realizará la instalación, el precio del equipo incluye los servicios de instalación sin considerar el traslado del personal, costo que deberá cubrirlo la empresa.

### 6.1.2 Requerimiento de espacio

A continuación se presentará el Lay out de la empresa donde se podrá visualizar el área determinada para la instalación de los equipos.

ILUSTRACIÓN 48: ÁREA DISPONIBLE PARA LA INSTALACIÓN



Fuente: Investigación Directa

Se cuenta con un total de 10.8mt<sup>2</sup> disponibles para la instalación, el ancho disponible para los equipos es de 0.8 mts, considerando que el ancho de los equipos tiene un máximo de 0.5 mts, además de que el tanque de agua que se necesita estará colocado al exterior del del área de lavado. El cálculo según método de GUERCHET esta como Anexo 10.

#### ILUSTRACIÓN 49: TANQUE DE AGUA PARA ALMACENADO DE AGUA OZONIZADA



*Fuente: Sodimac*

El tanque de agua de 5000 litros se mantendrá con 4000 litros de agua constantemente ozonizada a una concentración de 2gr por cada 1000 litros, la concentración se mantendrá gracias a un sensor redox el cual comandará generar ozono y dejar de generar ozono para mezclarlo en agua. El proveedor del equipo ozonificador indico que a este tanque se le puede realizar la instalación del inyector de ozono, por lo que sería compatible para el sistema.

### 6.1.3 Suministro del sistema

El equipo tiene como consumible el aire producido por un compresor exento de aceite, además de un suministro de agua proveniente del tanque solicitado donde el agua es mezclada con el ozono generado.

### 6.1.4 Consumo Energético

El equipo tiene un costo energético de 1860 watts por hora. A continuación se presentará la programación de consumo para un mes y para un año.

**CUADRO 58: CONSUMO ENERGETICO DE EQUIPO OZONIFICADOR SELECCIONADO**

<b>Consumo por hora</b>	1,86	Kilowatts
<b>Horas de trabajo diario</b>	9	Horas
<b>Watts por día</b>	16,74	Kilowatts/día
<b>Consumo por mes</b>	435,24	Kilowatts/mes
<b>Consumo por año</b>	5222,88	Kilowatts/año
<b>Costo de Kw/ hora</b>	S/ 0,51	
<b>Costo por día</b>	S/ 8,54	
<b>Costo por mes</b>	S/ 221,97	
<b>Costo por año</b>	S/ 2.663,67	

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 58 se muestra cual es el costo de consumo eléctrico de funcionamiento del equipo diario, mensual y anual.

### 6.2 Mantenimiento de Equipo

El equipo tiene una periodicidad de mantenimiento anual, el proveedor vende también kits de mantenimiento que constan de cambio de empaques y piezas correspondientes al reactor de corona, el cual será la pieza que siempre requerirá de recambio.

### 6.2.1 Plan de mantenimiento

El presente plan de mantenimiento anual fue realizado según las indicaciones del proveedor.

### 6.2.2 Objetivos del plan de mantenimiento

El objetivo del presente plan es establecer la metodología, responsables y acciones a seguir en el proceso de mantenciones preventivas y correctivas del equipo ozonificador modelo 5.

### 6.2.3 Alcance del plan de mantenimiento

Este procedimiento aplica al equipo ozonificador y para contar con un sistema más integrado deberá ser adjuntado al plan de mantenimiento de lavadoras y demás equipos con el que cuenta la empresa.

### 6.2.4 Responsables

- Supervisor de planta.
- Técnicos encargados
- Empleado capacitado de planta

### 6.2.5 Equipos y Herramientas

Las necesarias para que se realicen las operaciones en mantenimiento y reparación.

### 6.2.6 Medidas de seguridad

El personal que realizara los mantenimientos y reparaciones son personal capacitado perteneciente al proveedor mientras que las revisiones serán realizadas por un operario de planta capacitado por el proveedor, la empresa

cubrirá gastos de transporte del personal. El personal emplea guantes, tapabocas, botas de seguridad y cascos.

### **6.2.7 Manual de mantenimiento preventivo y correctivo.**

El uso correcto de equipos y herramientas se realizará de acuerdo con lo indicado en catálogos e instructivos adheridos en las mismas maquinas, puesto que el personal que realizará los mantenimientos es perteneciente al proveedor, son personal especializado, después del primer viaje la empresa no solo pagará los pasajes si no la estadía del personal que realizará el mantenimiento.

Por ultima recomendación, el personal deberá respetar las indicaciones de seguridad para poder realizar los trabajos como que los equipos deberán estar apagados y desenchufados para realizar los mantenimientos, entre otros.

### **6.2.8 Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento será programado en el tiempo, con plazos establecidos y estará evaluado económicamente. Tiene el objetivo de controlar las deficiencias para poder prevenirlas antes de que estas sucedan, toda esta información estará dentro del cronograma que será presentado a continuación.

**CUADRO 59: PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL**

EQUIPO	VERIFICACIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN MES/SEMANA																																															
		Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
OZONIFICADOR	Verificación o reemplazo de empaques de conexión de agua.																																																
	Prueba de sellado, en caso de daño debe realizarse reemplazo																																																
	Verificación de espacio adecuado de ventilación en la parte trasera del equipo (10cm mínimo)																																																
	Verificación de que las válvulas no tengan suciedad o grasas, que funcionen libremente, en caso de obstrucción se debe realizar limpieza																																																
	Verificación de que no existan perdidas de voltaje, en caso de que exista el inconveniente se debe verificar con un multímetro y solucionar inconvenientes																																																
	Verificación de que conexiones eléctricas no tengan oxido, que estén bien sujetos para evitar en todo momento falsos contactos que puedan ocasionar cortos circuitos.																																																
	Cambio de piezas con las provenientes del kit de mantenimiento que vende el proveedor																																																
Firma de quien realiza el mantenimiento preventivo																																																	

Fuente: Investigación Directa

Elaboración: Propia

En el cuadro 59 se muestra el plan anual de mantenimiento desarrollado para el equipo ozonificador seleccionado.

### 6.3 Garantías

La garantía es de un año y únicamente cubre defectos de fábrica, el proveedor no se responsabiliza por daños de transporte y como ya se mencionó ellos se encargarían del tema de instalación siempre y cuando la empresa cumpla con el costo de transporte del personal



## CAPITULO VII

### EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO.

Como toda propuesta de mejora se tiene una serie de gastos por inversión que tienen un determinado valor monetario, ahora es importante que la mejora pueda justificar estos gastos de inversión y permita recuperar la inversión en el tiempo.

#### **7. Valorización económica de las mejoras**

Para comenzar se procederá a presentar la valorización económica de las diferentes mejoras, todo se aproximará al periodo de tres años de simulación con ahorro de costos.

##### **7.1 Valorización económica de la mejora al proceso de lavado.**

En la evaluación técnica se procedió a presentar por operación la mejora a cada proceso ahora es turno de valorizar estas mejoras económicamente presentando el ahorro que se generaría si es que se adiciona esta técnica al proceso.

El principal ahorro que se generaría con la aplicación del ozono en el proceso sería no tener que calentar el agua, por lo que el consumo de gas se reducirá.

Los demás ahorros por mejoras al proceso corresponden a conceptos de agua e insumos.

A continuación se presentarán diferentes cuadros con los ahorros de costos para un año.

### 7.1.1 Ahorro en gas natural

El proceso ya no exigirá gas natural puesto que el agua ozonificada trabajará con el agua a temperatura ambiente.

**CUADRO 60: AHORRO DEN CONSUMO DE GAS NATURAL**

Mes	Recargas	Costo por recarga (S/.)	Gas natural total (S/.)	Gas correspondiente a lavado (S/.)
Setiembre	3	1.030,00	3.090,00	2.472,00
Octubre	2,5	1.030,00	2.575,00	2.060,00
Noviembre	2,5	1.030,00	2.575,00	2.060,00
Diciembre	3	1.030,00	3.090,00	2.472,00
Enero	3	1.030,00	3.090,00	2.472,00
Febrero	2,5	1.030,00	2.575,00	2.060,00
Marzo	2,5	1.030,00	2.575,00	2.060,00
Abril	3	1.030,00	3.090,00	2.472,00
Mayo	3	1.030,00	3.090,00	2.472,00
Junio	2,5	1.030,00	2.575,00	2.060,00
Julio	2,5	1.030,00	2.575,00	2.060,00
Agosto	2,5	1.030,00	2.575,00	2.060,00

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

El cuadro número 60 presenta la simulación de costos tomando como data la muestra brindada del último año.

### 7.1.2 Ahorro en consumo eléctrico

Para poder determinar el ahorro de gastos energéticos se tomará en cuenta el ahorro de tiempo al proceso y el ahorro en tiempo de empleo de las lavadoras.

Diariamente se realizan hasta 7 lavados en la lavadora 1 y 6 lavados en la lavadora 2, los procedimientos de la lavadora 1 generalmente son de 50 minutos y los procesos de la lavadora 2 son de 60 minutos, los tiempos difieren porque los tanques de las lavadoras son de diferentes tamaños y con ello toma más o menos tiempo llenarlos, el resto de tiempo se emplea para ligeros remojos.

También es importante saber que las lavadoras se mantienen encendidas durante los tiempos de calentamiento y llenado por lo que al no tener que calentar el agua será un tiempo de ahorro al proceso, se presentarán los datos en el cuadro siguiente.

**CUADRO 61: AHORRO EN HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO DIARIO**

	Lavadora 1		Lavadora 2	
<b>Tiempo de funcionamiento</b>	9	horas	9	horas
<b>Total de lavados en un día</b>	7		6	
<b>Duración de lavado por programación normal</b>	50	minutos	60	minutos
<b>Total de tiempo en lavado</b>	350	minutos	360	minutos
<b>Tiempo de lavado empleando ozono</b>	36	minutos	43	minutos
<b>Cantidad de llenados + calentamientos</b>	7		6	
<b>Duración de llenados + calentamientos</b>	20	minutos	25	minutos
<b>Duración de llenado</b>	7	minutos	8	minutos
<b>Duración de calentamiento</b>	13	minutos	17	minutos
<b>Total de tiempo en calentamiento</b>	91	minutos	102	minutos
<b>Tiempo de operación con ozono</b>	251	minutos	258	minutos
<b>Ahorro en tiempo diario de maquina encendida(proceso)</b>	99	minutos	102	minutos
<b>Ahorro en tiempo diario de maquina encendida(calentamiento)</b>	91	minutos	102	minutos
<b>Ahorro total de tiempo de maquina encendida diario</b>	190	minutos	204	minutos

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 61 se muestra el ahorro de tiempo de máquinas lavadoras encendidas que se ganará empleando el ozono en el lavado, así como también este dato representa la cantidad de tiempo que se podrá emplear para más lavados que aumenten la capacidad de producción en caso de requerirlo.

**CUADRO 62: AHORRO ENERGÉTICO EN KW/HORA**

	Lavadora 1		Lavadora 2	
<b>Consumo de lavadora por Kw/Hora</b>	1,88	Kw/hr	2,24	Kw/hr
<b>Costo del kw/Hora</b>	S/. 0,51	S/. /Kw hr	S/. 0,51	S/. /Kw hr
<b>Horas ahorradas por día</b>	3,167	Horas	3,4	Horas
<b>Total de Kw ahorrados por día</b>	5,95	Kw/día	7,62	Kw/día
<b>Total de soles ahorrados en área de lavado por día</b>	S/ 3,04		S/ 3,88	

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

El cuadro número 62 presenta la simulación de costos ahorrados por día de lavado en corriente eléctrica empleando ozono.

**CUADRO 63: AHORRO ENERGÉTICO ELÉCTRICO MENSUAL**

<b>Consumo y ahorro de consumo de energía eléctrica</b>			
	<b>Días laborables del mes</b>	<b>Ahorro energético diario (S/.)</b>	<b>Ahorro en soles mensual (S/.)</b>
<b>Setiembre</b>	25	6,92	173,01
<b>Octubre</b>	26	6,92	179,92
<b>Noviembre</b>	25	6,92	173,00
<b>Diciembre</b>	24	6,92	166,08
<b>Enero</b>	26	6,92	179,92
<b>Febrero</b>	24	6,92	166,08
<b>Marzo</b>	24	6,92	166,08
<b>Abril</b>	25	6,92	173,00
<b>Mayo</b>	26	6,92	179,92
<b>Junio</b>	25	6,92	173,00
<b>Julio</b>	25	6,92	173,00
<b>Agosto</b>	26	6,92	179,92

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 63 se presenta el ahorro energético mensual durante el periodo de un año.

### 7.1.3 Ahorro en consumo en agua

En este caso para poder determinar el ahorro de consumo de agua determiné cuanto es el ahorro que corresponderá al proceso si es que se procede a realizar las operaciones con ozono, para este caso empleé los resultados de los ensayos en cuanto a reducción de consumo.

**CUADRO 64: AHORRO EN AGUA RESULTANTE DE ENSAYOS**

Número de Lote	Agua regular por carga (Lt)	Agua normalmente empleada (Lt)	Agua empleada por carga (Lt)	Llenado de lavado (Lt)	Llenado de enjuague 1 (Lt)	Llenado de enjuague 2 (Lt)	Total de agua empleada (Lt)	Ahorro de consumo de agua con ozono (%)
1	14	42	10,5	10,5	10,5	0	21	50,00
2	16	48	12	12	12	0	90	50,00
3	18	54	13,5	13,5	13,5	0	80	50,00
4	19	57	14,25	14,25	14,25	0	70	50,00
5	20	60	15	15	15	0	110	50,00
6	19	57	14,25	14,25	14,25	0	100	50,00
7	15	45	11,25	11,25	11,25	0	90	50,00
8	18	54	13,5	13,5	13,5	0	80	50,00
9	19	57	14,25	14,25	14,25	0	70	50,00
10	18	54	13,5	13,5	13,5	0	80	50,00
11	19	57	14,25	14,25	14,25	0	70	50,00
12	18	54	13,5	13,5	13,5	0	90	50,00
13	16	48	12	12	12	0	90	50,00
14	15	45	11,25	11,25	11,25	0	70	50,00
15	19	57	14,25	14,25	14,25	0	70	50,00
16	18	54	13,5	13,5	13,5	0	70	50,00
17	15	45	11,25	11,25	11,25	0	90	50,00
18	16	48	12	12	12	0	70	50,00

Número de Lote	Agua regular por carga (Lt)	Agua normalmente empleada (Lt)	Agua empleada por carga (Lt)	Llenado de lavado (Lt)	Llenado de enjuague 1 (Lt)	Llenado de enjuague 2 (Lt)	Total de agua empleada (Lt)	Ahorro de consumo de agua con ozono (%)
19	18	54	13,5	13,5	13,5	0	70	50,00
20	20	60	15	15	15	0	70	50,00
21	16	48	12	12	12	0	70	50,00
22	18	54	13,5	13,5	13,5	0	70	50,00
23	17	51	12,75	12,75	12,75	0	90	50,00
24	16	48	12	12	12	0	80	50,00
25	14	42	10,5	10,5	10,5	0	80	50,00
26	15	45	11,25	11,25	11,25	0	80	50,00
27	18	54	13,5	13,5	13,5	0	90	50,00
28	16	48	12	12	12	0	80	50,00
29	18	54	13,5	13,5	13,5	0	80	50,00
30	18	54	13,5	13,5	13,5	0	80	50,00
31	18	54	13,5	13,5	13,5	0	80	50,00
32	19	57	14,25	14,25	14,25	0	90	50,00
33	18	54	13,5	13,5	13,5	0	90	50,00
34	19	57	14,25	14,25	14,25	0	100	50,00
35	18	54	13,5	13,5	13,5	0	100	50,00
36	19	57	14,25	14,25	14,25	0	70	50,00
37	17	51	12,75	12,75	12,75	0	80	50,00
38	19	57	14,25	14,25	14,25	0	80	50,00
39	16	48	12	12	12	0	100	50,00
40	16	48	12	12	12	0	50	50,00
41	16	48	12	12	12	0	60	50,00
42	18	54	13,5	13,5	13,5	0	80	50,00

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

El cuadro número 64 se presenta la reducción de consumo de agua resultante de los ensayos, dato que será usado para la valorización.

Para poder reducir el consumo de agua se modificó la proporción de agua, en vez de emplear la proporción 1/10 acostumbrada se procedió a modificarla según los requerimientos del momento en promedio la nueva proporción a la que se llegó a trabajar fue de 1/7.5.

**CUADRO 65: AHORRO EN SOLES DE CONSUMO DE AGUA**

<b>Consumo de agua m<sup>3</sup></b>			
<b>Mes</b>	<b>Monto pago (S/.)</b>	<b>Ahorro (%)</b>	<b>Ahorro en soles (S/.)</b>
<b>Septiembre</b>	2.036,80	50,00	1.018,40
<b>Octubre</b>	2.152,10	50,00	1.076,05
<b>Noviembre</b>	2.064,50	50,00	1.032,25
<b>Diciembre</b>	2.364,50	50,00	1.182,25
<b>Enero</b>	2.605,44	50,00	1.302,72
<b>Febrero</b>	2.040,28	50,00	1.020,14
<b>Marzo</b>	2.236,52	50,00	1.118,26
<b>Abril</b>	2.295,49	50,00	1.147,75
<b>Mayo</b>	1.943,00	50,00	971,50
<b>Junio</b>	1.932,38	50,00	966,19
<b>Julio</b>	2.020,60	50,00	1.010,30
<b>Agosto</b>	2.134,23	50,00	1.067,12

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro número 65 se presenta el ahorro en consumo de agua mensual durante el periodo de un año.

#### **7.1.4 Ahorro en Insumos**

En este caso para poder determinar el ahorro de consumo de insumos se procederá a analizar los resultados correspondientes a los ensayos, estos resultados entregarán la nueva fórmula con la que sería posible realizar los trabajos.

**CUADRO 66: AHORRO TÉCNICO DE CONSUMO DE INSUMOS**

Proceso	Detergente (gramos)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (gramos)	Lejía (gramos)
<b>Consumo planificado Ensayo 42</b>	18	18	36
<b>Consumo empleado Ensayo 42</b>	14.4	14.4	28.8
<b>Diferencia porcentual</b>	80,0%	80,0%	8,0%

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

El cuadro número 66 se presenta la simulación de costos ahorrados por día de lavado en consumo de insumos empleando ozono

Ahora para poder determinar cuál será el ahorro mensual por concepto de insumos tuve que sujetarme de la muestra de costos con la que trabajé en su momento.

**CUADRO 67: AHORRO ECONÓMICO DEL CONSUMO DE INSUMOS**

Mes	Monto pago (S/.)	Ahorro del 20% en insumos (S/.)
<b>Septiembre</b>	2.536,51	507,30
<b>Octubre</b>	2.685,90	537,18
<b>Noviembre</b>	2.854,12	570,82
<b>Diciembre</b>	3.015,67	603,13
<b>Enero</b>	3.722,06	744,41
<b>Febrero</b>	2.639,55	527,91
<b>Marzo</b>	2.952,81	590,56
<b>Abril</b>	3.169,82	633,96
<b>Mayo</b>	2.775,71	555,14
<b>Junio</b>	2.654,12	530,82
<b>Julio</b>	2.770,03	554,01
<b>Agosto</b>	3.167,55	633,51

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

El cuadro número 67 se presenta la simulación de costos ahorrados por mes en consumo de insumos empleando ozono.

## 7.2 Presentación de flujo de la inversión

Para la evaluación de los indicadores como VAN y COK a continuación se presenta el flujo de inversiones del equipo.

**CUADRO 68: FLUJO ECONÓMICO DE LA INVERSIÓN**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año1	Año 2	Año 3
<b>Inversión</b>															
<b>Coste del equipo</b>	S/. 20.402,61														
<b>Costo de kit de mantenimiento</b>	S/. 1.050,00														
<b>Capacitación de operario</b>	S/. 1.430,00														
<b>Servicio de instalación</b>	S/. 230,00														
<b>Tanque de agua</b>	S/. 3.163,00														
<b>Ahorro en gas</b>	S/.2.472,00	S/.2.060,00	S/.2.060,00	S/.2.472,00	S/.2.472,00	S/.2.060,00	S/.2.060,00	S/.2.060,00	S/.2.472,00	S/.2.060,00	S/.2.060,00	S/.2.472,00	S/.26.780,00	S/.26.780,00	S/.26.780,00
<b>Ahorro en agua</b>	S/.1.302,72	S/.1.020,14	S/.1.118,26	S/.1.147,75	S/.971,50	S/.966,19	S/.1.010,30	S/.1.067,12	S/.1.018,40	S/.1.076,05	S/.1.032,25	S/.1.182,25	S/.12.912,92	S/.12.912,92	S/.12.912,92
<b>Ahorro en electricidad</b>	S/.179,92	S/.166,08	S/.166,08	S/.173,00	S/.179,92	S/.173,00	S/.173,00	S/.179,92	S/.173,01	S/.179,92	S/.173,00	S/.166,08	S/.2.082,93	S/.2.082,93	S/.2.082,93
<b>Ahorro en Insumos</b>	S/.744,41	S/.527,91	S/.590,56	S/.633,96	S/.555,14	S/.530,82	S/.554,01	S/.633,51	S/.507,30	S/.537,18	S/.570,82	S/.603,13	S/.6.988,75	S/.6.988,75	S/.6.988,75
<b>Costo de Mantenimiento</b>										S/.1.280,00			S/.1.280,00	S/.1.280,00	S/.1.280,00
<b>Costo energético Funcionamiento</b>	S/.221,97	S/.221,97	S/.221,97	S/.221,97	S/.221,97	S/.221,97	S/.221,97	S/.221,97	S/.221,97	S/.221,97	S/.221,97	S/.221,97	S/.2.663,64	S/.2.663,64	S/.2.663,64
<b>Flujo</b>	S/ 26.275,61	S/.4.241,48	S/.3.550,42	S/.3.626,92	S/.4.239,24	S/.3.956,59	S/.3.508,04	S/.3.575,34	S/.3.718,58	S/.3.948,74	S/.3.631,18	S/.3.614,10	S/.4.201,49	S/.46.100,96	S/.46.100,96

Fuente: Investigación Directa

Elaboración: Propia

En el cuadro número 68 se muestra la información de costos de adquisición de requerimientos técnicos, los costos de mantenimiento, consumos energéticos y ahorros en producción que permiten realizar el flujo de inversión, se trabajará con hasta 3 años porque ese es el tiempo de vida útil del equipo según el proveedor.

### 7.3 Calificación económica de la inversión

A continuación, se presentará un cuadro con la información de un flujo anual para la evaluación con los diferentes indicadores.

**CUADRO 69: FLUJO ANUAL**

Mes	Monto (S/.)	Acumulado (S/.)
0	26.275,61	
1	4.241,48	4.241,48
2	3.550,42	7.791,90
3	3.626,92	11.418,82
4	4.239,24	15.658,06
5	3.956,59	19.614,65
6	3.508,04	23.122,69
7	3.575,34	<b>26.698,03</b>
8	3.718,58	
9	3.948,74	
10	3.631,18	
11	3.614,10	
12	4.201,49	

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

En el cuadro 69 se presenta el flujo anual de la inversión, también del cuadro número 69 se puede deducir que la inversión será recuperada a partir del mes 7 de funcionamiento del equipo.

Es importante también tener en cuenta que en este caso no se trabajará con un financiamiento por que la empresa tiene como primera opción optar por participar con financiamiento del estado mediante programas de apoyo de pymes y de no ser el caso se obrará con capital propio.

#### 7.3.1 COK

Para poder determinar el costo de oportunidad COK en el momento actual, se visitó información de organismos confiables para las diferentes tasas necesarias para el cálculo.

**ILUSTRACIÓN 50: COSTO DE CAPITAL PROPIO**

$$COK_{proy.} = r_f + \beta_{proy.} \times [r_m - r_f]$$

*Fuente: Centrum Católica del Perú*

- Rf : Tasa para capital libre de riesgo 4.49%

*(Fuente: investing.com)*

- Beta del sector : 1.17% *(Fuente: Aswath Damodaran)*

- Prima del mercado : 26.6 % *(Fuente: BVL)*

- Riesgo País : 1.24 % *(Fuente: Diario Gestión)*

Cok = 31.6% Anual(soles)

**7.3.2 VAN**

Para el cálculo del van empleé la tasa anual de 31.6%, en primer lugar se procedió a actualizar los valores del flujo.

**CUADRO 70: CÁLCULO DE VAN**

	0	1	2	3
	S/. 26275,61	S/ 46.100,96	S/ 46.100,96	S/ 46.100,96
<b>Va</b>	<b>-S/ 26.275,61</b>	S/ 35.031,24	S/ 26.619,58	S/ 20.227,71
<b>Van</b>	S/ 55.602,92			
<b>Tasa</b>	31,60%			

*Fuente: Investigación Directa*

*Elaboración: Propia*

**Interpretación:** el valor de la inversión en la propuesta de mejora me generará un ahorro hoy de S/ 55.602.92 nuevos soles.

## CONCLUSIONES

### Primera:

Empleando ozono se logró optimizar el proceso de lavado de prendas en la lavandería industrial aumentando un 16% la capacidad de producción al poder realizar hasta un lavado más por cada lavadora diario, el costo de procesado por kilogramo se reducirá en S/. 0.35 por los beneficios del ozono para con el proceso y por último se mejorará el tiempo de entrega debido a que la duración del proceso de lavado se reducirá un 26%.

### Segunda:

Con el análisis de la situación actual de los procesos de la lavandería se puede considerar que la operación de calentamiento de agua es optimizable, utilizando ozono se evitará realizar la operación de calentamiento de agua lo que generará un ahorro en costos fijos de S/. 2060.00 soles en promedio mensuales en consumo de gas.

### Tercera:

Luego del análisis de los diferentes procedimientos de la lavandería se determinó que el método actual de lavado debe modificarse puesto que de este depende la generación de reprocesos y por ende sobrecostos en producción, como se demostró en los ensayos el ozono trabajado de manera correcta puede disminuir y hasta erradicar los reprocesos dando solución a la problemática que genera el método actual.

## RECOMENDACIONES

### Primera:

Se recomienda la implementación ozono en el proceso de lavado, se deberán realizar ensayos una vez adquiridos los equipos hasta poder determinar cuál será la fórmula de lavado con la que se trabajará para los diferentes lavados, para ello se debe realizar una programación para que esta labor no perjudique el obrar de la empresa

### Segunda:

Se recomienda que al menos 2 operadores tengan conocimiento de operación de máquinas ozonificadoras, si bien un operador viajará a Lima a ser capacitado por el proveedor deberá compartir ese conocimiento con el personal de planta, puesto que el puesto en área de lavado tiene una alta rotación de personal.

### Tercera:

Se recomienda realizarles seguimiento constante a los lavados con ozono para prevenir pérdidas de eficiencias de los equipos que en algún momento puedan perjudicar la calidad de lavado.

### Cuarta:

Para mejorar la eficiencia y concentración del ozono en los lavados se recomienda emplear filtros de zeolita, los cuales son selectores de nitrógeno, el empleo de estos aumentará el porcentaje de oxígeno en el aire de suministro al sistema.

## CAPITULO IX

### BIBLIOGRAFÍA

- Armedriz, L. (24 de Marzo de 2014). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/bpyzxwlh-f1w/125-determinar-la-capacidad-instalada/>
- Calvo, D. P. (2012). *Tratamientos con Ozono*. Madrid: Cosemar Ozono.
- Carro Paz, R., & Gonzales Gomez, D. (s.f.). *Administracion de las Operaciones*. Buenos Aire: Universidad Nacional de Mar Del Plata.
- Electrónica práctica, p. a. (18 de Abril de 2018). Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Wbdlppl44Uw&t=435s>
- Galaviz, J. V. (2014). *Mejora y Optimizacion de Procesos de Manufactura: Red de Colaboracion Nacional E Internacional*. VALENCIA: AuthorHouse.
- GARCIA, J. P. (1995). *DESINFECCION DEL AGUA CLORACION*. GRANADA ESPAÑA: UNIVERSIDAD DE GRANADA.
- Hernandez, R. (2010). *Metodologia de la Investigacion*.
- Lee J. Krajewski, L. P. (2000). *Administracion de Operaciones. Administracion de Operaciones*. Mexico, Mexico: Pearson Educacion .
- Mariño, M. d. (2013). OPTIMIZACION DEL PROCESO DE PRODUCCION DE LA FABRICA AGROINDUSTRIAS MARSAS SRL. *OPTIMIZACION DEL PROCESO DE PRODUCCION DE LA FABRICA AGROINDUSTRIAS MARSAS SRL*. Arequipa, Peru.
- Monsalve, A. (18 de NOVIEMBRE de 2014). OPTIMIZACION DE PROCESOS INDUSTRIALES. *OPTIMIZACION DE PROCESOS INDUSTRIALES*. ESPAÑA.
- PERUGACHI, M. L. (2004). *OPTIMIZACION DE PROCESO*. QUITO: SERIE MAGISTER.
- Pozueta, M. A. (2012). *Transformadores*. España: Universidad de Cantabria .
- Stephany s.s. (9 de Agosto de 2017). *Blogspot*. Obtenido de <http://mantenimientodepc066.blogspot.com/2011/08/voltaje.html>
- Urbina, G. B. (2016). Evaluacion de Proyectos. *Evaluacion de Proyectos 8va Edicion*. Mexico, Mexico: Mc GRAW HILL.
- VELASCO, P. F. (2004). *GESTION DE PROCESOS. COMO UTILIZAR ISO 9001:2000*. MADRID: ESIC.
- Waterlogic. (16 de Julio de 2018). *Waterlogic Better thinking Better water*. Obtenido de <https://www.waterlogic.es/blog/agua-dura-que-es-y-que-la-diferencia-del-agua-blanda/>



# ANEXOS

ANEXO 1: FICHA INTERNACIONAL DE SEGURIDAD QUÍMICA – OZONO

## Fichas Internacionales de Seguridad Química

OZONO

ICSC: 0068

OZONO $O_3$  Masa molecular: 48.0 CAS: 10028-15-6 RTECS: RS8225000 ICSC: 0068			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	LUCHA CONTRA INCENDIOS/ PRIMEROS AUXILIOS
<b>INCENDIO</b>	No combustible, pero facilita la combustión de otras sustancias. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. NO poner en contacto con sustancias inflamables.	En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
<b>EXPLOSION</b>	Riesgo de incendio y explosión al calentarla o al entrar en contacto con sustancias combustibles.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión.	En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua.
<b>EXPOSICION</b>		¡HIGIENE ESTRICTA!	
• <b>Inhalación</b>	Tos, dolor de cabeza, jadeo, dolor de garganta.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
• <b>Piel</b>	EN CONTACTO CON EL LIQUIDO: CONGELACION.	Guantes aislantes del frío.	EN CASO DE CONGELACION: aclarar con agua abundante, NO quitar la ropa y proporcionar asistencia médica.
• <b>Ojos</b>	Enrojecimiento, dolor, pérdida de visión.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto, si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
• <b>Ingestión</b>			

DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Evacuar la zona de peligro. Ventilar. NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio si está en local cerrado. Separado de todas las sustancias. Mantener en lugar fresco. Ventilación a ras del suelo.	Botella especial aislada.
<b>VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE</b>		
<b>ICSC: 0068</b>	Preparada en colaboración entre el IPCS y la CCE. © CCE, IPCS, 1991. Versión española traducida y editada por el INSHT	

## Fichas Internacionales de Seguridad Química

**OZONO**

**ICSC: 0068**

<b>D A T O S  I M P O R T A N T E</b>	<p><b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Gas incoloro o azul disuelto en halones a presión, de olor característico.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACION</b> Al producirse una pérdida de gas, se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.</p> <p><b>PELIGROS FISICOS</b> El gas es más denso que el aire.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La inhalación del gas puede originar edema pulmonar y reacciones asmáticas (véanse Notas). El líquido puede producir congelación.</p> <p><b>PELIGROS QUIMICOS</b> La sustancia puede formar peróxidos explosivos con alquenos. La sustancia se descompone al calentarla suavemente produciendo oxígeno, causando peligro de incendio o explosión. La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores. Reacciona con alquenos, compuestos aromáticos (como la anilina), éteres, bromo, compuestos de nitrógeno y caucho. Ataca a los metales excepto al oro y al platino.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b> Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida al gas.</p> <p><b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV (como valor techo): 0.1 ppm; 0.20 mg/m<sup>3</sup> (ACGIH 1993-1994).</p> <p><b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación.</p>
	<p><b>PROPIEDADES FISICAS</b></p> <p>Punto de ebullición: -112°C Punto de fusión: -193°C Solubilidad en agua, g/100 ml a 0°C: 0.1 Presión de vapor, kPa a -12°C: 5500 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.6</p>
<b>DATOS AMBIENTALES</b>	Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial a la vegetación.
<b>NOTAS</b>	

La combustión en un espacio confinado puede derivar en detonación.  
Los síntomas del edema pulmonar y del asma no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se ven agravados por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles.  
Debe considerarse la inmediata administración de un aerosol adecuado por un médico o persona por él autorizada.  
Toda persona que haya mostrado síntomas de asma NO debe entrar en contacto con esta sustancia.

**INFORMACION ADICIONAL**

**OZONO**

**ICSC: 0068**

**NOTA LEGAL  
IMPORTANTE:**

Ni la CCE ni el IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea (CEE 67/548) y sus adaptaciones. Las frases de riesgo específico (frases R) y los consejos de prudencia (frases S) no traspuestas a 31 de Mayo de 1992 a la normativa española están marcadas (\*).

*Fuente: IPCS-Programa Internacional  
de Seguridad de las Sustancias Químicas*



## ANEXO 2: MSDS OZONO (GAS)

# SAFETY DATA SHEET for OZONE

(Formerly MSDS)

### 1. PRODUCT IDENTIFICATION

**Product Name:** Ozone

**Common Names/Synonyms:** Triatomic Oxygen, Trioxygen, O<sub>3</sub>

**Ozone Generator Manufacturer/Supplier**

Ozone Solutions, Inc.

website: [www.ozonesolutions.com](http://www.ozonesolutions.com)

451 Black Forest Rd.

email: [tech@ozonesolutions.com](mailto:tech@ozonesolutions.com)

Hull, IA 51239

712-439-6880

**Product Use:** This SDS is limited to ozone produced in gaseous form on site by an ozone generator, in varying concentrations in either air or aqueous solution, for the purposes of odor abatement, oxidation of organic compounds, or antimicrobial intervention, in a variety of applications, from food processing to ground water remediation.

### 2. HAZARD IDENTIFICATION



GHS Classifications:

Physical Hazards	Health Hazards	Environmental Hazards
Oxidizing Gas	Skin Irritation – Category 3	Acute Aquatic Toxicity – Category I
	Eye Irritation – Category 2B	
	Respiratory Systemic Toxicity – Category 1 (Acute & Repeated Exposures)	

NOTE: Severe respiratory toxicity will develop before skin or eye irritation go beyond listed categories. *Anyone with chronic pulmonary problems, especially asthma, should avoid exposure to ozone.*

WHMIS Classifications (Workplace Hazardous Materials Information System, Canada)

D1A	Acute lethality – Very toxic, immediately	C	Oxidizing
D2A	Chronic Toxicity – Very Toxic	F	Dangerously Reactive
D2B	Mutagenicity – Toxic		

### 3. COMPOSITION

Chemical name            Ozone  
 Common names        Triatomic oxygen, trioxygen  
 Chemical Formula     O<sub>3</sub>  
 CAS Registry Number   10028-15-6

#### 4. FIRST AID MEASURES

Route of Entry		Symptoms	First Aid
Skin Contact	YES	Irritation	Rinse with water
Skin Absorption	NO	NA	NA
Eye Contact	YES	Irritation	Rinse with water, remove contacts
Ingestion	NO	NA	NA
Inhalation	YES	Headache, cough, dry throat, heavy chest, shortness of breath	Remove to fresh air, provide oxygen therapy as needed

*For severe cases, or when symptoms don't improve, seek medical help.*

#### 5. FIRE FIGHTING MEASURES

While ozone itself is not flammable, it is a strong oxidant and may accelerate, even initiate, combustion, or cause explosions. Use whatever extinguishing agents are indicated for burning materials.

#### 6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Turn off ozone generator, and ventilate the area. Evacuate the area until ozone levels subside.

#### 7. HANDLING AND STORAGE

Ozone must be contained within ozone-resistant tubing and pipes from the generation point to the application point. Any leaks must be repaired before further use.

#### 8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

OSHA Permissible Exposure Limit: 8 hour Time Weighted Average **0.1 ppm**

ANSI/ASTM: 8 hour TWA **0.1 ppm**, Short Term Exposure Limit **0.3 ppm**

ACGIH: 8 hour TWA **0.1 ppm**; STEL **0.3 ppm**

NIOSH: Exposure Limit Ceiling Value **0.1 ppm** light; **0.08 ppm** moderate; **0.05 ppm**, heavy;

Light, moderate, heavy work TWA  $\leq 2$  hours, **.2 ppm**

Immediately Dangerous to Life or Health **5 ppm**

**Respiratory Protection:** Use full face self-contained breathing apparatus for entering areas with high concentration of ozone.

**Engineering controls:** use ozone destruct units (thermal and/or catalytic) for off gassing ozone.

#### 9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Physical state	Gas	pH	NA
Molecular Weight	48.0	Flash point	NA
Appearance	Clear at low concentrations, blue at higher concentrations	Evaporation rate	NA
Odor	Distinctive pungent odor	Flammability	NA
Odor threshold	0.02 to 0.05 ppm; exposure desensitizes	Explosive limits	NA

Melting point	-193°C/-315°F	Relative density	NA
Boiling point	-112°C/-169°F	Partition coefficient	NA
Vapor pressure	> 1 atm	Auto-ignition temperature	NA
Vapor density	1.6 (air = 1)	Decomposition temperature	NA
Solubility in water	570 mg/L @20°C, 100% O <sub>3</sub> ; 0.64 @0°C (vol/vol)	Viscosity	NA

### 10. STABILITY AND REACTIVITY

Ozone is highly unstable and highly reactive. Avoid contact with oxidizable substances, including alkenes, benzene and other aromatic compounds, rubber, dicyanogen, bromine diethyl ether, dinitrogen tetroxide, nitrogen trichloride, hydrogen bromide, and tetrafluorohydrazine. Ozone will readily react and spontaneously decompose under normal ambient temperatures.

### 11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Likely routes of exposure: inhalation, eyes, skin exposure.

Effects of Acute Exposure: Discomfort, including headache, coughing, dry throat, shortness of breath, heavy feeling in chest (including possible pulmonary edema/fluid in the lungs); higher levels of exposure intensify symptoms. Irritation of skin and/or eyes is also possible.

Effects of Chronic Exposure: Similar to acute exposure effects, with possible development of chronic breathing disorders, including asthma.

Inhalation LC<sub>50</sub>: mice, 12.6 ppm for 3 hours; hamsters, 35.5 ppm for 3 hours

Irritancy of Ozone	YES
Sensitization to Ozone	NO
Carcinogenicity (NTP, IARC, OSHA)	NO
Reproductive Toxicity	Not Proven
Teratogenicity	Not Proven
Mutagenicity	Not Proven
Toxicologically Synergistic Products	Increase susceptibility to allergens, pathogens, irritants

### 12. ECOLOGICAL INFORMATION

The immediate surrounding area may be adversely affected by an ozone release, particularly plant life. Discharge of ozone in water solution would also be harmful to any aquatic life. Due to natural decomposition, bioaccumulation will not occur, and the area affected would be limited.

### 13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

Off-gassing of ozone should be through an ozone destruct unit which uses heat and/or a catalyst to accomplish the breakdown of ozone to oxygen before release into the atmosphere.

### 14. TRANSPORT INFORMATION

NOT APPLICABLE, as ozone is unstable and either reacts with other substances in the environment or decomposes, and therefore must be generated at the location and time of use.

## 15. REGULATORY INFORMATION

SARA = Superfund Amendments and Renewal Act

SARA Title III Section 302 Extremely Hazardous Substance TPQ: 100 lbs.

SARA Title III Section 304, EHS RQ: 100 lbs.

SARA Title III Section 313: Ozone is reportable if more than 10,000 lbs. are used/year.

TPQ (Threshold Planning Quantity) requires emergency planning activities if this amount is on site at any time during year

RQ (Reportable Quantity) requires any release of this amount into the environment to be reported to the National Response Center

Source: EPA List of Lists

## 16. OTHER INFORMATION

The half-life of ozone is much shorter in water than in air. Increased temperature in either solvent decreases the half-life. Published research indicates a half-life of 20 minutes for ozone dissolved in water at 20°C, and a half-life of approximately 25 hours for ozone in dry air at 24°C (McClurkin & Maier, 2010). The practical half-life time is actually less, especially in air, due to air circulation, humidity, the presence of contaminants or walls with which to react, etc. In many situations, with air movement, warmer temperatures, and normal relative humidity, the half-life of ozone in air could be 1 hour or less. Further, ventilation of a closed space to other areas will also disperse the ozone, so that concentration levels can rapidly decrease after generation ceases.

Source websites:

Canadian Centre for Occupational Health and Safety: Chemical Profiles: Ozone

[http://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/chem\\_profiles/ozone/](http://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/ozone/)

Haz-Map: Occupational Exposure to Hazardous Agents: Ozone

[http://hazmap.nlm.nih.gov/cgi-bin/hazmap\\_generic?tbl=TblAgents&id=68](http://hazmap.nlm.nih.gov/cgi-bin/hazmap_generic?tbl=TblAgents&id=68)

International Chemical Safety Cards #0068: Ozone

<http://www.cdc.gov/niosh/ipcsneng/neng0068.html>

NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards: Ozone <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0476.html>

United States National Library of Medicine ChemIDplus Lite: Ozone 10028-15-6

<http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/ProxyServlet?objectHandle=DBMaint&actionHandle=default&nextPage=jsp/chemidlite/ResultScreen.jsp&TXTSUPERLISTID=0010028156>

Preparer: Tim McConnel, Ozone Solutions

Date of Preparation: 5/1/2012

Disclaimer: Ozone Solutions provides this information in good faith, but makes no claim as to its comprehensiveness or accuracy. It is intended solely as a guide for the safe handling of the product by properly trained personnel, and makes no representations or warranties, express or implied, of the merchantability or fitness of the product for any purpose, and Ozone Solutions will not be responsible for any damages resulting from the use of, or reliance upon, this information.

*Fuente: Ozone Solutions*

## ANEXO 3: HOJA INFORMATIVA SOBRE SUSTANCIAS PELIGROSAS – OZONO GAS



Nombre común: **OZONO**

Número CAS: 10028-15-6

Número DOT: No tiene

(OZONE)

Número de la sustancia RTK: 1451

Fecha: octubre de 1996

Revisión: junio de 2003

### RESUMEN DE RIESGOS

- El **ozono** puede afectarle al inhalarlo.
- El **ozono** podría causar mutaciones. Manipúlese con extrema precaución.
- El **ozono** puede causar daños reproductivos. Manipúlese con extrema precaución.
- En contacto con la piel o los ojos, el **ozono licuado** puede causar irritación y quemaduras graves.
- Respirar **ozono** puede irritar la nariz y la garganta.
- A niveles más altos, la exposición al **ozono** puede causar dolor de cabeza, malestar estomacal, vómitos, y dolor u opresión en el pecho.
- Respirar **ozono** puede irritar los pulmones y causar tos y falta de aire. A niveles mayores la exposición puede causar una acumulación de líquido en los pulmones (edema pulmonar), una emergencia médica, con una intensa falta de aire.
- La exposición repetida podría causar daño al pulmón.

### IDENTIFICACIÓN

El **ozono** es un gas incoloro con un olor acre. Se emplea en la purificación del aire y agua potable, en el tratamiento de residuos industriales, aceites, el blanqueo y las ceras y en la fabricación de otras sustancias químicas.

### RAZONES PARA MENCIONARLO

- El **ozono** está en la Lista de Sustancias Peligrosas (Hazardous Substance List) ya que está reglamentado por la OSHA y ha sido citado por la ACGIH, el NIOSH, el DEP y la EPA.
- Las definiciones se encuentran en la página 5.

### CÓMO DETERMINAR SI UD. ESTÁ EN RIESGO DE EXPOSICIÓN

La Ley del Derecho a Saber de New Jersey (New Jersey Right to Know Act) exige a la mayoría de los empleadores que rotulen los envases de las sustancias químicas en el lugar de trabajo y exige a los empleadores públicos que provean a sus empleados información y capacitación acerca de los peligros y controles de las sustancias químicas. La Norma de Comunicación de Riesgos (Hazard Communication Standard), la norma federal de la OSHA: 29 CFR 1910.1200, exige a los

empleadores privados que provean a sus empleados capacitación e información similares.

- La exposición a sustancias peligrosas debe ser evaluada en forma rutinaria. Esta evaluación podría incluir la recolección de muestras de aire a nivel individual y del local. Ud. puede obtener fotocopias de los resultados del muestreo a través de su empleador, de acuerdo al derecho legal que le otorga la norma de la OSHA: 29 CFR 1910.1020.
- Si usted cree que tiene algún problema de salud relacionado con el trabajo, vea a un médico capacitado en reconocer las enfermedades ocupacionales. Llévelo esta Hoja Informativa.

### LÍMITES DE EXPOSICIÓN LABORAL

OSHA: El PEL, límite legal de exposición admisible en el aire, es de **0,1 ppm** como promedio durante un turno laboral de 8 horas.

NIOSH: El límite de exposición recomendado en el aire es de **0,1 ppm**, que no debe sobrepasarse en ningún momento.

ACGIH: Los límites de exposición recomendado en el aire como promedio durante un turno laboral de 8 horas son: (1) de **0,05 ppm** para trabajos de mucha exigencia física, (2) de **0,08 ppm** para trabajos de exigencia física moderada, (3) de **0,1 ppm** para trabajos de poca exigencia física y (4) de **0,20 ppm** si el turno laboral es de menos de 2 horas.

- El **ozono** puede causar mutaciones. Siempre debería reducirse al mínimo posible el nivel de contacto.

### MANERAS DE REDUCIR LA EXPOSICIÓN

- Donde sea posible, encierre las operaciones y use ventilación por extracción localizada en el lugar de las emisiones químicas. Si no se usa ventilación por extracción localizada ni se encierran las operaciones, deben usarse respiradores.
- Use ropa de trabajo protectora.
- Lávese a fondo inmediatamente después de la exposición al **ozono**.

- Exhiba información sobre los peligros y advertencias en el área de trabajo. Además, como parte de un esfuerzo continuo de educación y capacitación, comunique a los trabajadores que pudieran estar expuestos toda la información sobre los riesgos de salud y seguridad del **ozono**.

Esta Hoja Informativa es una fuente de información resumida sobre todos los riesgos potenciales para la salud, especialmente los más graves, que puedan resultar de la exposición. La duración de la exposición, la concentración de la sustancia y otros factores pueden afectar su sensibilidad a cualquiera de los posibles efectos que se describen a continuación.

## INFORMACIÓN SOBRE LOS RIESGOS PARA LA SALUD

### Efectos agudos sobre la salud

Los siguientes efectos agudos (a corto plazo) sobre la salud pueden ocurrir inmediatamente o poco tiempo después de la exposición al **ozono**:

- En contacto con la piel o los ojos, el **ozono licuado** puede causar irritación y quemaduras graves.
- Respirar **ozono** puede irritar la nariz y la garganta.
- A niveles más altos, la exposición al **ozono** puede causar dolor de cabeza, malestar estomacal, vómitos, y dolor u opresión en el pecho.
- Respirar **ozono** puede irritar los pulmones y causar tos y falta de aire. A niveles mayores la exposición puede causar una acumulación de líquido en los pulmones (edema pulmonar), una emergencia médica, con una intensa falta de aire.

### Efectos crónicos sobre la salud

Los siguientes efectos crónicos (a largo plazo) sobre la salud pueden ocurrir algún tiempo después de la exposición al **ozono** y pueden durar meses o años:

#### Riesgo de cáncer

- Hay indicios limitados de que el **ozono** causa cáncer en animales. Podría causar cáncer de pulmón.
- El **ozono** podría causar mutaciones (cambios genéticos).

#### Riesgo para la reproducción

- El **ozono** podría causar daño al feto en desarrollo.

#### Otros efectos a largo plazo

- La exposición repetida podría causar daño al pulmón.

## RECOMENDACIONES MÉDICAS

### Exámenes médicos

Antes de comenzar un trabajo y en adelante a intervalos regulares, si la exposición es frecuente o existe la posibilidad de alta exposición (la mitad del PEL o una cantidad superior) se recomienda lo siguiente:

- Pruebas de función pulmonar
- Considere tomar una radiografía de tórax después de la exposición aguda

Toda evaluación debe incluir un cuidadoso historial de los síntomas anteriores y actuales, junto con un examen. Los exámenes médicos que buscan daños ya causados no sirven como sustituto del control de la exposición.

Pida fotocopias de sus exámenes médicos. Ud. tiene el derecho legal a esta información bajo la norma de la OSHA: 29 CFR 1910.1020.

### Exposiciones combinadas

- Ya que el fumar puede causar enfermedades cardíacas, así como cáncer de pulmón, enfisema y otros problemas respiratorios, puede agravar las afecciones respiratorias causadas por la exposición química. Aun si lleva mucho tiempo fumando, si deja de fumar hoy su riesgo de desarrollar problemas de salud será reducido.

## CONTROLES Y PRÁCTICAS LABORALES

A menos que se pueda reemplazar una sustancia peligrosa por una sustancia menos tóxica, los **CONTROLES DE INGENIERÍA** son la manera más efectiva de reducir la exposición. La mejor protección es encerrar las operaciones y proveer ventilación por extracción localizada en el lugar de las emisiones químicas. También puede reducirse la exposición aislando las operaciones. El uso de respiradores o equipo de protección es menos efectivo que los controles mencionados arriba, pero a veces es necesario.

Al evaluar los controles existentes en su lugar de trabajo, considere: (1) cuán peligrosa es la sustancia; (2) la cantidad de sustancia emitida en el lugar de trabajo y (3) la posibilidad de que haya contacto perjudicial para la piel o los ojos. Debe haber controles especiales para las sustancias químicas sumamente tóxicas o si existe la posibilidad de exposición significativa de la piel, los ojos o el aparato respiratorio.

Además, se recomienda la siguiente medida de control:

- Donde sea posible, transfiera el **ozono** automáticamente desde los cilindros u otros recipientes de almacenamiento a los recipientes de procesamiento.

Las buenas **PRÁCTICAS LABORALES** pueden facilitar la reducción de exposiciones peligrosas. Se recomiendan las siguientes prácticas laborales:

- Los trabajadores cuya ropa ha sido contaminada por el **ozono licuado** deben cambiarse sin demora y ponerse ropa limpia.
- La ropa de trabajo contaminada debe ser lavada por individuos que estén informados acerca de los peligros de la exposición al **ozono**.
- El área de trabajo inmediata debe estar provista de lavaojos para uso de emergencia.

- Si existe la posibilidad de exposición de la piel, deben suministrarse instalaciones de duchas de emergencia.
- Si el **ozono licuado** entra en contacto con la piel, lávese o dúchese inmediatamente para eliminar la sustancia química.

### EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

ES MEJOR TENER CONTROLES EN EL LUGAR DE TRABAJO QUE USAR EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL. Sin embargo, para algunos trabajos (tales como trabajos al aire libre, trabajos en un área confinada, trabajos que se hacen sólo de vez en cuando, o trabajos realizados mientras se instalan los controles en el lugar de trabajo), puede ser apropiado usar un equipo de protección individual.

La norma de la OSHA: 29 CFR 1910.132, exige a los empleadores que determinen el equipo de protección individual apropiado para cada situación riesgosa y que capaciten a sus empleados sobre cómo y cuándo usar equipo de protección.

Las siguientes recomendaciones sirven sólo de guía y quizás no se apliquen a todas las situaciones.

#### Ropa

- Evite el contacto de la piel con **ozono**. Use guantes y ropa de protección. Los proveedores y fabricantes de equipos de seguridad pueden ofrecer recomendaciones acerca del material para guantes y ropa que provea la mayor protección para su función laboral.
- Toda la ropa de protección (trajes, guantes, calzado, protección para la cabeza) debe estar limpia, disponible todos los días y debe ponerse antes de comenzar a trabajar.
- Se recomiendan materiales no absorbentes.

#### Protección para los ojos

- Cuando trabaje con humos, gases o vapores, use gafas de protección antiimpacto sin ventilación.
- Si se trata del **ozono licuado**, use gafas de protección antisalpicadura y antiimpacto con ventilación indirecta.
- Cuando trabaje con sustancias corrosivas, sumamente irritantes o tóxicas, use una pantalla facial junto con gafas de protección.

#### Protección respiratoria

**EL USO INCORRECTO DE LOS RESPIRADORES ES PELIGROSO.** Este equipo sólo debe usarse si el empleador tiene un programa por escrito que tome en cuenta las condiciones laborales, los requisitos de capacitación de los trabajadores, las pruebas de ajuste de los respiradores y los exámenes médicos, según se describen en la norma de la OSHA: 29 CFR 1910.134.

- Si existe la posibilidad de una exposición superior a **0,05 ppm**, use un respirador de pieza facial completa, aprobado por el NIOSH con un cartucho para gases ácidos aprobado específicamente para el **ozono**. Se

obtiene una protección mayor mediante un respirador purificador de aire forzado de pieza facial completa.

- La exposición a **5 ppm** constituye un peligro inmediato para la vida y la salud. Si existe la posibilidad de exposición superior a **5 ppm**, use un respirador autónomo de pieza facial completa, aprobado por el NIOSH, operado en una modalidad de presión-demanda u otra modalidad de presión positiva.

### MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

- Antes de trabajar con **ozono**, debe estar capacitado en el almacenamiento y la manipulación apropiados de esta sustancia química.
- Ya que pueden ocurrir reacciones violentas, el **ozono** debe almacenarse para evitar el contacto con MATERIALES ORGÁNICOS; MATERIALES COMBUSTIBLES (tales como MADERA, PAPEL y ACEITE); ALQUENOS; ÉTER DIETÍLICO; COMPUESTOS DE NITRÓGENO; AGENTES OXIDANTES (tales como PERCLORATOS, PERÓXIDOS, PERMANGANATOS, CLORATOS, NITRATOS, CLORO, BROMO y FLÚOR); SUSTANCIAS AROMÁTICAS (tales como BENCENO, ANILINA y ETILENO); y ÁCIDOS FUERTES (tales como el CLORHÍDRICO, SULFÚRICO y NÍTRICO).
- Al estar sometido a cambios bruscos o expuesto al calor o a llamas el **ozono licuado** presenta un GRAVE PELIGRO DE EXPLOSIÓN.
- Almacene en recipientes bien cerrados, en un área fresca, bien ventilada y lejos de BASES FUERTES (tales como HIDRÓXIDO DE SODIO e HIDRÓXIDO DE POTASIO) y MATERIALES ORGÁNICOS.

### PREGUNTAS Y RESPUESTAS

P: Si sufro efectos agudos sobre mi salud ahora, ¿sufiré efectos crónicos más adelante?

R: No siempre. La mayoría de los efectos crónicos (a largo plazo) resultan de exposiciones repetidas a una sustancia química.

P: ¿Puedo tener efectos a largo plazo sin haber tenido jamás efectos a corto plazo?

R: Sí, ya que los efectos a largo plazo pueden deberse a exposiciones repetidas a una sustancia química, a niveles que no son suficientemente altos como para enfermarle de inmediato.

P: ¿Qué probabilidades tengo de enfermarme después de haber estado expuesto a sustancias químicas?

R: Cuanto mayor sea la exposición, más aumentará la probabilidad de enfermarse debido a sustancias químicas. La medida de la exposición está determinada por la duración de la exposición y la cantidad de material a la cual la persona está expuesta.

P: ¿Cuándo es más probable que ocurran las exposiciones más altas?

- R: Las condiciones que aumentan el riesgo de exposición incluyen procesos físicos y mecánicos (calentamiento, vaciado, rociado, y derrames y evaporación a partir de superficies grandes, tales como recipientes abiertos) y exposiciones en espacios confinados (cubas, reactores, calderas, cuartos pequeños, etc.).
- P: ¿Es mayor el riesgo de enfermarse para los trabajadores que para los miembros de la comunidad?
- R: Sí. Las exposiciones en la comunidad, salvo posiblemente en el caso de incendios o derrames, generalmente son mucho más bajas que las que ocurren en el lugar de trabajo. Sin embargo, los miembros de una comunidad pueden estar expuestos por largos períodos de tiempo a agua contaminada así como también a productos químicos en el aire, lo que podría ser problemático para los niños o las personas que ya están enfermas.
- P: ¿Cuáles son los problemas de salud típicamente causados por las sustancias químicas que causan mutaciones?
- R: Hay dos preocupaciones principales por la salud relacionadas con los mutágenos: (1) los cambios inducidos en las células pueden causar cánceres y (2) el daño causado a las células del óvulo y del esperma puede causar consecuencias adversas sobre la reproducción y el crecimiento.
- P: ¿Pueden ser afectados los hombres así como las mujeres por las sustancias químicas que causan daño al aparato reproductivo?
- R: Sí. Algunas sustancias químicas reducen la potencia o la fertilidad de los hombres así como de las mujeres. Algunas dañan el esperma y el óvulo y posiblemente lleven a malformaciones en recién nacidos.
- P: ¿Quiénes tienen mayor riesgo de sufrir daños reproductivos?
- R: Las mujeres embarazadas tienen mayor riesgo, ya que las sustancias químicas pueden causar daño al feto en desarrollo. Sin embargo, las sustancias químicas podrían afectar la capacidad de poder tener hijos y, por consiguiente, los hombres así como las mujeres en edad de tener hijos están en alto riesgo.

-----  
La siguiente información puede obtenerse a través del:

New Jersey Department of Health and Senior Services  
Occupational Health Service  
PO Box 360  
Trenton, NJ 08625-0360  
(609) 984-1863  
(609) 984-7407 (fax)

Dirección web: <http://www.state.nj.us/health/eoh/odisweb>

#### **Información sobre la higiene industrial**

Los higienistas industriales están a su disposición para contestar sus preguntas acerca del control de las exposiciones a sustancias químicas mediante el uso de ventilación exhaustiva, prácticas laborales específicas, buenas prácticas de limpieza y mantenimiento, buenas prácticas de higiene, y equipo de protección individual, que incluye los respiradores. Además, pueden facilitar la interpretación de los resultados de datos obtenidos en encuestas e inventarios sobre la higiene industrial.

#### **Evaluación médica**

Si Ud. cree que se está enfermando debido a la exposición a sustancias químicas en su lugar de trabajo, puede llamar al Departamento de Salud y Servicios para Personas Mayores de New Jersey (New Jersey Department of Health and Senior Services), Servicio de Salud en el Trabajo (Occupational Health Service), que podrá ayudarle a encontrar la información que necesite.

#### **Presentaciones públicas**

Se pueden organizar presentaciones y programas educativos sobre la salud ocupacional o la Ley del Derecho a Saber para sindicatos, asociaciones comerciales y otros grupos.

#### **Información y recursos del programa Derecho a Saber**

La Línea de Información del programa Derecho a Saber es (609) 984-2202. La persona que conteste puede responder a sus preguntas sobre la identidad de las sustancias químicas y sus efectos potenciales sobre la salud, la lista de los materiales educativos sobre la salud ocupacional, las referencias usadas para preparar las Hojas Informativas, la preparación del inventario del Derecho a Saber, los programas de educación y capacitación, y los requisitos de rotulación. Además, puede proporcionarle información general sobre la Ley del Derecho a Saber. Las violaciones a dicha ley deben ser comunicadas al (609) 984-2202.

-----

## DEFINICIONES

La **ACGIH** es la Conferencia Estadounidense de Higienistas Industriales Gubernamentales (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). Recomienda los límites máximos de exposición (los TLV) a sustancias químicas en el lugar de trabajo.

Un **carcinógeno** es una sustancia que causa cáncer.

El número **CAS** es el número único de identificación asignado a una sustancia química por el Servicio de Resúmenes Químicos (Chemical Abstracts Service).

El **CFR** es el *Código de regulaciones federales (Code of Federal Regulations)*, que consta de los reglamentos del gobierno estadounidense.

Una sustancia **combustible** es un sólido, líquido o gas que se quema.

Una sustancia **corrosiva** es un gas, líquido o sólido que causa daño irreversible a sus envases o al tejido humano.

El **DEP** es el Departamento de Protección al Medio Ambiente (Department of Environmental Protection) de New Jersey.

El **DOT** es el Departamento de Transporte (Department of Transportation), la agencia federal que regula el transporte de sustancias químicas.

La **EPA** es la Agencia de Protección al Medio Ambiente (Environmental Protection Agency), la agencia federal responsable de regular peligros ambientales.

La **FDA** es la Administración de Alimentos y Fármacos (Food and Drug Administration), la agencia federal que regula alimentos, fármacos, aparatos médicos, productos biológicos, cosméticos, fármacos y alimentos para animales, y productos radiológicos.

Un **feto** es un ser humano o animal no nacido.

La **GRENA** es la *Guía norteamericana de respuesta en caso de emergencia*. Ha sido realizada en conjunto por Transporte Canadá (Transport Canada), el Departamento de Transporte Estadounidense (DOT) y la Secretaría de Comunicaciones y Transporte de México. Es una guía para los que responden primero a un incidente de transporte, para que puedan identificar los peligros específicos o generales del material involucrado, y para que puedan protegerse a ellos mismos, así como al público en general, durante la fase inicial de respuesta al incidente.

El **HHAG** es el Grupo de Evaluación de la Salud Humana (Human Health Assessment Group) de la EPA federal.

La **IARC** es la Agencia Internacional para Investigaciones sobre el Cáncer (International Agency for Research on Cancer), que consta de un grupo científico que clasifica las sustancias químicas según su potencial de causar cáncer.

Una sustancia **inflamable** es un sólido, líquido, vapor o gas que se enciende fácilmente y se quema rápidamente.

**mg/m<sup>3</sup>** significa miligramos de una sustancia química por metro cúbico de aire. Es una medida de concentración (peso/volumen).

Una sustancia **miscible** es un líquido o gas que se disuelve uniformemente en otro líquido o gas.

Un **mutágeno** es una sustancia que causa mutaciones. Una **mutación** es un cambio en el material genético de una célula del organismo. Las mutaciones pueden llevar a malformaciones en recién nacidos, abortos espontáneos o cáncer.

La **NFPA** es la Asociación Nacional para la Protección contra Incendios (National Fire Protection Association). Clasifica las sustancias según su riesgo de incendio y explosión.

El **NIOSH** es el Instituto Nacional para la Salud y Seguridad en el Trabajo (National Institute for Occupational Safety and Health). Prueba equipos, evalúa y aprueba los respiradores, realiza estudios sobre los peligros laborales y propone normas a la OSHA.

La **NRC** es la Comisión Reguladora Nuclear (Nuclear Regulatory Commission), una agencia federal que regula las plantas nucleares comerciales y el uso civil de materiales nucleares.

El **NTP** es el Programa Nacional de Toxicología (National Toxicology Program), que examina los productos químicos y estudia los indicios de cáncer.

La **OSHA** es la Administración de Salud y Seguridad en el Trabajo (Occupational Safety and Health Administration), la agencia federal que promulga las normas de salud y seguridad y vigila el cumplimiento de dichas normas.

El **PEL** es el Límite de Exposición Admisible, que puede ser exigido por la OSHA.

La **PIH** es la designación que el DOT asigna a las sustancias químicas que presentan un Peligro de Intoxicación por Inhalación (Poison Inhalation Hazard).

**ppm** significa partes de una sustancia por un millón de partes de aire. Es una medida de concentración por volumen de aire.

La **presión de vapor** es una medida de la facilidad con la que un líquido o sólido se mezcla con el aire en su superficie. Una presión de vapor más alta indica una concentración más alta de la sustancia en el aire, y por lo tanto aumenta la probabilidad de respirarla.

El **punto de inflamabilidad** es la temperatura a la cual un líquido o sólido emite vapores que pueden formar una mezcla inflamable con el aire.

Una sustancia **reactiva** es un sólido, líquido o gas que emite energía en ciertas condiciones.

El **STEL** es el Límite de Exposición a Corto Plazo (Short-Term Exposure Limit), que se mide durante un periodo de 15 minutos y que nunca debe excederse durante el día laboral.

Un **teratógeno** es una sustancia que puede causar daño al feto y malformaciones en recién nacidos.

El **TLV** es el Valor Umbral Límite (Threshold Limit Value), el límite de exposición laboral recomendado por la ACGIH.

Nombre común: **OZONO**  
Número DOT: **No tiene**  
Código GRENA: **No se cita**  
Número CAS: **10028-15-6**

Evaluación del riesgo	NJDHSS	NFPA
<b>INFLAMABILIDAD</b>	no hallado	no calificado
<b>REACTIVIDAD</b>	no hallado	no calificado
AL INCENDIARSE, LOS RECIPIENTES PUEDEN EXPLOTAR.		

Claves para la evaluación del riesgo: 0=mínimo; 1=leve; 2=moderado; 3=grave; 4=extremo

## PELIGROS DE INCENDIO

- Use una sustancia química, CO<sub>2</sub>, agua rociada, o espuma de alcohol para extinguir el incendio.
- **AL INCENDIARSE, LOS RECIPIENTES PUEDEN EXPLOTAR.**
- Use agua rociada para mantener fríos los recipientes expuestos al incendio.
- Al entrar en contacto con materiales combustibles (madera, papel y aceite), el **ozono** puede encenderse o explotar.
- Si son los empleados quienes deben extinguir los incendios, deben estar capacitados y equipados de acuerdo con lo establecido en la norma de la OSHA: 29 CFR 1910.156.

## DERRAMES Y EMERGENCIAS

En caso de escape de **ozono**, tome las siguientes medidas:

- Evacue al personal. Controle e impida el acceso a la zona.
- Elimine toda fuente de ignición.
- Ventile el área del escape para dispersar los gases.
- Detenga el flujo de gas. Si la fuente de escape es un cilindro y no se puede detener el escape en ese lugar, retire el cilindro de escape hacia un lugar seguro, al aire libre, y repare el escape o deje que se vacíe el cilindro.
- Quizás sea necesario contener y eliminar el **ozono** como **DESECHO PELIGROSO**. Para obtener recomendaciones específicas, póngase en contacto con el Departamento de Protección al Medio Ambiente (DEP) de su estado, o con su oficina regional de la Agencia de Protección al Medio Ambiente (EPA) federal.
- Si se requiere que los empleados limpien los derrames, deben estar capacitados y equipados adecuadamente. Puede aplicarse la norma de la OSHA: 29 CFR 1910.120(q).

EN CASO DE GRANDES DERRAMES O INCENDIOS llame inmediatamente a los bomberos de su localidad. Ud. puede pedir información de emergencia a:

CHEMTREC: (800) 424-9300  
LÍNEA DE EMERGENCIA DEL NJDEP: (877) 927-6337

## MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

(Consulte la página 3.)

## PRIMEROS AUXILIOS

Para INFORMACIÓN SOBRE INTOXICACIONES llame al (800) 222-1222

### Contacto con los ojos

- Enjuague inmediatamente los ojos con abundante agua por un mínimo de 15 minutos, levantando en forma periódica los párpados superiores e inferiores. Busque de inmediato atención médica.

### Contacto con la piel

- Sumerja en agua tibia la parte afectada. Busque atención médica.

### Respiración

- Retire a la persona del lugar de la exposición.
- Inicie la respiración de rescate (utilizando precauciones universales) si la respiración se ha detenido y la RCP (reanimación cardiopulmonar) si la acción del corazón se ha detenido.
- Traslade sin demora a la víctima a un centro de atención médica.
- Se recomienda observación médica por 24 a 48 horas después de la sobreexposición respiratoria, ya que un edema pulmonar podría demorar en presentarse.

## DATOS FÍSICOS

**Presión de vapor:** 1.254 mm Hg a 68°F (20°C)

**Solubilidad en agua:** Muy poco soluble

## OTROS NOMBRES USADOS

### Nombre químico:

Ozono

### Otros nombres:

Mol de oxígeno (O<sub>3</sub>); oxígeno triatómico

*Esta información no debe ser copiada ni vendida con propósitos comerciales.*

NEW JERSEY DEPARTMENT OF HEALTH AND SENIOR SERVICES

### Right To Know Program

PO Box 368, Trenton, NJ 08625-0368  
(609) 984-2202

*Fuente: Departamento de salud y servicios para personas mayores de New Jersey*

### ANEXO 4: BETA DEL SECTOR.

**Date of Analysis:** Data used is as of January 2018

**Download as an excel file instead:** <http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/betas.xls>

**For global datasets:** [http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/data.html](http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/data.html)

**Variable  
Definitions**

can be obtained by clicking here

**Download  
Detail**

on which companies are included in each industry

<b>Industry Name</b>	<b>Number of firms</b>	<b>Beta</b>	<b>D/E Ratio</b>	<b>Effective Tax rate</b>
Advertising	40	1.15	73.87%	6.38%
Aerospace/Defense	87	1.08	18.46%	11.59%
Air Transport	17	1.01	71.00%	24.57%
Apparel	51	1.02	34.18%	10.35%
Auto & Truck	18	1.20	148.09%	8.15%
Auto Parts	62	1.04	28.30%	7.71%
Bank (Money Center)	11	0.64	157.26%	27.31%
Banks (Regional)	612	0.50	58.68%	25.57%
Beverage (Alcoholic)	28	1.33	26.14%	10.12%
Beverage (Soft)	35	0.70	23.06%	6.41%
Broadcasting	27	1.12	112.17%	17.18%
Brokerage & Investment Banking	42	1.24	219.92%	14.56%
Building Materials	39	1.11	21.46%	23.34%
Business & Consumer Services	169	1.17	27.44%	11.09%
Cable TV	14	0.92	53.05%	22.23%
Chemical (Basic)	38	1.20	41.28%	9.76%
Chemical (Diversified)	7	2.03	27.19%	11.66%
Chemical (Specialty)	99	1.11	29.00%	9.64%
Coal & Related Energy	30	1.25	45.41%	4.94%
Computer Services	111	1.10	30.83%	9.40%
Computers/Peripherals	58	1.01	18.17%	5.03%
Construction Supplies	49	1.12	32.47%	17.36%
Diversified	24	1.19	32.49%	12.09%
Drugs (Biotechnology)	459	1.44	15.83%	1.36%
Drugs (Pharmaceutical)	185	1.21	14.63%	2.11%
Education	34	1.15	38.83%	8.24%
Electrical Equipment	118	1.08	15.85%	5.06%
Electronics (Consumer & Office)	24	1.09	6.94%	5.98%
Electronics (General)	167	0.94	14.97%	8.34%
Engineering/Construction	49	1.27	29.72%	13.37%
Entertainment	90	1.15	33.74%	5.45%

Fuente: Aswath Damodaran

## ANEXO 5: RENTABILIDAD DE BONOS DEL ESTADO - PERU

### Perú - Bonos del Estado

- > Mundo
- > **América**
- > Europa
- > Oriente Próximo
- > Asia/Pacífico
- > África

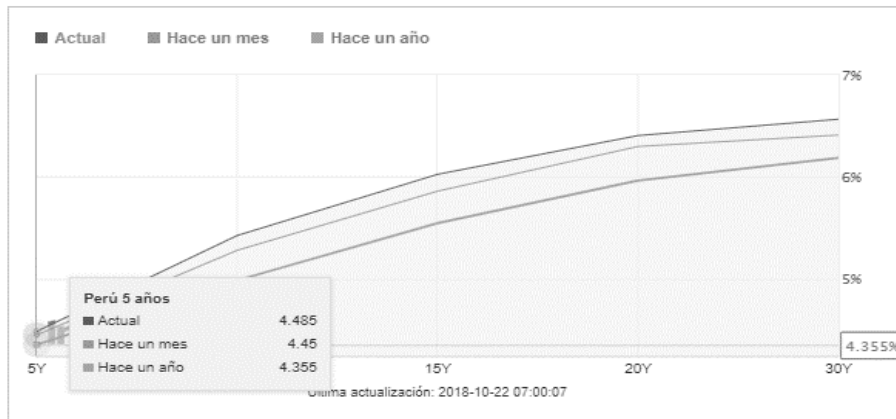
**Buscar bonos del Estado**

Lista de países:

Por vencimiento:  a:

### Perú »

#### Curva de rendimiento



Nombre	Rendimiento	Anterior	Máximo	Mínimo	Var.	% Var.	Hora
Perú 5A	4,485	4,485	4,485	4,485	0,000	0,00%	22/10
Perú 9A	5,425	5,425	5,425	5,397	0,000	0,00%	15/10
Perú 15A	6,035	6,025	6,035	6,035	+0,010	+0,17%	22/10
Perú 20A	6,415	6,405	6,415	6,415	+0,010	+0,16%	22/10
Perú 30A	6,555	6,565	6,555	6,555	-0,010	-0,15%	22/10

Fuente: Ministerio de economía y finanzas

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS DIRECCIÓN GENERAL DE ENDEUDAMIENTO Y TESORO PÚBLICO SUBASTA DE BONOS SOBERANOS			
Instrumento subastado	:	Bono Soberano 12AGO2026	
Fecha de subasta	:	18/10/2018	
Fecha de liquidación	:	19/10/2018	
Variable subastada	:	Tasa de rendimiento	
Monto demandado	:	S/. 208,000,000.00	
Monto adjudicado en primera vuelta*	:	S/. 65,000,000.00	
Monto adjudicado en segunda vuelta*	:	S/. 50,000,000.00	
Monto total adjudicado*	:	S/. 115,000,000.00	
Tasa de rendimiento mínima	:	5.4000%	
Tasa de rendimiento máxima	:	5.4600%	
Tasa de corte	:	5.4100%	117.5275%

Fuente: Investing.com

ANEXO 6: RENTABILIDAD DEL SECTOR SERVICIOS - MERCADO PERÚ

# ECONÓMIKA

NEGOCIOS, INVERSIONES Y FINANZAS

SUPLEMENTO SEMANAL  
DIARIO OFICIAL  
DEL BICENTENARIO  
**El Peruano**  
andina

Segunda Etapa. Año 4. Edición Nº 257  
Lunes 26 de marzo de 2018

NUEVO ROSTRO DE LAS EXPORTACIONES

## La tendencia global del sector servicios

El director ejecutivo del Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior (Idexcam) de la Cámara Comercio de Lima (CCL), Carlos Posada, explica el crecimiento de las empresas de servicios asentadas en el Perú. Argentina, Chile y Colombia son los países a los que este tipo de negocios está llegando.

Escribe **Rodolfo Ardiles V.** que se encuen-



# 26.6%

**FUE LA** rentabilidad  
que obtuvo la Bolsa  
de Valores de Lima  
el año pasado.

*Fuente: Económika*

## ANEXO 7: CUESTIONARIO REALIZADO PARA EVALUACIÓN SUBJETIVA

<p>1. ¿Considera que la prenda debería ser reprocesada?</p>
<p>2. Dentro de una escala con los valores de 1 – 10 donde 1 es el menor valor y 10 es el mayor valor ¿Qué valor le otorgaría al resultado del lavado por concepto de <b>calidad de lavado</b> ?</p>
<p>3. Dentro de una escala con los valores de 1 – 10 donde 1 es el menor valor y 10 es el mayor valor ¿Qué valor le otorgaría al resultado del lavado por concepto de <b>preservación del color después de lavado</b>?</p>
<p>4. Dentro de una escala con los valores de 1 – 10 donde 1 es el menor valor y 10 es el mayor valor ¿Qué valor le otorgaría al resultado del lavado por concepto de <b>rigidez de la prenda luego de secado</b>?</p>

*Fuente: Elaboración propia*

### ANEXO 8: SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA A LAVADORAS



Bomba de aire – 4l/min

Generador de alto voltaje a partir de flay back de televisión

Reactor generador de ozono

Tanque de mezcla – método: burbujeo y agitación

Manguera de suministro de agua a lavadora

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO 9: EVALUACIÓN DE EXPERTOS DE RESULTADOS DE ENSAYOS

### Evaluación de lavado por expertos:

Nro. : 1  
Nombre: *Paola Urquiza Surco*  
Cargo: *Gerente de Producción*  
Empresa: *Reactivo Jeans SCL*  
Experiencia: *12 años*

---

1.- Luego de realizada la evaluación del resultado, del antes y el después del lavado en las diferentes muestras presentadas ¿Considera que se puede realizar un correcto lavado empleando Ozono?

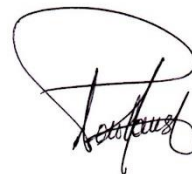
- Si

- No

2.- Luego de realizada la evaluación del resultado, del antes y el después del lavado en las diferentes muestras presentadas ¿Podría afirmar que el lavado empleando ozono es igual o más eficiente que el lavado convencional empleando agua caliente?

- Si

- No



Evaluación de lavado por expertos:

Nro. : 2

Nombre: *Alejandro Jarama Bolboa*

Cargo: *Gerente General*

Empresa: *Reactivos Jesus SLL*

Experiencia: *30 años*

---

1.- Luego de realizada la evaluación del resultado, del antes y el después del lavado en las diferentes muestras presentadas ¿Considera que se puede realizar un correcto lavado empleando Ozono?

- Si

- No

2.- Luego de realizada la evaluación del resultado, del antes y el después del lavado en las diferentes muestras presentadas ¿Podría afirmar que el lavado empleando ozono es igual o más eficiente que el lavado convencional empleando agua caliente?

- Si

- No



Evaluación de lavado por expertos:

Nro. : 03

Nombre: *Fredy Molino Rodríguez*

Cargo: *Docente UCSM.*

Empresa: *UNIVERSIDAD CATÓLICA DE STA. MARÍA*

Experiencia: *28 años*

---

1.- Luego de realizada la evaluación del resultado, del antes y el después del lavado en las diferentes muestras presentadas ¿Considera que se puede realizar un correcto lavado empleando Ozono?

- Si

- No

2.- Luego de realizada la evaluación del resultado, del antes y el después del lavado en las diferentes muestras presentadas ¿Podría afirmar que el lavado empleando ozono es igual o más eficiente que el lavado convencional empleando agua caliente?

- Si

- No



2346

Evaluación de lavado por expertos:

Nro. : 4  
Nombre: Rolando Valera Becerra  
Cargo: Docente Universitario  
Empresa: U.C.S.M.  
Experiencia: 25 años textil.

1.- Luego de realizada la evaluación del resultado, del antes y el después del lavado en las diferentes muestras presentadas ¿Considera que se puede realizar un correcto lavado empleando Ozono?

- Si

- No

2.- Luego de realizada la evaluación del resultado, del antes y el después del lavado en las diferentes muestras presentadas ¿Podría afirmar que el lavado empleando ozono es igual o más eficiente que el lavado convencional empleando agua caliente?

- Si

- No

Nota: Mi afirmación es por atributos  
requiero pruebas de ensayo



## ANEXO 10: CÁLCULO DE ÁREA NECESARIA PARA LA INSTALACIÓN DEL OZONIFICADOR – MÉTODO GUERCHET

Cálculo de área necesaria para la instalación, Método GUERCHET

- a) Cálculo de superficie estática (Ss)

Área horizontal que ocupa el equipo:

Largo x ancho :

$$Ss: 0.5 \text{ mt} \times 0.8 \text{ mt}$$

$$Ss: 0.4 \text{ mt}^2$$

- b) Superficie gravitacional (Sg)

Superficie estática (Ss) X Numero de lados por los cuales será utilizado (N):

$$Sg: 0.4 \text{ mt}^2 \times 1$$

$$Sg: 0.4 \text{ mt}^2$$

- c) Superficie de evolución

$$Se: (Ss + Sg) * (k)$$

$$Se: (0.4 + 0.4) * (0.32)$$

$$Se: 0.25 \text{ mt}^2$$

- d) Superficie total

$$St: Ss + Se + Sg$$

$$St: 0.4 + 0.25 + 0.4$$

$$St: 1.05 \text{ mt}^2$$

Calculo del K	(mt)
Lavadora 130	2,4
Lavadora 70	1,6
Lavadora 15	2,4
Secadora 15	2,3
Secadora 20	2,4
Secadora 10	1,95
Centrifugadora	0,9
Plancha de rodillo	0,9
Plancha de prensa	0,75
Ozonificador	1.81
<b>Promedio</b>	<b>1,733</b>
<b>Móviles</b>	
Carreta + cilindro	1,1
<b>K</b>	<b>0,31730769</b>