

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería Industrial
Carrera de Ingeniería Industrial



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA ELABORADORA DE PIROTÉCNICOS RECREATIVOS ECO - AMIGABLES

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Laura Jimena Tagle Muñoz
Código 20141308

María Paula Véliz Soto
Código 20141437

Asesor
Juan Carlos Seminario García

Lima – Perú
Julio de 2020



**PREFEASABILITY STUDY FOR THE
INSTALLATION OF A MANUFACTURING
PLANT OF RECREATIONAL ECO-
FRIENDLY FIREWORKS**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	XVI
ABSTRACT.....	XVII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES.....	2
1.1 Problemática.....	2
1.2 Objetivos de la investigación	3
1.3 Alcance de la investigación	3
1.4 Justificación del tema	4
1.5 Hipótesis de trabajo	5
1.6 Marco referencial	5
1.7 Marco conceptual	7
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO	11
2.1 Aspectos generales del estudio de mercado.....	11
2.1.1 Definición comercial del producto.....	11
2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios.....	13
2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio.....	13
2.1.4 Análisis del sector industrial (cinco fuerzas de PORTER)	13
2.1.5 Modelo de Negocios (Canvas).....	18
2.2 Metodología a emplear en la investigación de mercado.....	20
2.3 Demanda potencial	20
2.3.1 Patrones de consumo.....	20
2.3.2 Determinación de la demanda potencial en base a patrones de consumo similares	20
2.4 Determinación de la demanda de mercado en base a fuentes secundarias o primarias.	21
2.4.1 Demanda del proyecto en base a data histórica	21
2.5 Análisis de la oferta.....	25
2.5.1 Empresas productoras, importadoras y comercializadoras	25
2.5.2 Participación de mercado de los competidores actuales	27
2.5.3 Competidores potenciales si hubiera.....	28

2.6	Definición de la Estrategia de Comercialización.....	28
2.6.1	Políticas de comercialización y distribución.....	28
2.6.2	Publicidad y promoción	29
2.6.3	Análisis de precios	30
CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA.....		32
3.1	Identificación y análisis detallado de los factores de localización	32
3.2	Identificación y descripción de las alternativas de localización.....	34
3.3	Evaluación y selección de localización	39
3.3.1	Evaluación y selección de la macro localización.....	39
3.3.2	Evaluación y selección de la micro localización.....	41
CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA		47
4.1	Relación tamaño-mercado	47
4.2	Relación tamaño-recursos productivos	47
4.3	Relación tamaño-tecnología	47
4.4	Relación tamaño-punto de equilibrio	48
4.5	Selección del tamaño de planta	48
CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO.....		50
5.1	Definición técnica del producto	50
5.1.1	Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto	50
5.1.2	Marco regulatorio para el producto.....	52
5.2	Tecnologías existentes y procesos de producción.....	53
5.2.1	Naturaleza de la tecnología requerida	53
5.2.2	Proceso de producción	56
5.3	Características de las instalaciones y equipos	69
5.3.1	Selección de la maquinaria y equipos	69
5.3.2	Especificaciones de la maquinaria	70
5.4	Capacidad instalada.....	77
5.4.1	Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos.....	77
5.4.2	Cálculo de la capacidad instalada	79
5.5	Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto.....	81
5.5.1	Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto ..	81
5.6	Estudio de Impacto Ambiental	83
5.7	Seguridad y Salud ocupacional	87
5.8	Sistema de mantenimiento.....	90

5.9	Diseño de la Cadena de Suministro.....	92
5.10	Programa de producción.....	93
5.11	Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto	93
5.11.1	Materia prima, insumos y otros materiales.....	94
5.11.2	Servicios: energía eléctrica, agua	97
5.11.3	Determinación del número de trabajadores indirectos	98
5.11.4	Servicios de terceros	98
5.12	Disposición de planta	99
5.12.1	Características físicas del proyecto	99
5.12.2	Determinación de las zonas físicas requeridas	104
5.12.3	Cálculo de áreas para cada zona.....	105
5.12.4	Dispositivos de seguridad industrial y señalización.....	121
5.12.5	Disposición de detalle de la zona productiva	123
5.12.6	Disposición general	124
5.13	Cronograma de implementación del proyecto.....	127
CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN.....		129
6.1	Formación de la organización empresarial.....	129
6.2	Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios; y funciones generales de los principales puestos	129
6.3	Esquema de la estructura organizacional	137
CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....		139
7.1	Inversiones.....	139
7.1.1	Estimación de las inversiones de largo plazo (tangibles e intangibles)	139
7.1.2	Estimación de las inversiones de corto plazo (Capital de trabajo).....	144
7.2	Costos de producción	145
7.2.1	Costos de los materiales	145
7.2.2	Costo de la mano de obra directa	145
7.2.3	Costo Indirecto de Fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales de planta)	145
7.3	Presupuesto Operativos	147
7.3.1	Presupuesto de ingreso por ventas	147
7.3.2	Presupuesto operativo de costos.....	147
7.3.3	Presupuesto operativo de gastos.....	148
7.4	Presupuestos Financieros	148

7.4.1	Presupuesto de Servicio de Deuda	148
7.4.2	Presupuesto de Estado Resultados	149
7.4.3	Presupuesto de Estado de Situación Financiera (apertura)	150
7.4.4	Flujo de fondos netos	150
7.5	Evaluación Económica y Financiera	152
7.5.1	Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR.....	152
7.5.2	Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR	153
7.5.3	Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros del proyecto.....	153
7.5.4	Análisis de sensibilidad del proyecto	155
	CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO	157
8.1	Análisis de indicadores sociales	157
	CONCLUSIONES	159
	RECOMENDACIONES	160
	REFERENCIAS.....	161
	BIBLIOGRAFÍA	168
	ANEXOS.....	169

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Características del producto.....	11
Tabla 2.2 CIU del sector.....	12
Tabla 2.3 Amenaza de nuevos participantes.....	14
Tabla 2.4 Poder de negociación de compradores	15
Tabla 2.5 Poder de negociación de proveedores.....	16
Tabla 2.6 Amenaza de productos sustitutos.....	17
Tabla 2.7 Rivalidad de los competidores.....	18
Tabla 2.8 Canvas.....	19
Tabla 2.9 CPC de fuegos artificiales tradicionales de México	21
Tabla 2.10 Importaciones y exportaciones de fuegos artificiales	21
Tabla 2.11 DIA anual de fuegos artificiales en el Perú	22
Tabla 2.12 DIA de fuegos artificiales en el Perú.....	22
Tabla 2.13 R ² según tipo de regresión	23
Tabla 2.14 Demanda proyectada	24
Tabla 2.15 Demanda del proyecto	25
Tabla 2.16 Empresas productoras	25
Tabla 2.17 Empresas importadoras.....	26
Tabla 2.18 Precio de venta de bombardas	30
Tabla 3.1 Calificación por departamento de cercanía al mercado objetivo.....	37
Tabla 3.2 Puntos de abastecimiento.....	37
Tabla 3.3 Calificación por departamento de disponibilidad de materia prima	37
Tabla 3.4 Calificación por departamento de producción de energía eléctrica GW/h	38
Tabla 3.5 Calificación por departamento de disponibilidad de mano de obra	38
Tabla 3.6 Calificación por departamento de producción de agua potable (miles de m3)	39
Tabla 3.7 Calificación por departamento de disponibilidad del terreno.....	39
Tabla 3.8 Asignación de códigos para cada factor de macro localización	39
Tabla 3.9 Tabla de enfrentamiento para factores de macro localización.....	40
Tabla 3.10 Definición de calificaciones	40
Tabla 3.11 Ranking de factores para la macro localización	41

Tabla 3.12	Asignación de códigos para cada factor de micro localización	41
Tabla 3.13	Ubicación de principales clientes	42
Tabla 3.14	Cálculo del tiempo promedio de traslado hacia los almacenes de los clientes	43
Tabla 3.15	Calificación del tiempo promedio a los almacenes de clientes por distrito.	43
Tabla 3.16	Polvorines FAMESA	43
Tabla 3.17	Calificación para cercanía al proveedor (minutos)	44
Tabla 3.18	Calificación por costo de terreno por distrito	44
Tabla 3.19	Calificación en costo para la obtención de licencias por distrito.....	45
Tabla 3.20	Calificación en seguridad ciudadana por distrito.....	45
Tabla 3.21	Tabla de enfrentamiento para factores de micro localización	46
Tabla 3.22	Ranking de factores para micro localización.....	46
Tabla 4.1	Relación tamaño-mercado para bombardas	47
Tabla 4.2	Relación tamaño-recurso productivo para bombardas.....	47
Tabla 4.3	Relación tamaño-tecnología bombardas	48
Tabla 4.4	Datos para el cálculo del punto de equilibrio	48
Tabla 4.5	Relación tamaño-punto de equilibrio.....	48
Tabla 4.6	Selección del tamaño de planta.....	49
Tabla 5.1	Ficha técnica de la bomba de crisantemo	50
Tabla 5.2	Especificaciones del producto	53
Tabla 5.3	Tecnologías existentes para la fabricación de fuegos artificiales.....	54
Tabla 5.4	Tecnologías escogidas	55
Tabla 5.5	Composición de las estrellas.....	56
Tabla 5.6	Preparado de mechas	60
Tabla 5.7	Selección de maquinaria e instrumentos.....	69
Tabla 5.8	Especificaciones del tamiz de acero inoxidable No 40	70
Tabla 5.9	Especificaciones del contenedor de plástico.....	70
Tabla 5.10	Especificaciones de la balanza de alta precisión	70
Tabla 5.11	Especificaciones de la pala de llenado.....	71
Tabla 5.12	Especificaciones del molde para estrellas cilíndricas 1/4"	71
Tabla 5.13	Especificaciones de la espátula metálica	71
Tabla 5.14	Especificaciones de la bandeja de plástico	72
Tabla 5.15	Especificaciones de la prensa hidráulica de 20 TM.....	72
Tabla 5.16	Especificaciones de la cámara de secado.....	73

Tabla 5.17 Especificaciones de cesta de malla de acero inoxidable.....	73
Tabla 5.18 Especificaciones del mezclador de estrellas	74
Tabla 5.19 Especificaciones del pulverizador	74
Tabla 5.20 Especificaciones del juego de punzones.....	74
Tabla 5.21 Especificaciones del martillo	75
Tabla 5.22 Especificaciones de la cortadora de mechas	75
Tabla 5.23 Especificaciones de la cuchilla	75
Tabla 5.24 Especificaciones de la guillotina manual.....	76
Tabla 5.25 Especificaciones de la perforadora de mechas	76
Tabla 5.26 Especificaciones del martillo de jebe	76
Tabla 5.27 Cálculo de máquinas y operarios 2025	78
Tabla 5.28 Cálculo de la capacidad instalada para la producción de bombardas	80
Tabla 5.29 Requisitos de calidad de insumos	81
Tabla 5.30 Cuadro de especificaciones de materia prima	82
Tabla 5.31 Puntos de evaluación de calidad en el proceso	82
Tabla 5.32 Matriz de caracterización de aspectos e impactos ambientales	83
Tabla 5.33 Nivel de significancia	85
Tabla 5.34 Matriz de Leopold.....	86
Tabla 5.35 Características de salud y seguridad de insumos químicos	88
Tabla 5.36 Análisis preliminar de riesgo	89
Tabla 5.37 Plan de mantenimiento	90
Tabla 5.38 Programa de producción	93
Tabla 5.39 Programa maestro de producción (en unidades).....	94
Tabla 5.40 Cálculo del stock de seguridad	94
Tabla 5.41 Requerimiento de materia prima	94
Tabla 5.42 Requerimiento de insumos para estrellas	95
Tabla 5.43 Requerimientos de insumos para bombardas	96
Tabla 5.44 Requerimientos de insumos adicionales para bombardas	96
Tabla 5.45 Requerimiento fijo anual de energía eléctrica	97
Tabla 5.46 Requerimiento variable anual de energía eléctrica	97
Tabla 5.47 Consumo fijo anual de agua	98
Tabla 5.48 Consumo variable anual de agua	98
Tabla 5.49 Cálculo de las distancias de seguridad desde el polvorín	103
Tabla 5.50 Distancias de seguridad de la planta de pirotécnicos.....	103

Tabla 5.51	Áreas de la planta industrial	104
Tabla 5.52	Variables a considerar.....	105
Tabla 5.53	Evaluación de puntos independientes	106
Tabla 5.54	Especificaciones de mesas de trabajo para la planta	107
Tabla 5.55	Especificaciones jaba grande	107
Tabla 5.56	Especificaciones de jaba pequeña.....	108
Tabla 5.57	Especificaciones de elevador de carga	108
Tabla 5.58	Especificaciones de carretilla	109
Tabla 5.59	Cálculo de k	109
Tabla 5.60	Método Guerchet	110
Tabla 5.61	Área mínima de planta industrial.....	111
Tabla 5.62	Requerimiento máximo de materia prima	111
Tabla 5.63	Cálculo del área de los estantes	112
Tabla 5.64	Cálculo de área de pasillos de almacén de materia prima	112
Tabla 5.65	Cálculo de área mínima requerida para el almacén de materia prima.....	112
Tabla 5.66	Cálculo de requerimiento de insumos químicos.....	113
Tabla 5.67	Cálculo de pallets necesarios para insumos químicos sólidos.....	113
Tabla 5.68	Especificaciones de estante para almacenamiento de insumos químicos..	113
Tabla 5.69	Cálculo total de pallets para almacén de insumos químicos.....	114
Tabla 5.70	Cálculo del área de los estantes para el almacén de insumos químicos	114
Tabla 5.71	Cálculo del área de los pasillos del almacén de insumos químicos.....	114
Tabla 5.72	Cálculo del área mínima requerida para el almacén de insumos químicos	114
Tabla 5.73	Demanda pico para insumos	115
Tabla 5.74	Cálculo número de estantes para almacén de insumos.....	115
Tabla 5.75	Cálculo del área de estantes	116
Tabla 5.76	Cálculo del área de pasillos	116
Tabla 5.77	Cálculo área mínima almacén de insumos varios.....	116
Tabla 5.78	Características de envases para almacén de productos en proceso.....	117
Tabla 5.79	Características de estantes para almacén de productos en proceso	117
Tabla 5.80	Cálculo de estantes	117
Tabla 5.81	Cálculo del área del pasillo.....	118
Tabla 5.82	Cálculo del área mínima de almacén requerido.....	118
Tabla 5.83	Cálculo de demanda pico de productos para capacidad de almacén de productos terminados	118

Tabla 5.84 Cálculo de número de pallets requeridos para almacén de productos terminados.....	119
Tabla 5.85 Cálculo de área de estantes de almacén de productos terminados.....	119
Tabla 5.86 Cálculo de área para pasillo de almacén de productos terminados	119
Tabla 5.87 Cálculo del área mínima del almacén de productos terminados.....	119
Tabla 5.88 Tabla de motivos para el análisis relacional	124
Tabla 5.89 Códigos de análisis relacional	124
Tabla 5.90 Áreas de la planta industrial	125
Tabla 5.91 Valores de proximidad de las áreas de la instalación	126
Tabla 7.1 Costo de maquinaria	139
Tabla 7.2 Costos de equipos auxiliares.....	140
Tabla 7.3 Costo de mobiliario.....	141
Tabla 7.4 Costo de implementos de seguridad	142
Tabla 7.5 Costo de terreno	142
Tabla 7.6 Costo de edificación	143
Tabla 7.7 Costo activos intangibles	143
Tabla 7.8 Inversión total estimada.....	144
Tabla 7.9 Ciclo de caja	144
Tabla 7.10 Costo de materiales.....	145
Tabla 7.11 Costo de mano de obra directa.....	145
Tabla 7.12 Costo de mano de obra indirecta	146
Tabla 7.13 Costo fijo anual de energía eléctrica.....	146
Tabla 7.14 Costo variable anual de energía eléctrica	146
Tabla 7.15 Costo fijo anual de agua	147
Tabla 7.16 Costo variable anual de agua	147
Tabla 7.17 Presupuesto de ingreso por ventas.....	147
Tabla 7.18 Presupuesto operativo de costos de producción	148
Tabla 7.19 Presupuesto operativo de gastos	148
Tabla 7.20 Datos generales para pago de la deuda	149
Tabla 7.21 Cronograma del pago de la deuda	149
Tabla 7.22 Estado de resultados	149
Tabla 7.23 Estado de Situación Financiera al 31 de diciembre del 2021	150
Tabla 7.24 Flujo de fondos económicos	151
Tabla 7.25 Flujo de fondos financieros	151

Tabla 7.26 Datos para el cálculo del COK	152
Tabla 7.27 Indicadores económicos.....	152
Tabla 7.28 Datos para el cálculo del CPPC	153
Tabla 7.29 Indicadores financieros	153
Tabla 7.30 Índices de liquidez	154
Tabla 7.31 Índices de eficiencia	154
Tabla 7.32 Índices de endeudamiento.....	154
Tabla 7.33 Índices de rentabilidad.....	155
Tabla 7.34 Variación del precio en el escenario económico	155
Tabla 7.35 Variación del precio en el escenario financiero.....	155
Tabla 7.36 Variación de los costos de materiales escenario económico	156
Tabla 7.37 Variación de los costos de materiales escenario financiero.....	156
Tabla 8.1 Valor agregado.....	157
Tabla 8.2 Relación producto/capital	157
Tabla 8.3 Intensidad de capital	158
Tabla 8.4 Densidad de capital.....	158
Tabla 8.5 Productividad de la mano de obra	158

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Forma estructural del perclorato de potasio	8
Figura 2.1 Regresión lineal de DIA de fuegos artificiales en el Perú.....	23
Figura 2.2 Participación de mercado de los competidores actuales	28
Figura 2.3 Distribución directa	29
Figura 3.1 Departamento de Lima	35
Figura 3.2 Departamento de La Libertad.....	35
Figura 3.3 Departamento de Arequipa.....	36
Figura 5.1 Sección transversal y vista exterior de la bombarda crisantemo.....	51
Figura 5.2 Vista horizontal de la caja de 42 bombardas.....	51
Figura 5.3 Etiqueta de bombarda crisantemo	52
Figura 5.4 Diagrama de Operaciones del Proceso para la producción de estrellas	63
Figura 5.5 Diagrama de Operaciones del Proceso para la producción de bombardas tipo crisantemo.....	64
Figura 5.6 Balance de materia de estrellas doradas	66
Figura 5.7 Balance de materia de estrellas plateadas.....	67
Figura 5.8 Balance materia de bombardas.....	68
Figura 5.9 Cadena de suministros.....	92
Figura 5.10 Fórmula del stock de seguridad.....	94
Figura 5.11 Insumos mínimos para el tópico.....	100
Figura 5.12 Equipamiento mínimo para el tópico	101
Figura 5.13 Fórmula para el cálculo de distancias de seguridad de polvorines.....	103
Figura 5.14 Almacenes para la planta.....	120
Figura 5.15 Plano de seguridad.....	122
Figura 5.16 Plano de planta industrial	123
Figura 5.17 Tabla relacional de áreas de la planta industrial.....	126
Figura 5.18 Diagrama de análisis relacional.....	127
Figura 5.19 Cronograma de implementación del proyecto.....	128
Figura 6.1 Organigrama de la empresa.....	138
Figura 7.1 Cálculo del capital de trabajo	144

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Transcripción de la entrevista	170
Anexo 2: Cálculo del factor utilización	173
Anexo 3: Cálculo del factor eficiencia	174



RESUMEN

El presente estudio busca determinar la viabilidad comercial, técnica, económica, financiera y social para la instalación de una planta elaboradora de pirotécnicos en cuanto a la existencia de una demanda, disponibilidad de materia prima y tecnología adecuada a costos competitivos en la situación actual del Perú.

A través del estudio de mercado, se pudo estimar que existe una demanda anual de 672,646 bombardas para el último año del horizonte del proyecto. En lo que respecta al mercado objetivo identificado, las bombardas están dirigidas para la venta a empresas que desarrollan shows de fuegos artificiales.

De igual forma, dada la evaluación de las variables macro y micro para la localización, se pudo identificar que el lugar más propicio para instalar la planta es Ventanilla. Además, la tecnología relacionada al proceso está disponible para adquirirse y ser utilizada. Sobre la base de ello, se pudo diseñar una planta con una capacidad instalada que alcanza una utilización del 93% en el último año del proyecto.

Adicional a ello, se categorizó a la empresa como pyme al contar con un volumen de ingresos estimados de 4,615,081 soles en el primer año.

Por último, se realizó la evaluación económica financiera en la que el COK para el negocio resultó en 12.20%. Así, en lo que respecta al escenario netamente económico se obtuvo una TIR de 24.72% y una VAN de S/.1,450,871. Del otro lado, en un escenario financiero en el que se apalanca la maquinaria, equipos, mobiliario y EPP a una TEA de 15.39% se obtuvo una TIR de 29.55% y una VAN de S/. 1,574,543.

Palabras clave: fuegos artificiales, pirotecnia, eco-amigable, bombarda, espectáculo

ABSTRACT

The present study seeks to determine the commercial, technical, economic, financial and social viability for the installation of an ecofriendly pyrotechnical factory in terms of the existence of a demand, availability of raw material and appropriate technology at competitive costs in the current situation from Peru.

Through the market study, it was possible to estimate that there is an annual demand for the product mix of 672,646 shells for the last year of the project horizon. Furthermore, the bombards are intended for sale to companies that develop fireworks shows.

Similarly, given the evaluation of the macro and micro variables for the location, it was possible to identify that the most propitious place to install the plant is Ventanilla. In addition, the technology related to the process is available to be used. Based on this, it was possible to design a plant with an installed capacity that reaches a utilization of 93% in the last year of the project.

In addition, the company was categorized as an SME with an estimated revenue volume of 4,615,081 PEN in the first year alone.

Finally, the financial economic evaluation was carried out in which the COK for the business resulted in 12.20%. Thus, with regard to the economic scenario, an IRR of 24.72% and an NPV of 1,450,871 PEN was obtained. On the other hand, in a financial scenario in which the machinery, equipment, furniture and EPP is leveraged at a TEA of 15.39%, an IRR of 29.55% and an NPV of 1,574.543 PEN was obtained.

Keywords: fireworks, pyrotechnics, eco-friendly, aerial shells, show

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda por identificar una necesidad insatisfecha o por mejorarla en este mercado, se planteó que como profesionales en ingeniería industrial tuviésemos en consideración una propuesta que busque generar un impacto positivo con el medio ambiente que contemple la reducción de sus principales focos contaminantes.

Al mismo tiempo, se identificó que existe demanda sostenida de los pirotécnicos en el país, ya que existe una cultura arraigada en donde estos productos se emplean en las diferentes festividades. Entre estas se encuentran las manifestaciones culturales como Santa Rosa de Lima, San Juan y el Señor de los Milagros. También, tienen lugar las festividades por Navidad y Año Nuevo, así como distintos eventos que surgen a lo largo del año como conciertos, corsos y campeonatos deportivos, entre otros.

Además, al momento de buscar información académica respecto a este tema en fuentes de educación superior a nivel nacional se encontró que no existen estudios técnicos a diferencia del nivel desarrollado en el extranjero. Asimismo, se conoce que, en la actualidad, la elaboración nacional de fuegos artificiales corresponde principalmente a talleres artesanales en los que suelen surgir accidentes graves, debido a que no se cuentan con las condiciones propicias de seguridad. Por ello, este trabajo pretende iniciar la investigación en este sector para propiciar el desarrollo de esta industria de una forma segura.

Por todo lo anterior, se decidió elaborar el presente estudio referido a pirotécnicos eco amigables, que permita desarrollar información perdurable a nivel técnico y de proceso. Asimismo, se busca determinar la factibilidad de la instalación de esta industria en el Perú con el desarrollo social y económico favorable que podría generar para el país, así como la promoción y desarrollo de esta industria a nivel tecnológico.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Problemática

El presente trabajo busca desarrollar el estudio preliminar para la fabricación de pirotécnicos recreativos eco-amigables a nivel industrial.

Como se sabe, los fuegos artificiales se emplean de forma frecuente en diversas festividades de índole cultural o recreacional en el Perú como Fiestas Patrias, Año Nuevo y Navidad. Sin embargo, en su contenido pueden tener diferentes tipos de contaminantes como el perclorato sódico, que funciona como agente oxidante en la propulsión y los metales pesados, que proporcionan el color en la parte explosiva. Estas emisiones ocasionan daño tanto en los microorganismos como en la fauna del ecosistema e, incluso, podrían propiciar intoxicación en humanos de haber consumo (Jaramillo, 2017, párr. 8). Según especialistas del Ministerio de Ambiente del Perú, estas mezclas liberan monóxido de carbono y partículas de PM2.5 que tardan hasta 3 días en disiparse y que causan males respiratorios tras su inhalación (NOTIMEX, 2018, sección Nacional). Por todo ello, surge la necesidad de presentar una alternativa de pirotécnicos que emitan menores contaminantes, de forma que se reduzca el impacto al ambiente y el perjuicio a la salud de las personas. Así, la propuesta consiste en una alternativa que no contenga metales pesados ni percloratos y que reduzca el contenido de azufre en su composición.

Este trabajo es relevante para el desarrollo como profesionales de la carrera de Ingeniería Industrial, debido a los aspectos de mercado, técnicos y económicos que contempla. En primer lugar, se realizará un estudio de mercado que permita evaluar la actual demanda del sector para este producto y de esta manera se fundamenten los ingresos. En segundo lugar, se realizará un análisis técnico del proceso productivo y se determinará el tamaño y localización de la planta para una óptima operación. En tercer lugar, se desarrollará una evaluación económica y financiera para demostrar la viabilidad del proyecto como negocio a través del cálculo de los respectivos indicadores de rentabilidad. Por último, se realizará la evaluación del impacto social mediante el análisis de los indicadores sociales correspondientes.

1.2 Objetivos de la investigación

Objetivo general:

Determinar la viabilidad comercial, técnica, económica, financiera y social para la instalación de una planta productora de pirotécnicos recreativos eco-amigables, en cuanto a la existencia de una demanda, de disponibilidad de materia prima y de tecnología adecuada a costos competitivos en la situación actual del país.

Objetivos específicos:

- Determinar la demanda del proyecto mediante un estudio de mercado
- Determinar la localización de la planta
- Determinar el tamaño de planta
- Determinar el proceso productivo
- Calcular la inversión y determinar los medios de financiamiento
- Realizar la evaluación económica-financiera del proyecto
- Realizar la evaluación social del proyecto

1.3 Alcance de la investigación

Unidad de análisis

La unidad de análisis del estudio son los pirotécnicos recreativos eco-amigables.

Población

Dirigido a aquellas empresas que busquen una alternativa de fuegos artificiales menos perjudiciales para medio ambiente.

Espacio

El estudio de mercado se realizará en Lima, Perú. El estudio para la locación de la planta, que involucra la cercanía a materias primas entre otros factores, se realizará a nivel nacional.

Tiempo

Los ciclos académicos comprendidos en el período académico 2018-2 a 2019-2

Limitaciones

- La mayoría de la información más detallada proviene de fuentes extranjeras por lo que no está traducida al español y muchas de ellas se encuentran con acceso restringido.
- No existe una norma técnica específica para fuegos artificiales en Perú.
- Falta de acceso a la maquinaria necesaria para elaborar el producto a nivel industrial

1.4 Justificación del tema

Técnica

El producto es factible de desarrollar técnicamente, ya que la tecnología necesaria para elaborarlo es conocida y está disponible para su uso. Las etapas del proceso son fundamentalmente operaciones unitarias, como el mezclado y secado. Para la composición pirotécnica se usarán mezclas que variarán según el color del destello.

De igual forma, se conocen las condiciones de presión, temperatura y humedad requeridas para el transporte del producto sobre la base de la ley N° 30299: Ley de armas de fuego, municiones, explosivos, productos pirotécnicos y materiales relacionados de uso civil.

Económica

La justificación económica de la producción de este tipo de fuegos artificiales se fundamenta en que existe un amplio mercado dispuesto a pagar por él. El precio de los fuegos artificiales es muy variado. Además, con una tendencia creciente a cuidar el medio ambiente, el precio al cual el público se encuentra dispuesto a pagar por un producto con estas características es mayor que el de uno convencional.

Social

La planta generará empleo a través de la contratación de personal administrativo y operativo por lo que se contribuye al desarrollo del país. Además, se contribuirá a mantener el capital dentro del país, ya que la mayor cantidad de pirotécnicos son importados. Asimismo, por la propia naturaleza del producto, se está buscando reducir al mínimo las emisiones dañinas para el medio ambiente. Del mismo modo, las políticas

internas de la planta, como el de mantener un programa de reciclaje, contribuye a la misma causa.

1.5 Hipótesis de trabajo

En el país y en la situación económica y social actual existen las condiciones de mercado y de tecnología que permiten instalar y operar con éxito económico una planta de elaboración de pirotécnicos recreativos eco-amigables.

1.6 Marco referencial

Referencia 1: *A review of Illuminating Pyrotechnics* (Sabatini, 2018)

Este artículo resume los esfuerzos dirigidos por desarrollar mezclas de pirotecnia más amigables con el medio ambiente. Es así que, en un primer momento, estos esfuerzos consistían únicamente en reemplazar al perclorato. Posteriormente, surgen investigaciones relacionadas a sustituir también los metales pesados como el Bario y finalmente eliminar a los materiales clorados. Las mezclas se muestran porcentualmente, así como su desempeño en términos de la intensidad luminosa, el espectral de pureza, entre otros.

Similitudes: El trabajo da a conocer distintas composiciones para obtener los colores rojo, verde y amarillo y estas composiciones varían según grados de peligro medioambiental y humano que se desea evitar.

Diferencias: El estudio busca resumir los diferentes compuestos que se han desarrollado a favor de la salud medioambiental y humana. Por contraparte, en el proyecto de investigación se demostrará la viabilidad económica, técnica y social de la implementación de una planta que produzca varios de estos compuestos.

Referencia 2: *Plan de negocio para la creación de una empresa de importación, comercialización y encendido de fuegos artificiales de venta libre y profesionales, en la ciudad de Quito*” (Aguinaga Iturralde, 2015)

Esta tesis de grado realiza un estudio del mercado ecuatoriano, particularmente de Quito, en donde considera la determinación y análisis de su demanda, así como el marketing

mix. Además, elabora un plan a nivel estratégico y táctico, y el análisis financiero respectivo.

Similitudes: La unidad de análisis es similar, ya que se consideran fuegos artificiales de clase III.

Diferencias: En primer lugar, el lugar geográfico es distinto, puesto que el estudio se realiza en Ecuador, mientras que en este proyecto se realizará en el Perú. En segundo lugar, los fuegos artificiales evaluados para su comercialización son los convencionales, es decir, que no buscan reducir la contaminación ambiental. Por último, su modelo de negocio se basa en la comercialización del producto, mas no en su producción, a diferencia del presente proyecto que realiza una evaluación técnica además de la evaluación del mercado y financiera.

Referencia 3: *Propuesta para la implementación de un plan de gestión y de seguridad industrial, en las fábricas que elaboran fuegos artificiales en la ciudad de Cuenca caso empresa Jorge Bacuilima* (Bacuilima Quinde & Calle Ortega, 2010)

En esta tesis de grado se realiza un diagnóstico de ventas, seguridad y calidad para una empresa productora de fuegos artificiales. A su vez, se diseña un nuevo modelo de gestión integral, el cual incluye un plan de marketing, uno operativo, de negocios, calidad y de seguridad.

Similitudes: Realiza un estudio en beneficio de una empresa que elabora fuegos artificiales. Además, contempla el método de elaboración y los componentes del producto final, así como se realizará en este proyecto.

Diferencias: El estudio está realizado para una empresa ya existente, por lo que sus propuestas están basadas en la realidad de la misma, que a su vez opera en Ecuador. Es así que, por ejemplo, su determinación de la demanda fue hallada en base a la demanda histórica de la empresa.

Referencia 4: *Proyecto para optimizar y gestionar los procesos en la elaboración del crisantemo pirotécnico* (Pineda et al., 2018)

Se investiga acerca de la viabilidad de emprender en la venta de los fuegos artificiales en México. Esta investigación incluye la determinación de la demanda en base a los

pobladores de religión católica, una distribución de planta, una propuesta de implementación de un ERP, descripción de costos, análisis estratégico y de gestión, entre otros.

Similitudes: Esta tesis también presenta el objetivo de determinar la factibilidad de desarrollar un negocio en el mercado de la pirotecnia, la cual es analizada dentro de los puntos de vista de mercado, técnico, económico y estratégico.

Diferencias: Primero, este estudio está realizado para la implementación de una planta productora en México. Por otro lado, los fuegos artificiales estudiados son convencionales.

1.7 Marco conceptual

Conceptos generales:

Pirotécnicos recreativos

Son aquellos que producen efectos luminosos, sónicos, fumígenos o dinámicos, destinados a la recreación o diversión (Reglamento de la Ley N° 30299, 2016).

Producto eco-amigables (Eco friendly)

Producto que ha sido diseñado para realizar el menor daño posible al ambiente (Cambridge University Press, 2018).

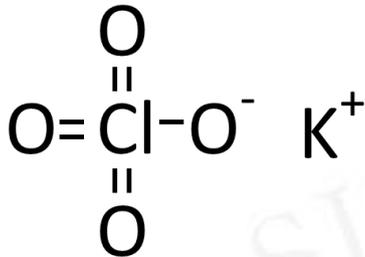
Percloratos

Es un grupo de átomos con carga negativa que consisten de un átomo de cloro en el centro unido a cuatro átomos de oxígeno. Por otro lado, las sales de perclorato son compuestos inorgánicos que contienen como anión al perclorato unido a un grupo con carga positiva. Estos reaccionan explosivamente a alta temperatura, haciéndolos ideales para explosivos y fuegos artificiales. El principal órgano humano afectado por el perclorato es la glándula tiroidea al inhibir parcialmente la incorporación de yodo por parte de esta, lo cual perjudica al funcionamiento del organismo, ya que el yodo es un elemento esencial para la síntesis de hormonas tiroideas. Los niños y el feto tienen mayor probabilidad de verse afectados por el perclorato ya que las hormonas tiroideas son esenciales para el

crecimiento y desarrollo normales (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2016, sección Resúmenes de salud pública).

Figura 1.1

Forma estructural del perclorato de potasio



Descripción del proceso:

Fabricación de productos pirotécnicos: actividad que comprende las operaciones o etapas de molienda, mezclado, secado, armado, confinamiento, etiquetado y embalaje de productos pirotécnicos, que pueden ser realizadas tanto en una fábrica como en un taller pirotécnico (Reglamento de la Ley N° 30299, 2016).

Proceso general (Anta Tárrega, 2016, pp. 111-113):

1. Limpieza

Debido a la peligrosidad de los materiales para elaborar el producto, es necesario mantener limpia el área de trabajo.

2. Tamizado

En primer lugar, se pasarán por el tamiz todas las materias primas incluidas en la composición del pirotécnico a elaborar. Luego de terminar con la molienda de cada insumo debe limpiarse el tamiz antes de moler otro insumo en el instrumento.

3. Pesado

Se pesará cada insumo según el porcentaje en peso correspondiente a la composición de la mezcla del pirotécnico.

4. Mezclado

Se aglomerarán los insumos previamente pesados en la mesa de mezcla y se removerá convenientemente la mezcla hasta que presente una apariencia completamente homogénea. En esta fase el operario deberá llevar colocados guantes y mascarilla de protección.

5. Segundo tamizado

La totalidad de la mezcla se pasará 4 veces por el tamiz, quedando de este modo lista para su verificación. Una vez efectuado ello, el operario dará el correspondiente número de lote a la mezcla realizada.

6. Armado

Una vez realizadas las mezclas se realizará la fase de armado que consiste en el ensamble de todas las partes del artefacto. Las dimensiones y cantidades de los elementos del artefacto pirotécnico están especificadas en las fichas técnicas de productos y las instrucciones técnicas específicas de cada familia de artefacto pirotécnico (casco, mecha retardante, bolas de color, etc.).

7. Almacenaje

Una vez el producto ha sido confeccionado, se procede a su correspondiente almacenaje, según sea producto final o semielaborado en un almacén u otro.

Marco Legal:

A partir de la creación en el 2014, la principal entidad del Estado que regula la fabricación y comercialización de los pirotécnicos en el Perú es la Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de Uso Civil. Esta es la que emite la autorización a las empresas para fabricar, almacenar, manipular, importar, exportar pirotécnicos y, además, brinda el permiso para la comercialización especial de productos pirotécnicos de uso recreativo para la venta directa al público. Además, es la que certifica a las personas calificadas para realizar un espectáculo pirotécnico (Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de Uso Civil (SUCAMEC), 2018).

El documento que establece los requisitos para la operación de una fábrica de producción de pirotécnicos es el Reglamento de la Ley N° 30299, Ley de armas de fuego, municiones, explosivos, productos pirotécnicos y materiales relacionados de uso civil, aprobado por Decreto Supremo N° 008-2016-IN. En este se indica que, para el traslado de cargas mayores a 500 kilogramos de peso bruto, se requiere una autorización de traslado de materiales y residuos peligrosos. Asimismo, establece la vigencia de 5 años renovable para la autorización de instalación y funcionamiento de fábrica o taller para la elaboración de productos pirotécnicos o relacionados. Además, establece que la fabricación de prototipos de productos pirotécnicos con fines de experimentación en las fábricas o talleres no requiere de autorización expresa de la SUCAMEC, pero debe informársele dentro del plazo de los quince días hábiles desde su producción. De igual manera, clasifica los tipos de pirotécnicos y depósitos de almacenamiento (Reglamento de la Ley N° 30299, 2016).

En lo que respecta a las normas técnicas de calidad para la elaboración de producto, existe la NTP 311.260:2017 titulada como “Explosivos y materiales relacionados de uso civil. Etiquetado. 3ª Edición”, que brinda las condiciones de etiquetado que deben tenerse en cuenta durante el embalaje del producto (Instituto Nacional de Calidad, 2017). Por otro lado, la Norma Técnica Colombiana 5297, titulada “Fuegos artificiales. Fabricación, transporte y almacenamiento” y la NFPA 1124 “Code for the Manufacture, Transportation, Storage, and Retail Sales of Fireworks and Pyrotechnics Articles” pueden usarse como referencia.

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1 Definición comercial del producto

Nivel básico del producto

Pirotécnicos, también conocidos como fuegos artificiales o artificios pirotécnicos, orientados a acompañar los shows festivos. Adicionalmente, estos se caracterizan por ser eco amigables, ya que sustituyen ciertas fuentes de contaminación propias de los tradicionales como los percloratos y los metales pesados, que representan impactos negativos tanto para el ambiente como para la salud de las personas. Así, el producto cumple la necesidad de entretener al consumidor y a la vez de proteger al medio ambiente.

Nivel real del producto

Estos productos se ofrecen en forma de bombardas. Sus características y medidas se especifican a continuación en la tabla 2.1:

Tabla 2.1

Características del producto

Productos	Presentación	Definición	Diámetro
Bombardas	Crisantemo	Artificio pirotécnico de forma esférica de 3 pulgadas de diámetro que expulsa una carga pírca con efecto lumínico y sonoro que se eleva a una altura de 30 metros.	3 pulgadas

Estas están incluidas en la clasificación III de pirotécnicos de uso recreativo establecida por la SUCAMEC, que se caracterizan por representar mayor riesgo; por ello, su manipulación solo puede realizarse por personal autorizado por la SUCAMEC y la venta no está permitida al público en general.

El producto cumple con las especificaciones establecidas de la SUCAMEC referidas a máximo diámetro interno, masas píricas y composición de flash establecidos en el Anexo I de la Clasificación, características técnicas y denominación genérica de

productos pirotécnicos y materiales relacionados (PPMR) establecida en la Directiva N° 008-2018-SUCAMEC (2018).

Adicionalmente, el producto será empacado en cajas de cartón de 55x50x12 cm con 42 unidades y las especificaciones de almacenamiento propias del producto.

Nivel aumentado del producto

Todos los productos serán promocionados a través de las redes sociales con perfiles tanto en Facebook, Instagram y LinkedIn. A través de estas plataformas, se podrá mostrar a los clientes la performance de los productos en eventos culturales y recreativos. De igual forma, será un canal informativo de los beneficios de los productos en relación al ambiente. También, se brindarán consejos para un uso correcto de los mismos para salvaguardar la seguridad y salud de los consumidores.

Adicionalmente, el producto contendrá un código QR en su etiqueta. Tanto este como las mismas redes direccionarán al usuario al sitio web de la empresa donde podrán encontrar los brochures y las fichas técnicas del producto. Además, a los clientes actuales y potenciales se les entregará el catálogo físico junto con *giveaways* de la empresa anualmente.

Sobre la política de crédito al cliente, otorgamos un período de 45 días para realizar el pago del pedido.

Principales características del producto

Los pirotécnicos pertenecen al sector económico identificado con el CIU 2029 incluido en la siguiente clasificación en la tabla 2.2:

Tabla 2.2

CIU del sector

División	20	Fabricación de sustancias y productos químicos
Grupo	202	Fabricación de otros productos químicos
Clase	2029	Fabricación de otros productos químicos n.c.p.

Nota. Adaptado de *Clasificación Industrial Internacional Uniforme*, por INEI, 2010 (https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0883/Libro.pdf).

Así mismo, se encuentran incluidos en la partida arancelaria 3604.10.00.00 correspondiente a artículos para fuegos artificiales (SUNAT , 2018).

2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios

Uso del producto:

Los pirotécnicos de uso recreativo están destinados para fines de diversión conforme a lo establecido por el Reglamento de la Ley N° 30299 (2017).

Bienes sustitutos:

- Cañones o disparadores de confeti
- Fuegos artificiales tradicionales
- Cañones de luz o luces láser
- Fuegos artificiales en frío
- Bengalas de humo

Bienes complementarios:

- Morteros: dispositivos con forma cilíndrica empleados para disparar las bombardas
- Cerillos y encendedores
- Mechas y cables eléctricos

2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio

El estudio de mercado a realizar abarcará a todo el Perú, con una población censada de 31 millones 237 mil 385 personas al 2017. El departamento más poblado del país es Lima, el cual albergó a 9 millones 485 mil 400 personas en la misma fecha. (Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2018, p. 9)

2.1.4 Análisis del sector industrial (cinco fuerzas de PORTER)

Sector industrial: Pirotécnicos

- **La amenaza de nuevos participantes**

- Economías de escala: En el sector, gran porcentaje importa de China, en la que se producen grandes volúmenes que permiten a los actuales ofertantes reducir costos por lo que para ser competitivos se deberá buscar producir mayores volúmenes y así reducir los costos fijos relativos.
- Acceso desigual a los canales de distribución: Existen múltiples requisitos para acceder a uno de las principales canales de venta que son las ferias, ya que estas deben ser autorizadas previamente por SUCAMEC. También, representaría un reto ser considerado nuevo proveedor por empresas especializadas en shows pirotécnicos que ya conocen a los competidores y han trabajado con ellos con anterioridad.
- Requisitos de capital: El ingreso al sector requiere de inversión considerable en instalaciones y maquinaria para el proceso, sobre todo considerando las del espacio amplio para el taller pirotécnico considerando las mínimas medidas de la fábrica según la normativa vigente. Asimismo, también es necesario contar con un capital de trabajo al iniciar las operaciones de negocio como todo emprendimiento.

A continuación, en la tabla 2.3 se ponderará y calificará cada factor:

Tabla 2.3

Amenaza de nuevos participantes

Factor	Ponderación	Puntaje	Calificación
Economías de escala	0.30	2	0.60
Acceso desigual a los canales de distribución	0.30	2	0.60
Requisitos de capital	0.40	2	0.80
Total	1.00		2.00

Luego del análisis, se pudo observar que las barreras de ingreso al sector son altas para los tres factores analizados: economía de escala, acceso desigual a los canales de distribución y alto requisito de capital. Por ello, se concluye que el nivel de amenaza de ingreso de nuevos participantes es bajo.

- **El poder de negociación de los compradores**

- Concentración: Son relativamente pocas las empresas que realizan shows pirotécnicos.
- Diferenciación: Los productos son diferenciados, debido a que el producto presenta características novedosas como lo son emisiones menos contaminantes.
- Costos por cambiar de proveedor: Es bajo, ya que no existen costos adicionales por optar por un nuevo proveedor.
- Acceso a información clave: Debido a que es un sector con alto porcentaje de informalidad, existe poca información cuantitativa y estadística de las ventas y patrones de consumo de los clientes.
- Integración vertical: Existe baja posibilidad de que se integren hacia atrás, ya que gran parte de los insumos sea compuestos químicos como carcasas y tubos son elaborados en el exterior e importados a menores costos que si fuesen elaborados en el Perú.

A continuación, en la tabla 2.4 se ponderará y calificará cada factor:

Tabla 2.4

Poder de negociación de compradores

Factor	Ponderación	Puntaje	Calificación
Concentración	0.30	5	1.50
Diferenciación	0.20	2	0.40
Costos por cambiar de proveedor	0.20	3	0.60
Acceso a información clave	0.15	4	0.60
Integración vertical	0.15	1	0.15
Total	1.00		3.25

En conclusión, el poder de negociación de los clientes es medio debido principalmente al número reducido de los mismos, pero al mismo tiempo por las pocas probabilidades de integración vertical.

- **El poder de negociación de los proveedores**

- Proveedores intangibles: El organismo regulador del Estado (SUCAMEC) y los Municipios tienen un alto poder de negociación, dado que la operación regular como fábrica o empresa comercializadora en el sector depende de la

obtención de los permisos y autorizaciones según la ley con los costos derivados de los que esto representa. De igual forma, se sabe que el precio de los productos será afectado por el IGV.

- Proveedores de servicios básicos: Es alto ya que no existen sustitutos en la oferta de servicios de agua y electricidad; sin embargo, en cuanto a los servicios de telefonía e internet, el poder se reduce, debido a la alta competencia existente. Esto último sucede de igual forma para servicios de seguridad y limpieza.
- Proveedores de operación:
 - Proveedores de maquinaria: Es bajo porque existe un razonable número de ofertantes para la tecnología requerida para el proceso de elaboración.
 - Proveedores de servicios bancarios y financieros: Tienen poder de negociación medio, dado que establecen la tarifa según el historial crediticio y el respaldo.
 - Personal administrativo: Poseen poco poder, debido a que existe amplia oferta con las mismas condiciones.
 - Personal técnico: Poseen alto poder de negociación.
 - Proveedores de materias primas: Poder de negociación bajo, porque hay una amplia gama de proveedores. Poseen bajas posibilidades de integrarse hacia adelante.

A continuación, en la tabla 2.5 se ponderará y calificará cada factor.

Tabla 2.5

Poder de negociación de proveedores

Factor	Proveedor	Ponderación	Puntaje	Calificación
Proveedores intangibles	Estado y Municipios	0.15	5	0.75
Proveedores de servicios básicos	Agua	0.10	5	0.50
	Electricidad	0.10	5	0.50
	Teléfono	0.05	2	0.10
	Internet	0.05	2	0.10
	Limpieza y seguridad	0.05	2	0.10
Proveedores de operación	Maquinaria	0.10	2	0.20
	Bancarias y financieras	0.10	3	0.30
	Personal administrativo	0.10	1	0.10
	Personal técnico	0.10	4	0.40
	Materias primas	0.10	2	0.20
Total		1.00		3.25

Luego de la evaluación, se obtuvo que el grado de poder de negociación de los proveedores es medio, debiendo tener especial cuidado en mantener satisfecho al estado y municipio.

- **La amenaza de productos sustitutos**

- Presencia y presentación: Siendo la necesidad cubierta el entretenimiento, se presentan diversos productos como cañones láser y confeti.
- Sustitución: Todos los productos anteriormente mencionados tienen un nivel de sustitución bajo, debido a que, al igual que presentan distintos canales de distribución, se diferencian en características como presentación que son factores decisivos al momento de la compra.
- Integración: Existe muy poca amenaza de que los consumidores se integren hacia atrás a través de la preparación artesanal pirotécnicos.

A continuación, en la tabla 2.6 se ponderará y calificará cada factor:

Tabla 2.6

Amenaza de productos sustitutos

Factor	Ponderación	Puntaje	Calificación
Presencia y presentación	0.50	2	1.00
Sustitución	0.25	2	0.50
Integración	0.25	1	0.25
Total	1.00		1.75

El análisis dio como resultado un nivel bajo en la amenaza de productos sustitutos.

- **La rivalidad de los competidores**

- Cantidad de actores: La industria se encuentra fragmentada y con gran número de actores que participan de la repartición de mercado.
- Barreras de salida: La maquinaria no es muy especializada y, por ello, no sería difícil adaptar el proceso para producir otras alternativas similares.
- Costos de almacenamiento: Debido a las condiciones de seguridad requeridas de los productos, el ambiente debe cumplir las condiciones establecidas por el Reglamento de la Ley N° 3322. Por ello, se incurrirá también en costos fijos de mantenimiento que afectan directamente en los márgenes y aumentan

la rivalidad para mantener las áreas de depósitos libre de suciedad que puedan provocar siniestros.

A continuación, en la tabla 2.7 se ponderará y calificará cada factor:

Tabla 2.7

Rivalidad de los competidores

Factor	Ponderación	Puntaje	Calificación
Cantidad de participantes	0.40	4	1.60
Barreras de salida	0.40	2	0.80
Costos de almacenamiento	0.20	4	0.80
Total	1.00		3.20

Tras el análisis, se concluye que la rivalidad entre los competidores es media, debido principalmente a la amplia cantidad de participantes.

2.1.5 Modelo de Negocios (Canvas)

A continuación, el modelo de negocio para el presente proyecto en la tabla 2.8.

Tabla 2.8

Canvas

<p>Aliados clave</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proveedores confiables de materia prima e insumos • Proveedores de servicios de mantenimiento, limpieza • Proveedores de servicios de distribución • Clientes regulares • Estado con organismos regulatorios sectoriales (SUCAMEC, etc) • ONG's que promueven la reducción en la contaminación al medio ambiente 	<p>Actividades clave</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abastecimiento de materia prima e insumos • Proceso productivo y control conforme a las condiciones preventivas de seguridad para el manejo de materiales peligrosos • Control de servicios de distribución • Gestión de redes sociales como plataforma de promoción y publicidad • Gestión de permisos y renovación de licencias <p>Recursos clave</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planta con maq. e infraestructura con capacidad suficiente para satisfacer la demanda • Materia prima e insumos de calidad • Personal capacitado para operar la planta y experto para supervisión • Inversión de capital y crédito bancario • Filosofía de la organización orientada a la mejor continua • Terreno de gran área para la disposición de los centros de trabajo en el taller 	<p>Propuesta de valor</p> <p>Pirotécnicos eco amigables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bombardas de tipo crisantemo de 3 pulgadas • Medio de entretenimiento para festividades como Año Nuevo, Navidad y otros eventos recreativos como ferias, festivales, conciertos, desfiles, etc. • Constante innovación en productos pirotécnicos eco-amigables 	<p>Relaciones con los clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se crearán y fortalecerán relaciones de lealtad con los clientes a través de las redes sociales y el teléfono de contacto. • Relaciones de confianza por entregas en tiempo, calidad y cantidad solicitada • Se concientizará la protección del medio ambiente con los clientes <p>Canales de distrib./comunic.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Directa: Venta a través de reuniones con empresas realizadoras de shows pirotécnicos autorizadas de la SUCAMEC • Canales de comunicación: cuentas con presencia activa en las redes sociales y canal telefónico de atención para consultas o incidencias 	<p>Segmentos de clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empresas de entretenimiento con shows pirotécnicos comercializadoras de pirotécnicos recreativos
<p>Estructura de costos</p> <p>Costos fijos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo de maquinaria y mantenimiento • Costo de marketing y publicidad • Costo de mano de obra en planilla • Costo de almacenaje (condiciones de espacios amplios) • Gastos financieros <p>Costos variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costos de materia prima e insumos • Costo de tercerizar la distribución • Costo de suministros (electricidad, agua) 	<p>Flujo de ingresos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para empresas que realizan shows pirotécnicos: por pedido, con un crédito de 45 días Vía depósito en cuenta bancaria. 			

2.2 Metodología a emplear en la investigación de mercado

En primer lugar, se proyectará la demanda de los fuegos artificiales en el Perú. Para ello, primero se realizará el cálculo de la Demanda Interna Aparente (DIA) a partir de los datos históricos de importación, exportación y producción nacional. Estos datos se proyectarán usando una serie de tiempo. Luego del análisis de los datos, se escogerá la regresión cuyo valor r-cuadrado sea el mayor para un comportamiento más ajustado de los datos. Seguidamente, se aplicarán 3 factores para el cálculo de la demanda del proyecto.

Primero, con el factor de división del sector diferenciaremos a las empresas dedicadas a la elaboración de shows de las que se dedican exclusivamente a la realización de ferias de venta al público general. Para identificar las empresas pertenecientes a ambos grupos, se empleará el juicio de expertos. Luego, para determinar la proporción de volumen correspondiente a cada grupo se consultará data histórica. De este modo, el factor de división del sector corresponde al porcentaje de las empresas que se dedican a la elaboración de shows.

Segundo, se utilizará el juicio de expertos para estimar el factor de línea de producto, ya que las bombardas son un producto dentro de la gama de los fuegos artificiales.

Por último, se aplicará un porcentaje de participación. El valor final obtenido considerando los tres factores constituirá la demanda total del proyecto.

2.3 Demanda potencial

2.3.1 Patrones de consumo

Las bombardas se emplean en los diversos tipos de shows que se realizan sea en fiestas costumbristas, eventos corporativos con temática específica, eventos por fiestas navideñas o Año Nuevo, conciertos de diferentes magnitudes y corsos. Por ello, a lo largo del año, presentan una demanda relativamente constante.

2.3.2 Determinación de la demanda potencial en base a patrones de consumo similares

Según el diario Arena Pública, la demanda de pirotecnia de consumo y de exhibición para en México, fue de 450 000 000 kilos en el 2015 (2018). Siendo 121 858 258 el número de habitantes para dicho periodo (Banco Mundial, 2019), el CPC respectivo fue de 3.69 kilos por habitante.

Tabla 2.9*CPC de fuegos artificiales tradicionales de México*

País	CPC (kg/persona)
México	3.69

Nota. Adaptado de *Población, total - México*, por Banco Mundial, 2019

(https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?end=2015&locations=MX&most_recent_year_desc=false&start=2014).

En el año 2015, la población peruana fue de 29 964 499 habitantes (INEI, 2019, p. 33). Por lo tanto, la demanda potencial del producto en el Perú es de 110 653 toneladas.

2.4 Determinación de la demanda de mercado en base a fuentes secundarias o primarias.

2.4.1 Demanda del proyecto en base a data histórica

2.4.1.1 Demanda Interna Aparente Histórica

Siendo el cálculo de la DIA o Demanda Interna Aparente la resta de las exportaciones a las importaciones y a la producción interna, primero, se tomaron los datos de la SUNAT para las dos primeras variables. Consideramos la partida aduanera de la categoría del producto: 3604100000, la cual hace referencia *artículos para fuegos artificiales*. Todo ello, se observa en la tabla 2.10.

Tabla 2.10*Importaciones y exportaciones de fuegos artificiales*

Año	Importaciones (ton)	Exportaciones (ton)
2006	350	0
2007	307	0
2008	285	0
2009	1036	0
2010	1018	0
2011	1487	0
2012	1930	0
2013	2039	0
2014	3020	0
2015	3018	0
2016	2120	0
2017	2413	0
2018	3843	0

Nota. Adaptado de *Operatividad Aduanera*, por Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT), 2019 (<http://www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera/index.html>).

Como se puede apreciar, el Perú no es un exportador de esta clase de productos.

En cuanto a la producción, todos fuegos artificiales que son vendidos en lugares autorizados son importados. En vista de que no se tiene cuantificada la producción informal de este producto en el país y que ese no es el segmento al cual estamos apuntando, consideramos la producción de fuegos artificiales en el Perú como de 0 TM. Con ello, en la tabla 2.11 se muestra la DIA para sus años respectivos.

Tabla 2.11

DIA anual de fuegos artificiales en el Perú

Año	DIA (ton)
2006	350
2007	307
2008	285
2009	1036
2010	1018
2011	1487
2012	1930
2013	2039
2014	3020
2015	3018
2016	2120
2017	2413
2018	3843

Nota. Adaptado de *Operatividad Aduanera*, por SUNAT, 2019 (<http://www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera/index.html>).

2.4.1.2 Proyección de la demanda (serie de tiempo o asociativas)

La proyección de la demanda se calculará mediante una regresión temporal, teniendo a los años como variable independiente. Además, se realizará un suavizado mediante un promedio móvil de grado 3.

Tabla 2.12

DIA de fuegos artificiales en el Perú

Año	Índice	DIA (ton)	DIA suavizada (ton)
2006	-	350	-
2007	1	307	314
2008	2	285	543
2009	3	1,036	780

(continúa)

(continuación)

Año	Índice	DIA (ton)	DIA suavizada (ton)
2010	4	1,018	1,180
2011	5	1,487	1,478
2012	6	1,930	1,819
2013	7	2,039	2,330
2014	8	3,020	2,692
2015	9	3,018	2,719
2016	9	2,120	2,517
2017	10	2,413	2,792
2018	-	3,843	-

Nota. Adaptado de *Operatividad Aduanera*, por SUNAT, 2019 (<http://www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera/index.html>).

Con los datos de la sección anterior, se evaluó el valor r-cuadrado de cada una de las líneas de tendencia como se observa en la tabla 2.13.

Tabla 2.13

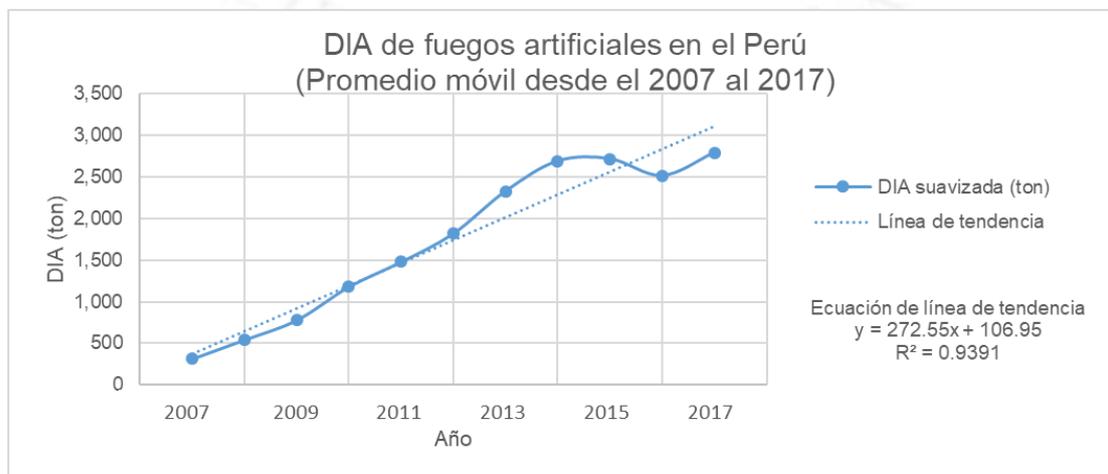
R² según tipo de regresión

Regresión	R ²	Fórmula
Lineal	0.94	$y = 272.55x + 106.95$
Logarítmica	0.91	$y = 1190.9\ln(x) - 152.69$
Exponencial	0.86	$y = 409.35e^{0.2083x}$

Se obtuvo que la regresión de mayor r-cuadrado es la lineal con el siguiente comportamiento en la gráfica:

Figura 2.1

Regresión lineal de DIA de fuegos artificiales en el Perú



Con ello se proyectó la demanda 5 años en la tabla 2.14, a partir del primer año de operación del proyecto.

Tabla 2.14

Demanda proyectada

Año	Demanda proyectada (ton)
2021	4195
2022	4468
2023	4740
2024	5013
2025	5285

2.4.1.3 Definición del mercado objetivo teniendo en cuenta criterios de segmentación.

Primero, para determinar la proporción de las ventas destinadas al público general y las ventas destinadas a la realización de espectáculos, se consultó a Juan Ricardo Piroja, Presidente del Sector de Importadores y Comerciantes de Productos Pirotécnicos de Uso Recreativo de la CCL, qué empresas de las actuales importadoras de fuegos artificiales se dedican a la realización de shows (comunicación personal, 22 de octubre de 2019). Seguidamente, se consultó la data histórica de la SUNAT sobre importaciones de fuegos artificiales según empresa en el 2018. Con ello, se determinó que un 40% del volumen total es destinado a la realización de shows.

En segundo lugar, gracias a la entrevista mencionada se determinó que la proporción de ventas por línea de producto de las bombardas respecto al total de ventas destinadas a shows es de 30% aproximadamente.

Finalmente, el porcentaje de participación fue estimado considerando a los potenciales clientes de consumo medio-alto.

2.4.1.4 Determinación de la demanda del proyecto

Partiendo de la demanda proyectada, se multiplicará por 3 factores: factor de división del sector, factor línea de producto y participación de mercado. La demanda se visualiza a continuación.

Tabla 2.15*Demanda del proyecto*

Año	Demanda proyectada (ton)	Factor división del sector ^a	Factor línea de producto ^b	Participación de mercado	Demanda bombardas (ton)
2021	4,195	40%	30%	14%	72.56
2022	4,468	40%	30%	14%	77.27
2023	4,740	40%	30%	14%	81.99
2024	5,013	40%	30%	14%	86.70
2025	5,285	40%	30%	14%	91.41

^a Factor división del sector corresponde 40% a shows. De comunicación personal (anexo 1), 2019 y *Operatividad Aduanera*, por SUNAT, 2019 (<http://www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera/index.html>).

^b Factor línea de producto corresponde 30% a bombardas. De comunicación personal (anexo 1), 2019.

2.5 Análisis de la oferta**2.5.1 Empresas productoras, importadoras y comercializadoras****Productoras:**

En esta primera tabla, mostraremos a los productores de fuegos artificiales que exportaron al Perú en el 2018.

Tabla 2.16*Empresas productoras*

Exportador	%
Since Weida Co..Limited	23.94%
Ly Pyrosky Mfg&Trading Co..Limited	21.98%
China Diy Marketing Ltd.	21.39%
Cc Fireworks Co.. Ltd.	7.41%
Liuyang Global Supply Chain Service	7.40%
Liuyang Jimry Fireworks Co..Ltd	3.65%
Pingxiang Hifi Trading Co.Ltd Liantai Village	3.25%
Ryen Co.. Ltd.	3.00%
Rongshine International Enterprise Inc	2.54%
Anna Hk Limited	1.29%
Wanzai Ligao Trading Co..Ltd	1.08%
Yangchun Silver Star Trading Co.	0.85%
Shenzhen Union Trading Co.. Ltd.	0.79%
Liuyang Leping Import & Export Co.	0.69%

(continúa)

(continuación)

Exportador	%
Liuyang Holee Fireworks Co..Ltd	0.46%
Elizabeth Frisella - Next Fx Inc	0.29%

Nota. Adaptado de 3604100000 *Artículos para fuegos artificiales*, por Veritrade, 2019 (<http://business.veritrade.info/Veritrade/MisBusquedas.aspx>).

De los listados, solo Elizabeth Frisella tiene origen en Estados Unidos, mientras que el resto se ubica en China.

Importadoras:

Según Veritrade, las empresas importadoras de *artículos para fuegos artificiales*, con la partida aduanera 3604100000 del Perú las siguientes:

Tabla 2.17

Empresas importadoras

Importador	%
Lizjim SAC	25.02%
Mega Eventos Quilmana S.A.C.	21.98%
Nisiyin S.A.C.	11.37%
Corporacion Challenger S.A.C	6.78%
Sky & Fire S.A.C.	5.54%
Inversiones Y Servicios Multiples San Sebastian S.A.C.	5.43%
Two Start SAC	4.81%
Tiki Tiki SAC	4.68%
Inversiones Hotaru S.A.C.	4.55%
Tati Mati S.A.C.	3.51%
Machupicchu Importaciones S.A.C.	1.57%
Eventos Tres Estrellas S.A.C.	1.33%
Corporacion Sishe E.I.R.L.	1.03%
Peruvian Fireworks S.A.C	0.85%
Corporacion Multifuegos S.A.C. - CO.MULT	0.69%
Fuegos Artificiales Grupo Carrion S.A.C.	0.57%
Fuegos del Milenio S.A.C.	0.22%
Corporacion Multiservice S.A.	0.08%
Total	100.00%

Nota. Adaptado de 3604100000 *Artículos para fuegos artificiales*, por Veritrade, 2019 (<http://business.veritrade.info/Veritrade/MisBusquedas.aspx>).

Solo las cinco primeras conforman el 76.11% de las importaciones peruanas de la categoría en el año 2018. Adicionalmente, el 99.71% de las importaciones tienen como país origen a China y el transporte predominante es el marítimo con el mismo porcentaje. Así mismo, la única empresa que realiza importaciones por vía aérea es Fuegos del Milenio SAC con EE.UU. como país de origen (Veritrade, 2019).

Comercializadoras:

Por otro lado, Lizjim S.A.C. e Inversiones y Servicios Múltiples San Sebastián S.A.C. son empresas también comercializadoras de fuegos artificiales de venta libre en el Perú, las cuales ofrecen sus productos en ferias autorizadas de Lima y Provincias. Asimismo, existen otras empresas que ofrecen estos productos, también importados, en este tipo de ferias. Solo en diciembre del 2018, también realizaron ferias autorizadas empresas como Tiki Tiki S.A.C., Inversiones Hotaru S.A.C., Corporacion Challenger, y Sky & Fire S.A.C (SUCAMEC, 2018).

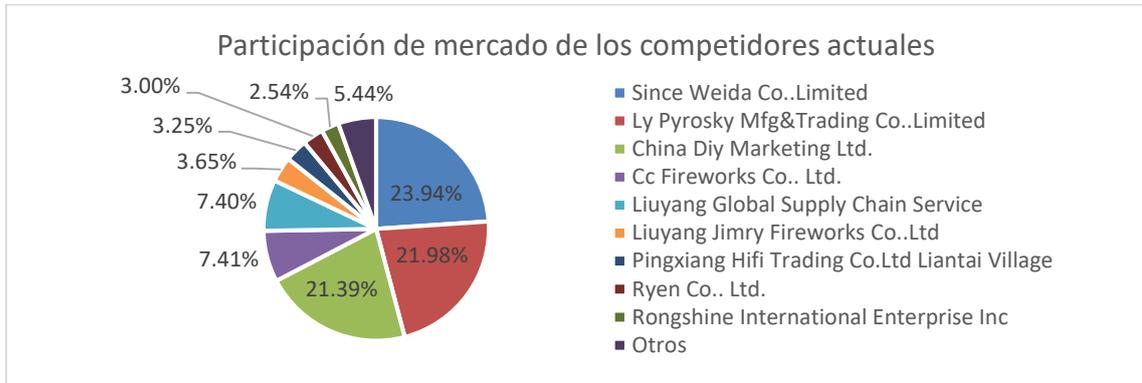
Fuera de la capital, figuran otras empresas adicionalmente como Comercial Hayelita E.I.R.L., Negociaciones AYT S.A.C, Inversiones y Negociaciones Jelly Fish S.A.C., Eventos Magic World S.A.C. El Laser Eventos S.A.C. y Machupicchu Importaciones S.A.C. cuentan con sede de comercialización también en Lima. Además, la empresa Lizjim S.A.C también realiza eventos en provincia y solo en 2018 elaboró 8 ferias autorizadas (como se citó en Educación En Red, 2018).

2.5.2 Participación de mercado de los competidores actuales

Los productores de fuegos artificiales mencionados previamente son los también los competidores. A continuación, se muestra una gráfica con la participación de mercado.

Figura 2.2

Participación de mercado de los competidores actuales



Nota. Adaptado de 3604100000 *Artículos para fuegos artificiales*, por Veritrade, 2019 (<http://business.veritrade.info/Veritrade/MisBusquedas.aspx>).

2.5.3 Competidores potenciales si hubiera

No existe un grupo o empresa en específico que se considere una amenaza como competidor potencial. Debido a que el producto puede importarse a precios económicos, cualquier persona con capital suficiente y realizando los trámites necesarios con la SUCAMEC, podría comercializar estos productos.

2.6 Definición de la Estrategia de Comercialización

2.6.1 Políticas de comercialización y distribución

Políticas de precio

Las bombardas de 3 pulgadas, cuya venta se destina a elaboración de shows, alcanzará un precio de unitario de S/.10.20 incluyendo IGV.

Políticas de pago

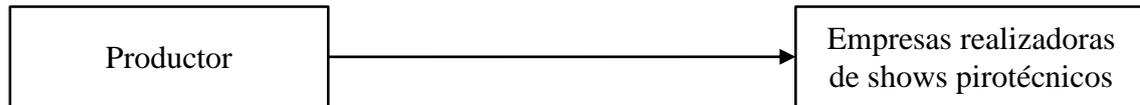
Para empresas realizadoras de shows pirotécnicos, a un plazo de 45 días. Vía depósito en cuenta bancaria.

Políticas de distribución

El canal de distribución está dirigido a empresas de shows pirotécnicos. Las entregas se realizarán a través del canal directo como se muestra en la figura 2.3.

Figura 2.3

Distribución directa



Además, según el Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30299, artículo 305.4, “el traslado de productos pirotécnicos de fabricación artesanal desde el taller hacia el lugar donde se realice el espectáculo pirotécnico siempre que no exceda los cincuenta (50) kilogramos de peso bruto, no requiere autorización por parte de la SUCAMEC. Mientras que, según el artículo 305.5 “Para el traslado de productos pirotécnicos o materiales relacionados que superen en total los quinientos (500) kilogramos de peso bruto, se requiere contar con autorización para el transporte de materiales o residuos peligrosos y la correspondiente habilitación vehicular expedida por la autoridad competente”.

El transporte se realizará de modo terrestre, ante esto, nos acatamos al artículo 307 del mismo D.S. en donde se indica que “se debe tener en consideración, cumplir y hacer cumplir las disposiciones en materia de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos emitida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en concordancia con las recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas de la Organización de Naciones Unidas.”

El transporte será contratado por el mismo cliente. Con todo ello, las ventas se realizarán a pedido, sin necesidad de visitar físicamente la planta.

2.6.2 Publicidad y promoción

El fuerte será nuestra página web en donde se mostrarán los productos disponibles y podrán consultar el brochure y las fichas técnicas. Además, se hará entrega de estos documentos en físico acompañados de *giveaways* de la empresa a nuestros clientes y clientes potenciales anualmente.

Los productos también serán promocionados a través de las redes sociales. Este canal servirá como medio para mostrar a los clientes y usuarios la performance de los productos en eventos culturales y recreativos; asimismo, será un canal informativo de los beneficios el producto y sobre consejos para un uso correcto de los mismos.

La publicidad no estará enfocada únicamente en nuestros clientes directos, sino también a las organizaciones que solicitan la realización de los shows. De este modo, aumentará la presión por nuestros clientes directos para adquirir nuestros productos eco-amigables en lugar de los de la competencia.

2.6.3 Análisis de precios

2.6.3.1 Tendencia histórica de los precios

Los precios se han mantenido relativamente constantes en el transcurso de los años. Lo que sí se aprecia es que la innovación es imprescindible, pues año tras año se incorporan nuevos productos al mercado, los cuales varían en el rango de precios de su categoría.

2.6.3.2 Precios actuales

El precio de los productos pirotécnicos varía según el tipo de producto. Para el caso de las bombardas, este fluctúa según el diámetro de la misma, que resulta en un efecto más amplio en el cielo. Debido a que los competidores se encuentran casi en su totalidad en China, se utilizó la plataforma de Alibaba.com para la búsqueda de los precios. Asimismo, se consultó a R. Piroja (comunicación personal, 2019). A continuación, se muestra el cálculo del precio promedio de las bombardas.

Tabla 2.18

Precio de venta de bombardas

Precio FOB	FOB + Flete + derechos	Precio con IGV
\$ 1.25	\$ 1.75	\$ 2.07
\$ 2.20	\$ 3.08	\$ 3.63
\$ 2.10	\$ 2.94	\$ 3.47
	Precio con IGV	\$ 3.06
		S/ 10.20

Nota. Adaptado de comunicación personal (anexo 1), 2019 y *Shells 3" Fireworks*, por Alibaba, 2019 (https://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=&SearchText=fireworks+shells+3%22&viewtype=&tab=).

2.6.3.3 Estrategia de precio

En la entrevista con el Sr. Piiraja se determinó que existe un 40% de costo adicional al valor FOB del producto debido al flete y derechos. Adicional a este precio se le añade el 18% por IGV.

Una de las ventajas de la planta es su localización, la cual permite que el cliente no tenga que adquirir servicios de flete ni realizar el pago por derechos. Por ese motivo, se tomó como precio del producto el valor encontrado en la plataforma de Alibaba.com más un 40% y el IGV.

Asimismo, se podrán realizar descuentos por volumen y por pronto pago.



CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA

3.1 Identificación y análisis detallado de los factores de localización

Consideramos como factores de macro localización los siguientes:

Cercanía al mercado objetivo

El mercado objetivo seleccionado en el capítulo anterior es Lima Metropolitana. Debido a las características del producto, para evitar el riesgo de ignición por chispa, el trayecto debería ser lo menos accidentado posible. Además, es ideal que el tiempo de transporte sea corto para disminuir los costos que nuestros clientes tendrían que incurrir, haciéndonos una opción más atractiva.

Cercanía de materia prima

Se refiere a la cantidad de minerales y compuestos necesarios para elaborar el producto. Debido a que la mayor cantidad de productos son importados, la planta deberá estar cerca a un puerto. Además, siendo nuestra materia prima la pólvora, es ideal que la ubicación de la planta sea cercana a la de un polvorín o fábrica de pólvora.

Disponibilidad de la mano de obra

Este factor busca estimar la facilidad para captar el personal para la planta. Para ello utilizaremos como unidad de medida la Población Económicamente activa o llamada fuerza laboral, es decir “población en condición de ocupados o buscando un trabajo”, que se encuentra actualmente desocupada (INEI, 2017, p. 18).

Producción de energía

Se refiere a la producción de energía eléctrica, medido en GWh. Tanto las áreas de producción, así como los almacenes y el área administrativa harán uso de la misma.

Producción del agua potable

Debido a que el servicio de agua y desagüe es necesario para el personal de la planta y para el mantenimiento de la misma, y su precio varía alrededor del Perú, este se tomará en consideración para la evaluación.

Disponibilidad del terreno

Debido a que la naturaleza del proyecto requiere un terreno bastante amplio para la distribución de las áreas del proceso, este factor considera la disponibilidad de parques industriales por departamento para el análisis.

Los factores de micro localización son los mencionados a continuación:

Cercanía al mercado

Este factor incluye la cercanía a los almacenes de nuestros principales clientes, los cuales se ubican en Lima.

Cercanía a la materia prima

Este factor se refiere a la distancia entre la planta y los puntos de obtención de la misma en medida en tiempo.

Costo terreno

El costo del terreno puede variar significativamente de un distrito a otro, por ello se considerará el costo de alquiler del mismo.

Seguridad ciudadana

Para medir el nivel de seguridad ciudadana, utilizaremos la tasa de denuncias por comisión de delitos por cada 10 000 hab. para analizar adecuadamente la peligrosidad de cada distrito.

Facilidades municipales

Debido a que se requiere la autorización municipal para poder ejecutar este proyecto en el respectivo distrito, esta autorización es indispensable. De este modo, se analizarán las facilidades para la obtención de licencias de funcionamiento en aquellos distritos en donde esté autorizada la implementación de una planta de fuegos artificiales. Es así que consideraremos el costo de adquirir la licencia de funcionamiento más el costo de la licencia de edificación para uso industrial

3.2 Identificación y descripción de las alternativas de localización

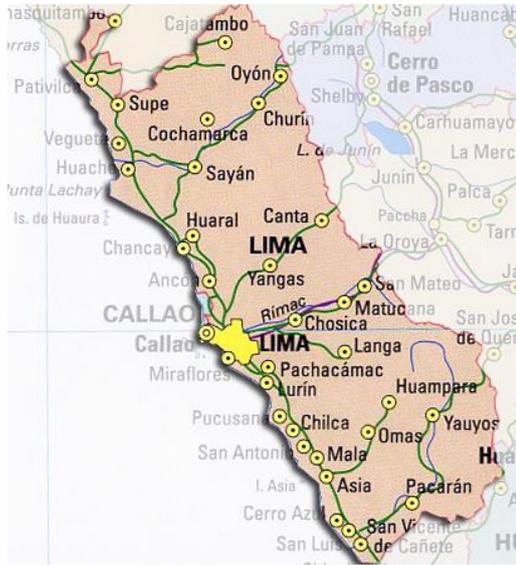
Para la elección de las alternativas se consideró a aquellos departamentos del Perú más cercanos a Lima, así como el factor de cercanía a la materia prima. Es así que se describirán los factores de localización para los departamentos de: Lima, La Libertad y Arequipa.

Lima

Capital del Perú, se encuentra ubicada en la costa central del país, limita con el océano Pacífico y comprende una superficie de 34,828.12 km² (INEI, 2020, sección Perú en cifras). Para el 2019, su población alcanzó un total de 11,591 miles de ciudadanos (Compañía peruana de estudios de mercados y opinión pública, 2019, p. 2). En su interior se ubica el puerto del Callao, que representa de los principales a lo largo del litoral sudamericano, y el más representativo a nivel nacional, debido a que alrededor del 80% de los contenedores del país se mueven por este punto (El Peruano, 2019, párr. 13). Adicionalmente, constituye el centro industrial con una concentración del 38% en el sector manufactura.

Figura 3.1

Departamento de Lima



Nota. De *Mapa Departamental del Perú*, por SerPeruano, 2020
(<http://www.serperuano.com/geografia/mapa-departamental-del-peru/>)

La Libertad

Ubicado al norte del país, limita con el océano Pacífico y cuenta con una superficie de 25,499.9 km² (INEI, 2020, sección Perú en cifras). Para el 2019, su población constituía un total de 1,966 miles de ciudadanos (CPI, 2019, p. 2). A nivel nacional, ocupa el tercer lugar en aporte al PBI del país y sus principales actividades económicas a nivel departamento son la manufactura (16%) y agricultura, ganadería, caza y silvicultura (15%) (INEI, 2019, sección Estadísticas).

Figura 3.2

Departamento de La Libertad



Nota. De *Mapa Departamental del Perú*, por SerPeruano, 2020
(<http://www.serperuano.com/geografia/mapa-departamental-del-peru/>)

Tabla 3.1*Calificación por departamento de cercanía al mercado objetivo*

Departamento	Distancia (km)	Tiempo de traslado a Lima en auto	Calificación
Lima	0	0	10
La Libertad (Trujillo)	305	8 horas 23 minutos	6
Arequipa	1011.55	15 horas 15 min	2

Nota. Adaptado de *Maps*, por Google Maps, 2019 (<https://www.google.com/maps>).

Disponibilidad de materia prima

Para la evaluación de la disponibilidad de la materia prima, se considerará el número de puntos de obtención de la misma por departamento.

Por un lado, la pólvora puede ser obtenida a través de polvorines y plantas con las que cuenta FAMESA, principal empresa productora de pólvora en el país.

Por otro lado, gran parte de nuestros insumos son importados; por lo tanto, también se tuvo en consideración el número de puertos marítimos mayores (comercio nacional e internacional) y aéreos por departamento. Todo ello se observa a continuación:

Tabla 3.2*Puntos de abastecimiento*

Departamento	Puertos marítimos	Puertos aéreos	Fábricas (FAMESA)	Polvorines (FAMESA)	Total
Lima	1	1	2	2	6
La Libertad	1		1	2	4
Arequipa	2	1		1	4

Nota. Adaptado de *Locaciones*, por FAMESA, 2018 (<http://mail95.famesa.com.pe/Locaciones.htm>).

Por lo anteriormente visto, se consideraron dichos datos para calificar cada departamento en cuanto a la disponibilidad de materia prima en la tabla 3.3:

Tabla 3.3*Calificación por departamento de disponibilidad de materia prima*

Departamento	Puntos de obtención de MP	Calificación
Lima	6	8
La Libertad	4	6
Arequipa	4	6

Producción de energía eléctrica

La tabla 3.4 muestra la producción en GWh por departamento para el 2018.

Tabla 3.4

Calificación por departamento de producción de energía eléctrica GW/h

Departamento	Producción de energía eléctrica (GWh)	Calificación
Lima	23,515.40	10
La Libertad	321.90	2
Arequipa	1,171.45	4

Nota. Adaptado de *Principales indicadores de sector eléctrico a nivel nacional - enero 2019*, por Ministerio de Energía y Minas, 2019

(<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/promocion%20electronica/Reporte%20mensual%20-%20Generacion%20Nacional%20Diciembre%202018-Rev3.pdf>).

Disponibilidad de la mano de obra

La tabla 3.5 muestra el número de personas económicamente activas desocupadas en el 2017. Como se puede observar, PEA limeña es bastante más alta que la de los otros departamentos seleccionados; sin embargo, la PEA de La Libertad y Arequipa, en comparación en el resto de los departamentos sí tienen una buena calificación.

Tabla 3.5

Calificación por departamento de disponibilidad de mano de obra

Departamento	PEA desocupada 2017 (miles de personas)	Calificación
Lima	352.4904	10
La Libertad	29.1624	2
Arequipa	30.4741	2

Nota. Adaptado de *Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones*, por INEI, 2018 (<http://webinei.inei.gob.pe:8080/SIRTOD1/inicio.html#>).

Producción del agua potable

En la tabla 3.6 se muestra la producción de agua potable para cada departamento.

Tabla 3.6*Calificación por departamento de producción de agua potable (miles de m3)*

Departamento	Producción de agua potable (miles de m3)	Calificación
Lima	547,240	10
La Libertad	41,512	2
Arequipa	52,522	4

Nota. Adaptado de *Consulta de tarifas*, por Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), 2018 (<http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/eps/estudios-tarifarios/tarifas-vigentes>).

Disponibilidad de terreno

Se evaluaron ofertas actuales en el mercado de parques industriales para cada uno de los departamentos; se muestra en la tabla 3.7.

Tabla 3.7*Calificación por departamento de disponibilidad del terreno*

Departamento	Cantidad de parques industriales	Calificación
Lima	8	10
La Libertad	2	4
Arequipa	4	6

Nota. Adaptado de *Parques industriales*, por Ministerio de Producción, 2018 (<https://www.produce.gob.pe>).

3.3 Evaluación y selección de localización**3.3.1 Evaluación y selección de la macro localización**

Los factores de macro localización mencionados en la sección anterior se codificarán de la manera indicada en la tabla 3.8 con el objetivo de simplificar la forma de representar la información en las tablas de priorización.

Tabla 3.8*Asignación de códigos para cada factor de macro localización*

Factor	COD
Cercanía al mercado	MER
Disponibilidad de materia prima	DMP
Disponibilidad de terreno	DTE
Disponibilidad de mano de obra	DMO
Producción de agua potable	PRA
Producción de energía	PRE

El factor de cercanía al mercado (MER) es el más importante, pues debido a las características del producto final, la distancia al mismo influirá en gran medida en los costos y riesgos de transporte. En segundo lugar, se encuentra la cercanía a la materia prima (DMP), al ser esencial en el proceso productivo. Tercero, la disponibilidad del terreno (DTE) al ser una primera fuerte inversión. En cuarto lugar, la disponibilidad de mano de obra (DMO). Por último, con igual prioridad, la producción de agua potable (PRA) y de energía (PRE). La tabla 3.10 muestra la tabla de enfrentamiento entre factores para obtener la ponderación de cada uno.

Tabla 3.9

Tabla de enfrentamiento para factores de macro localización

Factores	MER	DMP	DTE	DMO	PRA	PRE	Conteo	Ponderación
MER		1	1	1	1	1	5	31%
DMP	0		1	1	1	1	4	25%
DTE	0	0		1	1	1	3	19%
DMO	0	0	0		1	1	2	13%
PRA	0	0	0	0		1	1	6%
PRE	0	0	0	0	1		1	6%
Total							16	100%

Las calificaciones para cada factor se asignaron considerando los valores numéricos correspondientes a cada factor, entendiendo como una calificación más alta como una más favorable y una más baja como menos apropiada, tal como se muestra en la siguiente tabla 3.10.

Tabla 3.10

Definición de calificaciones

Calificación	Descripción
10	Excelente
8	Muy bueno
6	Bueno
4	Regular
2	Malo

Para seleccionar el departamento utilizaremos la técnica del ranking de factores en función a la tabla de enfrentamiento y los puntajes asignados previamente según las características de cada región.

Tabla 3.11*Ranking de factores para la macro localización*

Factores	Ponderación	Lima		La Libertad		Arequipa	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
MER	31%	10	3.125	6	1.875	2	0.625
DMP	25%	8	2.000	6	1.500	6	1.500
DTE	19%	10	1.875	4	0.750	6	1.125
DMO	13%	10	1.300	2	0.250	2	0.250
PRA	6%	10	0.625	2	0.125	4	0.250
PRE	6%	10	0.360	2	0.125	4	0.250
		Total	9.285	Total	4.625	Total	4.000

En base a los puntajes y ponderaciones correspondientes a cada factor, se obtuvo como departamento para instalación de la planta a Lima. El factor que más aportó a la elección de este departamento fue la cercanía al mercado objetivo, seguido de la disponibilidad de terreno.

3.3.2 Evaluación y selección de la micro localización

Así como se hizo para la macro localización, los factores de micro localización se codificarán como se muestra en la tabla 3.12.

Tabla 3.12*Asignación de códigos para cada factor de micro localización*

Factor	Código
Cercanía al mercado	MER
Cercanía a la materia prima	CMP
Costo de terreno	CTE
Facilidades municipales	MUN
Seguridad ciudadana	SEG

Para la selección del distrito al interior de Lima se considerará, por un lado, el factor de cercanía al mercado referido a la proximidad a los almacenes de nuestros principales clientes; por otro lado, el segundo factor considerado es el de la cercanía a la materia prima, es decir, al proveedor de pólvora así como a los puertos marítimos. Por último, solo formarán parte de este análisis los distritos en los que se permita implementar plantas industriales de la categoría I4: Molesta y peligrosa, la cual admite fábricas de productos

pirotécnicos. Entre estos, se encuentran Cieneguilla, Lurigancho, Villa María del Triunfo, Ventanilla y Chilca. A partir de ello, hemos elegido como opción a Lurigancho, Ventanilla y Chilca por existencia de parques industriales según el último estudio de Colliers International. (2018)

Cercanía al mercado

Debido a las características del producto terminado, el cual debe ser trasladado de forma segura, es de suma importancia que se considere la instalación de la planta cerca a los almacenes de los principales clientes, quienes serán los que luego distribuirán el producto a los diferentes puntos de instalación del show de fuegos artificiales.

A continuación, se listan los principales clientes y su ubicación.

Tabla 3.13

Ubicación de principales clientes

Cliente potencial	Dirección
Mega Eventos Quilmana S.A.C.	Manzana T, Lote 12, Urbanización Nuevo Lurín, Lurín, Lima
Corporacion Challenger S.A.C	Av. Javier Prado Este 410, San Isidro, Lima
Sky & Fire S.A.C.	Manzana H, Lote 11, Urbanización Nuevo Lurín, Lurín, Lima
Inversiones Y Servicios Multiples San Sebastian S.A.C.	Manzana G, Lote 7, Rinconada Alta de Puruhuay, Pachacamac, Lima
Inversiones Hotaru S.A.C.	Calle Tambo Río, Lote 15, Chacra Cerro Comas, Lima
Machupicchu Importaciones S.A.C.	Jirón Manuel Ugarte Chamorro 330 interior 203 (altura cdra. 17 de av. Nicolas arriola), La Victoria, Lima
Corporacion Sishe E.I.R.L.	Jirón Andahuaylas 844 int. 141, Urbanización, Ate, Lima
Peruvian Fireworks S.A.C	Santa Rosa Lurin (frente a Grifo Gazel, ex Grifo 104), Pachacamac, Lima
Corporacion Multifuegos S.A.C.	Interior 4, La Victoria, Lima
Fuegos del Milenio S.A.C./ Corporacion Multiservice S.A.	Avenida Joaquin Madrid 141 dpto. 302, Urbanización Las camelias (alt. Cdra. 35 de aviacion), San Borja, Lima
	Nieveria, Lurigancho, Lima
El Laser Eventos S.A.C.	Los Olivos, Avenida Angélica Gamarra 1342, Los Olivos, Lima

Nota. Adaptado de *Empresas por actividad.*, por Datos Perú, 2018 (<https://www.datosperu.org>).

En la siguiente tabla se muestran los tiempos promedio de traslado desde la planta a los respectivos almacenes.

Tabla 3.14

Cálculo del tiempo promedio de traslado hacia los almacenes de los clientes

	Lurigancho-Chosica	Ventanilla	Chilca
Mega Eventos Quilmana S.A.C.	74	109	35
Corporacion Challenger S.A.C	54	78	95
Sky & Fire S.A.C.	109	112	36
Inversiones Y Servicios Multiples San Sebastian S.A.C.	109	128	49
Inversiones Hotaru S.A.C.	57	57	134
Machupicchu Importaciones S.A.C.	52	84	93
Corporacion Sishe E.I.R.L.	42	45	117
Peruvian Fireworks S.A.C	112	115	38
Corporacion Multifuegos S.A.C.	64	92	105
Fuegos del Milenio S.A.C./ Corporacion Multiservice S.A.	0	93	113
El Laser Eventos S.A.C.	57	54	103
Tiempo de traslado promedio (min)	66	88	83

Nota. Adaptado de *Maps*, por Google Maps, 2019 (<https://www.google.com/maps>).

Tabla 3.15

Calificación del tiempo promedio a los almacenes de clientes por distrito

Distrito	Tiempo de traslado promedio (min)	Calificación
Lurigancho	66	4
Ventanilla	88	2
Chilca	83	2

Cercanía a la materia prima

Nuestro proveedor de materia prima, la pólvora negra, es FAMESA, el cual tiene dos polvorines en Lima. Estos son presentados en la tabla a continuación.

Tabla 3.16

Polvorines FAMESA

Polvorín	Ubicación
Polvorín Chancay	Panamericana Norte Km. 57, Chancay Lima – Perú
Polvorín Puente Piedra	Km. 28 Autopista Ancón – Puente Piedra Lima – Perú

Nota. Adaptado de *Locaciones*, por FAMESA, 2018 (<http://mail95.famesa.com.pe/Locaciones.htm>).

Por otro lado, debido a que gran cantidad de los insumos serán importados, también es importante considerar la cercanía al puerto marítimo “terminal portuario del Callao”, siendo este el único puerto mayor entre Lima y Callao; es decir, habilitado para el comercio nacional e internacional. Debido a que el puerto tiene actualmente tres concesionarias, consideremos como ubicación un punto medio: la Intendencia Aduana Marítima del Callao ubicada en Av. Guardia Chalaca 149, Callao.

A continuación, se presentan los tiempos de recorrido en minutos entre nuestras opciones: el proveedor de materia prima y el Terminal Portuario del Callao:

Tabla 3.17

Calificación para cercanía al proveedor (minutos)

Distrito	Polvorín	Terminal Portuario del Callao	Promedio	Calificación
Lurigancho	68	57	62.5	6
Ventanilla	28	34	31	8
Chilca	119	98	108.5	2

Nota. Adaptado de *Maps*, por Google Maps, 2019 (<https://www.google.com/maps>).

Costo de terreno

Dado que será necesaria la inversión en terreno para la instalación de la planta, es indispensable comparar los costos de compra de estos entre los distritos que están evaluándose para el análisis.

A continuación, se presenta una tabla con los costos promedio por metro cuadrado de terreno en cada distrito:

Tabla 3.18

Calificación por costo de terreno por distrito

Distrito	Costo de terreno (\$/m ²)	Calificación
Lurigancho	420	2
Ventanilla	350	4
Chilca	60	10

Nota. Adaptado de *Reporte industrial 1S 2018*, por Colliers Internacional, 2018 (<https://www2.colliers.com/es-PE/Research/Ind1S2018>).

Facilidades municipales

Para comparar la magnitud de facilidades que ofrece cada municipio por distrito, se analizará el costo para la obtención de las licencias de funcionamiento y de edificación para la modalidad D, que incluye la edificación para fines de industria.

Tabla 3.19*Calificación en costo para la obtención de licencias por distrito*

Distrito	Costo de Licencia de Funcionamiento (S/.)	Calificación
Lurigancho	2,062.20	2
Ventanilla	660.24	8
Chilca	1,140.00	6

Nota. Adaptado de *Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA)*, por Municipalidad de Lurigancho-Chosica, 2011 (<https://munichosica.pe/wp-content/uploads/2019/05/tupa2011.pdf>); TUPA, por Municipalidad de Ventanilla, 2016 (<http://www.muniventanilla.gob.pe/portalTransparencia/documentos/file2087.pdf>) y TUPA, por Municipalidad de Chilca, 2014 (<http://municipalidadchilca.gob.pe/egoWebSiteChilca/Ffile/DGestion/tupa%202014.PDF>).

Seguridad ciudadana

Al momento de seleccionar el distrito para la operación de la planta, es necesario considerar los índices de criminalidad de la zona. Por ello, se empleará la tasa de denuncias por comisión de delitos (por cada 10 000 habitantes) para determinar el lugar más seguro para la instalación de la planta.

Tabla 3.20*Calificación en seguridad ciudadana por distrito*

Distrito	Tasa de denuncias por comisión de delitos (por cada 10 000 hab.)	Calificación
Lurigancho	125.0	10
Ventanilla	110.2	10
Chilca	424.3	6

Nota. Adaptado de *Sistema Integrado de Estadísticas de la Criminalidad y la Seguridad Ciudadana*, por INEI, 2019 (<https://datacrim.inei.gob.pe/ciudadano/>).

Consideramos al factor de cercanía al mercado (MER) como uno de los más importantes. Con la misma importancia, la cercanía a la materia prima (CMP), al ser una variable influyente en el desarrollo de proceso productivo. En tercer lugar, se encuentra el costo del terreno (CTE), por la grande extensión de terreno necesaria a adquirir para la operatividad y seguridad de la planta. Por último, tanto a la seguridad ciudadana (SEG) como a las facilidades municipales (MUN) se les posicionó como factores de igual importancia. La tabla 3.21 muestra la tabla de enfrentamiento entre factores para obtener la ponderación de cada uno.

Tabla 3.21*Tabla de enfrentamiento para factores de micro localización*

Factores	MER	CMP	CTE	MUN	SEG	Conteo	Ponderación	
MER		1	1	1	1	4	33%	
CMP	1		1	1	1	4	33%	
CTE	0	0		1	1	2	17%	
MUN	0	0	0		1	1	8%	
SEG	0	0	0	1		1	8%	
						Total	12	100%

Para seleccionar el distrito también emplearemos la técnica del ranking de factores en función a la tabla de enfrentamiento y las calificaciones otorgadas previamente según las características de cada distrito por factor.

Tabla 3.22*Ranking de factores para micro localización*

Factor	Ponderación	Lurigancho		Ventanilla		Chilca	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
MER	33%	4	1.33	2	0.67	2	0.67
CMP	33%	6	2.00	8	2.67	2	0.67
CTE	17%	2	0.33	4	0.67	10	1.67
MUN	8%	2	0.17	8	0.67	6	0.50
SEG	8%	10	0.83	10	0.83	6	0.50
		Total	4.67	Total	5.50	Total	4.00

En base a los puntajes y ponderaciones correspondientes a cada factor, se obtuvo como distrito para instalar la planta a Ventanilla. El factor que más aportó a la elección de este distrito fue la cercanía a la materia prima.

CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

4.1 Relación tamaño-mercado

La relación tamaño mercado está definida por la demanda del producto para el último año del proyecto, la cual es de 91,413 kg.

Tabla 4.1

Relación tamaño-mercado para bombardas

Año	Demanda (kg)
2025	91,413

4.2 Relación tamaño-recursos productivos

La principal empresa productora de pólvora negra a nivel nacional es FAMESA por ello en base a la producción anual del 2017, se calculó la disponibilidad de materia prima para el proyecto.

Tabla 4.2

Relación tamaño-recurso productivo para bombardas

	Pólvora (kg)
Producción FAMESA S.A. 2017 (kg)	631,200
Requerimiento de materia prima 2025 (kg)	2,592

Nota. Adaptado de *Resolución Directorial N° 365*, por Ministerio de Producción, 2018 (https://www.produce.gob.pe/produce/descarga/dispositivos-legales/100576_1.pdf).

Se pudo comprobar que la materia prima no representa una restricción para el proyecto, esta relación no se tomará en cuenta para selección del tamaño de planta.

4.3 Relación tamaño-tecnología

La relación tamaño tecnología está definida por la capacidad del proceso de secado: 102,600 kilogramos de bombardas/año.

Tabla 4.3*Relación tamaño-tecnología bombardas*

Año	Producto terminado (kg)
2025	102,600

4.4 Relación tamaño-punto de equilibrio

Para determinar el punto de equilibrio en unidades monetarias y de producto terminado, se calcularon los costos fijos y variables, los cuales se usaron junto al precio de venta. Se muestra en la tabla a 4.4.

Cabe mencionar que en el último año del proyecto los costos fijos son significativamente mejores debido al menor monto pagado como deuda financiera y porque parte la depreciación de la maquinaria y equipo concluye en el tercer año de operación.

Tabla 4.4*Datos para el cálculo del punto de equilibrio*

Año 2021		
Unidades	Precio de venta	CV unit
533,902	8.64	5.04
Costos Fijos		978,775

Tabla 4.5*Relación tamaño-punto de equilibrio*

Año 2021		
P.E. unidades PT	kg / unidad	P.E. kg PT
271,290	0.136	36,868

4.5 Selección del tamaño de planta

Se tuvo en cuenta que la demanda del producto es el principal factor limitante, pero se requiere una holgura entre este factor y la tecnología. También, que la materia prima y la tecnología no representan una restricción para el proyecto.

Tabla 4.6

Selección del tamaño de planta

Relación	Bombardas (kg)
Tamaño mercado	91,413
Tamaño recursos productivos	Sin restricción
Tamaño tecnología	102,600
Tamaño punto de equilibrio	36,868
Tamaño de planta elegido	91,413



CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1 Definición técnica del producto

5.1.1 Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto

En las tablas siguientes mostramos las especificaciones técnicas para la bombarda. Asimismo, debajo de la ficha técnica se encuentra el corte transversal del producto, etiqueta y vista externa.

Tabla 5.1

Ficha técnica de la bombarda crisantemo

ANEXO N° 2							
FORMATO DE FICHA TÉCNICA							
RAZÓN SOCIAL	Puro Fulgor S.A.C.		NOMBRE COMERCIAL			Bombarda crisantemo de 3"	
DENOMINACIÓN GENÉRICA	Bombarda	CLASE	Clase III		TIPO	3G	CÓDIGO ⁽¹⁾
PESO DE LA CARGA	88 gr.	PESO DEL PRODUCTO	136 gr.	USO	RECREATIVO	X	INDUSTRIAL
EFFECTOS	LUMÍNICO	X	SONORO		X	FUMÍGENO	
MATERIAL DEL EMBALAJE	PRIMARIO O EXTERIOR	Carcasa de cartón compactado			TIEMPO DE COMBUSTIÓN DE LA MECHA (Segundos)	6	
	SECUNDARIO	Caja de cartón					
	TERCIARIO O EXTERIOR	N/A					
DESCRIPCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN ⁽²⁾	Artículo pirotécnico compuesto por una carcasa externa esférica de cartón compactado. Posee una capa de estrellas cilíndricas. En el centro lleva carga de apertura. La mecha de inicio se encuentra unida al compartimiento de impulso, en la parte inferior.						
DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO	SECUENCIA DE EFECTOS ⁽³⁾		MEDIOS DE INICIACIÓN				
	Se eleva verticalmente hacia el cielo y una vez alcanzados los 30 metros de altura emite efecto de sonido y luces de colores		MECHA PIROTÉCNICA		X		
			ELECTRICO O ELECTRÓNICO				
		OTROS (IMPACTO, FRICCIÓN, ETC.)					
ETIQUETAS Y RÓTULOS ⁽⁴⁾	Etiquetada de acuerdo a la Ley		OBSERVACIONES ⁽⁵⁾				
NOTAS	(1) Dejar en blanco para ser llenado por la SUCAMEC. (2) Detallar la forma de la estructura del producto y en caso se requiera indicar como se asegura la unión de los mismos, forma (3) Detallar secuencialmente si el producto gira, se eleva, se propulsa, emite luces de colores, sonido, humo, etc. (4) Colocar nombre comercial, código, instrucciones de uso, peso de la carga pírca, distancia mínima de seguridad y fecha de fabricación. En caso de destinados al espectáculo pirotécnico y que sean de uso inmediato, sólo será necesario colocar el nombre comercial v el código del producto. (5) Datos relevantes como por ejemplo si el producto es un accesorio, materia prima u otra información necesaria que no esté						
LUGAR Y FECHA			NOMBRE DEL ADMINISTRADO				
La presente ficha técnica constituye una DECLARACIÓN JURADA. El fabricante o importador se compromete a no modificar ninguno							

Figura 5.1

Sección transversal y vista exterior de la bomba crisantemo

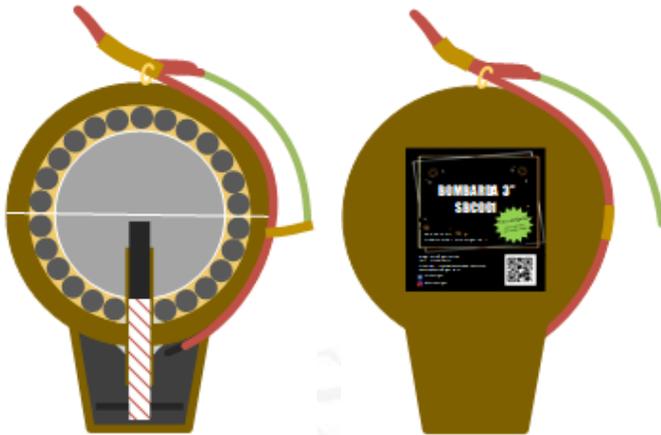


Figura 5.2

Vista horizontal de la caja de 42 bombardas

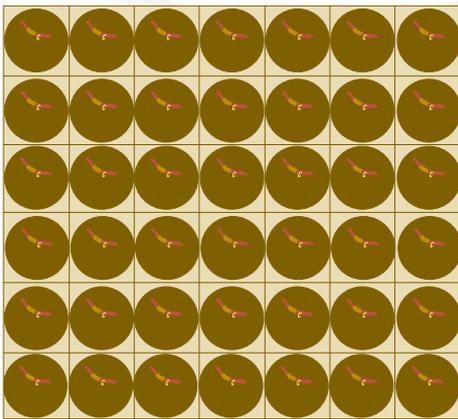


Figura 5.3

Etiqueta de bombardita crisantemo



5.1.2 Marco regulatorio para el producto

Por un lado, la fabricación de productos pirotécnicos está supeditada a la previa aprobación de cada uno de estos por la SUCAMEC. Es así que se debe presentar un formulario con la información competente para dicha evaluación. Esta incluye la ficha técnica del producto que abarca lo siguiente: nombre comercial, denominación genérica, peso de la carga pírca y producto pirotécnico (en gramos), material de embalaje, descripción de la construcción y funcionamiento, etiquetas y rótulos, composición química cuantitativa y cualitativa, gráfico transversal y la fotografía del producto (Directiva N° 019-2017-SUCAMEC, 2017).

En lo que respecta a la etiqueta del producto, el ente que regula directamente el contenido de esta, a diferencia de productos farmacéuticos o alimenticios que son supervisados por Indecopi, la SUCAMEC será quién determine la información mínima requerida en la etiqueta. Se especifica que para los productos Clase III (derivados para uso directo en shows pirotécnicos) la etiqueta tan solo debe contar con el nombre comercial del producto y el código, generado por la propia SUCAMEC al momento del registro del producto (Directiva N° 019-2017-SUCAMEC, 2017, Anexo 2). Adicional a ello, con el objetivo de posicionar a la empresa y promover la identificación de la misma, la etiqueta contendrá el logo de la empresa, principales datos de contacto (número

telefónico, dirección de la planta y correo electrónico) y un código QR que enviará al cliente directamente a la página web de la empresa.

De igual forma, junto a esto debe presentarse la Hoja de seguridad que permite identificar los principales riesgos derivados del producto o material relacionado y, entre algunos datos mínimos, debe contener las medidas de primeros auxilios, medidas contra amago de incendio, información sobre toxicidad y procedimiento de destrucción (Directiva N° 019-2017-SUCAMEC, 2017).

El transporte de los productos pirotécnicos está regulado por la Superintendencia de transporte de personas, cargas y mercancías, organismo relacionado al Ministerio de Transportes y Comunicaciones. En tal sentido, este establece que el traslado de material pirotécnico solo puede realizarse por personal autorizado y acreditado para dicha actividad (Andina, 2011, párr. 1).

Por último, para cumplir las definiciones de productos pirotécnicos establecidas por la SUCAMEC y pertenecer a las correspondientes clasificaciones, cada uno de los productos debe considerar límites máximos de ciertas variables en su composición y ciertos efectos asignados. A continuación, se resumen los mismos:

Tabla 5.2

Especificaciones del producto

Producto	Clase	Composición flash	Diámetro interno	Efecto/ funcionamiento
Bombardas	III	Con o sin	≤ 500 mm	Propulsión y fragmentación del producto con efecto lumínico y sonoro

Nota. Adaptado de *Directiva N° 008-2018-SUCAMEC, Clasificación, características técnicas y denominación genérica de productos pirotécnicos y sus materiales relacionados*, por SUCAMEC, 2018 (<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-directiva-denominada-clasificacion-caracteristica-resolucion-no-630-2018-sucamec-1652372-1/>)

5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción

5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida

5.2.1.1 Descripción de las tecnologías existentes

En la tabla siguiente se muestran las principales tecnologías existentes para los procesos que conforman la elaboración de los distintos tipos de pirotécnicos estudiados y de sus componentes, como las bolas de color y la carga de apertura. En la primera columna se detalla el o los productos de los cuales el proceso forma parte.

Tabla 5.3*Tecnologías existentes para la fabricación de fuegos artificiales*

Nro	Sub-producto	Proceso	Tecnologías existentes	Descripción de la tecnología
1	Estrellas y carga de apertura	Tamizado	Tamiz vibratorio	Tamices montados sobre una plataforma vibratoria
			Pantalla de acero	Tamizado por golpeteo y agitación manual de la pantalla de acero inoxidable
2	Estrellas	Formado	Por rotación	Uso de tambor rotatorio de acero, resulta en estrellas esféricas
			Prensado	Aplicación de presión en moldes, resulta en estrellas con forma cilíndrica
			Corte	Mediante cuchillos o con rejillas de diferentes dimensiones, resulta en estrellas cuadradas
3	Estrellas y carga de apertura	Secado	Al aire libre	Uso de la energía solar, paneles dispuestos al aire libre
			Horno	Uso de horno fijo con rejillas
			Sala de secado	Sala con el suelo calentado mediante agua caliente
			Cámara de secado	Permite secar más eficientemente que horno industrial al permitir la circulación de aire
4	Estrellas y carga de apertura	Imprimación	Por rotación	Uso de tambor rotatorio de acero
			Manual	Agitación manual de la pólvora y las estrellas
			Atomizado con manguera	Rocío del agua desionizada o metanol mediante manguera pulverizadora
			Atomizado con botella	Rocío del agua desionizada o metanol mediante pulverizador
5	Insumos preparados	Armado y corte de tubos de cartón	Guillotina manual	Corte de tubos con guillotina manual
			Máquina automática de fabricación y corte de tubos	Máquina que elabora tubos acumulando papel kraft y los corta automáticamente
8	Insumos preparados	Corte de carcasas	Cortadora circular manual	Aplicación de presión con molde cortador circular
			Punzón y martillo	Realización de agujero aplicando presión con punzones de diferentes diámetros
9	Insumos preparados	Corte de mechas	Guillotina manual	Uso de guillotina manual recta
			Guillotina automática	Corte automático de mechas
			Manual	Corte con cutter
			Cortadora de mechas	Dispositivo que permite fijar una longitud y cortar manualmente
10	Insumos preparados	Corte de papel tissue	Guillotina manual	Uso de guillotina manual recta
			Guillotina automática	Corte automático de papel
			Manual	Corte con tijera

(continúa)

(continuación)

Nro	Sub-producto	Proceso	Tecnologías existentes	Descripción de la tecnología
11	Insumos preparados	Armado de mecha interior o de apertura	Corte	Corte con cuchilla a extremo de mecha, atando con hilo la mecha rápida a introducir
			Perforación	Perforación con punzonadora manual
12	Cuerpo de bombardas	Llenado de estrellas	Manual	Colocación de estrellas, una por una, una al costado de la otra
			Manual con base de apoyo	Colocación de estrellas, una por una, teniendo molde superior que evite la superposición de las mismas
14	Cuerpo de bombardas	Llenado de carga de apertura	Manual	Vaciado manual con cuchara medidora
15	Cuerpo de bombardas	Cerrado	Manual	Aplicación de presión con un martillo con cabeza de goma y acomodado manual
16	Cuerpo de bombardas	Forrado	Manual	Forrado con papel y engrudo o con papel kraft adhesivo
			Máquina de encintado	Máquina de encintado giratoria que se abastece con papel kraft adhesivo
			Doble carcasa	Colocación de carcasa externa adicional
17	Cuerpo de bombardas	Armado de compartimiento de propulsión	Manual	Unión de la pólvora de propulsión, cono y la mecha exterior y pegado con cinta
18	Cuerpo de bombardas	Etiquetado	Manual	Retiro del sticker directamente del papel adhesivo
19	Cuerpo de bombardas	Encajado	Manual	Armado de la caja y encajado manual
			Formadora automática de cajas	Maquinaria que desdobra y arma las cajas automáticamente
			Encajonadora automática	Uso de maquinaria que ubica automáticamente los artículos pirotécnicos en cantidad y forma en las cajas
20	Cuerpo de bombardas	Rotulado	Manual	Etiquetado manual
			Máquina rotuladora automática	Máquina que recibe mediante una faja transportadora las cajas y las va rotulando conforme avanzan.

5.2.1.2 Selección de la tecnología

A continuación, la tabla muestra las tecnologías escogidas para llevar a cabo cada proceso.

Tabla 5.4

Tecnologías escogidas

Nro	Sub-producto	Proceso	Tecnología seleccionada
1	Estrellas y carga de apertura	Tamizado	Tamiz de acero inoxidable
2	Estrellas	Formado	Prensado

(continúa)

(continuación)

Nro	Sub-producto	Proceso	Tecnología seleccionada
3	Estrellas y carga de apertura	Secado	Cámara de secado
4	Estrellas y carga de apertura	Imprimación	Por rotación
			Atomizado con manguera
5	Insumos preparados	Armado y corte de tubos de cartón	Compra de tubos de cartón
8	Insumos preparados	Corte de carcasas	Punzón y martillo
9	Insumos preparados	Corte de mechas	Cortadora de mechas
10	Insumos preparados	Corte de papel tissue	Guillotina manual
11	Insumos preparados	Armado de mecha interior/apertura	Perforación
12	Cuerpo de bombardas	Llenado de estrellas	Manual con base de apoyo
14	Cuerpo de bombardas	Llenado de carga de apertura	Manual
15	Cuerpo de bombardas	Cerrado	Manual
16	Cuerpo de bombardas	Forado	Manual
17	Cuerpo de bombardas	Armado del compartimiento de propulsión	Manual
18	Cuerpo de bombardas	Etiquetado	Manual
19	Cuerpo de bombardas	Encajado	Manual
20	Cuerpo de bombardas	Rotulado	Manual

5.2.2 Proceso de producción

5.2.2.1 Descripción del proceso

- **Estrellas o bolas de color**

La elaboración del componente de color para las bombardas son denominadas estrellas. Cada bombarda de 3” contiene 120 estrellas de ¼”: 60 en la mitad inferior y 60 en la mitad superior. Las estrellas varían en composición dependiendo del color. La siguiente tabla indica las proporciones para el caso de estrellas doradas y plateadas:

Tabla 5.5

Composición de las estrellas

Color de la estrella	Insumo	% (peso)
Dorado	Nitrato de potasio	49
	Carbón	40
	Azufre	6
	Dextrina	5

(continúa)

(continuación)

Color de la estrella	Insumo	% (peso)
Plateado	Nitrato de potasio	58
	Carbón	27
	Azufre	9
	Dextrina	6

Nota. Adaptado de *Chrysanthemum 8*, por PyroData, 2019 (<https://pyrodata.com/compositions/Chrysanthemum-8>) y *White Comet #1*, por PyroData, 2019 (<https://pyrodata.com/compositions/White-comet-1>).

La cantidad de estrellas por color para la bomba a elaborar será de 60 para cada uno, totalizando 120.

A continuación, detallaremos el proceso para la elaboración de estrellas.

Los insumos son transportados desde el almacén de materias primas hasta el cuarto de estrellas del área de color, en recipientes cerrados de plástico.

Tamizado

El proceso de elaboración empieza por el tamizado de cada componente. Para ello, se empleará un tamiz de acero inoxidable con marco de madera No. 40 cada que son tamizados. Se usa el mismo tamiz, y la base es un recipiente de plástico. A continuación, se le agrega una mezcla de agua desionizada y alcohol isopropílico en la proporción 75/25, respectivamente. Esta representa el 5% de la mezcla anteriormente descrita. Se tapa el recipiente y agita, mezclando así el contenido. Finalmente, se vuelve a tamizar.

Formado

Llenado del molde: Debido a que el proceso a emplear para el formado es el del prensado, se utilizarán moldes de estrellas cilíndricos. Los moldes que se emplearán serán los de 1/4" de diámetro, 110 estrellas por molde. Entonces, estos deberán ser llenados hasta el tope con la mezcla.

Prensado: Una vez llenados, se prensan a 15.4 toneladas con una prensa hidráulica.

Retirado de excedente: Luego, el molde se da la vuelta, teniendo el lado abierto en el tope, de este modo, y colocando topes encima del molde con la medida del molde deseada, se vuelve a prensar con la misma fuerza, De este modo, por la parte superior

sale el excedente. Posteriormente, este excedente se retira con una espátula y se vierte sobre una bandeja de metal para ser reprocesado.

Desmolde: Para el desmolde se vuelve a prensar con el lado abierto en el tope, pero esta vez con topes de al menos 10 cm de altura, para que el contenido pueda salir sin dificultad. Las estrellas se colocan en un recipiente de plástico para ser trasladadas al área del siguiente proceso. El material sobrante es reprocesado en su totalidad.

Secado

Después del formado viene el secado, las estrellas se colocan en cestas de acero inoxidable, se transportan al cuarto de secado y se colocan en la cámara de secado por 36 horas a 104°F o 40°C. Toda la mezcla imprimadora (agua desionizada y alcohol isopropílico) que ingresó previamente es evaporada.

Imprimado

Una vez secas, una traslada las estrellas del cuarto de secado al área de preparado de estrellas en carritos, allí se realiza la imprimación. Esta consiste en rociar, una mezcla de agua desionizada y alcohol isopropílico. La mezcla tiene una proporción de 75/25 y se rocía con un pulverizador. Luego, se vierte pólvora negra a las estrellas mientras estas giran en un tambor rotatorio de acero.

Secado

Luego, se realiza un segundo secado en el área de dicho nombre. Para este secado también se emplea la cámara de secado, pero esta vez por 24 horas a 104°F o 40°C. Toda la mezcla imprimadora (agua desionizada y alcohol isopropílico) que ingresó durante el imprimado es evaporada.

Inspección y almacenamiento

Las estrellas se almacenan en recipientes de plástico según color y diámetro en el almacén de productos en proceso hasta su uso. Mientras estas son colocadas de las cestas a los recipientes de plástico con tapa se revisa el estado de las mismas, desechando las que se encuentren quebradas.

- **Carga de apertura**

La pólvora que sirve para romper la carcasa, prender y lanzar las estrellas, puede ser reemplazada por una versión hecha a base de cascarilla de arroz. Esto reduce el peso de la bombarda y el costo, al requerir alrededor del 70% menos de pólvora negra. A esta mezcla se le denomina la carga de apertura.

Tamizado

Primero, se mezcla la pólvora negra y la dextrina mediante el tamizado de cada componente y luego un tamizado con los dos componentes mediante un tamiz de acero con marco de madera No. 40. La proporción es de 5 a 1.

Imprimación

Se vierten las cascarillas de arroz a un tambor rotatorio de acero. Luego, una persona rocía agua desionizada mediante una manguera rociadora y luego, la mezcla de pólvora negra y dextrina mientras las cascarillas giran.

Secado

Luego, se depositan en cestas de acero inoxidable y se llevan al área de secado por 12 horas. Toda la mezcla imprimadora (agua desionizada y alcohol isopropílico) que ingresó durante el imprimado es evaporada.

Almacenamiento

El producto se almacena en recipientes de plástico con tapa en el almacén de productos en proceso hasta su uso.

- **Bombarda crisantemo**

El proceso de ensamble de la bombarda de tipo crisantemo, de 3 pulgadas de diámetro, se divide en dos subetapas. La primera es el preparado de los insumos y la segunda es el ensamble del producto final.

- Preparado de insumos

Carcasas

A la carcasa inferior de 3” se le realiza un agujero en el centro utilizando primero un punzón pequeño, y luego un punzón con diámetro de 8 mm, aplicando presión con un martillo. Previo a realizar el agujero, se inspeccionan las carcasas, desechando las que se encuentren abolladas.

Mechas

Tabla 5.6

Preparado de mechas

Tipo de mecha	Mecha apertura	Mecha de iniciadora
Mecha de tiempo china de 6 mm de diámetro	Se cortan en longitudes de 3.5 cm usando una cortadora de mechas.	N/A
Mechas rápidas, las cuales llegan forradas, unidas por cinco unidades	Se cortan en longitudes de 2.5 cm usando una cortadora de mechas y se le retira el forro.	Se cortan en longitudes de 1 metro con un cutter, sin retirar el forro, se dobla desde un extremo para que su manejo sea más práctico y se une con cinta de embalaje para mantenerlo en esa posición. Uno de los extremos se abre con el cutter para aumentar el área de contacto, este será el extremo que hará contacto con la pólvora negra del compartimiento de propulsión.
Mecha de seguridad (color verde)	N/A	Se corta en longitudes de 6 cm, empleando una cortadora de mechas y esta se introduce en el extremo no cortado de la mecha rápida. Se fijan con cinta adhesiva.

Adicionalmente, para la mecha de apertura, a la mecha de tiempo china se le realiza un agujero en uno de los extremos empleando un perforador de mechas y un martillo, y se le introducen tres mechas rápidas cortadas previamente.

Papel tissue

El papel tissue se recorta en cuadrados de 9 cm x 9 cm. Se emplea una guillotina manual.

- Ensamble del producto final

Ensamble de mecha de apertura

Se inspeccionan las carcasas y se desechan las que se encuentren abolladas. Asimismo, también se verifica que el agujero realizado esté conforme y que los tubos de cartón a introducir se encuentren en correctas condiciones. A la carcasa inferior se le introduce el tubo de cartón de 8 mm de diámetro por el agujero y se fija con silicona caliente por ambos lados. Luego, por el extremo interior se introducen 5 tiras de mecha rápida, mientras que por el extremo exterior se introduce la mecha de tiempo china armada previamente, con el extremo agujereado hacia el lado convexo de la carcasa.

Llenado de estrellas

Se coloca la carcasa inferior en una superficie cilíndrica como punto de apoyo, con la parte cóncava hacia arriba. Teniendo los recipientes de plástico con las estrellas de cada color, se coloca una capa de estrellas intercalando el color (60 unidades) dentro de la carcasa, procurando solo introducir estrellas que no se encuentren rotas.

Este proceso de llenado de estrellas se repite para la carcasa superior sobre otra superficie cilíndrica de apoyo.

Llenado de carga de apertura

Sobre la capa de estrellas de cada mitad, se ubica el papel tissue cortado previamente. Luego, las mitades se llenan con carga de apertura.

Cerrado

En la mitad superior, se coloca el papel tissue en la superficie jalando los extremos hacia los lados de la esfera de modo que quede ajustado. Se juntan ambas partes de la bomba, depositando la carcasa superior sobre la inferior. Se dan pequeños golpes con un martillo

con cabeza de jebe para cerrar bien y posteriormente se unen las mitades con cinta de embalaje. Se pega un trozo de cuerda delgada en la zona superior de la bombardarda en forma de "0" (3.875" de largo, siendo esta la medida máxima de la cortadora de mechas) y utilizando la misma cinta.

Forrado

El operario forra la bombardarda con papel kraft adhesivo. Le da aproximadamente 5 capas, equivalente a 30 pasadas. Para facilitar la operación, el papel Kraft estará dispuesto en un dispensador.

Armado del compartimiento de propulsión

Luego, se vacía 10 gramos de pólvora negra en el cono truncado de cartón, equivalente al 10% del peso de la bombardarda armada hasta este momento. Luego, se deposita la bombardarda encima del cono teniendo el lado de la mecha hacia abajo. Después, se introduce por un lado del cono la mecha exterior armada previamente con el lado cortado hacia adentro. Se une muy bien utilizando cinta de embalaje. Finalmente, se introduce la mecha exterior por el trozo de cuerda pegada en la etapa del cerrado y se usa la misma cinta para pegar la mecha a la carcasa.

Etiquetado

Se etiqueta el producto de manera manual. Los residuos de la etiqueta representan el 10% del peso entrante.

Embalado y rotulado

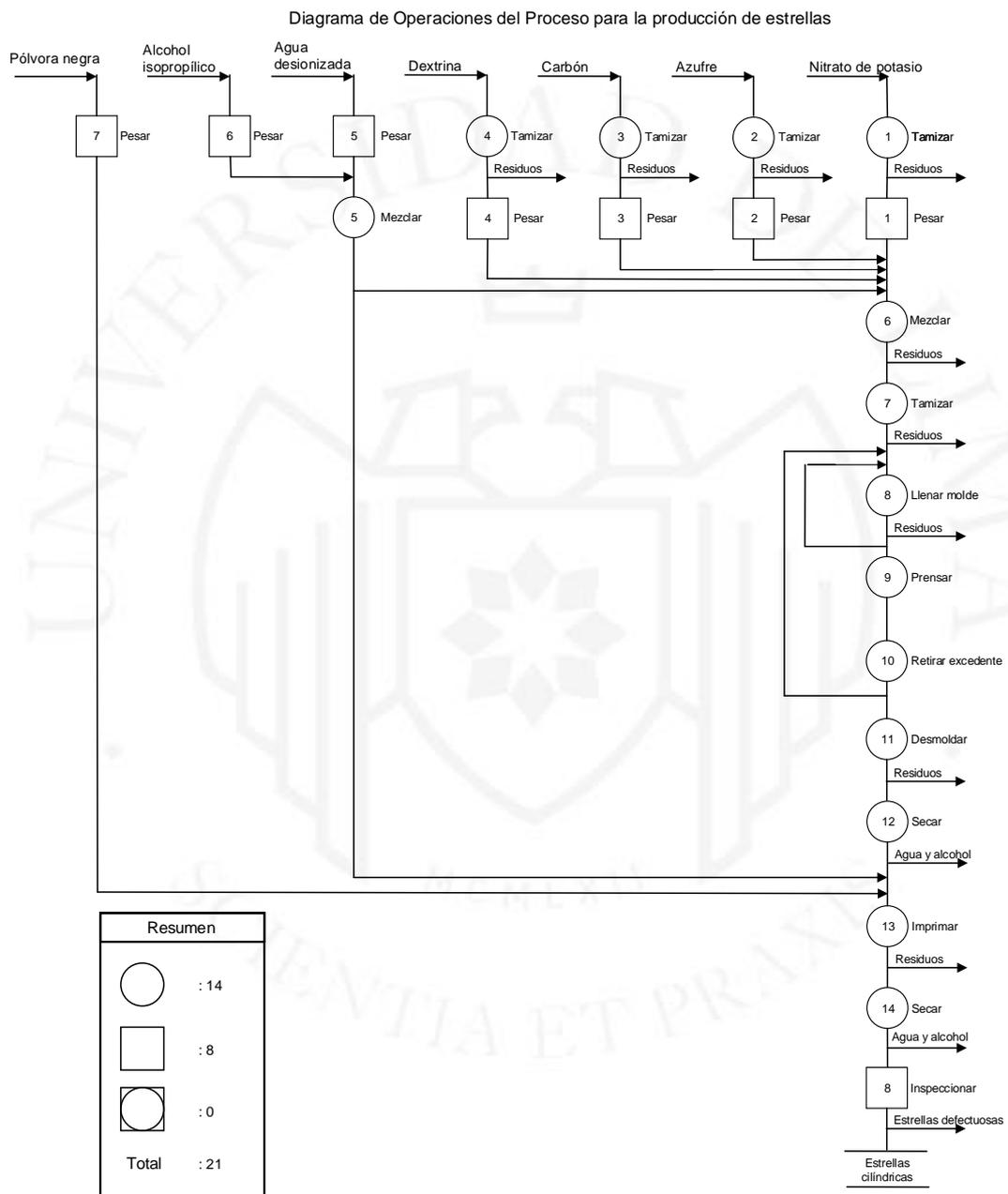
Se introducen en cajas de 7x6x1 unidades. Estas cajas miden 55x50x12 cm. Previamente se coloca un separador de cartón dentro de la caja, el cual mantendrá a las bombardardas ordenadas. Se cierra manualmente con cinta de embalaje y, finalmente, se rotula la caja también de manera manual.

5.2.2.2 Diagrama de proceso: DOP

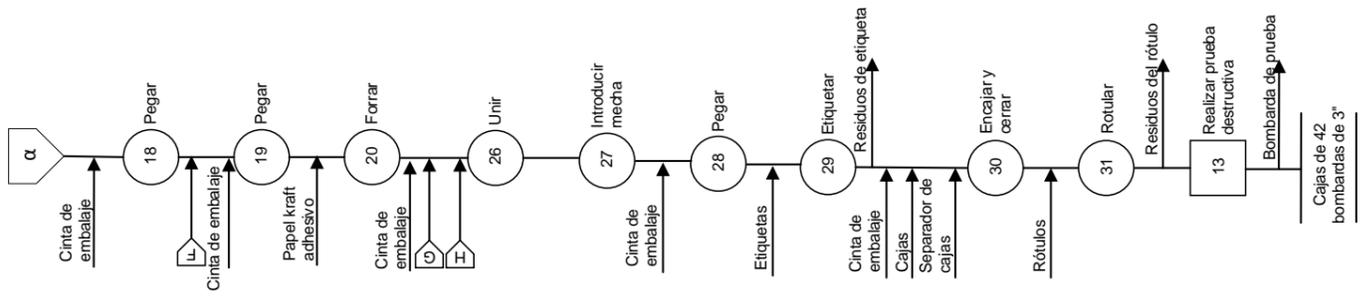
A continuación, se presentan los Diagramas de Operaciones del Proceso de las estrellas y las bombardas, en dicho orden.

Figura 5.4

Diagrama de Operaciones del Proceso para la producción de estrellas



(continuación)



Resumen	
○	: 31
□	: 13
◻	: 12
Total	: 56

5.2.2.3 Balance de materia

En los balances, se puede observar el requerimiento anual para el último año de estrellas doradas y plateadas.

Figura 5.6

Balance de materia de estrellas doradas

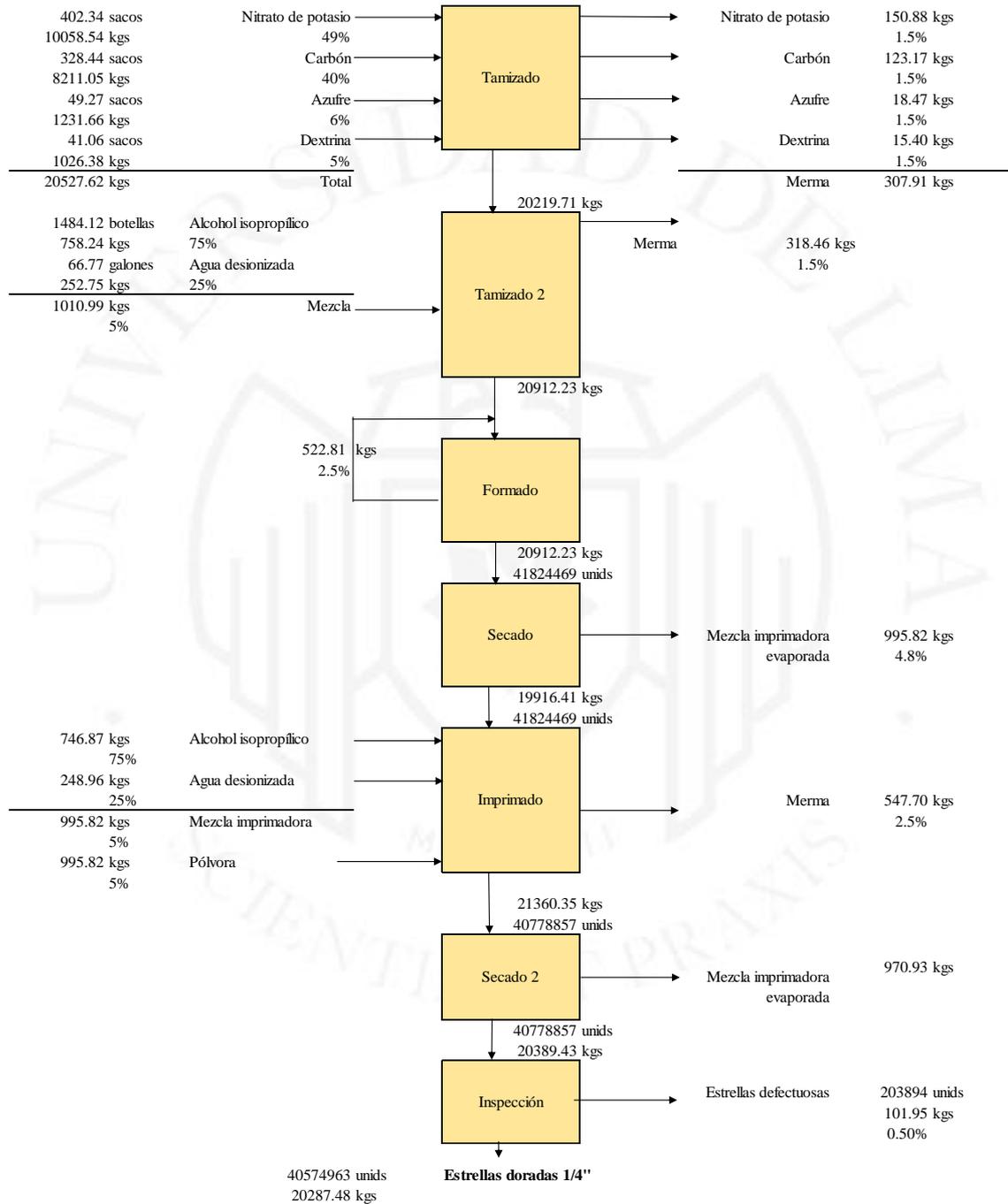


Figura 5.7

Balance de materia de estrellas plateadas

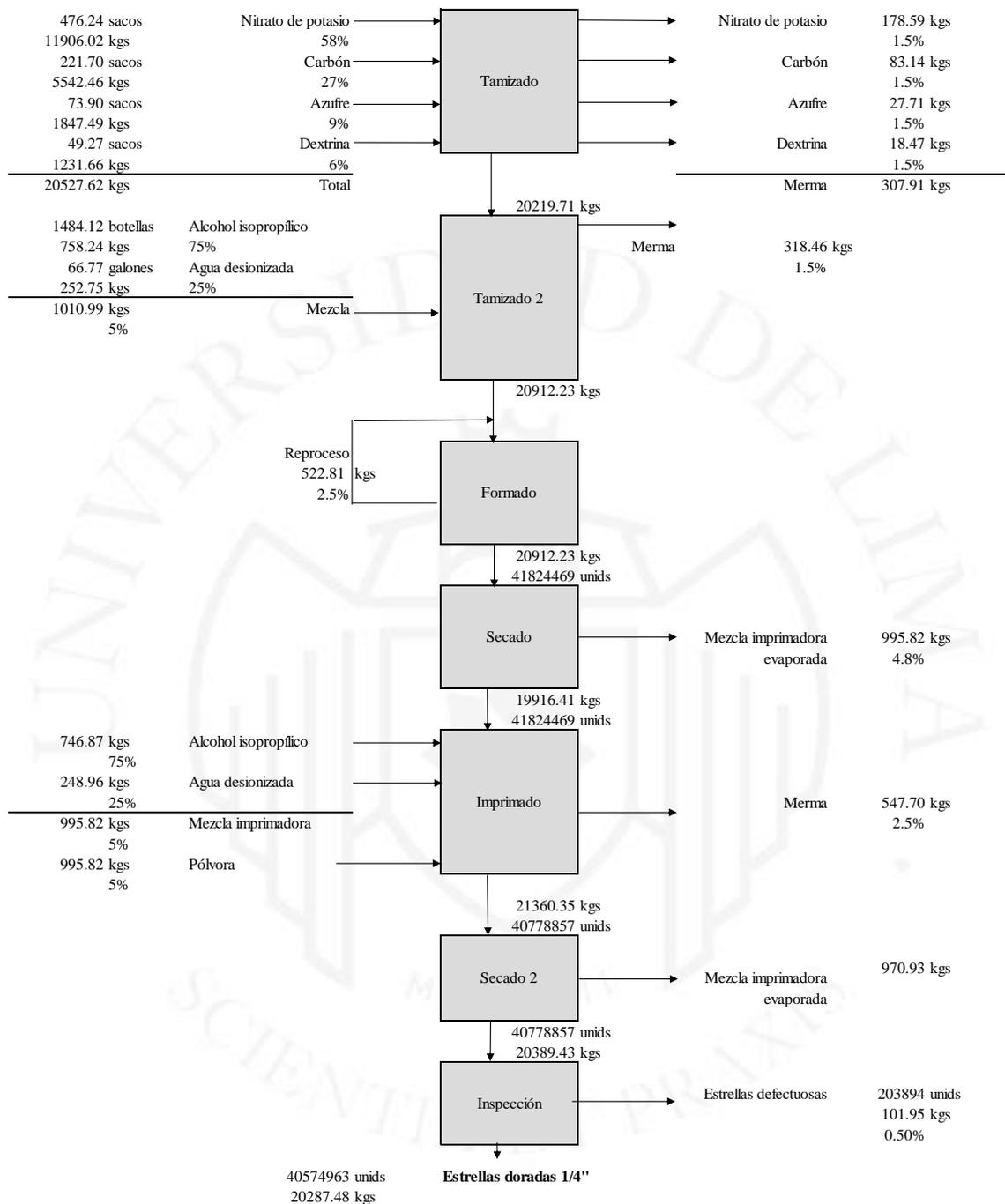
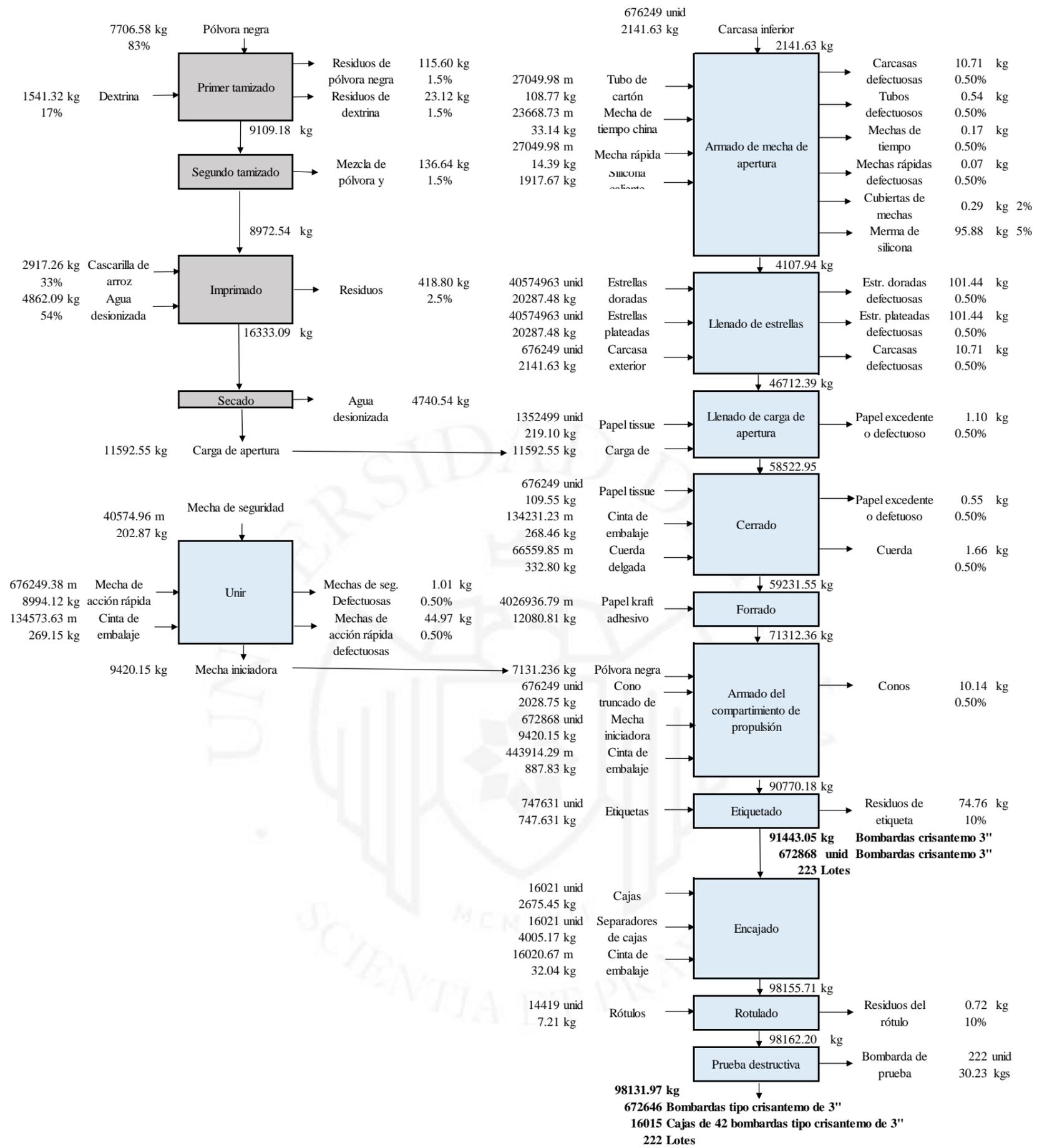


Figura 5.8

Balance materia de bombardas



5.3 Características de las instalaciones y equipos

5.3.1 Selección de la maquinaria y equipos

La maquinaria y herramientas seleccionadas se muestran en la tabla 5.7, junto al producto y proceso correspondiente.

Tabla 5.7

Selección de maquinaria e instrumentos

Sub-producto	Proceso	Máquina, equipo y herramientas
Estrellas	Tamizado	Tamiz de acero inoxidable Nro. 40
		Contenedor de plástico
		Balanza de precisión
		Pala de llenado
	Formado	Molde de estrellas de 1/4"
		Prensa hidráulica
		Espátula metálica
Estrellas y carga de apertura	Secado	Bandeja de plástico
		Cámara de secado
Estrellas y carga de apertura	Imprimación	Cesta de malla de acero inoxidable
		Mezclador de estrellas
		Atomizador
Insumos preparados y cuerpo de bombardita	Corte de carcacas	Pala de llenado
		Juego de punzones
	Corte de mechas	Martillo
		Cortadora de mechas
	Corte de papel tissue	Cuchilla
	Perforado de mecha retardante	Guillotina manual
	Armado de compartimiento de propulsión	Perforadora de mechas
Balanza de precisión		
Cerrado	Pala de llenado	
		Martillo con cabeza de jebe

5.3.2 Especificaciones de la maquinaria

Tabla 5.8

Especificaciones del tamiz de acero inoxidable No 40

	Nombre	Tamiz de acero inoxidable
	No.	40
	Dimensiones	Lado exterior: 12" (30.5 cm)
		Lado interior: 10" (25.4 cm)
		Profundidad 3/4"
		Altura 1-3/4" (4.8 cm)
		Área interna: 774 cm ²
	Material	Acero inoxidable tipo 304
	Marca	Skylighter
Proveedor	Skylighter	
Precio	\$39.79	

Nota. Adaptado de *Fireworks Manufacturing Supplies*, por Skylighter, 2019 (<https://www.skylighter.com/collections/fireworks-manufacturing-supplies>).

Tabla 5.9

Especificaciones del contenedor de plástico

	Nombre	Contenedor de plástico
	Dimensiones	Largo: 48 cm
		Ancho: 32 cm
		Altura: 14 cm
	Material	Plástico
	Marca	TC Familylife Store
	Proveedor	TC Familylife Store
Precio	S/. 55.80	

Nota. Adaptado de *AliExpress*, por AliExpress, 2019 (<https://es.aliexpress.com/>).

Tabla 5.10

Especificaciones de la balanza de alta precisión

	Nombre	Balanza de alta precisión
	Capacidad/ Precisión	10 kg/ 0,1 gr.
	Modelo	XY-20MB
	Voltaje	220 V
	Dimensiones	Largo: 31.5 cm, Ancho: 23.0 cm
	Peso	4 kg
	Marca	XYSCALE
	Proveedor	Himmel Scientific Instrument
	Origen	China
	Precio	\$ 110

Nota. Adaptado de *Balanza de alta precisión*, por Alibaba, 2019 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/High-quality-disinfection-sterilization-304-stainless-60869396079.html?spm=a2700.7724838.2017115.49.6376b109a9r0U8>).

Tabla 5.11*Especificaciones de la pala de llenado*

	Nombre	Pala de llenado
	Dimensiones	Largo: 25 cm
		Ancho: 8.5 cm
		Alo: 7.5 cm
		Alto del mango: 2.5 cm
	Material	Plástico
	Marca	Vanzlife
	Proveedor	Vanzlide Daily Merchandises Store
Origen	China	
Precio	S/. 11.82	

Nota. Adaptado de AliExpress, por AliExpress, 2019 (<https://es.aliexpress.com/>).

Tabla 5.12*Especificaciones del molde para estrellas cilíndricas 1/4"*

	Nombre	Molde para estrellas cilíndricas 1/4"
	Capacidad	110 estrellas
	Dimensiones	Largo: 6"
		Ancho: 6"
		Alto: 5/8"
	Marca	Firesmith
	Proveedor	Firesmith
	Origen	EEUU
Precio	\$329	

Nota. Adaptado de Products, por Firesmith, 2019 (<https://fire-smith.com/products-1?olsPage=products>).

Tabla 5.13*Especificaciones de la espátula metálica*

	Nombre	Espátula metálica
	Dimensiones	Ancho: 4" (10.2 cm)
	Material	Metal con mango de madera
	Peso	240 gr.
	Marca	Kamasa
	Proveedor	Sodimac Home Center
	Origen	China
	Precio	S/. 4.90

Nota. Adaptado de Espátula con mango de madera, por Sodimac Home Center, 2019 (<https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/3551016/Espatula-con-mango-de-Madera/3551016>).

Tabla 5.14*Especificaciones de la bandeja de plástico*

	Nombre	Bandeja de plástico
	Dimensiones	Largo: 30 cm
		Ancho: 20 cm
	Material	Plástico
	Peso	240 gr.
	Marca	Genérico
	Proveedor	A-Online store
	Origen	China
Precio	S/. 22.80	

Nota. Adaptado de *AliExpress*, por *AliExpress*, 2019 (<https://es.aliexpress.com/>).

Tabla 5.15*Especificaciones de la prensa hidráulica de 20 TM*

	Nombre	Prensa hidráulica de 20 TM
	Voltaje	110 V
	Dimensiones totales	Largo: 26"
		Ancho: 14"
		Alto: 57"
	Dimensiones del plato de aluminio	Largo: 6"
		Ancho: 6"
		Alto: 2,5"
	Peso	300 libras
	Marca	Firesmith
Proveedor	Firesmith	
Origen	EEUU	
Precio	\$3299	

Nota. Adaptado de *Products*, por *Firesmith*, 2019 (<https://fire-smith.com/products-1?olsPage=products>).

Tabla 5.16*Especificaciones de la cámara de secado*

	Nombre	Cámara de secado
	Modelo	FX2
	Estantes	5
	Carga eléctrica	1500 W
	Dimensiones externas	Ancho: 635 mm
		Profundidad 610 mm
		Altura 1826 mm
	Dimensiones internas	Ancho: 630 mm
		Profundidad: 590 mm
		Altura: 1430 mm
		Volumen: 531531 cm ³
	Marca	LEEC
	Proveedor	LEEC
	Origen	Inglaterra
Precio	1706 libras	
Capacidad	22295 estrellas de 1/4"	
	14863 estrellas de 3/8"	
	11148 estrellas de 1/2"	
Capacidad de procesamiento (secado de carga de apertura)	4.17 kg carga de apertura / hr	
Capacidad de procesamiento (secado de estrellas formadas)	1.23 kg. estrellas formadas / hr	
Capacidad de producción (secado de estrellas imprimadas)	1.93 kg. estrellas imprimadas / hr.	

Nota. Adaptado de *Products*, por LEEC, 2019 (<http://www.leec.co.uk/products/laboratory/drying-cabinets/drying-cabinets>).

Tabla 5.17*Especificaciones de cesta de malla de acero inoxidable*

	Nombre	Cesta de malla de acero inoxidable
	Dimensiones	Ancho: 620 mm
		Largo: 580 mm
		Altura: 100 mm
		Área interna: 3596 cm ²
	Capacidad	8827 estrellas de 1/4"
	Material	Acero inoxidable tipo 304
	Marca	Hongmei
	Proveedor	Hongmei
	Origen	China
Información adicional	Apilable	
Precio	\$5.80	

Nota. Adaptado de *Stainless steel mesh box*, por Alibaba, 2019 (https://www.alibaba.com/trade/search?IndexArea=product_en&CatId=&fsb=y&viewtype=&tab=&SearchText=stainless+steel+mesh+box).

Tabla 5.18*Especificaciones del mezclador de estrellas*

	Nombre	Mezclador de estrellas
	Capacidad de procesamiento	180 kg / hora
	Voltaje	220V
	Dimensiones	Largo: 1900 mm
		Largo al interior del cuarto: 750 mm
		Ancho: 450 mm
	Alto: 1100 mm	
	Marca	Yovon
	Proveedor	Yovon
Origen	China	
Precio	\$1300	

Nota. Adaptado de *Firework Machine*, por Yovon, 2019 (<http://www.fireworkmachine.com/>).

Tabla 5.19*Especificaciones del pulverizador*

	Nombre	Pulverizador
	Capacidad	20 L
	Dimensiones	Largo: 410 mm
		Ancho: 200 mm
		Alto: 565 mm
	Peso	3.7 kg
	Marca	Jacto
	Proveedor	Maestro Home Center
	Origen	Brasil
Precio	S/234.00	

Nota. Adaptado de *Productos*, por Maestro, 2019 (<https://www.maestro.com.pe/productos/jardin/mochila-manual-xp-20-11>).

Tabla 5.20*Especificaciones del juego de punzones*

	Nombre	Juego de Punzones
	Número de parte	16-226
	Marca	Stanley
	Proveedor	EFC
	Precio	S/.49.90

Nota. Adaptado de *Juego 6 Botadores 16-226*, por efc, 2019 (<https://www.shop.efc.com.pe/juego-6-botadores-16-226/p>).

Tabla 5.21*Especificaciones del martillo*

	Nombre	Martillo
	Peso	12 Oz.
	Material del mango	Madera
	Material de la cabeza	Metal
	Marca	Karson
	Proveedor	Maestro Home Center
	Origen	China
	Precio	S/.14.90

Nota. Adaptado de *Productos*, por Maestro, 2019

(<https://www.maestro.com.pe/cart/search/2f7fd756601fc356a34af664af673264?rel=page&page=>).

Tabla 5.22*Especificaciones de la cortadora de mechas*

	Nombre	Cortadora de mechas
	Largo máximo de la mecha	3.875"
	Marca	Firesmith
	Proveedor	Pyrodirect
	Origen	EEUU
	Precio	\$49.99

Nota. Adaptado de *Cortadora de mechas*, por Pyrodirect, 2019 (<http://www.pyrodirect.com/Item/101-0101>).

Tabla 5.23*Especificaciones de la cuchilla*

	Nombre	Cuchilla Snap-Off 18 mm
	Dimensiones	Ancho de la cuchilla: 18 mm
	Marca	Redline
	Proveedor	Sodimac Home Center
	Precio	S/. 5.90

Nota. Adaptado de *Cuchilla 18 mm*, por Sodimac Home Center, 2019

(<https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/15444X/Cuchilla-18-mm/15444X>).

Tabla 5.24*Especificaciones de la guillotina manual*

	Nombre	Guillotina manual
	Capacidad por corte	600 hojas papel tissue
	Tamaño de corte máximo	A3
	Dimensiones	Largo: 690 mm
		Ancho: 405 mm
		Alto: 500 mm
	Peso	22 kg
	Marca	Razer
	Lugar de venta	Perú, Lima
Precio	S/990.00	

Nota. Adaptado de *Industrias y oficinas*, por Mercado Libre, 2019

(<https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-426771789-guillotina-de-palanca-tam-a3-para-300-hojas-JM?quantity=1>).

Tabla 5.25*Especificaciones de la perforadora de mechas*

	Nombre	Perforadora de mechas
	Dimensiones del agujero	Diámetro: 1/8"
		Distancia desde el extremo de la mecha: 1/7"
	Marca	Firesmith
	Proveedor	Firesmith
	Origen	EEUU
	Precio	\$59
	Información adicional	Requiere un mazo para ejercer presión externa

Nota. Adaptado de *Products*, por Firesmith, 2019 (<https://fire-smith.com/products-1?olsPage=products>).

Tabla 5.26*Especificaciones del martillo de jebe*

	Nombre	Martillo de jebe
	Peso	500 gr.
	Material del mango	Madera
	Material de la cabeza	Jebe
	Marca	Genérico
	Proveedor	Sodimac Home Center
	Origen	China
	Precio	S/.7.90

Nota. Adaptado de *Martillo de jebe*, por Sodimac Home Center, 2019

(<https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/3552020/Martillo-de-Jebe-12Oz/3552020>).

5.4 Capacidad instalada

5.4.1 Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos

La tabla 5.27 muestra el cálculo realizado para determinar el número de máquinas y operarios requeridos para la fabricación de bombardas para el último año.



Tabla 5.27

Cálculo de máquinas y operarios 2025

Proceso	Entrada	Unidad	Capacidad de procesamiento	Unidad	Tiempo estándar	Unidad	Semanas/año	Días/semana	Turnos/día	Horas/turno	min/h	U	E	#MÁQ#OP	#MÁQ#OP a asignar
Preparado y ensamble	676249	unid/año	10.33	unid/h	5.810	min/unid	52	6	3	8	60	0.90	0.88	11.093	12
Tamizado, formado e imprimado	672868	unid/año	11.89	unid/h	5.045	min/unid	52	6	3	8	60	0.83	0.90	10.162	11
Secado	100878	kg/año	1.68	kg/h	35.713	min/kg	52	6	3	8	60	0.96	1.00	8.334	9
Prueba destructiva	672868	unid/año	18.144	unid/h	0.003	min/unid	52	6	3	8	60	0.89	0.91	0.006	1

5.4.2 Cálculo de la capacidad instalada

Para el cálculo de la capacidad instalada se ha balanceado los recursos en base a sus capacidades de procesamiento o de producción, según corresponda. En la tabla se muestra el cálculo para la producción de bombardas. El cálculo de los factores de utilización y eficiencia se encuentran en los anexos 2 y 3.

Del cálculo se desprende que la capacidad instalada se ve restringida por el secado de las estrellas.



Tabla 5.28

Cálculo de la capacidad instalada para la producción de bombardas

Proceso	Entrada	Unidad	Capacidad de procesamiento	Unidad	#Máq. /#Op.	Semanas / año	Días/ semana	Turnos/ día	Horas/ turno	U	E	Capacidad de procesamiento anual	Unidad	Factor de conversión	Capacidad de planta (unid. PT/año)
Preparado y ensamble	676249	unid/año	10.33	unid/h	12	52	6	3	8	0.8958	0.8800	731516	unid/año	0.9947	727618
Tamizado, formado e imprimado	672868	unid/año	11.89	unid/h	11	52	6	3	8	0.8283	0.8976	728324	unid/año	0.9997	728084
Secado	100878	kg/año	1.68	kg/h	9	52	6	3	8	0.9622	1.0000	108943	kg/año	6.6679	726419
Prueba destructiva	672868	unid/año	18144	unid/h	1	52	6	3	8	0.8854	0.9120	109708785	kg/año	0.9997	109672517
Producto terminado	672646	bombardas/año													

Se calculó que la capacidad de planta es 726,419 bombardas al año, equivalente a 98,721 kg/año.

5.5 Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto

5.5.1 Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto

Por la naturaleza del proceso y productos, se debe dar énfasis a la calidad desde la revisión de la materia prima y los insumos hasta la prueba de los productos terminados. Por eso, el plan de calidad que desarrolla la empresa se aboca a 4 frentes: materia prima, insumos, proceso y productos terminados.

En primer lugar, se listan las variables a evaluar al momento de la recepción de los insumos por parte de los proveedores:

Tabla 5.29

Requisitos de calidad de insumos

	Insumo	VARIABLES/ATRIBUTO	Rango, Condición a observar	Método de prueba
Bombardas	Carcasas	Diámetro	2.5"	Vernier
		Aspecto	Sin agujeros, sin signos de humedad, sin abolladuras	Visual
	Papel kraft	Aspecto	Sin superficie carcomida	Visual
	Mecha de tiempo china, rápida, de seguridad, de acción rápida	Empaque	Sin vulnerar y sellado	Visual
		Aspecto cordón	Sin hilachas	Visual, tacto
	Cono truncado de cartón	Aspecto	Sin superficie carcomida, agujeros, signos de humedad ni abolladuras	Visual
	Papel tissue	Aspecto	Sin agujeros sin signos de humedad	Visual
	Dextrina	Aspecto	Polvo fino blanco - amarillo	Visual
	Pólvora negra	Apariencia	Mezcla homogénea y fina de color gris	Visual
	Cascarillas de arroz	Aspecto	Color beige	Visual
Estrellas	Alcohol isopropílico	Aspecto	Líquido incoloro	Visual
	Agua desionizada	Aspecto	Fluido transparente e incoloro	Visual
	Dextrina	Aspecto	Polvo fino blanco - amarillo	Visual
	Carbón	Apariencia	Color oscuro - casi negro	Visual
	Azufre	Apariencia	Polvo amarillo	Visual
	Nitrato de potasio	Apariencia	Polvo / cristal blanco	Visual

En segundo lugar, se debe dar hincapié en la materia prima que por ser de carácter explosivo debe contar con las condiciones apropiadas de sellado y pesaje indicadas en el recipiente o empaque.

Tabla 5.30

Cuadro de especificaciones de materia prima

Nombre del producto: Pólvora negra					
Función: Carga propulsora y carga de apertura					
Insumos requeridos: Nitrato de potasio, Azufre, Carbón					
Costos del producto: 40.00 soles/kg					
Características del producto	Tipo / Criticidad	Norma técnica/ especificaciones	Medio de control	Técnica de inspección	NCA
		V.N. +/- Tol			
Masa	Variable menor	12.5 +/- 0.05 kg	Balanza	Muestreo	1.50%
Aspecto físico	Atributo crítico	Sólido en polvo fino	Visual	Muestreo	0.10%
Condición del empaque	Atributo mayor	Sin aberturas	Visual	100%	1%

En tercer lugar, durante el proceso se inspeccionará los procesos críticos para garantizar la calidad del producto final:

Tabla 5.31

Puntos de evaluación de calidad en el proceso

	Proceso	Descripción de consideraciones
Bombardas	Inspección de insumos	Se revisará la calidad de los insumos tales como carcacas y tubos. Las carcacas no deben presentar abolladuras; asimismo, los tubos deben caer perfectamente en el agujero de la carcaca inferior.
	Corte de mechas	El tamaño de la mecha debe ser exacto ya que de este depende el tiempo previo a la explosión.
	Unión de mechas	Verificar que la mecha de seguridad y la mecha rápida hagan contacto.
	Colocación de estrellas	Las estrellas a colocar no deberán estar rotas. Además, solo deben formar una capa dentro de la carcaca; es decir, no deben estar superpuestas.
	Cerrado de carcaca	Debe comprobarse que las carcacas al unirse quepan con exactitud una con la otra para asegurar la carga en el interior.
	Prueba destructiva	Se verificará el efecto, color, tiempo antes de la explosión, tiempo en el aire y duración.
Estrellas	Secado	Se debe verificar la hermeticidad de las cámaras de secado para un apropiado proceso. En caso las estrellas conserven humedad en su interior, el producto perderá los efectos de luz para los que fue diseñado.
	Inspección final	Se inspeccionará la calidad de las estrellas de manera visual y se desecharán aquellas que presenten quebraduras.

5.6 Estudio de Impacto Ambiental

La implementación de la planta tendrá efectos, ya sean negativos o positivos, en el medio ambiente; por ello, mediante el estudio del impacto ambiental se buscó identificar los aspectos e impactos ambientales para proponer medidas de mitigación. Esto se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 5.32

Matriz de caracterización de aspectos e impactos ambientales

Proceso	Actividad	Condición de operación	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Medidas de mitigación
Recepción de materia prima e insumos	Transportar materia prima e insumos a la planta	Normal	Generación de monóxido de carbono (camión de abastecimiento)	Contaminación del aire	Verificar que el proveedor del servicio realice los mantenimientos correspondientes del camión y mantener el motor apagado cuando no se requiera su uso
	Inspeccionar materia prima e insumos	Normal	Generación de residuos sólidos (bolsas, cajas y sacos vacíos)	Contaminación del suelo	Separar los residuos sólidos en contenedores según su clase
		Anormal	Consumo excesivo de energía (instrumentos de medición)	Consumo de recursos no renovables	Realizar los mantenimientos programados a los instrumentos de medición
Elaboración de estrellas	Pesar compuestos químicos	Normal	Generación de residuos sólidos (sacos vacíos)	Contaminación del suelo	Separar los residuos sólidos en contenedores según su clase
	Tamizar	Normal	Generación de partículas	Contaminación del aire y suelo	Emplear un extractor de polvo y capacitar al personal para un correcto tamizado que minimice los desperdicios excesivos.
	Formar estrellas	Anormal	Generación de residuos sólidos (merma del proceso)	Contaminación del suelo	Reprocesar el excedente
	Secar estrellas formadas	Anormal	Consumo excesivo de energía (cámara de secado)	Consumo de recursos no renovables	Realizar los mantenimientos programados a la cámara de secado

(continúa)

(continuación)

Proceso	Actividad	Condición de operación	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Medidas de mitigación
Elaboración de estrellas	Pesar pólvora	Normal	Generación de residuos sólidos (bolsas vacías)	Contaminación del suelo	Separar los residuos sólidos en contenedores según su clase
	Imprimir	Normal	Generación de residuos sólidos (merma del proceso)	Contaminación del suelo	Capacitar al personal para un correcto imprimado sin generación de desperdicios excesivos
		Anormal	Consumo excesivo de energía (mezclador de estrellas)	Consumo de recursos no renovables	Realizar los mantenimientos programados al mezclador de estrellas
	Secar estrellas imprimadas	Anormal	Consumo excesivo de energía (cámara de secado)	Consumo de recursos no renovables	Realizar los mantenimientos programados a la cámara de secado
	Lavado del mezclador de estrellas y del molde	Normal	Consumo de agua	Consumo de recursos no renovables	Emplear solo la cantidad de agua necesaria
		Normal	Generación de efluentes	Contaminación del agua	
Elaboración de bombardas	Pesar pólvora	Normal	Generación de residuos sólidos (bolsas vacías)	Contaminación del suelo	Separar los residuos sólidos en contenedores según su clase
	Imprimir cascarilla de arroz	Normal	Generación de residuos sólidos (merma del proceso)	Contaminación del suelo	Capacitar al personal para un correcto imprimado sin generación de desperdicios excesivos
		Anormal	Consumo excesivo de energía (mezclador de estrellas)	Consumo de recursos no renovables	Realizar los mantenimientos programados al mezclador de estrellas
	Secar carga de apertura	Anormal	Consumo excesivo de energía (cámara de secado)	Consumo de recursos no renovables	Realizar los mantenimientos programados a la cámara de secado
	Formar tubos	Normal	Generación de residuos sólidos (bobinas de papel kraft vacías)	Contaminación del suelo	Separar los residuos sólidos en contenedores según su clase
	Cortar mechas rápidas	Normal	Generación de residuos sólidos (plástico protector)	Contaminación del suelo	Separar los residuos sólidos en contenedores según su clase
	Cortar papel tissue	Normal	Generación de residuos sólidos (residuos de papel)		

(continúa)

(continuación)

Proceso	Actividad	Condición de operación	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Medidas de mitigación
Elaboración de bombardas	Etiquetar	Normal	Generación de residuos sólidos (rollos de etiquetas vacíos)	Contaminación del suelo	Separar los residuos sólidos en contenedores según su clase
	Rotular	Normal	Generación de residuos sólidos (rollos de rótulos vacíos)		
	Realizar prueba destructiva	Normal	Generación de monóxido de carbono	Contaminación del aire	Utilizar solo la cantidad de pólvora necesaria
		Normal	Generación de ruido	Contaminación sonora	Evitar estructuras cuyo propósito es emitir ruido
		Normal	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	Separar los residuos sólidos en contenedores según su clase

Adicionalmente, se realizó la matriz de Leopold.

Tabla 5.33

Nivel de significancia

Significancia	Valoración
Muy poco significativo (1)	0.10 - <0.39
Poco significativo (2)	0.40 - <0.49
Moderadamente significativo (3)	0.50 - <0.59
Muy significativo (4)	0.60 - <0.69
Altamente significativo (5)	0.70 - 1.0

Tabla 5.34

Matriz de Leopold

FACTORES AMBIENTALES	N°	ELEMENTOS AMBIENTALES / IMPACTOS	ETAPAS DEL PROCESO																	
			a) Construcción del edificio	b) Perforado de carcasas	c) Corte de mechas	d) Corte de papel tissue	e) Ensamble de bombardá	f) Etiquetado y encajado	g) Prueba destructiva	h) Tamizado de insumos químicos	i) Formado de estrellas	j) Imprimado de estrellas y cascarrilla de arroz	k) Secado	l) Gestión administrativa	m) Uso de servicios	n) Transporte de MP Insumos y PT	o) Mantenimiento de equipos			
COMPONENTE AMBIENTAL	MEDIO FÍSICO	A	AIRE																	
		A.1	Contaminación del aire por emisiones de combustión o partículas suspendidas	-0.38								-0.41				-0.43			-0.38	
		A.2	Contaminación del aire debido a la emisión de vapor de agua																	
		A.3	Ruido generado por las máquinas u operativa (contaminación sonora)	-0.43								-0.41			-0.38				-0.36	-0.45
		AG	AGUA																	
		AG1	Contaminación de aguas superficiales	-0.45														-0.54		-0.51
		AG2	Contaminación de aguas subterráneas																	
		S	SUELO																	
		S1	Contaminación por residuos de materiales, embalajes	-0.45	-0.47	-0.47	-0.47	-0.47	-0.47	-0.47	-0.41	-0.47								-0.43
	S2	Contaminación por vertido de efluentes																-0.51	-0.45	
	S3	Contaminación por residuos peligrosos: trapos con grasa, aceites residuales, partículas de sustancias químicas										-0.50	-0.47	-0.47	-0.47				-0.43	
	MEDIO NATURAL	FL	FLORA																	
		FL1	Eliminación de la cobertura vegetal	-0.54																
		FA	FAUNA																	
		FA1	Alteración del hábitat de la fauna								-0.43									
	MEDIO SOCIOECONÓMICO	FR	RECURSOS																	
		FR1	Consumo de recursos limitados	-0.54	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50			-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50
	MEDIO SOCIOECONÓMICO	P	SEGURIDAD Y SALUD																	
P1		Riesgo de exposición a sustancias tóxicas										-0.50	-0.50	-0.50	-0.50					
P2		Riesgo de exposición del personal a ruidos intensos								-0.33				-0.52						
E		ECONOMIA																		
E1		Generación de empleo	0.54	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.50	0.68	0.68	0.68	0.68	0.59	0.68			0.50	0.50	
E2		Dinamización de las economías locales																		
SI		SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA																		
SI1	Incremento de la red vial local																			
ARQ	ARQUEOLOGÍA																			
ARQ1	Afectación de zonas arqueológicas																			

En cuanto a lo observado en la matriz de la tabla 5.34, se obtuvo que aquellas condiciones positivas más representativas por presentarse como ‘muy significantes’ son aquellas ligadas a la generación de empleo para los procesos de perforado de carcasas, corte de mechas, corte de papel tissue, ensamble de bombardá, etiquetado y encajado, tamizado

de insumos químicos, formado de estrellas, imprimado de estrellas y cascarillas, y gestión administrativa.

Por otro lado, en cuanto a las condiciones que generan mayor impacto negativo por presentarse con grado de significancia ‘moderadamente significativas’ son las siguientes:

Para el caso del agua, se encuentra la contaminación de aguas superficiales en el uso de servicios y mantenimiento de equipos.

Para el caso del suelo, está la contaminación por vertido de efluentes en el uso de servicios y la contaminación por residuos peligrosos en el tamizado de insumos químicos. Para el caso de la flora, se encuentra presente la eliminación de la cobertura vegetal en la construcción del edificio.

Para el caso de consumo de recursos limitados, se da en la construcción del edificio, perforado de carcasas, corte de mechas, corte de papel tissue, ensamble de bombarda, etiquetado y encajado, tamizado de insumos químicos, formado de estrellas, imprimado de estrellas y cascarilla de arroz, secado, gestión administrativa, uso de servicios, transporte de MP, insumos y PT, mantenimiento de equipos.

Para el caso de seguridad y salud, se encuentra el riesgo de exposición del personal a ruidos intensos en la prueba destructiva.

5.7 Seguridad y Salud ocupacional

Dada la naturaleza del proceso productivo y el uso de compuestos químicos de alta peligrosidad, se realiza una evaluación de los efectos a la salud de cada uno de estos, así como una descripción de los equipos de protección personal más adecuados para la manipulación de cada químico. De igual forma, se incluyen las condiciones a considerar para el almacenamiento y el medio de extinción más apropiado en caso de incendios en la tabla 5.35.

Con estas condiciones en consideración, se procede a realizar el análisis preliminar de riesgos en cada operación en la tabla 5.36.

Tabla 5.35
Características de salud y seguridad de insumos químicos

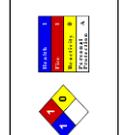
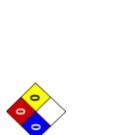
Compuesto químico	Fórmula	Apariencia y rombos de seguridad	Peligros identificados por manipulación	Precauciones de uso	Precauciones de almacenamiento	Suscep. Incendios o explosiones	Precauciones ambientales	Medio de extinción
Nitrato de potasio	KNO_3		Irritante en caso de contacto con piel, ojos, ingestión e inhalación (pulmones)	Lentes de seguridad, bata de laboratorio, guantes, respirador antipolvo. Mantener alejado de exposición a calor o fuentes de ignición durante manipulación. Distanciar de elementos incompatibles como agentes reductores, materiales combustibles, materiales orgánicos y metales	Altamente higroscópico, mantener en lugar ventilado y a temperatura ambiente y a contenedor cerrado. Mantener alejado de agentes combustibles, reductores y ácidos	No inflamable	El producto es oxidante por lo que podría generar irritación y quemaduras a los organismos con los que entre en contacto.	Producto químico seco, bióxido de carbono, halón, agua, niebla de agua o rocío de agua en grandes cantidades.
Azufre	S		Irritante en caso de contacto con los ojos, piel, ingestión e inhalación (pulmones y mucosa)	Máscara de polvo apropiada, Mangas largas y guantes. Gafas ajustadas de seguridad	Debe ser a prueba de incendios y estar separado de oxidantes fuertes.	Inflamable	Es dañino para la vida acuática si genera trazas de sulfuro de hidrógeno. Puede producir fitotoxicidad, contaminación de suelos, agua y atmósfera, y toxicidad para el hombre y los animales en elevadas concentraciones.	Agua, pulverizada si es posible, para reducir las emanaciones del incendio. Polvo seco. Dióxido de carbono. Arena puede ser utilizada para incendios menores.
Carbón	$\text{C}_{8}\text{H}_{4}\text{O}$		Irritación caracterizada por lagrimeo y enrojecimiento ante contacto ocular, enrojecimiento, el escalamiento y la comezón en contacto con la piel. Ante inhalación, irritación a los pulmones y a la membrana mucosa	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria. Guantes protectores. Gafas de protección de seguridad o protección ocular combinada con la protección respiratoria si se trata de polvo	Mantener en lugar seco; mantener en una habitación bien ventilada	Inflamable	No permitir que caiga en fuentes de agua y alcantarillas	Polvo químico seco
Dextrina	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$		Irritante en caso de contacto con los ojos, peligrosidad leve en caso de ingestión o inhalación	Lentes de seguridad, bata de laboratorio, guantes (NRB)	Mantener en zona ventilada, seca y lejos de latas temperaturas. Al ser material combustible debe mantenerse alejado de calor extremo y	Tendencia a actuar como combustible a altas temperaturas	Mantener alejado de los desagües y de las aguas superficiales y subterráneas	Agua pulverizada, espuma, polvo extinguidor seco, dióxido de carbono (CO2). Medios de extinción no apropiados : Chorro de agua
Agua desionizada			Debe evitarse cualquier exposición innecesaria a la sustancia y asegurarse de su eliminación rápida de la piel, ojos y la ropa.		Mantener lejos de sustancias incompatibles como ácidos, álcalis y metales alcalinos o alcalinotérreos	Estable	Detenga el derrame si es posible. Absorba el líquido con un material inerte absorbente	Agua pulverizada, dióxido de carbono, polvo químico seco, espuma adecuada
Alcohol isopropílico	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$		Evitar contacto con ojos, piel y ropa. Lavar brazos, manos, y uñas después de manejar este producto. El uso de guantes es recomendado. Facilitar el acceso a duchas de seguridad y lavavojos de emergencias.	Gafas de seguridad, guantes protectores. En caso de grandes liberaciones, utilizar equipo de respiración autónoma (SCBA)	Almacenar en un área limpia, seca y bien ventilada. Proteger del sol. No fume, sude o haga cualquier trabajo que pueda producir llamas o chispas en el área de almacenamiento. Manténgase lejos de oxidantes fuertes.	Inflamable	Contener el líquido con un dique. Prevenir la entrada hacia vías navegables, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas.	Usar polvo químico seco, espuma resistente al alcohol, arena o CO ₂

Tabla 5.36
Análisis preliminar de riesgo

Producto	Actividad	Peligro	Riesgo	Acción s substándar	Acciones preventivas
Bombardas	Perforar carcasa con punzón y martillo	Punzón y martillo	Probabilidad de exponerse a un golpe o corte en manos y ojo	Perforar carcasa sin guantes y lentes de seguridad	Reforzar capacitaciones de uso de EPPs a los operarios y verificar que cada operario cuente con el equipamiento necesario (Cafas y guantes de protección)
	Se cortan las mechas con el cortador de mechas	Cortador de mechas	Probabilidad de exponerse a un corte durante la operación	Realizar cortado sin instrumentos de seguridad o de manera distraída	Implementar pausas activas para los operarios para que puedan liberar tensiones y enfocarse adecuadamente en el trabajo
	Cortar papel tis sue con guillotina manual	Guillotina manual	Probabilidad de exponerse a un corte por desvío de la hoja de la guillotina	Realizar corte de trozos de papel tissue sin revisar alineación de guillotina	Capacitar a los operarios para la revisión de la guillotina previo a la operación con el establecimiento de revisiones a la hoja de la guillotina para verificar su correcta alineación
	Cortar elementos de la mecha iniciadora con cutter	Cutter	Probabilidad de exponerse a un corte	Realizar corte de mecha con la mano expuesta	Reforzar el uso de guantes protectores en las operaciones que lo requieran y verificar que todos los operarios cuenten con el equipamiento necesario
	Llenar con estrellas las carcassas	Estrellas	Probabilidad de contacto con sustancias tóxicas	Realizar el llenado sin los EPPs adecuados para cada insumo	Capacitar constantemente sobre la peligrosidad de los insumos a emplear y la importancia de un trabajo preciso y cuidadoso para preservar la salud y seguridad de la planta. Corroborar que cada trabajador cuente con el equipo completo necesario
	Llenar con mezcla de pólvora y cascarrillas de arroz	Carga de apertura	Probabilidad de exponerse a explosión de pólvora por generación de chispa por rozamiento	Realizar llenado con extrema fuerza y rapidez	Capacitar constantemente sobre la peligrosidad de los insumos a emplear y la importancia de un trabajo preciso y cuidadoso para preservar la salud y seguridad de la planta. Corroborar que cada trabajador cuente con el equipo completo necesario
	Cerrar y juntar carcassas de bombardá con martillo con cabeza de jebe	Martillo	Probabilidad de exponerse a golpe	Realizar golpe con martillo sin el debido cuidado y atención	Capacitar en el correcto uso de los instrumentos y utilizar mangos antideslizables en las herramientas para prevenir caídas
	Cortar con tijera papel kraft adhesivo	Tijera	Probabilidad de desgaste de articulaciones por exposición y esfuerzo diario	Realizar corte con tijera de mano	Realizar rotación de funciones en la planta para evitar exposición excesiva a tareas que impliquen el deterioro de la salud del operario por sobreexposición. Implementar tijeras ergonómicas
	Impregnar de pólvora con cascarrillas de arroz	Mezcladora	Probabilidad de exponerse a chispa por fuga eléctrica y explosión	Realizar impregnado de pólvora con máquina con funcionamiento eléctrico	Instaurar protocolo preventivo ante detección de fugas eléctricas y capacitar al personal en insp. visuales. Instalación de extractor de polvo antiexplosivos.
	Realizar prueba de la bombardá	Bombarda	Probabilidad de exponerse a accidente por cercanía a producto defectuoso	Realizar prueba destructiva sin respetar las distancias de seguridad	Capacitar a los operarios de pruebas en las indicaciones de uso de los productos y evaluarlos para comprobar aprendizaje
Estrellas	Secado de mezcla de apertura	Cámaras de secado	Probabilidad de exposición a calor constante y generación de fatiga	Realizar secado de mezcla de cascarrillas, de arroz con pólvora en cámara de secado	Implementar revisiones periódicas del sistema de ventilación para prevenir temperaturas altas que puedan afectar el ambiente de trabajo de los operarios
	Tamizar insumos químicos para estrellas	Partículas suspendidas (KNO ₃ , S, C y dextrina)	Probabilidad de exposición a inhalación o contacto con sustancias tóxicas	Realizar el tamizado sin los EPPs adecuados para cada insumo	Reforzar a diario el uso de los EPPs para la manipulación de cada insumo critico correspondientemente. Instalación de extractor de polvo antiexplosivos.
	Formar estrellas con prensa hidráulica y molde	Prensa	Probabilidad de exposición a explosión por fricción de componentes incompatibles en tamiz suco	Realizar tamizado sin haber realizado la limpieza previa del insumo anterior	Instaurar programa constante de limpieza para la prevención de acumulación de mezclas explosivas o inflamables por los operarios encargados de los procesos. Instalación de extractor de polvo antiexplosivos.
	Formar estrellas en prensa hidráulica y molde	Prensa	Probabilidad de exposición a un golpe con el molde por desenchajado producto de la presión de la máquina	Realizar prensado sin verificar posición del molde	Implementar revisión diaria de la posición del molde y funcionamiento de la prensa por el operario encargado de ese proceso
	Secado de estrellas en cámaras de secado	Cámara de secado	Probabilidad de exposición a explosión por contacto de la mezcla explosiva a temperaturas superiores de las debidas	Realizar secado sin previo análisis de la temperatura de la cámara	Establecer calibraciones por turno de las cámaras para asegurar los rangos máximos establecidos para la temperatura de secado por los operarios encargados de esos procesos
	Espolvorear estrellas con pólvora negra	Mezcladora	Probabilidad de exponerse a chispa por fuga eléctrica y explosión	Realizar impregnado de pólvora con máquina con funcionamiento eléctrico sin mantenimiento	Revisiones periódicas de sist. y conexiones eléctricas y capacitar a los operarios para validación previa del mant. realizado. Instalación de extractor de polvo antiexplosivos.

5.8 Sistema de mantenimiento

Para garantizar el funcionamiento óptimo de las máquinas según su vida útil, se ha analizado el mejor tipo de mantenimiento a realizar. Las actividades propuestas están listadas en la siguiente tabla.

Tabla 5.37

Plan de mantenimiento

Máquina	Actividades		Frecuencia							Ejecutor
			Diario	Semanal	Quincenal	Mensual	Trimensual	Semestral	Anual	
Mezcladora de estrellas	Inspección	Resistencias del motor eléctrico				x				Técnico de mantenimiento
		Ventilador del motor		x						Operario
		Grado de aflojamiento del motor	x							Operario
		Eje central						x		Operario
	Limpieza	Ventilador del motor				x				Técnico de mantenimiento
	Lubricación	Eje central				x				Técnico de mantenimiento
	Ajuste/Calibración	Pernos			x					Operario
Guillotina	Inspección	Inspección de calidad del corte	x							Operario
	Limpieza	Cuchilla	x							Operario
	Lubricación	Pernos						x		Técnico de mantenimiento
	Ajuste/Calibración	Alinear cuchilla						x		Técnico de mantenimiento
	Sustitución preventiva	Cambio de cuchilla						x		Técnico de mantenimiento
Pulverizador	Inspección	Compresora del pulverizador						x		Técnico de mantenimiento
	Limpieza	Boquilla, manguera y tanque						x		Técnico de mantenimiento
Cámara de secado	Inspección	Resistencias del motor eléctrico				x				Electricista externo
		Verificación de la temperatura	x							Operario

(continúa)

(continuación)

Máquina	Actividades		Frecuencia							Ejecutor
			Diario	Semanal	Quincenal	Mensual	Trimensua	Semestral	Anual	
Cámara de secado	Limpieza	Bandejas		x						Operario
		Ventilador del motor				x				Electricista externo
		Extractor				x				Electricista externo
Prensa hidráulica	Inspección	Servo hidráulico						x		Técnico de mantenimiento
		Tanque de almacenaje del líquido						x		Técnico de mantenimiento
		Líneas	x							Operario
	Limpieza	Líneas						x		Técnico de mantenimiento
	Ajuste/Calibración	Líneas						x		Técnico de mantenimiento
Molde de estrellas	Limpieza	Molde	x							Operario
		Molde				x				Técnico de mantenimiento
Tamiz	Limpieza	Rejillas	x							Operario
		Rejillas				x				Técnico de mantenimiento
Cortadora de mechas	Inspección	Calidad del corte				x				Operario
	Limpieza	Cuchilla	x							Operario
	Sustitución preventiva	Cambio de cuchilla							x	Técnico de mantenimiento
Balanza de alta precisión	Limpieza	Recipiente	x							Operario
	Ajuste/Calibración	Calibrar							x	Laboratorio acreditado por la INACAL
Extractor de polvo antiexplosión	Inspección	Resistencias del motor				x				Técnico de mantenimiento
	Limpieza	Ventilador				x				Técnico de mantenimiento
		Depósito		x						Técnico de mantenimiento
		Conducto		x						Técnico de mantenimiento
		Lubricación	Eje central				x			
	Sustitución preventiva	Conducto							x	Técnico de mantenimiento
Circuitos eléctricos	Inspección	Circuitos eléctricos						x		Técnico electricista

(continúa)

(continuación)

Máquina	Actividades		Frecuencia							Ejecutor	
			Diario	Semanal	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual		
Tanque de agua	Limpieza	Limpieza							x		Técnico de mantenimiento
Bomba	Inspección	Componentes					x				Técnico de mantenimiento
	Limpieza	Componentes					x				Técnico de mantenimiento
	Lubricación	Componentes					x				Técnico de mantenimiento
Computadoras (área administrativa)	Inspección	Ventiladores internos								x	Técnico de sistemas
	Limpieza	Componentes internos								x	Técnico de sistemas

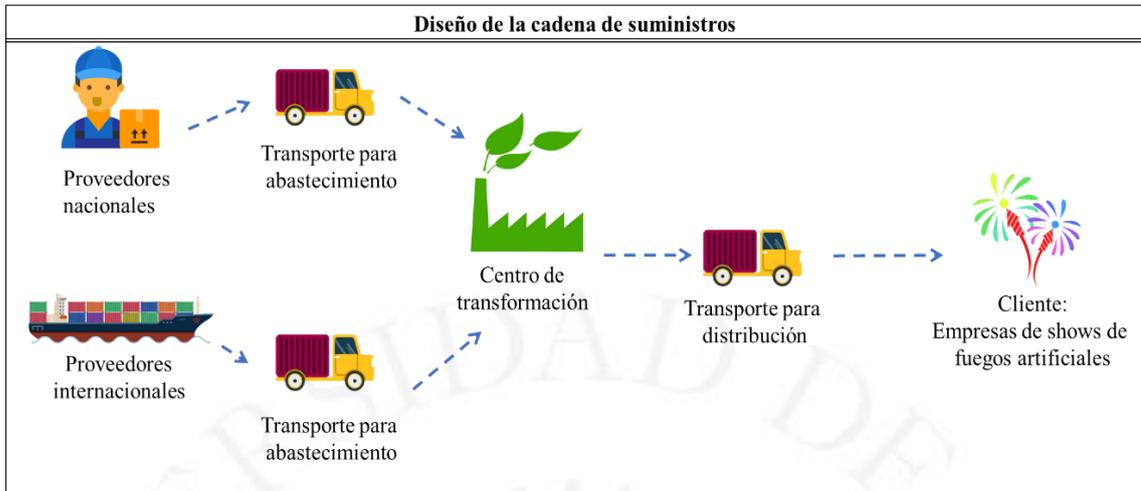
5.9 Diseño de la Cadena de Suministro

La cadena de suministros contempla desde las fuentes de aprovisionamiento en las que se consideran los proveedores nacionales e internacionales de insumos y maquinaria. Posteriormente, al llegar a puerto o estar listos para despacho en las plantas de los proveedores, son trasladados mediante transporte terrestre hacia la planta industrial. En esta se transforman los insumos y se producen los pirotécnicos.

A continuación, cuando los productos ya están terminados, son distribuidos a los distintos clientes. Las bombardas se transportan hacia los locales de las empresas de shows artificiales.

Figura 5.9

Cadena de suministros



5.10 Programa de producción

En el programa de producción se aprecia la utilización de la capacidad de planta total utilizada frente a la demanda del proyecto.

Tabla 5.38

Programa de producción

Año	Demanda total del proyecto (ton)	Capacidad de planta (ton)	Utilización
2021	75.62	98.72	77%
2022	77.26	98.72	78%
2023	81.78	98.72	83%
2024	86.71	98.72	88%
2025	91.64	98.72	93%

5.11 Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto

Para el cálculo de los requerimientos de materia prima e insumos, se elaboró el plan maestro de producción (MPS) presentado a continuación.

Tabla 5.39*Programa maestro de producción (en unidades)*

	2021	2022	2023	2024	2025
Demanda ajustada por defectuosos	534078	568776	603473	638171	672868
Inventario inicial	0	22338	22074	20377	20271
Inventario final	22338	22074	20377	20271	21755
Stock de seguridad	19869	19869	19869	19869	19869
MPS (por lote)	556416	568512	601776	638064	674352

Para ello, se realizó inicialmente el cálculo del stock de seguridad en la tabla 5.40.

Figura 5.10

Fórmula del stock de seguridad

$$S_s = Z \times \sqrt{\partial d^2 + (\partial lt \times \bar{d})^2}$$

Tabla 5.40*Cálculo del stock de seguridad*

Z	Considerando un ns = 90%	1.28
∂d	Var. Demanda	0
∂lt	Var. Lead time (días)	10.61
d	demanda periodo (unid)	534,078
Ss	19,869	unidades

5.11.1 Materia prima, insumos y otros materiales

Para la producción anual proyectada en el horizonte del proyecto, se calculó la cantidad requerida de materia prima:

Tabla 5.41*Requerimiento de materia prima*

Año/MP	Pólvora negra para bombarda (kg)
Req. Unitario	0.0009
2021	2138
2022	2185
2023	2313
2024	2452
2025	2592

La pólvora se comprará en cartones que contienen 2 bolsas de 12.5 kg con un volumen aproximado de 0.436 x 0.318 x 0.272 metros. De esta manera, en pallets de 1.2 x 1 metros, que deben ser de material ignífugo, ingresan 6 cartones por fila.

Así mismo, se realizó el cálculo de insumos para la elaboración de estrellas y bombardas.

Tabla 5.42

Requerimiento de insumos para estrellas

Año	Nitrato de potasio	Carbón	Dextrina	Azufre	Alcohol isopropílico	Agua desionizada
Unidad	sacos de 25 kg	sacos de 25 kg	sacos de 25 kg	sacos de 25 kg	botellas de 650 ml	galones
Req. Unitario	0.0009	0.0008	0.0001	0.0002	0.0073	0.0004
2021	514	456	75	102	4068	220
2022	525	465	77	105	4157	225
2023	556	493	81	111	4400	238
2024	589	522	86	117	4665	252
2025	623	552	91	124	4930	266

Tabla 5.43*Requerimientos de insumos para bombardas*

Año	Carcasa inferior	Carcasa superior	Tubo de cartón	Mecha de tiempo	Mechas rápidas	Mecha retardante	Mecha rápida forrada	Papel tissue	Cinta de embalaje
Unidad	unidades	unidades	tubos	rollos de 10 metros	rollos de 10 metros con 5 tiras internas	rollo de 10 metros	rollos de 10 metros con 5 tiras internas	rollos	cajas de 36 cintas de 50 metros
Req. unitario	1.0054	1.0054	1.0054	0.0026	0.0008	0.0035	0.1005	0.0024	0.0002
2021	559397	559397	559397	1428	448	1958	55940	1312	131
2022	571558	571558	571558	1459	458	2001	57156	1340	134
2023	605000	605000	605000	1544	484	2118	60500	1418	142
2024	641483	641483	641483	1637	514	2246	64149	1504	151
2025	677965	677965	677965	1731	543	2373	67797	1589	159

Tabla 5.44*Requerimientos de insumos adicionales para bombardas*

Año	Cuerda delgada	Papel kraft adhesivo	Cono truncado de cartón	Cinta de embalaje	Etiquetas	Cajas	Separadores de cajas	Rótulos	Cascavilla de arroz	Agua desionizada	Dextrina	Goma de silicona
Unidad	rollo	cajas de 36 unid de rollos	paquetes de 25	cajas de 36 cintas de 50 metros	unidades	unidades	unidades	unidades	sacos de 25 kg	galones	sacos de 25 kg	paquetes
Req. unitario	0.01237	0.00002	0.04021	0.00037	1.11148	0.02382	0.02382	0.02144	0.00276	0.00191	0.00009	0.00003
2021	6883	12	22376	205	618445	13253	13253	11928	1537	1062	51	4
2022	7032	13	22863	209	631889	13541	13541	12187	1570	1086	53	4
2023	7444	13	24200	221	668862	14333	14333	12900	1662	1149	56	4
2024	7893	14	25660	234	709195	15198	15198	13678	1763	1218	59	4
2025	8342	15	27119	248	749528	16062	16062	14456	1863	1288	62	4

5.11.2 Servicios: energía eléctrica, agua

Para la planta se ha calculado el requerimiento de energía eléctrica.

Tabla 5.45

Requerimiento fijo anual de energía eléctrica

Ítem	Consumo (kW)	Consumo por máq. Al año (KwH)	Unid	Consumo (kWh)				
				2021	2022	2023	2024	2025
Computador	0.30	748.80	4	2,995	2,995	2,995	2,995	2,995
Iluminación interior	0.32	1198	47	56,310	56,310	56,310	56,310	56,310
Iluminación exterior	0.42	1572	31	48,747	48,747	48,747	48,747	48,747
Total				108,052	108,052	108,052	108,052	108,052

Tabla 5.46

Requerimiento variable anual de energía eléctrica

Máquina	Potencia (KW)	Consumo por máq. Al año (KwH)	Unid	Consumo (kWh)				
				2021	2022	2023	2024	2025
Mezclador de estrellas	0.55	275	1	202	215	228	241	254
Prensa hidráulica	15.00	24,859	5	91,352	97,287	103,222	109,157	115,092
Cámara de secado	1.50	10,401	9	68,798	73,267	77,737	82,206	86,676
Extractor de polvo	1.00	7,488	1	5,504	5,861	6,219	6,576	6,934
Total				165,855	176,630	187,405	198,181	208,956

De igual forma, para el requerimiento de agua, se ha considerado un consumo de 0.08 metros cúbicos por persona por turno, dato proporcionado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (MVCS, 2011) A su vez, el número de turnos al año para la fabricación de bombardas es de 936.

Tabla 5.47*Consumo fijo anual de agua*

Cuenta	Consumo por persona (m3/turno)	Cant, personas	Turnos al año	Consumo (m3)				
				2021	2022	2023	2024	2025
MOI	0.08	3	936	225	225	225	225	225
MOI	0.08	3	312	75	75	75	75	75
ADM	0.08	4	312	100	100	100	100	100
Total				399	399	399	399	399

Tabla 5.48*Consumo variable anual de agua*

	Consumo (m3)				
	2021	2022	2023	2024	2025
Consumo por persona	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Cantidad de personas	18	19	20	21	23
Turnos al año	936	936	936	936	936
Consumo total (m3)	2022	2134	2246	2359	2583

5.11.3 Determinación del número de trabajadores indirectos

Respecto a la mano de obra indirecta, se ha contemplado contratar un supervisor para las estaciones de trabajo. Asimismo, será necesario un jefe de almacén, así como el operador del elevador del mismo. Por otro lado, los servicios de vigilancia diurna, nocturna y de limpieza también son un requisito.

5.11.4 Servicios de terceros

La tercerización se realizará para la calibración de las balanzas con laboratorios certificados por INACAL. Para el mantenimiento de la maquinaria se contratará a técnicos de mantenimiento, electricistas y técnicos de sistemas según el plan.

5.12 Disposición de planta

5.12.1 Características físicas del proyecto

Según las regulaciones del Estado, las instalaciones expuestas a material pirotécnico deben contar con ciertas características indispensables:

General

- El local debe tener al menos 2 vías de acceso, respectivamente señalizadas.

Infraestructura eléctrica

- Los interruptores y tomacorrientes encontrarse protegidos con cubierta plástica diseñada para accesorios.
- El piso debe ser de concreto, asfalto o de tierra apisonada.
- El cableado eléctrico que se debe utilizar para exteriores e interiores debe ser cable vulcanizado sujetos con cintillos plásticos y protegidos con mangueras corrugadas. Las derivaciones deben estar en una caja de pase.
- El sistema de alumbrado eléctrico debe ser a través de fluorescentes, lámparas LED. No usar lámparas incandescentes.

Materiales de edificación

- El piso debe ser de concreto, asfalto o tierra apisonada.
- Las paredes pueden ser de material noble o material prefabricado (de metal o base de madera).
- Para los depósitos, deben contar con una ventilación que será satisfecha por una rejilla de al menos 30 centímetros de largo y 10 centímetros de ancho, protegida con una malla metálica en la puerta superior de cada lado del depósito. En ningún caso, el material de la ventilación puede ser de vidrio.

Para el caso específico del polvorín, debe considerarse lo siguiente:

- Puede ser de material noble a base de ladrillo, concreto, bloques de concreto u hormigón de un espesor no menor a 152 mm.

Seguridad

- Debe contar con detectores de humo, aspersores y boca de incendio equipada.
- Cada módulo debe contar con dos extintores de agua presurizada de 10 diez litros de capacidad y un balde con capacidad de 10 litros de arena.

- Señalética: Se debe identificar la ubicación de extintores, capacidad máxima de productos pirotécnicos, prohibido fumar, ingreso restringido y otros que sean necesarios. La señalización debe ser conforme se estipula en la Norma Técnica peruana NTP 399-010-1-2004.

Para el caso de los depósitos, se debe considerar lo siguiente:

- El área mínima debe ser de 50 m²
- El ancho de los pasadizos debe ser de 1.20 metros para el tránsito del encargado de despacho. Los pasadizos no deben ser obstruidos.
- Los productos pirotécnicos deben estar separados de la pared del depósito por una distancia mínima de 0.9 metros.
- Para la ventilación de los depósitos, estos deben contar con una rejilla de al menos 30 centímetros de largo por 10 centímetros de ancho.
- Para los depósitos de material noble se debe contar con ventilación de acuerdo a su estructura, la ventilación debe estar protegida con malla metálica. En ningún caso el material de la ventilación debe ser de vidrio.

Tópico

Para el caso de esta zona, se considerarán los siguientes factores:

- Debe estar ubicado a una distancia mínima de 5 metros del depósito.
- El piso no debe ser de arena, cascajo o tierra apisonada.
- Debe contar con un área mínima de 9m².
- Debe contar con un botiquín que contenga como mínimo los insumos de la figura 5.11 (Directiva N°012-2018-SUCAMEC, 2019, sección 6.1.1.3).

Figura 5.11

Insumos mínimos para el tópico

NOMBRE	CANTIDAD MÍNIMA
Alcohol 70° 1000 cc	01 frasco
Agua Oxigenada 1000 cc	01 frasco
Gasas esterilizadas fraccionadas de 10cm x 10 cm	01 paquete
Apósitoesterilizado 10 cm x 10 cm	01 paquete
Esparadrapo 2.5 cm x 5 cm	01 rollo
Venda elástica diferentes tamaños	03 unidades
Bandas adhesivas (curitas)	10 unidades
Guantes descartables caja x 100 unidades	01 caja
Termómetro de Mercurio o Digital	01 unidad
Jabón antiséptico	01 unidad
Crema para quemaduras	01 unidad

Nota. De “DIRECTIVA N° 012-2018-SUCAMEC”, por SUCAMEC, 2018 (<https://www.sucamec.gob.pe/sel/faces/m/pub/publicaciones/List.xhtml>).

Cabe resaltar, está a cargo del personal previamente capacitado en primeros auxilios. Adicional a lo anterior, el tópico debe contar como mínimo con el siguiente equipamiento:

Figura 5.12

Equipamiento mínimo para el tópico

NOMBRE	CANTIDAD MÍNIMA
Camilla fija	01 unidad
Silla	01 unidad
Balón de oxígeno portátil	01 unidad
Bidón de agua x 20 litros	01 unidad
Anaqueles para insumos	01 unidad

Nota. De “DIRECTIVA N° 012-2018-SUCAMEC”, por SUCAMEC, 2018 (<https://www.sucamec.gob.pe/sel/faces/m/pub/publicaciones/List.xhtml>).

Para los requerimientos de suministros de agua, se indica la necesidad de una fuente de agua como la siguiente:

- Si el área es menor o igual a 500 m², se debe contar con un tanque de agua con capacidad mínima de 2000 litros. De superar esta área, la capacidad deberá aumentar en 200 litros por cada metro², hasta los 250 m² (Directiva N°012-2018-SUCAMEC, 2018).

Así mismo, en lo referente a los requerimientos de seguridad y técnicos para los módulos y locales de venta autorizados, se consideran como los requerimientos mínimos de espacio para la zona productiva de la planta los siguientes:

- Las áreas de trabajo no deben ser menores a 9 m² y ningún lado menor a 2.4 metros
- El ancho de los pasadizos del depósito debe ser de 1,2 metros para el encargado del despacho, como mínimo (Directiva N°012-2018-SUCAMEC, 2018).

Almacenes:

Almacén de productos terminados

Para las características a considerar en el almacén de productos terminados, se tomará en cuenta las siguientes descripciones técnicas y de seguridad expresadas sobre los depósitos temporales ligados a locales de venta de fuegos artificiales:

- Los productos pirotécnicos ubicados en el depósito deben estar colocados en anaqueles o pallets que deben tener tratamiento ignífugo
- La mecha de los productos debe encontrarse protegida del exterior
- La altura máxima de apilamiento en un depósito de productos pirotécnicos sobre las parihuelas debe ser 1.8 metros (Directiva N°012-2018-SUCAMEC, 2018).

Almacén de materia prima (pólvora) e insumos químicos

Para la determinación de las características a considerar, se toma en cuenta lo estipulado en el “Proyecto de Directiva” que regula las condiciones y medidas de seguridad de las instalaciones de almacenamiento de explosivos y materiales relacionados y disposiciones para la presentación de la solicitud de autorización de almacenamiento de explosivos y materiales relacionados.

Se establece lo siguiente:

- Deben utilizarse pallets de madera con tratamiento ignífugo y de una altura no menor a 10 cm para evitar la absorción de la humedad.
- La altura máxima de apilamiento es de 1.80 m y la separación mínima del techo de 60 cm
- La forma de almacenamiento en polvorines de material noble, debe realizarse manteniendo una separación mínima de 80 cm con respecto a la pared más próxima. Debe haber un pasillo central de ancho mínimo 1.2 y 5cm como mínimo entre pallets con productos compatibles (Proyecto de Directiva, 2019).

Para el caso específico del almacén de materia prima que albergará las cajas de pólvora negra, se considera que se construirá un polvorín permanente.

Para estos se deben considerar las siguientes características a cumplir:

- Para polvorines de material noble, la ventilación puede ser por: ventanillas o espacios entre el techo y la pared protegidos externamente con mallas metálicas con pintura corrosiva
- Se debe colocar un equipo de eliminación de electricidad estática, pudiendo ser una plancha metálica colocada en el suelo o una barra metálica; deben ubicarse a la entrada del polvorín y estar conectadas al sistema de puesta a tierra (Proyecto de Directiva, 2019).

En base a una recopilación de las directivas publicadas por la SUCAMEC sobre medidas de seguridad y distancias, primero se calcularon las distancias de seguridad exclusivas de los polvorines. En base a la fórmula expresada de la siguiente manera:

Figura 5.13

Fórmula para el cálculo de distancias de seguridad de polvorines

$$D = k\sqrt[3]{W} \dots (1)$$

Donde:

W: Cantidad expresado en kg de dinamita 60%, según el anexo N° 01

K: coeficiente, según la tabla N° 1

Nota: De "PROYECTO DE DIRECTIVA", por SUCAMEC, 2019 (<https://www.sucamec.gob.pe/web/wp-content/uploads/2019/08/DIRECTIVA-DE-ALMACENAMIENTO-GEPP.pdf>).

Tabla 5.49

Cálculo de las distancias de seguridad desde el polvorín

Descripción	k	W	EQUIVDIN60%	D (metros)
Polvorín a almacén de insumos químicos	2	115.08	0.324	6.68
Polvorín a zona administrativa	4			13.36
Polvorín a local de riesgo (zona productiva)	2.5			8.35
Local de riesgo barricado a instalación administrativa	3			10.02

Así mismo, para el resto de espacios, en base a las normativas vigentes, se recabó las distancias mínimas de seguridad requeridas:

Tabla 5.50

Distancias de seguridad de la planta de pirotécnicos

Lugares	D (m)	Directiva	Observación
Polvorín a zona productiva	8.35	Proyecto de directiva medidas de seguridad instalaciones almacenamiento RSN° -2019- SUCAMEC	Se considera la distancia del polvorín a local de riesgo
Polvorín a zona de prueba	8.35	Proyecto de directiva medidas de seguridad instalaciones almacenamiento RSN° -2019- SUCAMEC	Se considera la distancia del polvorín a local de riesgo
Polvorín a zona administrativa	13.36	Proyecto de directiva medidas de seguridad instalaciones almacenamiento RSN° -2019- SUCAMEC	

(continúa)

(continuación)

Lugares	D (m)	Directiva	Observación
Polvorín a almacén de insumos químicos	6.68	Proyecto de directiva medidas de seguridad instalaciones almacenamiento RSN° -2019-SUCAMEC	Se considera la distancia entre polvorines
Almacén de productos terminados a otros almacenes	5	Directiva N°012-2018-SUCAMEC	Se considera la distancia mínima del depósito al local de venta
Almacén de productos terminados a zona productiva	5	Directiva N°012-2018-SUCAMEC	Se considera la distancia mínima del depósito al local de venta
Almacén de productos terminados a zona administrativa	5	Directiva N°012-2018-SUCAMEC	Se considera la distancia mínima del depósito al local de venta
Entre zonas de trabajo	5	Directiva N°012-2018-SUCAMEC	Se considera la distancia mínima del depósito al local de venta
De zona de prueba a zona administrativa	40	Directiva N°007-2018-SUCAMEC	Tomada de la distancia de seguridad de tiro a la zona del espectador
De zona de prueba a estacionamientos	40	Directiva N°007-2018-SUCAMEC	Tomada de la distancia de seguridad de tiro a la zona del espectador
Tópico	5	Directiva N°012-2018-SUCAMEC	Tomada de la distancia del tópico del depósito temporal (a 1m del módulo de venta)
Zona productiva a instalación administrativa	10.02	Proyecto de directiva medidas de seguridad instalaciones almacenamiento RSN° -2019-SUCAMEC	Se considera la distancia de local de riesgo a zona administrativa
Todos los pasillos	1.2	Directiva N°012-2018-SUCAMEC	

5.12.2 Determinación de las zonas físicas requeridas

Las zonas requeridas serán las mostradas en la tabla 5.51.

Tabla 5.51

Áreas de la planta industrial

Nombre	Descripción
Área de preparado estrellas y carga de apertura	Espacio en donde se realizará la elaboración de las estrellas, incluido el imprimado. Se excluye el secado. También se utilizará el espacio para producir la carga de apertura.
Área de secado	Área en donde se realizará el secado de las estrellas formadas, imprimadas y de la carga de apertura.

(continúa)

(continuación)

Nombre	Descripción
Área de preparado de insumos bombardarda	Aquí se preparan los insumos. Esto incluye el corte de las mechas, papel, entre otros.
Taller de ensamble	Trabajo manual de ensamble de las bombardas. Además del etiquetado y encajado final
Patio de recepción y despacho (maniobras)	Con espacio suficiente para la descarga de la materia prima e insumos y para la carga del producto terminado en el transporte que corresponda.
Almacén de materia prima	Aquí se almacena sobre pallets ignífugos la materia prima del proceso.
Almacén de insumos químicos	Aquí se almacena por criterios de compatibilidad los insumos químicos que participan del proceso.
Almacén de insumos varios	Contendrá materiales como las carcasas de cartón, papel tissue, empaques, etiquetas, cinta adhesiva, cajas, rollos de papel kraft, mechas.
Almacén de productos en proceso	En esta zona se almacenará temporalmente las estrellas imprimadas, así como la carga de apertura.
Almacén de producto terminado	Almacenaje de bombardas en cajas de 42 unidades.
Zona de prueba	Aquí se realizará la prueba destructiva por lote para comprobar la calidad de las bombardas
Caseta de vigilancia	Ubicada en la entrada a la planta
Área administrativa	Oficinas
Oficinas jefe de planta y almacén	Interconectadas a la zona productiva y también a la administrativa
Servicios higiénicos administrativos	Para uso del personal administrativo
Servicios higiénicos planta	Para uso del personal de planta con lockers, camerinos y duchas
Comedor	Espacio de uso compartido
Zona de ingreso y estacionamiento	Entrada y lugares de estacionamiento para el personal de gerencia
Tópico	Encargado médico atenderá las necesidades de los trabajadores y auxilio en caso de emergencias o accidentes de trabajo

5.12.3 Cálculo de áreas para cada zona

Área de producción

Para el cálculo de área mínima se realiza el método de Guerchet. Para esto se toman en cuenta la sumatoria de tres superficies parciales:

Tabla 5.52

Variables a considerar

Superficies parciales	Fórmula
Ss: Superficie estática	$Ss = \text{Largo} \times \text{Ancho}$
Sg: Superficies de gravitación	$Sg = Ss \times N$
Se: Superficie de evolución	$Se = (Ss + Sg) * k$
St: Superficie total	$St = n(Ss + Sg + Se)$

Sobre lo anterior, se tienen tres variables adicionales:

k: Coeficiente de evolución que depende de la altura promedio ponderada de los elementos móviles

$$k = \frac{hem}{2 \times hee} = \frac{\frac{\sum(Ss \times n \times h)}{\sum(Ss \times n)}}{\frac{\sum(Ss \times n \times h)}{\sum(Ss \times n)}}$$

Donde

hem: Altura de los elementos móviles

hee: Altura de los elementos estáticos

Algunas consideraciones previas para tomar en cuenta son los puntos de espera relacionados a cada elemento estático. Se considerarán independientes aquellos que representen más del 30% de la superficie de gravitación de este:

Tabla 5.53

Evaluación de puntos independientes

Punto de espera	Ss	Sg a comparar	Porcentaje	Se considera
1	0.03	2.16	0.02	0
2	1.08	4.32	0.25	0
3	1.08	1.04	1.04	1
4	1.08	0.39	2.79	1
5	0.24	2.16	0.11	0
6	0.24	2.16	0.11	0
7	1.20	2.16	0.56	1

Para el cálculo del área de producción, se tuvo en cuenta que las operaciones de tamizado del área de color y todas las operaciones del taller de ensamble que también incluyen el etiquetado y encajado se realizarán sobre mesas de trabajo, dado la naturaleza manual de las mismas. Se asigna una mesa de trabajo por operación. Las características de la misma son las siguientes:

Tabla 5.54*Especificaciones de mesas de trabajo para la planta*

	Modelo	WT -W22
	Dimensiones	2.7 x 0.8 x 0.85 m
	Precio	US \$100-300

Nota: Adaptado de *Mesa de trabajo larga con estante inferior*, por Alibaba, 2019, (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/wt-w22-long-worktable-with-under-shelf-575549660.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.72553d85w0Wf1F>)

Adicional a ello, para las diversas operaciones se han considerado jabas que se emplearán como recipientes para los lotes de insumos preparados como las mechas cortadas, los trozos de papel tissue, etc.

Para la estación de preparado de insumos, se emplearán las siguientes jabas que albergarán carcasas perforadas, debido al volumen de las mismas.

Tabla 5.55*Especificaciones jaba grande*

	Tipo	EU41244
	Medidas ext/L*W*H	1200*400*450 mm
	Medidas int/L*W*H	1165*365*440 mm
	Peso /Kg	7
	Marca	YINHOO
	Proveedor	Suzhou Yinhoo Industria
	Origen	China
	Precio (\$)	8

Nota: Adaptado de *Hot Sale Storage Moving Plastic crate*, por Alibaba, 2019 (https://www.alibaba.com/product-detail/Hot-Sale-Storage-Moving-popular-Plastic_60678283658.html)

Para la estación de cortado de mechas y papel tissue, se dispuso una jaba de menor tamaño que permitiese que el punto de espera fuese dependiente. Las características de este recipiente son las siguientes:

Tabla 5.56*Especificaciones de jaba pequeña*

	Tipo	EU4322
	Medidas ext/L*W*H	400*300*230 mm
	Medidas int/L*W*H	365*265*220 mm
	Peso /Kg	1.2
	Marca	YINHOO
	Proveedor	Suzhou Yinhoo Industria
	Origen	China
	Precio (\$)	5

Nota: Adaptado de *Hot Sale Storage Moving Plastic crate*, por Alibaba, 2019

(https://www.alibaba.com/product-detail/Hot-Sale-Storage-Moving-popular-Plastic_60678283658.html)

Además, tanto para el caso del preparado de estrellas, carga de apertura y secado, se emplearán bandejas inoxidables para el transporte y almacenamiento en el punto de espera. Las especificaciones son las mismas que para la mencionada en la tabla 5.14.

Así mismo, para la operación diaria de la planta, se deben considerar elementos móviles como elevadores de carga manuales y carretillas que permitirán el flujo de materiales hacia los puntos de trabajo y almacenes según corresponda. En tal sentido, se contempló disponer de 4 elevadores de carga que permitan el traslado de las cajas de productos terminados hacia el almacén, así como la manipulación de los sacos de insumos y demás en las áreas de pesado de cada almacén. Además, para el transporte de los insumos entre estaciones de trabajo se han considerado 4 carretillas en las que se distribuirán las jabas según el flujo productivo. Las especificaciones de ambos elementos son las siguientes:

Tabla 5.57*Especificaciones de elevador de carga*

	Modelo	H-1
	Longitud/Ancho/Altura	1380/1000/2100 mm
	Capacidad de carga	2000 KG
	Elevación	1600 mm
	Marca	GRONDOY
	Proveedor	SETCOM
	Precio (\$)	1290

Nota: Adaptado de *Elevador de carga*, por Alibaba, 2019 ([https://spanish.alibaba.com/product-detail/cheap-price-battery-electric-stacker-easy-to-operate-](https://spanish.alibaba.com/product-detail/cheap-price-battery-electric-stacker-easy-to-operate-60787807411.html?spm=a2700.8699010.29.197.198c30daJyKR0G)

[60787807411.html?spm=a2700.8699010.29.197.198c30daJyKR0G](https://spanish.alibaba.com/product-detail/cheap-price-battery-electric-stacker-easy-to-operate-60787807411.html?spm=a2700.8699010.29.197.198c30daJyKR0G))

Tabla 5.58*Especificaciones de carretilla*

	Tipo	TC1840
	Medidas ext/L*W*H	1865x520x570
	Peso (kg)	28
	Marca	Tool Cart
	Proveedor	Qingdao Rutdong
	Origen	China
	Precio (\$)	29.5

Nota: Adaptado de Tool cart, por Alibaba, 2019 (https://runrong.en.alibaba.com/product/266334942-804539346/tool_cart.html?spm=a2700.icbuShop.rect38f22d.2.451e6fedT64ued)

A continuación, se presenta el cálculo del k:

Tabla 5.59*Cálculo de k*

Variable	Resultado
hem	1.5614
hee	0.9307
$k=hem/(2*hee)$	0.8388

Tabla 5.60

Método Guerchet

Elementos estáticos	n	N	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Ss	Sg	Se	St	Ss x n	Ss x n x h
Mesa para tamizado	1.00	1.00	2.70	0.80	0.85	2.16	2.16	3.62	7.94	2.16	1.84
Punto de espera 1		X	0.26	0.13	0.25	0.03	X				
Mesa para prensado (prensa hidráulica)	3.00	2.00	2.70	0.80	0.85	2.16	4.32	5.44	35.75	6.48	5.51
Punto de espera 2		X			1.14	1.08	X				
Máquina mezcladora (inprimación)	1.00	1.00	2.31	0.45	1.10	1.04	1.04	1.74	3.82	1.04	1.14
Punto de espera 3	1.00	X			1.14	1.08	X	0.90	1.98	1.08	1.23
Cámaras de secado	9.00	1.00	0.64	0.61	1.83	0.39	0.39	0.65	12.82	3.49	6.37
Punto de espera 4	1.00	X			1.14	1.08	X	0.90	1.98	1.08	1.23
Mesa para cortado y amado de mechas	1.00	1.00	2.70	0.80	0.85	2.16	2.16	3.62	7.94	2.16	1.84
Punto de espera 5		X			0.23	0.24	X				
Mesa para perforado de carcavas y cortado de papel	1.00	1.00	2.70	0.80	0.85	2.16	2.16	3.62	7.94	2.16	1.84
Punto de espera 6		X			0.23	0.24	X				
Mesa para ensamble	6.00	1.00	2.70	0.80	0.85	2.16	2.16	3.62	47.66	12.96	11.02
Punto de espera 7	3.00	X			0.47	1.20	X	1.01	6.62	3.60	1.69
								St total	134.47	36.20	33.69
Elementos móviles											
Elevador de carga manual	4.00		1.38	1.00	2.07	1.38	X	X		5.52	11.43
Carretillas	4.00		1.86	0.52	0.57	0.97	X	X		3.86	2.20
Operarios	23.00				1.65	0.50	X	X		11.50	18.98

A continuación, en base a la suma de las superficies estáticas de los elementos móviles, se presenta el área mínima de la zona de producción:

Tabla 5.61

Área mínima de planta industrial

Área mínima para producción		
Stotal total	134.47	m2

Política de inventario

Para el cálculo del área de almacén, se consideró una política de inventario con una rotación de 2 semanas y un nivel de servicio de 90%. El cálculo del stock de seguridad necesario para determinar el área de almacén se presentó en la sección 5.11.

Área de almacén de materia prima

Para el almacenamiento de pólvora, se calculó el pico de almacenamiento que se tendrá para el último año del horizonte en el periodo de elaboración de bombardas para conocer el máximo espacio requerido para el almacén.

Tabla 5.62

Requerimiento máximo de materia prima

Materia prima	2025
Cajas de pólvora negra bombardas	100

Se obtuvo que durante la demanda pico se requerirá el almacenamiento de 100 cajas de 25 kg de pólvora negra. De esta manera, de los cálculos se determinó que para los almacenes se emplearán 3 pallets. A continuación, se calculó el área mínima requerida considerando las dimensiones de un pasillo que permita el tránsito del operario y el elevador de carga.

Así mismo, cabe mencionar que por cada pallet de 1.219 x 1.219 metros se apilarán 6 filas de cajas para respetar la norma que establece una altura máxima de 1.8 metros y cada fila contará con 6 cajas de 0.463 x 0.318 x 0.272 metros cada una. Por ello, por parihuela se tendrá una capacidad de almacenamiento de 36 cajas.

Tabla 5.63*Cálculo del área de los estantes*

	# pallets	Área por pallet (m ²)	Área mínima para estantes (m ²)
Cajas de pólvora negra Bombardas	3.00	1.2	3.60

Adicional a ese espacio, debe considerarse un pasillo para el tránsito libre del elevador de carga. De esa forma, considerando el largo del elevador de carga de 1.85 metros y considerando una holgura adicional de 0.075 para libertad de giro, se calculó el área mínima del pasillo:

Tabla 5.64*Cálculo de área de pasillos de almacén de materia prima*

Largo del pasillo (m)	Ancho del pasillo (m)	Área por pasillo	# pasillos	Área mínima de pasillos
0.90	3.6	3.24	2.00	6.48

Para finalizar, se calculó el área mínima requerida del almacén de materia prima de la siguiente forma:

Tabla 5.65*Cálculo de área mínima requerida para el almacén de materia prima*

Área mínima para estantes (m ²)	Área mínima de pasillos	Área mínima para materia prima (m ²)
3.60	6.48	10.08

Área de almacén de insumos químicos para estrellas

Para el almacén de insumos químicos se cuenta con sólidos y líquidos. Para los sólidos, se ha estandarizado que se comprarán sacos de 25 kg y para el caso de los líquidos botellas de 650 ml o galoneras.

Para conocer el máximo requerimiento de estos insumos, se consideró la demanda del último año de proyección del horizonte del proyecto. De esta forma, se pudo calcular el requerimiento de estrellas para los volúmenes de producto y se pudo cuantificar el material necesario para atender ello.

Tabla 5.66*Cálculo de requerimiento de insumos químicos*

Insumos químicos	2025
Sacos de 25 kg - Nitrato de potasio	24
Sacos de 25 kg - Carbón	22
Sacos de 25 kg – Dextrina	6
Sacos de 25 kg – Azufre	5
Botellas de alcohol isopropílico	190
Galones de agua desionizada	60

Con el cálculo de los sacos, se calculó un estimado del número de pallets requerido para cada insumo. Se calculó la capacidad del pallet según el insumo:

Tabla 5.67*Cálculo de pallets necesarios para insumos químicos sólidos*

Unidad de almacenamiento	Dimensiones			Capacidad de almacenamiento por pallet				
	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	# filas para apilamiento	# unids por largo	# unids por ancho	#unids por fila	#unids por pallet
Sacos de 25 kg	0.55	0.85	0.15	5	1	1	1	5
Botellas de 650 ml	0.15	0.10	0.25	3	8	10	80	240
Galonerías	0.195	0.10	0.295	2	6	10	60	120

Para finalizar, se calcula el número de estantes requeridos considerando que en cada estante se almacenan 6 pallets.

Tabla 5.68*Especificaciones de estante para almacenamiento de insumos químicos*

	Alto (mm)	3000.00
	Ancho (mm)	2250.00
	Fondo (mm)	1000.00
	Niveles	3
	Balda	Aglomerado
	Color	Azul, Anaranjado
	Carga / balda	660 kg
	Precio (€)	377.00

Nota: Adaptado de *Estantería Picking*, por Ractem, 2019 (<https://www.ractem.es/estanteria-picking.html>).

Tabla 5.69*Cálculo total de pallets para almacén de insumos químicos*

	# pallets	# estantes
Sacos de 25 kg - Nitrato de potasio	5.00	2.50
Sacos de 25 kg - Carbón	5.00	
Sacos de 25 kg – Dextrina	2.00	
Sacos de 25 kg – Azufre	1.00	
Botellas de alcohol isopropílico	1.00	
Galones de agua desionizada	1.00	
		3.00

Entonces, como se requieren 15 pallets, será necesario instalar un mínimo de 3 estantes en el almacén y 2 pasillos para el tránsito.

Tabla 5.70*Cálculo del área de los estantes para el almacén de insumos químicos*

Área por estante (m2)	# estantes	Área mínima para estantes (m2)
2.25	3.00	6.75

Se realizó el cálculo del área necesaria para pasillos:

Tabla 5.71*Cálculo del área de los pasillos del almacén de insumos químicos*

Largo del pasillo (m)	Ancho del pasillo (m)	Área por pasillo	# pasillos	Área mínima de pasillos
3.00	1.2	3.60	2.00	7.20

Por último, se efectuó el cálculo del área mínima requerida para el almacén de insumos químicos:

Tabla 5.72*Cálculo del área mínima requerida para el almacén de insumos químicos*

Área mínima para estantes (m2)	Área mínima de pasillos	Área mínima para insumos químicos (m2)
6.75	7.20	13.95

Área de almacén de insumos

Dada la naturaleza y variedad de los insumos, en el almacén se dispondrá de estantes. En esta área se depositarán las bobinas de papel kraft, las cajas de transporte, el papel tissue, las mechas de todos los tipos requerido, las carcasas, los separadores de cajas, la silicona y la cinta de embalaje. Para todo ello, se realizó el cálculo para el dimensionado del área mínima requerida para los insumos de la demanda del último año del proyecto.

Tabla 5.73

Demanda pico para insumos

Insumos	2025
Botellas de alcohol isopropílico	190
Galones de agua desionizada	60
Tubos de papel (1000)	27
Rollos de mechas de tiempo	67
Carcasas (3") (500)	105
Cajas de 6 rollos de papel tissue	62
Cajas con rollos de cinta de embalaje	10
Rollos de cuerda delgada	321
Rollos de papel kraft adhesivo	1
Paquetes de 25 conos truncados de cartón	1044
Cajas de cinta de embalaje	7
Cajas de etiquetas (500)	58
Cajas despacho bombardas	618
Separadores de cajas	618
Caja de rótulos (200)	3
Paquetes de mecha retardante 7 secs	92
Paquetes de mecha rápida forrada (1m)	2629
Sacos de cascarilla de arroz 25 kg	72
Paquetes con 20 barras de silicona	1

A continuación, se calculó el número de estantes necesarios:

Tabla 5.74

Cálculo número de estantes para almacén de insumos

	# pallets reales	# pallets	# estantes
Sacos de cascarilla de arroz 25 kg	14.40	15.00	9.17
Cajas de 6 rollos de papel tissue	3.88	35.00	
Tubos de cartón	2.70		
Paquetes con 20 barras de silicona	0.01		
Caja de rótulos (200)	0.01		
Cajas de etiquetas (500)	0.15		
Rollos de papel kraft adhesivo	0.13		
Paquetes de 25 conos truncados de cartón	6.96		

(continúa)

(continuación)

	# pallets reales	# pallets	# estantes
Cajas de cinta de embalaje	1.17		
Cajas despacho bombardas	7.36		
Separadores de cajas	1.84		
Cajas con rollos de cinta de embalaje	1.67		
Rollos de cuerda delgada	2.68		
Carcasas (3")	5.83		
Paquetes de mecha retardante 7 secs	0.14		
Rollos de mechas de tiempo	0.56	5.00	
Paquete mechas rápidas	4.11		
			10.00

Sobre la base de ello, se calculó el área de los estantes y pasillo para el movimiento del elevador de carga.

Tabla 5.75

Cálculo del área de estantes

Área por estante (m ²)	# estantes	Área mínima para estantes (m ²)
2.25	10.00	22.50

Sobre la base de ello, se calculó el área de pasillos para el movimiento del elevador.

Tabla 5.76

Cálculo del área de pasillos

Largo del pasillo (m)	Ancho del pasillo (m)	Área por pasillo	# pasillos	Área mínima de pasillos
3.00	1.2	3.60	4.00	12.00

Con lo anterior, se estimó el área mínima para el almacén de insumos varios:

Tabla 5.77

Cálculo área mínima almacén de insumos varios

Área mínima para estantes (m ²)	Área mínima de pasillos	Área mínima para insumos varios (m ²)
22.50	12.00	34.50

Área de almacén de productos en proceso

Para el almacén de productos en proceso, se ha dispuesto como lo más apropiado utilizar estantes en los que se distribuyan envases con tapas para estrellas ya secas y carga de apertura por un lado y, por otro lado, colocar en otro estante la papelería ya acondicionada

para el ensamble como las mechas cortadas y sin forro, las carcasas perforadas y los trozos de papel tissue ya cortados. Todo esto será trasladado al almacén de productos en proceso hasta que se inicie el ensamble de la bombardita. Con ello en consideración, se calculó el requerimiento de estantes para la demanda del último año y se obtuvo la mínima área requerida:

Tabla 5.78

Características de envases para almacén de productos en proceso

	Capacidad	8 litros
	Dimensiones	Ancho y largo de base: 21.6 cm
		Ancho y largo de tapa: 24.8 cm
		Alto sin tapa: 15 cm
		Alto con tapa: 20 cm
	Material	Plástico
	Peso	557 gr.
	Marca	Genérico
	Proveedor	Jiaye plastic packaging store
	Origen	China
Precio	S/. 31.33	

Nota. Adaptado de *Envase para almacén*, por AliExpress, 2019 (<https://es.aliexpress.com/>).

Tabla 5.79

Características de estantes para almacén de productos en proceso

	Nombre	Estante de metal
	Capacidad por repisa	300 kg
	Dimensiones	Alto: 192 cm
		Ancho: 100 cm
		Profundidad: 50 cm
	Material	Metal y aglomerado de madera
	Marca	Fixer
	Proveedor	Sodimac Home Center
Precio (S/.)	199.90	

Nota: Adaptado de *Estante metal*, por Sodimac Home Center, 2019 (<https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/1998161/estante-metal-50x100x192cm-1500-kg>).

Tabla 5.80

Cálculo de estantes

Área por estante (m ²)	# estantes	Área mínima para estantes (m ²)
0.5	4.00	2.00

Con ello, se calculó el área mínima requerida para el almacén considerando un pasillo para el tránsito.

Tabla 5.81*Cálculo del área del pasillo*

Largo del pasillo (m)	Ancho del pasillo (m)	Área por pasillo	# pasillos	Área mínima de pasillos
2.50	1.2	3.00	1.00	2.50

Tabla 5.82*Cálculo del área mínima de almacén requerido*

Área mínima para estantes (m ²)	Área mínima de pasillos	Área mínima para productos en proceso(m ²)
2.00	2.50	4.50

Se obtuvo como área mínima de 4.50 metros cuadrados para el almacén.

Área de productos terminados

Se calculó la máxima capacidad de almacenamiento requerida para la demanda pico del último año del horizonte del proyecto para los dos productos:

Tabla 5.83

Cálculo de demanda pico de productos para capacidad de almacén de productos terminados

Año	2025
Cajas de 42 bombardas	616

En tal sentido, se obtuvo que para la máxima capacidad se debe considerar el almacenamiento de 616 cajas de 42 bombardas. De esta forma, se calcula el requerimiento de cantidad de pallets y, por consiguiente, el número de estantes. Cabe resaltar que se utilizarán estantes de 2.25 x 1 x 3 metros de 4 filas de pallets con la capacidad de 2 pallets por fila.

De otro lado, dado que las cajas de 42 bombardas pesan alrededor de 6 kg se permitirá un apilamiento máximo de 6 filas. De esta forma, la capacidad para las cajas de bombardas será de 4 cajas por fila para las 6 filas por pallet. Entonces, se manejarán 24 cajas de 42 bombardas por pallet. A continuación, se calcula el número de pallets requerido:

Tabla 5.84*Cálculo de número de pallets requeridos para almacén de productos terminados*

	# pallets	# estantes
Cajas de 42 bombardas	26.00	4.33
		5.00

De esta forma, considerando que por estante se albergan 6 pallets, se requerirá un mínimo de 5 estantes para el almacén y, por tanto, 4 pasillos para el tránsito. A continuación, se calculan ambas áreas mínimas requeridas:

Tabla 5.85*Cálculo de área de estantes de almacén de productos terminados*

Área por estante (m ²)	# estantes	Área mínima para estantes (m ²)
2.25	5.00	11.25

Tabla 5.86*Cálculo de área para pasillo de almacén de productos terminados*

Largo pasillo (m)	Ancho pasillo (m)	Área pasillo	# pasillos	Área mínima
2.30	1.2	2.76	4.00	11.04

Con eso calculado, se obtuvo el área mínima requerida para el almacén de productos terminados:

Tabla 5.87*Cálculo del área mínima del almacén de productos terminados*

Área mínima para estantes (m ²)	Área mínima de pasillos	Área mínima para P.T. (m ²)
11.25	11.04	22.29

Se obtuvo que el área mínima requerida es de 22.29 m².

Así mismo, con la intención de complementar las consideraciones de seguridad general a las establecidas en el marco legal peruano, se ha optado por tomar en cuenta la Ley Federal de Pirotecnia de México y el respectivo Reglamento. Se ha seleccionado a México como país referente, ya que a nivel mundial se encuentra entre los tres primeros productores de fuegos pirotécnicos del mundo y a nivel Latinoamérica representa el número uno seguido por Brasil (Edomex, 2018, párr. 4).

De igual forma, la entidad encargada de capacitar, supervisar y dar asesoría respecto al trabajo con pirotecnia es el Instituto Mexiquense de la Pirotecnia conocido como Imepi. Este establece que las características estructurales a tener en cuenta para cumplir ciertas medidas de seguridad en los talleres pirotécnicos. Las principales son las siguientes:

- Paredes de ladrillo recocido, block de cemento prensado o concreto
- Techo de lámina de asbesto o fibrocemento
- Los pisos deben ser de tierra, cemento, tarima de madera o cemento con aislante de cubierta antiestática (Instituto Mexiquense de la Pirotecnia, 2018):

De igual forma, detalla ciertos requerimientos para la instalación:

- Tambos que contengan arena
- Extintor PQS con capacidad de 6kg, como mínimo 2 en cada módulo
- Colocar al menos un recipiente por módulo con material higroscópico (sal de roca o cal) para evitar humedad
- Ventilación en módulos de materias primas y producto terminados (se recomienda tener dos bollas por pared lateral o sacos de tierra)
- Iluminación natural en el interior de los polvorines
- Puertas metálicas cubiertas con madera del lado interior del módulo (Instituto Mexiquense de la Pirotecnia, 2018).

Según como se observa en la figura 5.14, los almacenes deben ser edificaciones independientes que cuenten con ventilación y luz natural.

Figura 5.14

Almacenes para la planta



Nota: De *Trípticos*, por Instituto Mexiquense de la Pirotecnia (Imepi), 2018 (<http://imepi.edomex.gob.mx/tripticos>)

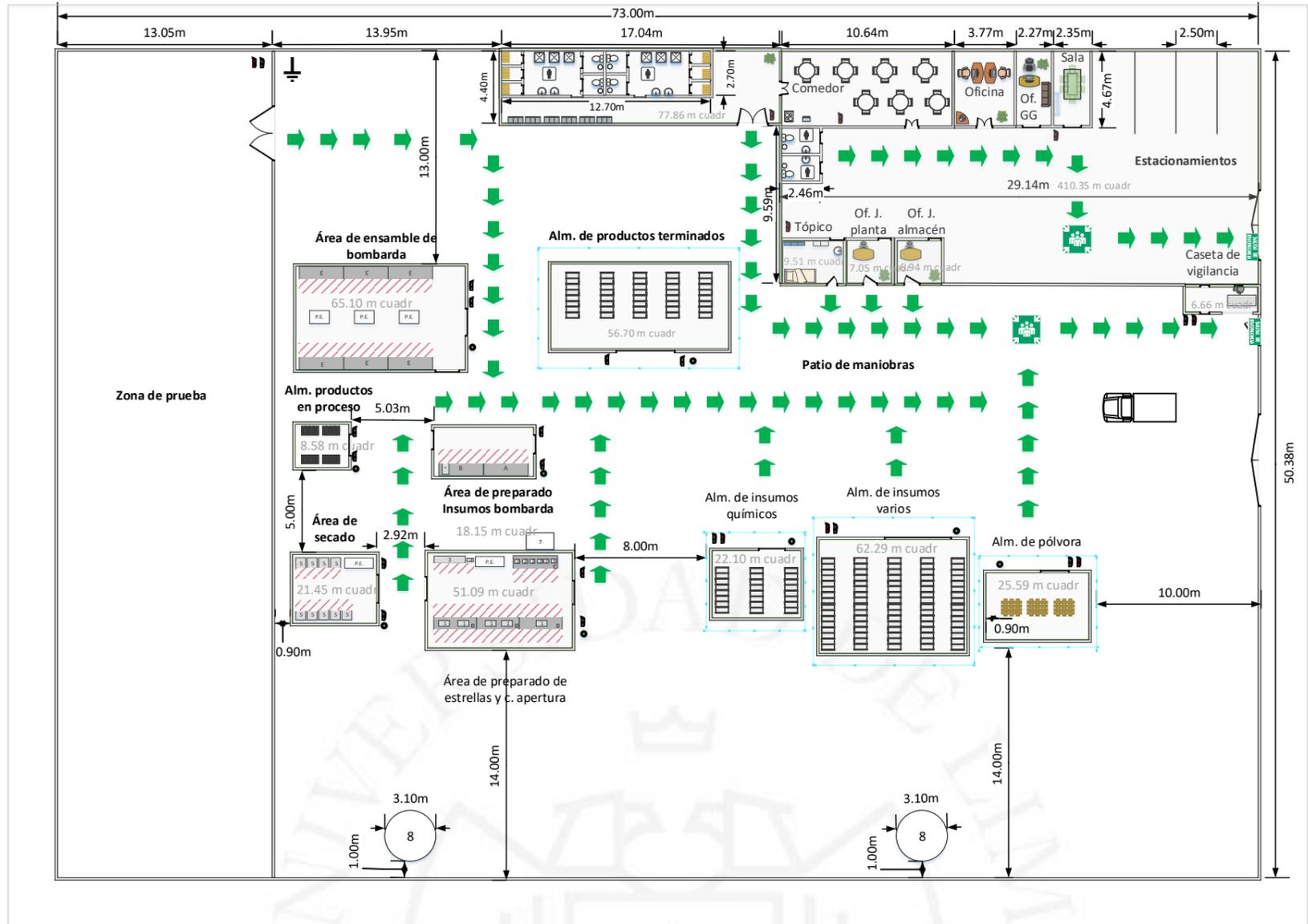
5.12.4 Dispositivos de seguridad industrial y señalización

Para la planta, debido a que se manejan diversos insumos químicos con condiciones inflamables o explosivas, se deben considerar extintores dispuestos a lo largo de la planta. Los tipos requeridos pueden consultarse en el punto 5.7. Seguridad y Salud. Además, se cuenta con una salida de emergencia y a continuación se resalta la ruta de evacuación a considerar.

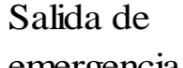


Figura 5.15

Plano de seguridad



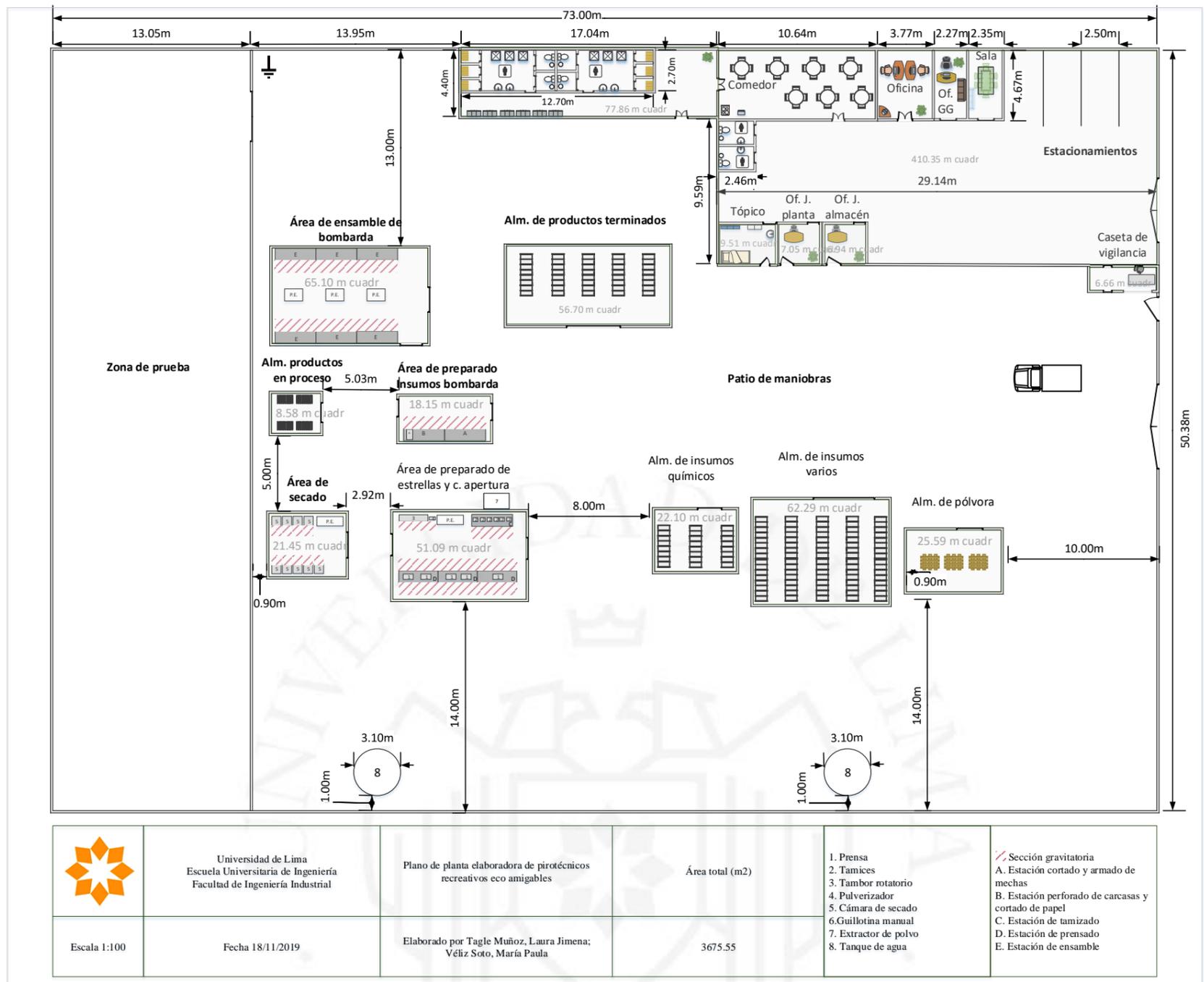
Leyenda

	Ruta de escape		Extintor		Punto de encuentro		SALIDA DE EMERGENCIA		Salida de emergencia
---	----------------	---	----------	---	--------------------	---	----------------------	---	----------------------

5.12.5 Disposición de detalle de la zona productiva

Figura 5.16

Plano de planta industrial



5.12.6 Disposición general

Para establecer la disposición de la planta, se debe realizar un análisis relacional que permite determinar qué áreas deben situarse cerca y cuáles a una distancia prudencial. Para ello, primero deben determinarse los motivos en base a los cuales se establecen estas dependencias:

Tabla 5.88

Tabla de motivos para el análisis relacional

Código	Descripción de motivo
1	Flujo del proceso
2	Riesgos de explosión/ ignición
3	Ruidos molestos
4	Conveniencias
5	Para proteger la salud y salvaguardar la seguridad de los operarios

Así mismo, se definen los códigos para el grado de proximidad a emplear en el análisis:

Tabla 5.89

Códigos de análisis relacional

Código	Cercanía	Color	Número de líneas
A	Absolutamente necesario	Rojo	4
E	Especialmente necesario	Amarillo	3
I	Importante	Verde	2
U	Sin importancia	Azul	-
X	No deseable	Plomo	1 zigzag
XX	Altamente no deseable	Negro	2 zigzag

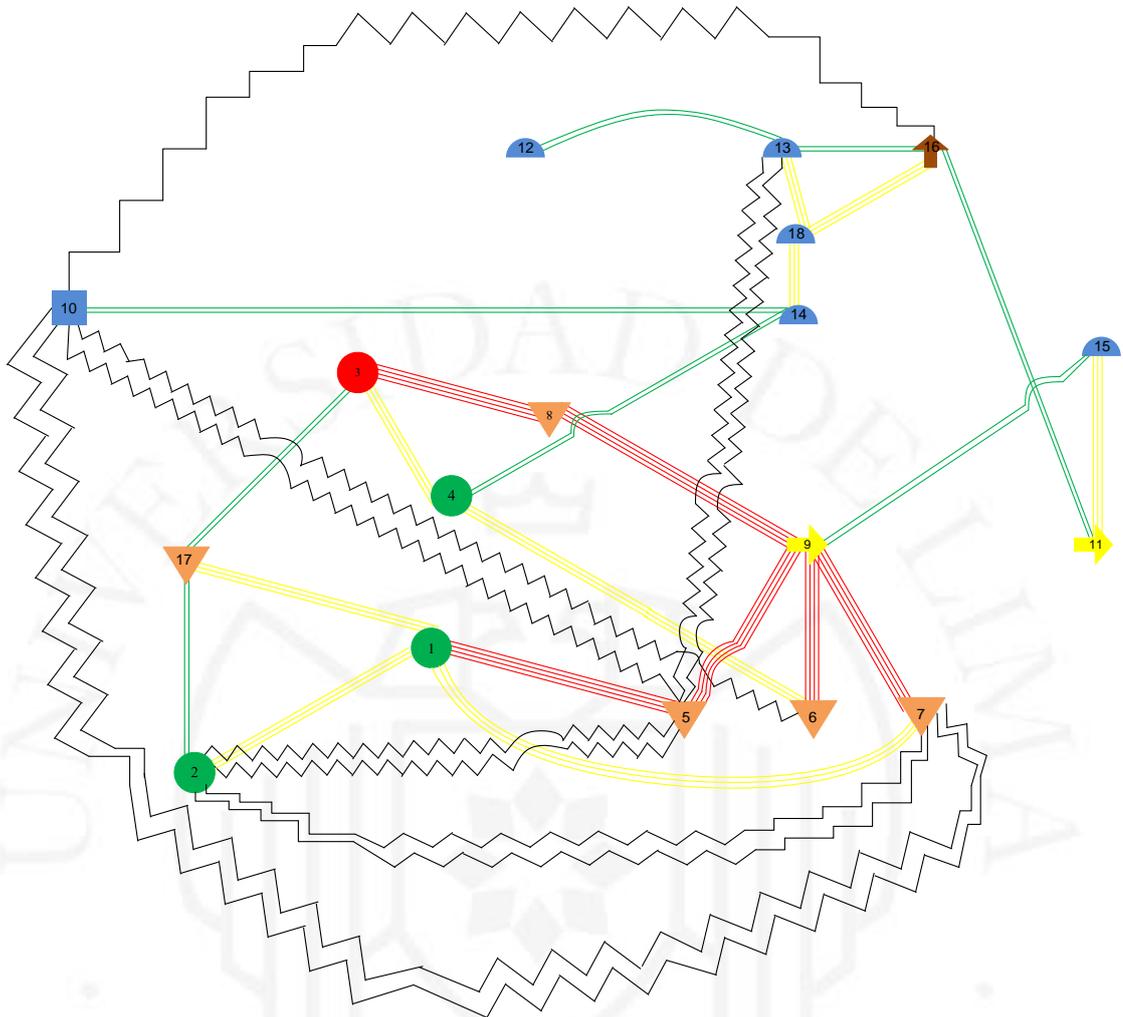
A continuación, se enumeran las áreas de la planta que se han definido con la correspondiente nomenclatura:

Tabla 5.90*Áreas de la planta industrial*

Numeración	Áreas	Identificación	Actividad
1	Área de preparado de estrellas y carga de apertura		Operación
2	Área de secado		Operación
3	Área de ensamble de bombarda		Operación
4	Área de preparado de insumos		Operación
5	Almacén de insumos químicos		Almacenaje
6	Almacén de insumos varios		Almacenaje
7	Almacén de pólvora		Almacenaje
8	Almacén de producto terminado		Almacenaje
9	Patio de recepción y despacho		Transporte
10	Zona de pruebas		Control
11	Zona de ingreso		Transporte
12	SSHH de la planta		Servicio
13	Comedor		Servicio
14	Tópico		Servicio
15	Caseta de vigilancia		Servicio
16	Área administrativa		Oficina
17	Almacén de productos en proceso		Almacenaje
18	SSHH de zona administrativa		Servicio

Figura 5.18

Diagrama de análisis relacional

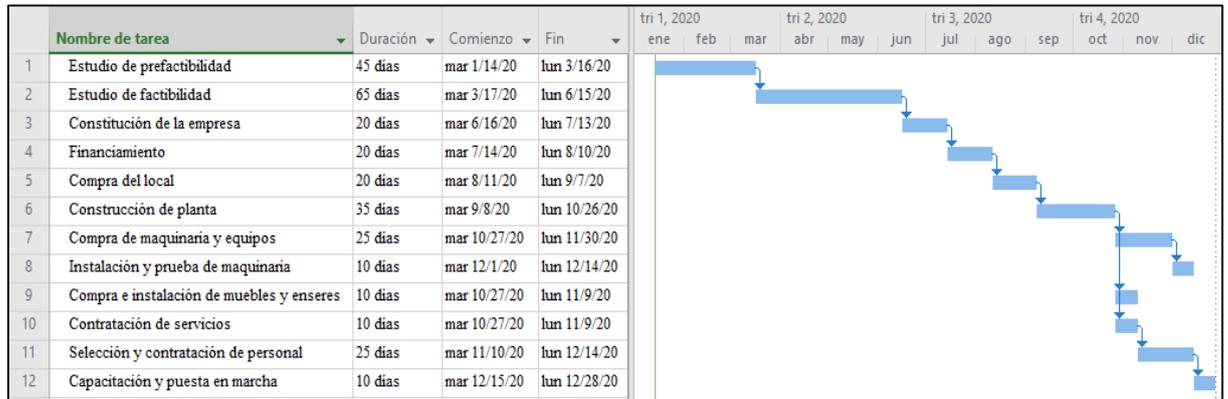


5.13 Cronograma de implementación del proyecto

De acuerdo al diagrama de Gantt mostrado en la figura 5.19, el proyecto se podrá implementar en una duración de 12 meses.

Figura 5.19

Cronograma de implementación del proyecto



CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

6.1 Formación de la organización empresarial

Se eligió una sociedad anónima cerrada (SAC) por el número reducido de socios que será de dos y por ser pequeña empresa que según la SUNAT se define como aquella que facture un monto anual mayor a 150 UIT (S/. 622,500.00) y menor a 1700 UIT (S/. 7,055,000.00).

En este tipo de sociedad el capital social se representa mediante acciones y solo los socios son los responsables del financiamiento de la sociedad a través de sus aportes. Así mismo, no se pueden inscribir las acciones en el Registro Público del Mercado de Valores (the office, 2019, sección de Destacado, párr. 3). Por último, no tiene obligación de formar un Directorio y, en caso no se forme, el gerente general puede asumir las funciones del Director.

Para constituir la sociedad, se deberá seguir los siguientes pasos:

- 1) Buscar y reservar nombre: Puro Fulgor S.A.C.
- 2) Elaborar la minuta de constitución.
- 3) Realizar aporte de capital
- 4) Elaborar la escritura pública ante el notario
- 5) Realizar inscripción en el registro de personas jurídicas de la SUNARP
- 6) Inscribir al RUC para persona jurídica (SUNARP, 2018, sección de Prensa, párr. 4)

6.2 Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios; y funciones generales de los principales puestos

A continuación, se presenta el detalle de los requerimientos de personal para la empresa.

Gerente general

Misión del puesto:

Garantizar el crecimiento rentable de la empresa en el corto y largo plazo, planificando y dirigiendo las estrategias operacionales, comerciales y financieras.

Funciones:

- Definir los objetivos de la empresa a corto y largo plazo, así como planificar y dirigir las actividades para su cumplimiento.
- Representar a la empresa judicial y legalmente, principalmente con la SUCAMEC, que funge como la principal entidad estatal reguladora de las operaciones de la planta por las características de los productos ofrecidos.
- Gestionar el proceso de selección e inducción.
- Elaborar y pagar la planilla mensual.
- Definir el plan de producción y velar por su cumplimiento. Asimismo, planificar y dirigir la reducción de las pérdidas por malas prácticas.

Perfil del puesto:

Grado académico: Profesional titulado en ingenierías o ciencias empresariales, de preferencia con un posgrado

Disponibilidad: Tiempo completo

Herramientas: Dominio de Windows, Google Chrome y Microsoft Office a nivel avanzado

Tiempo de experiencia deseada: Al menos 5 años en puestos similares

Conocimientos adicionales: Ventas, elaboración de planillas, planeamiento de la producción

Competencias: Capacidad de análisis, liderazgo, habilidades de negociación, orientación a resultados, trabajo en equipo y cooperación

Sueldo bruto: S/. 8,000

Supervisor de planta

Misión del puesto:

Avalar el cumplimiento del programa de producción en tiempo y forma.

Funciones:

- Supervisar el trabajo de los operarios. Asegurándose de que se esté realizando correctamente y en los plazos definidos.
- Asegurarse del correcto uso de los implementos de seguridad cuando estos se requieran.
- Realizar la toma de tiempos de las operaciones y reportarlas a Gerencia General.
- Informar a Gerencia General cualquier contratiempo ocurrido durante la producción.

Perfil del puesto:

Grado académico: Bachiller en ingeniería

Disponibilidad: Tiempo completo

Herramientas: Toma de tiempos, Microsoft Office a nivel básico

Tiempo de experiencia deseada: 1 año como supervisor de procesos

Conocimientos adicionales: Seguridad y salud en el trabajo, y control de tiempos

Competencias: Comunicación efectiva, liderazgo, trabajo en equipo y cooperación

Sueldo bruto: S/. 1,800

Contador

Misión del puesto:

Garantizar que la empresa cumpla con los requerimientos de las normas tributarias y contables del Perú. Así mismo, optimizar los procedimientos contables de la empresa para maximizar su eficiencia y velar por el recupero de los recursos económicos invertidos con unos seguimientos de los flujos económicos y financieros del ejercicio.

Funciones:

- Reportar al Gerente General situación contable de la empresa mensualmente, informes de costos e ingresos
- Efectuar la declaración mensual y anual a la SUNAT, declaración de impuestos, adaptaciones a nuevos regímenes, impresión de libros contables y comprobantes de pago autorizados, a fin de garantizar el cumplimiento de las obligaciones tributarias, las disposiciones normativas y asegurar el recupero de recursos económicos: IGV e ITAN
- Planificar y efectuar los cierres contables
- Formular los estados financieros anuales, para tener información confiable y actualizada de la situación financiera de la empresa
- Dirigir y efectuar el plan de inventarios físicos de materiales, insumos y activos físicos
- Dar seguimiento y ejecutar la emisión, recepción y archivo de facturaciones, notas de crédito y débito, y monitorear cumplimiento de condiciones de contratos con proveedores
- Atender los requerimientos de las auditorías financieras, tributarias y fiscales, preparando la información requerida.

Perfil del puesto:

Grado académico: Profesional licenciado en Contabilidad o carreras afines

Tipo de puesto: Disponibilidad para trabajar a tiempo completo

Herramientas: Dominio de Microsoft Office a nivel avanzado

Tiempo de experiencia deseable: 5 años en puestos similares

Competencias: Capacidad de análisis, habilidades de negociación, actitud inclinada a la mejora continua

Sueldo bruto: S/. 3,000

Agente de ventas

Misión del puesto:

Garantizar la óptima atención y experiencia del cliente al planear oportunamente las actividades necesarias para cumplir el objetivo de ventas y participación en el mercado con el objetivo de conservar un crecimiento constante de los ingresos de la empresa.

Funciones:

- Gestionar e implementar los procesos de ventas que garanticen el adecuado manejo comercial
- Fijar las cuotas de venta, concretarlas, coordinar plazos y condiciones de entrega con los clientes, coordinado directamente con el gerente general.
- Gestionar la cartera de clientes para atender necesidades y desarrollar nuevas relaciones económicas con clientes del sector
- Controlar los indicadores relacionados a la gestión comercial
- Coordinar directamente con el jefe de almacén los pedidos para garantizar la entrega a los clientes al manejar adecuadamente los inventarios en planta
- Garantizar la actualización de la información de la empresa en los sistemas y plataformas webs

Perfil del puesto:

Nivel educativo: Profesional especializado en el área comercial

Tipo de puesto: Disponibilidad para trabajar a tiempo completo

Tiempo de experiencia deseable: 4 años en puestos similares

Competencias: Habilidades de negociación, actitud y orientación hacia el cliente, proactividad

Sueldo bruto: S/. 4,000

Jefe de almacén

Misión del puesto:

Gestionar de manera global las operaciones de los almacenes desde el abastecimiento, acondicionamiento, despacho y control de inventarios de la mercadería para garantizar el cumplimiento de los compromisos con los clientes pactados por comercial.

Funciones:

- Realizar las compras para la producción y el resto de los suministros para la operatividad de la planta.
- Velar por el cuidado del almacén y por la seguridad del personal a su cargo.
- Registrar el ingreso y salida de mercaderías en el sistema de inventarios y realizar el seguimiento de la operativa que acompaña ellos
- Asignar la clasificación de los productos afectos a percepción, de toda la mercadería que ingresa al sistema y llevar un control de los mismos
- Capacitar y entrenar a los nuevos auxiliares de almacén, en formas de despacho, distribución del almacén, embalaje, cumplimiento de los procesos y otros aspectos que puedan ser requeridos
- Enviar mensualmente al Contador la facturación por compras de almacenes y el reporte del inventario valorizado de almacén, exhibición, guías de mercaderías recibidas, mermas y compras mensuales al Gerente General.

Perfil del puesto:

Nivel educativo: Bachiller en Ingeniería Industrial o carreras afines.

Tipo de puesto: Disponibilidad para trabajar a tiempo completo

Tiempo de experiencia deseable: 5 años en puestos similares

Competencias: Capacidad de análisis y capacidad de organización

Sueldo bruto: S/. 2,100

Operarios de producción

Misión del puesto:

Elaborar el producto en base al proceso asignado para garantizar la calidad del mismo. Además, evaluar el desempeño del producto durante las pruebas destructivas y dar seguimiento, junto al Contador, de los inventarios de insumos para cumplir el plan de producción y realizar revisión de la maquinaria y herramientas para cumplir con los mantenimientos programados.

Funciones:

- Preparar estrellas, carga de apertura y acondicionar insumos para la bombarda
- Realizar ensamble final de bombardas y encajado
- Recepcionar y almacenar insumos químicos, pólvora e insumos varios
- Realizar limpieza de utensilios y maquinaria luego de su uso
- Ejecutar el plan de mantenimiento de las maquinarias según lo programado
- Realizar el despacho de los cargamentos de productos terminados, previo conteo con el encargado administrativo
- Control y orden de guías u otros documentos de mantenimiento, recepción y entrega

Perfil del puesto:

Nivel educativo: Técnico

Autorización de la SUCAMEC: Disponibilidad para tramitación de titularidad de una AME categoría II (almacenamiento) (Autorización para la manipulación de explosivos y material relacionado) y una AMPP IV (fabricación) (Autorización para la manipulación de productos pirotécnicos y material relacionado) para la obtención del carné de manipulador autorizado

Tipo de puesto: Disponibilidad para trabajar a tiempo completo

Tiempo de experiencia deseable: Mínima de 5 años en plantas industriales y de preferencia de explosivos

Sueldo bruto: S/. 1,300

Encargado de seguridad/vigilancia

Misión del puesto:

Brindar seguridad externa e interna de las instalaciones de la empresa

Funciones:

- Encargarse del control del ingreso y salida del personal y de vehículos, registrándolo según los procedimientos establecidos
- Verificar el parqueo de los vehículos de la empresa
- Realizar las revisiones de todos los paquetes y/o maletines que porta el personal al ingresar y salir de la empresa
- Informar oportunamente las novedades acontecidas durante su servicio al jefe directo
- Colaborar periódicamente con la limpieza de veredas, pasadizos y entrada

Perfil del puesto:

Nivel educativo: Secundaria completa

Tipo de puesto: Disponibilidad para trabajar a tiempo completo

Tiempo de experiencia deseable: Mínima de 2 años en puestos de vigilancia. Carta de recomendación opcional

Otros: No tener antecedentes penales ni judiciales

Sueldo bruto turno diurno: S/. 1,200

Sueldo bruto turno nocturno: S/. 1,800

Sueldo bruto descansero: S/. 930

Encargado de limpieza

Misión del puesto:

Mantener las distintas áreas de las instalaciones administrativas y operativas limpias, así como sus equipos correspondientes.

Funciones:

- Realizar la limpieza diaria de las instalaciones, incluyendo los servicios higiénicos, comedor, oficinas y áreas de producción.
- Realizar la limpieza diaria de los equipos de cómputo y de la maquinaria del área de producción, siguiendo los protocolos correctamente para evitar accidentes que pongan en peligro el bienestar propio o de otros empleados.
- Reposición de materiales de oficina y de los servicios higiénicos.

Perfil del puesto:

- Grado académico: Secundaria completa
- Disponibilidad: Tiempo completo
- Competencias: Integridad y proactividad

Sueldo bruto: S/. 1,000

Enfermero

Será el encargado de brindar servicios médicos al personal administrativo, de servicios y a los operarios de producción en caso de accidentes en la planta o cualquier malestar producto de alguna enfermedad.

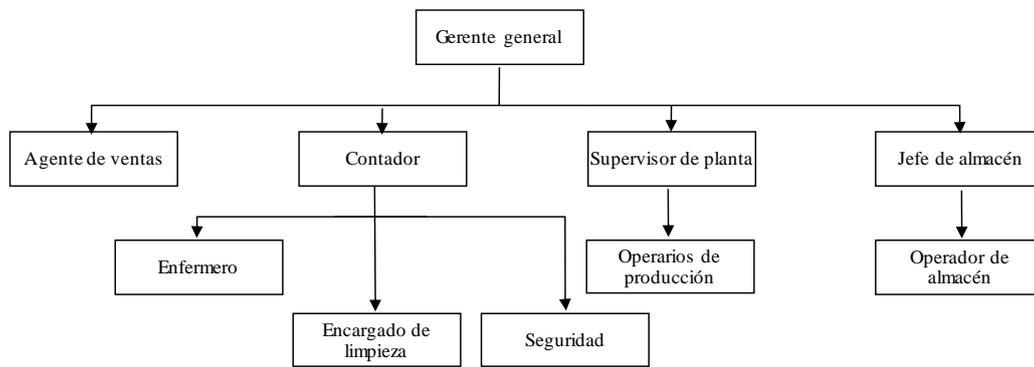
Sueldo bruto: S/. 1,500

6.3 Esquema de la estructura organizacional

La figura 6.1 presenta la distribución organizativa de la empresa y la jerarquización relacionada con esta.

Figura 6.1

Organigrama de la empresa



CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

7.1 Inversiones

7.1.1 Estimación de las inversiones de largo plazo (tangibles e intangibles)

Por un lado, se realizará el cálculo de los activos tangibles. En primer lugar, se estimó el costo total para la compra de la maquinaria tomando en consideración los sobrecostos que se deben asumir para que la maquinaria llegue a la planta en la tabla 7.1.

Tabla 7.1

Costo de maquinaria

Maquinaria	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)	Flete (S/.)	Seguro (S/.)	Aranceles (S/.)	IGV (S/.)	Otros gastos de importación (S/.)	Implementación (S/.)	Costo puesto en planta (S/.)
Mezclador de estrellas	1	4,342	4,342	651	43	-	-	504	504	6,044
Prensa hidráulica	5	11,019	55,093	8,264	551	-	-	6,391	6,391	76,690
Cámara de secado	9	7,506	67,558	10,134	676	-	-	7,837	7,837	94,040
Elevador de carga	4	4,309	17,234	2,585	172	-	-	1,999	1,999	23,990
Extractor de polvo antiexplosivos	1	5,010	5,010	751.50	50	-	-	581	752	7,144
Total										207,909

De igual forma, se calculó el costo total de los equipos auxiliares a utilizar para la operativa de la planta como se ve en la tabla 7.2.

Tabla 7.2*Costos de equipos auxiliares*

Equipo complementario asociado a la producción	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)	Flete (S/.)	Seguro (S/.)	Aranceles (S/.)	IGV (S/.)	Otros gastos de importación (S/.)	Implementación (S/.)	Costo puesto en planta (S/.)
Tamiz de acero inoxidable nro. 40	6	133	797	159	8	-	-	96	-	1,061
Contenedor de plástico con tapa	9	56	502	100	5	-	-	61	-	668
Cesta de malla de acero inoxidable	90	19	1,743	349	17	-	-	211	-	2,321
Atomizador	1	234	234	-	-	-	-	-	-	234
Molde de estrellas de 1/2"	9	1,166	10,491	2,098	105	-	-	1,269	-	13,963
Bandeja de plástico	9	23	205	41	2	-	-	25	-	273
Espátula metálica	9	5	44	-	-	-	-	-	-	44
Juego de punzones	2	50	100	-	-	-	-	-	-	100
Martillo	2	15	30	-	-	-	-	-	-	30
Martillo con cabeza de jebe	5	8	40	-	-	-	-	-	-	40
Guillotina manual	1	990	990	-	-	-	-	-	-	990
Perforadora de mechas	1	197	197	39	2	-	-	24	-	262
Cortadora de mechas	1	167	167	33	2	-	-	20	-	222
Cuchilla	1	6	6	-	-	-	-	-	-	6
Porta papel kraft	10	53	529	-	-	-	-	-	5	534
Superficie cilíndrica de apoyo	20	6	112	-	-	-	-	-	-	112
Balanza de alta precisión	10	367	3,674	735	37	-	-	445	-	4,890
Balanza de pie para almacenes	3	239	717	-	-	-	-	-	-	717
Recipiente de plástico para pesado	15	9	130	-	-	-	-	-	-	130
Pala de llenado	16	12	189	38	2	-	-	23	-	252
Mesa de estaciones de trabajo en planta	12	668	8,016	1,603	80	-	-	970	-	10,669
Sillas	37	60	2,216	-	-	-	-	-	-	2,216
Jaba grande (180.5 L)	1	38	38	-	-	-	-	-	-	38
Jaba pequeña (21 L)	4	19	76	-	-	-	-	-	-	76
Carretillas	4	100	400	80	4	-	-	48	-	532
Pallets	114	89	10,146	2,029	101	1	-	1,228	-	13,505
Estantes grandes	18	1,444	25,990	5,198	260	2	-	3,145	1,300	35,895
Estantes pequeños	4	200	800	160	8	3	-	97	40	1,107
Tanque de agua	2	19,658	39,316	7,863	393	3	-	4,757	3,932	56,264
Total										147,355

Así mismo, se estimó el monto total requerido para la compra del mobiliario de la fábrica en la tabla 7.3.

Tabla 7.3

Costo de mobiliario

Mobiliario	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)	Instalación (S/.)	Costo puesto en planta (S/.)
Computadoras	4	1,270	5,081	254	5,335
Sillas de oficina	4	85	339	17	356
Impresora	1	567	567	28	595
Escritorios	5	211	1,055	53	1,108
Archivador	2	253	507	25	532
Mesa de juntas	1	212	212	11	222
Sillas para mesa de juntas	6	59	355	18	373
Sillas de comedor	28	20	567	28	595
Silla de vigilancia	1	84	84	4	88
Mesas de comedor	7	169	1,181	59	1,240
Inodoros	6	160	961	48	1,009
Lavabos	6	81	486	24	510
Lockers (12 casilleros)	6	668	4,006	200	4,207
Lavabo del tóxico	1	81	81	4	85
Camilla fija	1	245	245	12	257
Silla para tóxico	1	85	85	4	89
Balón de oxígeno portátil	1	414	414	-	414
Bidón de agua x 20 litros	4	13	50	-	50
Anaquele para insumos del tóxico	1	253	253	13	266
Alcohol 70° 1000cc	1	9	9	-	9
Agua Oxigenada 1000cc	1	10	10	-	10
Apósitoesterilizado 10 cmx10cm	1	19	19	-	19
Esparadrapo 2.5 cm x 5 cm	1	8	8	-	8
Venda elástica	3	5	14	-	14
Bandas adhesivas	10	11	106	-	106
Guantes descartables 100 unidades	1	14	14	-	14
Termómetro de Mercurio o Digital	1	17	17	-	17
Jabón antiséptico	1	13	13	-	13
Crema para quemaduras	1	11	11	-	11
Focos ahorradores LED para interior	47	20	940	47	987
Focos ahorradores LED para exterior	31	30	930	47	977
Detectores de humo, calor y aspersores	26	150	3,900	195	4,095
Boca de incendio	1	1,500	1,500	75	1,575
Total					25,188

Además, se tuvo en cuenta el cálculo del costo total que representan los implementos de seguridad y salubridad que requiere la planta en la tabla 7.4.

Tabla 7.4

Costo de implementos de seguridad

Implementos de seguridad y salubridad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Gafas de protección a los costados	23	11	251
Guantes de protección química (caucho de nitrilo, espesor 0.4 mm)	23	54	1,233
Respirador para polvo-partículas	23	22	505
Filtro de aire	23	25	583
Uniforme con manga larga	23	25	583
Extintor PQS 6kg (Oficinas, ensamble y alm. no químicos)	9	59	533
Extintor de agua presurizada	16	186	2,983
Baldes de arena 10m3	9	76	682
Palas	9	17	153
Total			7,506

A continuación, se estableció el monto total que deberá considerarse para el terreno en la tabla 7.5. Asimismo, se deberá tener en cuenta en el cálculo de los costos por intereses preoperativos a los ocasionados por la adquisición del terreno previo al inicio de las operaciones, debido al tiempo necesario para poner la planta en marcha.

Tabla 7.5

Costo de terreno

Terreno	Metros²	Costo por metro²	Costo total (S/.)
Terreno	3677	350	1,287,107

Por último, se tuvieron en cuenta también los costos propios de la construcción y la edificación.

Tabla 7.6*Costo de edificación*

Edificio		Metros ²	Categoría	Costo por metro (S/.)	Costo total (S/.)
Muros y columnas	Muro perimetral	962	C	191	183,867
	Planta, almacenes	613	B	328	200,954
	Zona administrativa	200	D	185	36,922
Techos	Zona administrativa	26	C	141	3,624
	Baños, comedor, vigilancia	98	C	141	13,815
	Planta, almacenes	331	B	201	66,700
Pisos	Zona administrativa	26	F	37	945
	Todo el resto	936	H	20	19,013
Puertas y ventanas	Entrada peatonal y vehicular	31	C	80	13,137
	Todo el resto	165	D	70	11,507
Revestimientos	Toda la planta	1775	F	53	93,530
Baños	Zona administrativa	9	E	14	121
	Planta	34	D	24	820
Instalaciones eléctricas	Todo	455	E	53	24,010
Total					668,965

Nota: Adaptado de *Cuadro de valores unitarios*, por Colegio de Arquitectos del Perú Regional Lima, 2019 (<https://limacap.org/valores-unitarios/>).

Por otro lado, se realizó el cálculo de monto que representa el costo de los activos intangibles:

Tabla 7.7*Costo activos intangibles*

Activo intangible	Costo (S/.)
Estudios previos	18,000
Gastos de constitución de la empresa	2,195
Licencias SUCAMEC	1,027
Certificación ISO 9001	7,500
Capacitación	52,094
Licencias de software	4,396
Contingencias	117,202
Intereses pre-operativos	87,148
Total	289,562

Con lo mostrado, se presenta el resumen de inversiones con la división entre aporte propio y el monto de préstamo:

Tabla 7.8*Inversión total estimada*

Resumen inversiones		S/.	Propio (%)	Préstamo (%)
Activos fijos tangibles	Maquinaria	207,909	-	1
	Equipo complementario	147,355	-	1
	Mobiliario	25,188	-	1
	EPP	7,506	-	1
	Terreno	1,287,107	1	-
	Edificio	668,965	-	1
Activos fijos intangibles		289,562	1	-
Capital de trabajo		438,771	1	-
Total inversión		3,072,363	2,015,439	1,056,924

7.1.2 Estimación de las inversiones de corto plazo (Capital de trabajo)

Para sostener la operativa del proyecto durante el periodo que no se obtienen ingresos aún, se ha calculado el ciclo de caja en la tabla 7.9:

Tabla 7.9*Ciclo de caja*

	Meses	Días
PPCobro	1.5	45
PPPago	0.5	15
PPI	0.5	15
Ciclo de caja	1.5	45

Se calculó el ciclo de caja para conocer el periodo que deberá cubrir el capital de trabajo en la figura 7.1.

Figura 7.1*Cálculo del capital de trabajo*

$$KW = \frac{\text{Gasto total anual}}{365} \times \text{ciclo de caja (días)} = \frac{3,558,918}{365} \times 45 = 438,771$$

Con ello se obtuvo que el ciclo de caja representa 45 días; por lo tanto, el capital de trabajo es de S/.438,771.

7.2 Costos de producción

7.2.1 Costos de los materiales

Se estimó el costo total de materiales requeridos por año para satisfacer las necesidades de la producción en la tabla 7.10.

Tabla 7.10

Costo de materiales

	MP	Insumos		Costo total de materiales
	Pólvora negra	Insumos estrellas	Insumos varios	
2021	S/1,920	S/693,101	S/668,392	S/1,363,413
2022	S/2,040	S/707,983	S/682,933	S/1,392,956
2023	S/2,160	S/749,613	S/722,869	S/1,474,641
2024	S/2,280	S/794,032	S/766,471	S/1,562,783
2025	S/2,360	S/839,858	S/810,044	S/1,652,263

7.2.2 Costo de la mano de obra directa

En base a lo calculado en la capacidad instalada, se identificó el número de operarios requerido por año. Sobre la base de ello, se calculó el costo de mano de obra directa en la tabla 7.11.

Tabla 7.11

Costo de mano de obra directa

Año	Operarios	Turnos	Total mensual (S/.)	Total anual (S/.)
2021	18	3	23,153	1,250,262
2022	19	3	23,153	1,319,721
2023	20	3	23,153	1,389,180
2024	21	3	23,153	1,458,639
2025	23	3	23,153	1,597,557

7.2.3 Costo Indirecto de Fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales de planta)

De igual manera, se estimó el cálculo de la mano de obra indirecta en la tabla 7.12.

Tabla 7.12*Costo de mano de obra indirecta*

Cargo	Cantidad	Turnos	Base	CTS anual	Gratificación anual	SCTR	ESSALUD anual	Vacaciones anual	Total anual (S/.)
Supervisor de estaciones de trabajo	1	2	1,800	1,800	3,600	648	1,944	2,466	64,116
Jefe de almacén	1	2	2,100	2,100	4,200	756	2,268	2,877	74,802
Operador de almacén	1	3	1,400	1,400	2,800	504	1,512	1,918	74,802
Seguridad de la planta diurna	1	1	1,200	1,200	2,400	432	1,296	1,644	21,372
Seguridad de la planta nocturna	1	1	1,800	1,800	3,600	648	1,944	2,466	32,058
Descansero	1	1	930	930	1,860	335	1,004	1,274	16,563
Limpieza de la planta	1	1	1,000	1,000	2,000	360	1,080	1,370	17,810
Total									301,523

Además, la electricidad representa otro costo general de la planta. Para el caso, se ha calculado su costo fijo en la tabla 7.13 y su costo variable en la tabla 7.14.

Tabla 7.13*Costo fijo anual de energía eléctrica*

Máquina	Unid	Tarifa (soles/kWh)	Costo anual (S/.)				
			2021	2022	2023	2024	2025
Computador	4	0.25	737	737	737	737	737
Iluminación interior	47	0.25	13,861	13,861	13,861	13,861	13,861
Iluminación exterior	31	0.25	11,999	11,999	11,999	11,999	11,999
Total			26,598	26,598	26,598	26,598	26,598

Tabla 7.14*Costo variable anual de energía eléctrica*

Máquina	Unid	Tarifa (soles/kWh)	Costo anual (S/.)				
			2,021	2,022	2,023	2,024	2,025
Mezclador de estrellas	1	0.25	52	53	56	59	63
Prensa hidráulica	5	0.25	23,435	23,945	25,346	26,874	28,403
Cámara de secado	9	0.25	17,649	18,033	19,088	20,239	21,390
Extractor de polvo	1	0.25	1,412	1,443	1,527	1,619	1,711
Total			42,548	43,473	46,017	48,792	51,567

También, el agua se considera otro costo general. Se obtuvo su costo fijo en la tabla 7.15 y su costo variable en la tabla 7.16.

Tabla 7.15

Costo fijo anual de agua

		Costo anual (S/.)				
	Tarifa agua (soles/m3)	2021	2022	2023	2024	2025
MOI	13.9	4,510	4,510	4,510	4,510	4,510
ADM	13.9	1,388	1,388	1,388	1,388	1,388
Total		5,898	5,898	5,898	5,898	5,898

Tabla 7.16

Costo variable anual de agua

		Costo anual (S/.)				
Tarifa agua (soles/m3)		2021	2022	2023	2024	2025
13.9		28,102	29,664	31,225	32,786	35,909

7.3 Presupuesto Operativos

7.3.1 Presupuesto de ingreso por ventas

Así mismo, se realizó el cálculo de los ingresos estimados por ventas en general en la tabla 7.17.

Tabla 7.17

Presupuesto de ingreso por ventas

Año	Demanda bombardas (ton/año)	Demanda bombardas (unid/año)	Precio de venta (S/.)	Total (S/.)
2021	72.56	533,902	8.64	4,615,081
2022	77.27	568,588	8.64	4,914,910
2023	81.99	603,274	8.64	5,214,738
2024	86.70	637,960	8.64	5,514,567
2025	91.41	672,646	8.64	5,814,395

7.3.2 Presupuesto operativo de costos

A continuación, se agruparon los costos detallados y se obtuvo el presupuesto de costos en la tabla 7.18.

Tabla 7.18*Presupuesto operativo de costos de producción*

Costos de producción (S/.)		2021	2022	2023	2024	2025
MP	Costo de MP e insumos	1,363,413	1,392,956	1,474,641	1,562,783	1,652,263
MOD	Costo de MOD	1,250,262	1,319,721	1,389,180	1,458,639	1,597,557
CIF	Mano de obra indirecta	301,523	301,523	301,523	301,523	301,523
	Energía eléctrica	68,409	69,334	71,877	74,652	77,427
	Consumo de agua	32,613	34,174	35,735	37,296	40,419
	Mantenimiento	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
	Depreciación fabril	131,971	131,971	131,971	131,971	131,971
Total		3,160,191	3,261,678	3,416,928	3,578,865	3,813,160

7.3.3 Presupuesto operativo de gastos

Asimismo, se calculó el presupuesto de gastos en la tabla 7.19.

Tabla 7.19*Presupuesto operativo de gastos*

Gastos administrativos (sin incluir gastos financieros) (S/.)	2021	2022	2023	2024	2025
Sueldos administrativos	273,315	273,315	273,315	273,315	273,315
Energía eléctrica	737	737	737	737	737
Consumo de agua	1,388	1,388	1,388	1,388	1,388
Publicidad	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
Depreciación no fabril	19,320	19,320	19,320	17,335	16,001
Total	344,760	344,760	344,760	342,775	341,441

7.4 Presupuestos Financieros**7.4.1 Presupuesto de Servicio de Deuda**

Como parte del inicio del proyecto, es necesario contar con la inversión que permita la instalación. Por ello, se evalúa la posibilidad de financiar parte del monto requerido.

Según lo investigado en cuanto a tasas de bancos para préstamo, se decidió considerar la tasa de activos de Mi Banco que representa el 15,39% que está referida a financiamiento de activos.

Tabla 7.20*Datos generales para pago de la deuda*

TEA	15,39%
Años	5
Gracia	sin gracia
Modalidad	Cuotas constantes

Tabla 7.21*Cronograma del pago de la deuda*

Año	Deuda (S/.)	Amortización (S/.)	Intereses (S/.)	Cuota (S/.)
2021	1,056,923.51	155,552.57	162,660.53	S/318,213.09
2022	901,370.95	179,492.11	138,720.99	S/318,213.09
2023	721,878.84	207,115.94	111,097.15	S/318,213.09
2024	514,762.90	238,991.08	79,222.01	S/318,213.09
2025	275,771.81	275,771.81	42,441.28	S/318,213.09

7.4.2 Presupuesto de Estado Resultados

Se preparó el Estado de resultados por año en la tabla 7.22.

Tabla 7.22*Estado de resultados*

Descripción	2021	2022	2023	2024	2025
Ingreso por ventas bombardas	4,615,081	4,914,910	5,214,738	5,514,567	5,814,395
(-) Costo de producción	3,160,191	3,261,678	3,416,928	3,578,865	3,813,160
(=) Utilidad bruta	1,454,891	1,653,231	1,797,810	1,935,702	2,001,235
(-) Gastos administrativos y de ventas	344,760	344,760	344,760	342,775	341,441
(=) Utilidad operativa	1,110,130	1,308,471	1,453,050	1,592,927	1,659,794
(-) Gastos financieros	162,661	138,721	111,097	79,222	42,441
(=) UAPI	947,470	1,169,750	1,341,953	1,513,705	1,617,353
Participaciones	94,747	116,975	134,195	151,370	161,735
(=) UAI	852,723	1,052,775	1,207,757	1,362,334	1,455,617
(-) Impuesto a la renta (29.5%)	251,553	310,569	356,288	401,889	429,407
(=) Utilidad Neta	601,170	742,206	851,469	960,446	1,026,210

7.4.3 Presupuesto de Estado de Situación Financiera (apertura)

Además, se construyó el balance general que refleja el estado de situación financiera para el primer año del horizonte de vida del proyecto en la tabla 7.23.

Tabla 7.23

Estado de Situación Financiera al 31 de diciembre del 2021

Estado de situación financiera al 31.12.2021			
Activo		Pasivo y patrimonio	
Activo corriente		Pasivo corriente	
Efectivo	404,345.70	Cuentas por pagar comerciales	56,808.88
Cuentas por Cobrar	576,885.14	Parte de la deuda a largo plazo	138,720.99
Productos Terminados	132,219.52	IR por pagar	20,962.77
Total activo corriente	1,113,450.37	Total pasivo corriente	216,492.64
Activo no corriente		Pasivo no corriente	
Terreno	1,287,106.80	Deuda a largo plazo	762,649.96
Edificio	668,965.34	Total pasivo no corriente	762,649.96
Maquinaria	207,908.66		
Mobiliario y equipo	180,049.51		
(-) Depreciación acumulada	151,290.95	Patrimonio	
Activos intangibles	289,561.90	Capital	2,015,439.49
Total activo no corriente	2,482,301.26	Resultado del ejercicio	541,052.59
		Reserva legal	60,116.95
		Total patrimonio	2,616,609.04
Total activo	3,595,751.63	Total pasivo y patrimonio	3,595,751.63

7.4.4 Flujo de fondos netos

7.4.4.1 Flujo de fondos económicos

De igual forma, se desarrolló el flujo de fondos económicos para todo el horizonte del proyecto en la tabla 7.24.

Tabla 7.24*Flujo de fondos económicos*

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Flujo de fondos económicos	0	1	2	3	4	5
Utilidad neta ajustada		704,378	830,225	921,960	1,010,712	1,053,139
(+) Ajuste por ventas		(576,885)	(37,479)	(37,479)	(37,479)	689,321
(+) Ajuste por pago a proveedores		56,809	1,231	3,404	3,673	(65,116)
(+) Depreciación y amortización		151,291	151,291	151,291	149,306	147,972
(+) Valor en libros						52,533
(-) Inversión	(3,072,363)					
(+) Recupero de cap de trab						438,771
(+) Venta terreno						1,287,107
Flujo fondos económicos	(3,072,363)	335,592	945,268	1,039,176	1,126,212	3,603,726

7.4.4.2 Flujo de fondos financieros

También, se realizó el flujo de fondos financieros para todo el horizonte del proyecto en la tabla 7.25.

Tabla 7.25*Flujo de fondos financieros*

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Flujo de fondos financieros	0	1	2	3	4	5
Utilidad neta		601,170	742,206	851,469	960,446	1,026,210
(+) Ajuste por ventas		(576,885)	(37,479)	(37,479)	(37,479)	689,321
(+) Ajuste por pago a proveedores		56,809	1,231	3,404	3,673	(65,116)
(+) Depreciación y amortización		151,291	151,291	151,291	149,306	147,972
(+) Valor en libros						52,533
(-) Inversión	(3,072,363)					
(+) Préstamo	1,056,924					
(-) Amortización de deuda		(155,553)	(179,492)	(207,116)	(238,991)	(275,772)
(+) Recupero de cap de trab						438,771
(+) Venta terreno						1,287,107
Flujo fondos financieros	(2,015,439)	76,832	677,758	761,569	836,954	3,301,025

7.5 Evaluación Económica y Financiera

7.5.1 Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR

Luego del desarrollo de los flujos, se realizó el cálculo correspondiente al COK según las siguientes fórmulas.

$$COK = rf + \beta \times (rm - rf) + rp; \text{ y}$$

$$\beta = \beta_u \times \left[1 + (1 - r) \times \frac{Deuda}{Capital} \right]$$

Los datos para el cálculo se encuentran en la tabla 7.26.

Tabla 7.26

Datos para el cálculo del COK

Fator	Descripción	Valor
rf	Tasa de interés que paga el día de hoy un activo libre de riesgo al plazo más cercano al proyecto	5.75%
rm	Rentabilidad promedio anual que entrega el mercado en el plazo	13.42%
rp	Tasa de riesgo país (no se considera para el presente estudio)	1.49%
β_u	β no apalancado	0.94
β	Índice normalizado que mide el riesgo de mercado de este activo	0.84
	COK	12.20%

Por tanto, la tasa que los accionistas esperarían ganar por invertir en el proyecto es de 12.20%.

A continuación, se calcularon los indicadores correspondientes a la evaluación económica en la tabla 7.27.

Tabla 7.27

Indicadores económicos

COK	12.20%
VAN E	1,450,871
TIR E	24.72%
B/C E	1.47
Periodo recupero	4 años y 3 meses

7.5.2 Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR

Para el cálculo del CPPC se utilizó la fórmula a continuación, cuyos datos se encuentran en la tabla 7.28.

$$CPPC = Kd \times (1 - T) \times Wd + Ke \times We$$

Tabla 7.28

Datos para el cálculo del CPPC

CPPC	tasa del costo promedio ponderado de capital para la empresa	11.73%
Kd	tasa del costo del financiamiento con deuda para la empresa	15.39%
Wd	participación de la deuda en el activo de la empresa	34.40%
Ke	tasa del costo del financiamiento con patrimonio para la empresa	12.20%
We	participación del patrimonio en el activo de la empresa	65.60%
T	tasa de impuesto a la renta	29.50%

También, se realizó el cálculo de los indicadores para el escenario financiero en la tabla 7.29.

Tabla 7.29

Indicadores financieros

COK	12.20%
CPPC	11.73%
VAN F	1,574,543
TIR F	29.55%
B/C F	1.75
Periodo recupero	4 años y 2 meses

7.5.3 Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros del proyecto

Para evaluar el proyecto, se realizó el cálculo de los principales indicadores de liquidez, eficiencia, endeudamiento y rentabilidad para el primer año del horizonte. Así, se obtuvieron los indicadores de liquidez de la tabla 7.30. Se observó que la empresa tiene una capacidad adecuada para atender sus deudas a corto plazo, cuenta con liquidez efectiva para cubrir sus pagos inmediatos y el monto es suficiente para operar con normalidad después de cubrir sus obligaciones inmediatas.

Tabla 7.30*Índices de liquidez*

Índices de liquidez	
Razón corriente	5.14
Razón de efectivo	1.87

También, se calcularon los índices de eficiencia en la tabla 7.31.

Tabla 7.31*Índices de eficiencia*

Índices de eficiencia	
Rotación de cuentas por cobrar	8.00
Rotación de cuentas por pagar	24.00
Rotación de inventarios	23.90
Rotación del activo total	1.28

Sobre la base de estos cálculos, se interpreta que, anualmente, la empresa cobra créditos en promedio cada 1.5 meses, convierte en efectivas sus cuentas por pagar 2 vez al mes, la rotación de los inventarios es aproximadamente cada 2 semanas y la empresa presenta un uso eficiente de los activos.

Además, los índices de endeudamiento resultaron en lo expuesto en la tabla 7.32.

Tabla 7.32*Índices de endeudamiento*

Índices de endeudamiento	
Razón Deuda Patrimonio	0.37
Razón de Endeudamiento	0.27
Razón de cobertura de intereses	5.82
Calidad de deuda	0.22

De lo anterior, se puede concluir que, por cada sol aportado por los accionistas, 0.37 soles van para pago de deuda, existe poco apalancamiento financiero que permite minimizar el riesgo financiero.

Por último, se obtuvieron los índices de rentabilidad en la tabla 7.33.

Tabla 7.33*Índices de rentabilidad*

Índices de rentabilidad	
Margen bruto	31.52%
Margen neto	13.03%
Rentabilidad neta del patrimonio (ROE)	22.98%
Rentabilidad neta sobre activos (ROA)	16.72%

De esta forma, se entiende que la ganancia resultante descontando los costos de producción representa el 31.52% de las ventas netas. Además, al cubrir los costos y gastos totales anuales, la utilidad disponible representa un 13.03% de las ventas en el primer año. También, el retorno de capital para el accionista se visualiza en una tasa de 22.98% en el primer año y la rentabilidad de las ventas como resultado del uso de los activos se refleja en un 16.72% en el primer año.

7.5.4 Análisis de sensibilidad del proyecto

Para comprobar la variabilidad en la rentabilidad del proyecto, se ha decidido evaluar los efectos en el cambio de precio para el proyecto.

Se realizó la prueba tanto para el escenario económico como para el caso en que se financie parte de la inversión en las tablas 7.34. y 7.35 respectivamente.

Tabla 7.34*Variación del precio en el escenario económico*

P. venta	Variación en valor de venta	VAN E	TIR E	B/C	Escenario
7.78	-10%	300,249	14.86%	1.10	Pesimista
8.64	-	1,450,871	24.72%	1.47	Actual
9.51	10%	2,601,493	34.15%	1.85	Optimista

Tabla 7.35*Variación del precio en el escenario financiero*

P. venta	Valor de venta	VAN F	TIR F	B/C	Escenario
7.78	-10%	409,311	16.45%	1.18	Pesimista
8.64	-	1,574,543	29.55%	1.75	Actual
9.51	10%	2,739,776	42.25%	2.32	Optimista

Así mismo, se realizó el análisis considerando una variación en los costos de materiales.

Tabla 7.36

Variación de los costos de materiales escenario económico

Variación en costos de materiales	VANE	TIRE	B/C	Escenario
-10%	1,782,704	27.67%	1.58	Optimista
-	1,450,871	24.72%	1.47	Actual
10%	1,118,036	21.77%	1.36	Pesimista

Tabla 7.37

Variación de los costos de materiales escenario financiero

Variación en costos de materiales	VANF	TIRF	B/C	Escenario
-10%	1,914,363	33.57%	1.92	Optimista
-	1,574,543	29.55%	1.75	Actual
10%	1,234,134	25.57%	1.58	Pesimista

En conclusión, el beneficio del proyecto no se ve afectado significativamente ante la variabilidad del costo de materiales, pero sí ante una variación en el precio del producto final.

CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

8.1 Análisis de indicadores sociales

Para determinar el impacto que tendría la implementación del proyecto en la sociedad se realizó el cálculo de los indicadores de valor agregado, la relación producto/capital, la intensidad de capital, densidad de capital y la productividad de la mano de obra, los cuales se detallarán a continuación.

Valor agregado

Este indicador mide el valor generado por el proceso productivo, el cual está compuesto por los gastos realizados en periodo de su vida útil: sueldos, depreciación, servicios, amortización, gastos financieros e impuestos. Equivalente a ello, son las ventas menos el costo de la materia prima, mostrado en la tabla 8.1.

Para el cálculo del valor actual neto del valor agregado se empleó el CPPC como la tasa de descuento social que representa un 11.73%. El resultado es de S/. 13,337,588 como se ve en la tabla 8.1.

Tabla 8.1

Valor agregado

	2021	2022	2023	2024	2025
Ventas	4,615,081	4,914,910	5,214,738	5,514,567	5,814,395
Costo MP e insumos	1,363,413	1,392,956	1,474,641	1,562,783	1,652,263
Valor agregado	3,251,668	3,521,954	3,740,097	3,951,783	4,162,132
VNA	13,337,588				

Relación producto/capital

Tabla 8.2

Relación producto/capital

Valor agregado	13,337,588
Inversión total	3,072,363
P/K	4.34

Por cada sol invertido, se generan 4.34 soles de valor agregado.

Intensidad de capital

Por otro lado, la contraparte de la relación producto capital es la intensidad de capital. Este indicador muestra que para generar un sol de valor agregado es necesaria una inversión de 0.23 soles.

Tabla 8.3

Intensidad de capital

Inversión total	3,072,363
Valor agregado	13,337,588
I.C.	0.23

Densidad de capital

Tabla 8.4

Densidad de capital

Inversión total	3,072,363
Número de trabajadores	84
D/P	36,576

La densidad de capital nos muestra la inversión promedio que rodea a cada persona. Siendo 84 el número promedio de personas fijas que laboraron en la planta en el horizonte del proyecto, la densidad de capital es de 36,576 soles.

Productividad de la mano de obra

Tabla 8.5

Productividad de la mano de obra

Valor agregado	13,337,588
Número de trabajadores	84
P	158,781

Finalmente, la productividad de la mano de obra calculada en la figura anterior nos muestra que por cada trabajador fijo que labora en la planta se generarían 160,687 soles de valor agregado.

CONCLUSIONES

A continuación, detallaremos las conclusiones:

- Mediante el estudio de mercado, se estimó una demanda creciente para el proyecto con un total de 672,646 bombardas para el último año.
- En la macro localización el factor más importante fue la cercanía al mercado objetivo y se obtuvo como resultado el departamento de Lima.
- En la micro localización el factor más relevante fue la cercanía a la materia prima y resultó que la mejor ubicación para la instalación de la planta está en el distrito de Ventanilla, Callao.
- El tamaño de planta estará limitado por el tamaño de mercado, dado que ni la tecnología, recursos productivos ni la inversión representan limitante para el proyecto.
- Para el financiamiento del proyecto, se obtendrá un préstamo a 5 años con MiBanco para solventar la compra de activos como el mobiliario, la maquinaria, el equipo complementario, EPP y la edificación.
- El proyecto es económica y financieramente viable. El VAN resultó positivo para ambos flujos de fondos. El VAN económico fue de S/. 1,450,871 y el VAN financiero de S/. 1,574,543.
- Por último, tras realizar la evaluación social del proyecto, se obtuvo como principal aporte la generación de 84 empleos para la comunidad y un valor agregado de S/. 13,337,588.

RECOMENDACIONES

A continuación, detallaremos las recomendaciones:

- Evaluar la posibilidad de ampliar el surtido de productos considerando que las estrellas fungen como insumo para gran variedad de productos pirotécnicos.
- Como estrategia de marketing, buscar alianzas de promoción con entidades del Estado como SUCAMEC y el MINAM que promuevan estos pirotécnicos por una mayor calidad, elaboración peruana y su naturaleza eco amigable.
- Evaluar la posibilidad de distribuir los productos al interior del país al poder abarcar las festividades y fiestas patronales de las provincias como nuevos focos de mercado.
- Invertir en innovación para el desarrollo de mayor variedad de productos que también minimicen su contaminación conforme al desarrollo.
- Al ser parte de la industria recreacional, se debe considerar el impacto de una posible recesión económica postergando el inicio de las operaciones hasta que la coyuntura nacional se estabilice.

REFERENCIAS

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (6 de mayo de 2016). *Resúmenes de Salud Pública - Percloratos (Perchlorates)*.
https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs162.html
- Aguinaga Iturralde, D. F. (2015). *Plan de negocio para la creación de una empresa de importación, comercialización y encendido de fuegos artificiales de venta libre y profesionales, en la ciudad de Quito* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador]. Repositorio institucional de Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8957/TEESIS%20DE%20GRADO%20DAVID%20AGUINAGA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alerta Semarnat sobre daños al ambiente y salud por fuegos artificiales. (12 de septiembre de 2018). *Excelsior*. <https://www.excelsior.com.mx/nacional/alerta-semarnat-sobre-danos-al-ambiente-y-salud-por-fuegos-artificiales/1264619>
- Alibaba. (s.f.). *Apilador eléctrico fácil de operar*. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/cheap-price-battery-electric-stacker-easy-to-operate-60787807411.html?spm=a2700.8699010.29.197.198c30daJyKR0G>
- Alibaba. (s.f.). *Balanza de alta precisión*. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/High-quality-disinfection-sterilization-304-stainless-60869396079.html?spm=a2700.7724838.2017115.49.6376b109a9r0U8>
- Alibaba. (s.f.). *Shells 3" fireworks*. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de https://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=&SearchText=fireworks+shells+3%22&viewtype=&tab=
- Alibaba. (s.f.). *Stainless steel mesh box*. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de https://www.alibaba.com/trade/search?IndexArea=product_en&CatId=&fsb=y&viewtype=&tab=&SearchText=stainless+steel+mesh+box
- Alibaba. (s.f.). *Storage Moving popular Plastic crate*. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de https://www.alibaba.com/product-detail/Hot-Sale-Storage-Moving-popular-Plastic_60678283658.html
- Alibaba. (s.f.). *Tool cart*. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de https://runtong.en.alibaba.com/product/266334942-804539346/tool_cart.html?spm=a2700.icbuShop.rect38f22d.2.451e6fedT64ued
- Alibaba. (s.f.). *WT-W22 mesa de trabajo larga con estante inferior*. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/wt-w22-long-worktable-with-under-shelf-575549660.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.72553d85w0Wf1F>

- Aliexpress. (s.f.). *Aliexpress.com*. Recuperado el 14 de octubre, de <https://es.aliexpress.com/>
- Anta Tárrega, M. (2016). *Análisis y mejora de propuesta de una empresa pirotécnica ubicada en Bélgica (Valencia)* [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica de Valencia, España]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica de Valencia.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/74761/An%C3%A1lisis%20y%20propuesta%20de%20mejora%20de%20una%20empresa%20pirot%C3%A9cnica.pdf?sequence=1>
- Ardiles Villamonte, R. (16 de octubre del 2019). Callao: Primer Puerto acelera proceso de modernización. *El Peruano*. <https://elperuano.pe/noticia-callao-primer-puerto-acelera-proceso-modernizacion-85477.aspx>
- Bacuilima Quinde, G., & Calle Ortega, M. A. (2010). *Propuesta para la implementación de un plan de gestión y de seguridad industrial, en las fábricas que elaboran fuegos artificiales en la ciudad de Cuenca caso empresa Jorge Bacuilima* [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/838/13/UPS-CT001939.pdf>
- Banco Mundial. (s.f.). *Población, total - México*. Recuperado el 20 de noviembre de 2019, de https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?end=2015&locations=MX&most_recent_year_desc=false&start=2014
- Cambridge University Press. (s.f.). Eco-friendly. En *Cambridge Dictionary*. Recuperado el 5 de noviembre de 2018, de <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/eco-friendly>
- Castro, M. (28 de febrero del 2018). México, entre los cuatro productores de fuegos pirotécnicos del mundo. *Edomex*. <http://nuestra-zona.com/mexico-entre-los-cuatro-productores-de-fuegos-pirotectnicos-del-mundo/>
- Colegio de Arquitectos del Perú Regional Lima. (Diciembre de 2019). *Cuadro de Valores Unitarios Oficiales de Edificaciones para la Costa*. Recuperado el 9 de diciembre de 2019, de <https://limacap.org/valores-unitarios/>
- Colliers International. (2018). *Reporte industrial IS 2018*.
<https://www2.colliers.com/es-PE/Research/IndIS2018>
- Compañía peruana de estudios de mercados y opinión pública. (2019). *Perú: Población 2019*.
http://www.cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/26/mr_poblacional_peru_201905.pdf
- Datos Perú. (s.f.). *Empresas por actividad*. Recuperado el 7 de noviembre de 2018, de <https://www.datosperu.org>

- Directiva N° 007-2018-SUCAMEC, Medidas de seguridad a ser consideradas en el desarrollo de espectáculos pirotécnicos y lineamientos que faciliten la presentación y atención de las solicitudes de autorizaciones para la realización de espectáculos pirotécnicos. (24 de mayo de 2018). <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-directiva-medidas-de-seguridad-a-ser-consideradas-resolucion-no-612-2018-sucamec-1651367-1>
- Directiva N° 008-2018-SUCAMEC, Clasificación, características técnicas y denominación genérica de productos pirotécnicos y sus materiales relacionados. (25 de mayo de 2018). <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-directiva-denominada-clasificacion-caracteristica-resolucion-no-630-2018-sucamec-1652372-1/>
- Directiva N° 012-2018-SUCAMEC, Condiciones y medidas de seguridad para la instalación y funcionamiento de locales y módulos de venta directa al público de productos pirotécnicos de uso recreativo. (23 de octubre de 2018). <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-directiva-condiciones-y-medidas-de-seguridad-para-resolucion-no-1020-2018-sucamec-1705493-1/>
- Directiva N° 019-2017-SUCAMEC, Compatibilidad de productos pirotécnicos y materiales relacionados. (24 de octubre de 2017). <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-directiva-compatibilidad-de-productos-pirotecnicos-resolucion-no-1090-2017-sucamec-1579811-1/>
- efc. (s.f.). *Juego 6 Botadores 16-226*. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de <https://www.shop.efc.com.pe/juego-6-botadores-16-226/p>
- FAMESA. (s.f.). *Locaciones*. Recuperado el 6 de noviembre de 2018, de <http://mail95.famesa.com.pe/Locaciones.htm>
- Firesmith. (s.f.). *Products*. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de <https://firesmith.com/products-1?olsPage=products>
- Google Maps. (s.f.). *Maps*. Recuperado el 7 de octubre de 2019, de <https://www.google.com/maps>
- INEI. (2010). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme (Revisión 4)*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digiales/Est/Lib0883/Libro.pdf
- INEI. (2017). *Perú: evolución de los Indicadores de Empleo e Ingresos por Departamento, 2007-2016*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digiales/Est/Lib1441/libro.pdf
- INEI. (2019). *PBI de los Departamentos, según actividades económicas*. <http://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/pbi-de-los-departamentos-segun-actividades-economicas-9110/>

- INEI. (2019). *Perú: Estimaciones y proyecciones de la población total, por sexo y años calendario, 1950-2070 (boletín de análisis demográfico N°38)*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1665/libro.pdf
- INEI. (s.f.). *Perú en cifras*. Recuperado el 15 de enero de 2020, de
<https://www.inei.gob.pe/>
- INEI. (s.f.). *Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones*. Recuperado el 15 de noviembre de 2018, de
<http://webinei.inei.gob.pe:8080/SIRTOD1/inicio.html#>
- INEI. (s.f.). *Sistema Integrado de Estadísticas de la Criminalidad y la Seguridad Ciudadana*. Recuperado el 15 de octubre de 2019, de
<https://datacrim.inei.gob.pe/ciudadano/>
- Instituto Mexiquense de la Pirotecnia. (s.f.). *Verificación de talleres*. Recuperado el 10 de septiembre de 2019, de <http://imepi.edomex.gob.mx/tripticos>
- Instituto Nacional de Calidad. (2017). *Explosivos y materiales relacionados de uso civil. Etiquetado* (3ª ed.) <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=24905>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Perú: Crecimiento y distribución de la población, 2017*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf
- Jaramillo, K. (24 de diciembre de 2017). Pólvora: entienda por qué es fatal para el medio ambiente. *Latin American Post*. <https://latinamericanpost.com/es/18686-polvora-entienda-por-que-es-fatal-para-el-medio-ambiente>
- LEEC. (s.f.). *Products*. Recuperado el 11 de octubre de 2019, de
<http://www.leec.co.uk/products/laboratory/drying-cabinets/drying-cabinets>
- Maestro. (s.f.). *Productos*. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de
<https://www.maestro.com.pe/cart/search/2f7fd756601fc356a34af664af673264?rel=page&page=>
- Maestro. (s.f.). *Productos*. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de
<https://www.maestro.com.pe/productos/jardin/mochila-manual-xp-20-11>
- Mercado Libre. (s.f.). *Industrias y oficinas*. Recuperado el 18 de octubre de 2019, de
https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-426771789-guillotina-de-palanca-tam-a3-para-300-hojas-_JM?quantity=1
- Ministerio de Energía y Minas. (2019). *Principales indicadores de sector eléctrico a nivel nacional - enero 2019*.
http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/promocion%20electrica/Reporte%20mensual%20_%20Generaci%C3%B3n%20Nacional_%20Dicembre%202018-Rev3.pdf

- Ministerio de Producción. (2018). *Parques industriales*. Recuperado de <https://www.produce.gob.pe>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2011). *Normalización de Infraestructura urbana y propuesta de estándares*. <http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/Documentos/Normativa/NormasPropuestas/EstandaresUrbanismo/CAPITULOIII.pdf>
- Municipalidad de Chilca. (3 de julio de 2014). *Texto Único de Procedimientos Administrativos*. <http://municipalidadchilca.gob.pe/egoWebSiteChilca/Ffile/DGestion/tupa%202014.PDF>
- Municipalidad de Lurigancho-Chosica. (2011). *Texto Único de Procedimientos Administrativos*. <https://munichosica.pe/wp-content/uploads/2019/05/tupa2011.pdf>
- Municipalidad de Ventanilla. (26 de diciembre del 2016). *Texto Único de Procedimientos Administrativos*. <http://www.muniventanilla.gob.pe/portalTransparencia/documentos/file2087.pdf>
- NAVIDAD 2018: Ferias autorizadas para la venta de productos pirotécnicos 2018. (24 de diciembre de 2018). *Educación en Red*. <https://noticia.educacionenred.pe/2018/12/navidad-2018-ferias-autorizadas-venta-productos-pirotecnicos-2018-sucamec-gob-pe-165685.html>
- Pineda Hernández, U. M., Ochoa Moreno, J. F., Zavala Tenopala, B. H., Piedras Rubio, G., & Zúñiga Domínguez, L. A. (2018). *Proyecto para optimizar y gestionar los procesos en la elaboración del crisantemo pirotécnico*. (Registro I7.2462) [Tesina de Licenciatura, Instituto Politécnico Nacional, México] <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/24439/PROYECTO%20PARA%20OPTIMIZAR%20Y%20GESTIONAR%20LOS%20PROCESOS%20EN%20LA%20ELABORACION%20DEL%20CRISANTEMO%20PIROTECNICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pirotecnia ocupa el 45% del mercado de los explosivos en el mundo. (11 de julio del 2018). *Arena Pública*. <https://www.arenapublica.com/articulo/2018/07/11/12451/industria-pirotecnia-en-tultepec-mexico-fuegos-artificiales-chinos-importados>
- Población del Perú totalizó 31 millones 237 mil 385 personas al 2017. (25 de junio del 2018). *INEI*. <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/poblacion-del-peru-totalizo-31-millones-237-mil-385-personas-al-2017-10817/>
- Proyecto de Directiva que regula las condiciones y medidas de seguridad de las instalaciones de almacenamiento de Explosivos y Materiales Relacionados y disposiciones para la presentación de la solicitud de autorización de almacenamiento de Explosivos y Materiales Relacionados. (2019). <https://www.sucamec.gob.pe/web/wp-content/uploads/2019/08/DIRECTIVA-DE-ALMACENAMIENTO-GEPP.pdf>

- PyroData. (s.f.). *Chrysanthemum 8*. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de <https://pyrodata.com/compositions/Chrysanthemum-8>
- PyroData. (s.f.). *White Comet #1*. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de <https://pyrodata.com/compositions/White-comet-1>
- Pyrodirect. (s.f.). *Cortadora de mechas*. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de <http://www.pyrodirect.com/Item/101-0101>
- Ractem. (s.f.). *Estantería Picking*. Recuperado el 15 de setiembre de 2019, de <https://www.ractem.es/estanteria-picking.html>
- Reglamento de la Ley N° 30299, Ley de Armas de Fuego, Municiones, Explosivos, Productos Pirotécnicos y Materiales Relacionados de Uso Civil. (21 de julio de 2016) <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-de-la-ley-n-30299-ley-de-armas-de-fueg-decreto-supremo-n-008-2016-in-1400743-1/>
- Resolución Directorial N° 365. (20 de diciembre de 2018). https://www.produce.gob.pe/produce/descarga/dispositivos-legales/100576_1.pdf
- Sabatini, J. (2018). A Review of illuminating Pyrotechnics. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 43, 28-37. Doi:10.1002/prep.201700189
- SerPeruano. (2020). *Mapa Departamental del Perú*. Recuperado de <http://www.serperuano.com/geografia/mapa-departamental-del-peru/>
- Skylighter. (s.f.). *Fireworks Manufacturing Supplies*. Recuperado el 18 de octubre de 2019, de <https://www.skylighter.com/collections/fireworks-manufacturing-supplies>
- Sodimac Home Center. (s.f.). *Cuchilla 18 mm*. Recuperado el 18 de octubre de 2019, de <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/15444X/Cuchilla-18-mm/15444X>
- Sodimac Home Center. (s.f.). *Espátula con mango de madera*. Recuperado el 18 de octubre de 2019, de <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/3551016/Espatula-con-mango-de-Madera/3551016>
- Sodimac Home Center. (s.f.). *Estante metal*. Recuperado el 18 de octubre de 2019, de <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/1998161/estante-metal-50x100x192cm-1500-kg>
- Sodimac Home Center. (s.f.). *Martillo de jebe*. Recuperado el 18 de octubre de 2019, de <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/3552020/Martillo-de-Jebe-12Oz/3552020>
- SUCAMEC. (2017). *Ferias de productos pirotécnicos autorizadas por la SUCAMEC*. <https://www.sucamec.gob.pe/web/index.php/comunicados-lista/575-ferias-de-productos-pirotecnicos-autorizadas-por-la-sucamec-2015>

- SUNAT . (2017). *Consultar por partida*. http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itconsultadwh/ieITS01Alias?accion=consultar&CG_consulta=2
- SUNAT . (2018). *Convenios Internacionales*.
<http://www.aduanet.gob.pe/servlet/aigci01?partida=3604100000&Mopc=2&Clib=%20504>
- Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2019).
Operatividad Aduanera.
<http://www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera/index.html>
- Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de Uso Civil. (2018). *Gerencia de explosivos y productos pirotécnicos de uso civil*. <http://www.sucamec.gob.pe/web/index.php/tupa-vigente/12-servicios/79-03-gerencia-de-explosivos-y-productos-pirotecnicos-de-uso-civil>
- Superintendencia Nacional de los Registros Públicos. (2018). *Constituye tu empresa en seis pasos*.
<https://www.sunarp.gob.pe/PRENSA/inicio/post/2018/08/03/constituye-tu-empresa-en-seis-pasos>
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2018). *Consulta de tarifas*.
<http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/eps/estudios-tarifarios/tarifas-vigentes>
- Sutran: Sólo transportistas autorizados por ley pueden trasladar material pirotécnico. (21 de octubre del 2011). *Andina*.
<https://andina.pe/agencia/noticia.aspx?id=383134>
- The Office. (16 de septiembre de 2019). *Sociedades en el Perú: ¿Cuál es la mejor para tu negocio?*. <http://theoffice.pe7blog7tipod-de-sociedades-en-el-peru>
- Veritrade. (agosto de 2019). *3604100000 Artículos para fuegos artificiales*.
<http://business.veritrade.info/Veritrade/MisBusquedas.aspx>
- Yovon. (2019). *Firework Machine*. <http://www.fireworkmachine.com/>

BIBLIOGRAFÍA

- Arroyo, P., & Vásquez R. (2016). *Ingeniería Económica: ¿cómo medir la rentabilidad de un proyecto?*. Fondo Editorial de la Universidad de Lima.
- Díaz, B., & Noriega, M. (2017). *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios*. Fondo Editorial de la Universidad de Lima.
- Sánchez, A. (s.f.). *La química de los fuegos artificiales*.
<http://www.cvatocha.com/documentos/quimica/fuegos.pdf>
- Sotomayor, A., & Power, G. (2019). *Tecnologías limpias y medio ambiente en el sector industrial peruano. Casos prácticos*. Fondo Editorial de la Universidad de Lima.
- Srinivasan, K. (enero de 2017). Eco-friendly fireworks for atom bomb (local name of cracker bomb). *Journal of Advanced Applied Scientific Research.*, 1(7), Artículo 21. <http://www.joaasr.com/index.php/joaasr/article/view/59>



ANEXOS

Anexo 1: Transcripción de la entrevista

FECHA: 22/10/2019

ENTREVISTADO: Juan Ricardo Piroja, presidente del Sector de Importadores y Comerciantes de Productos Pirotécnicos de Uso Recreativo de la CCL.

1. PRESENTACIÓN DEL TEMA DE TESIS

Breve introducción del tema de tesis

2. FACTOR DIVISIÓN DEL SECTOR Y PARTICIPACIÓN

Entrevistadora: ¿Cuáles de las empresas listadas se dedican a la realización de shows pirotécnicos?

A continuación, presentamos el listado de las empresas con los comentarios correspondientes:

Empresas	¿Realiza shows de pirotecnia? (Respuestas del Sr. Piroja)
Mega Eventos Quilmana S.A.C.	<i>Es importador, pero no hace shows.</i>
Lizjim S.A.C.	<i>No</i>
Nisiyin S.A.C.	<i>No</i>
Inversiones y Servicios Múltiples San Sebastián	<i>No</i>
Two Start S.A.C.	<i>Desconoce</i>
Tiki Tiki S.A.C.	<i>No</i>
Corporación Challenger S.A.C	<i>Sí</i>
Sky & Fire S.A.C.	<i>Ambos</i>
Tati Mati S.A.C.	<i>No</i>
Inversiones Hotaru S.A.C.	<i>No</i>
Eventos Tres Estrellas S.A.C.	<i>No</i>
Machupicchu Importaciones S.A.C.	<i>Sí</i>
Peruvian Fireworks S.A.C	<i>Sí</i>
Fuegos Artificiales Grupo Carrión S.A.C.	<i>Desconoce</i>
Corporación Multifuegos S.A.C.	<i>Sí</i>
Corporación Sishe E.I.R.L.	<i>Desconoce</i>
Fuegos Del Milenio S.A.C.	<i>Sí</i>
Corporación Multiservice S.A.C.	<i>Sí</i>

3. FACTOR LÍNEA DE PRODUCTO

Entrevistadora: De lo importado para shows, ¿cuánto representa en porcentaje las bombardas?

Sr. Piroja: *Un 30%, mientras que el 70% restante consiste principalmente en tortas*

4. FACTOR GEOGRÁFICO

Entrevistadora: ¿Dónde considera que se encuentre concentrada la mayor cantidad de empresas que realizan shows pirotécnicos actualmente y en qué proporción?

Sr. Piroja: *En Lima un 50%. También hay empresas de este tipo en Arequipa, Trujillo, Piura, Huaraz, Huancayo, Cusco.*

5. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Entrevistadora: ¿Cuál es el tamaño/ presentación de bombardas que más se utiliza en shows? (definición de producto)

Sr. Piroja: *Se usan más las de 3" (pulgadas de diámetro) que pueden alcanzar unos 30 metros de altura aproximadamente.*

Entrevistadora: ¿Cuál es el rango de precio unitario de esa bombardas? (definición de precio)

Sr. Piroja: *Nosotros compramos este producto en China por un precio FOB de \$ 1.95 al que adicional se debe agregar un 40% de flete y derechos más un 18% de IGV.*

6. ESTACIONALIDAD

Entrevistadora: ¿Cuál considera que es la estacionalidad observada durante el año para la realización de shows?

Sr. Piroja: *Sobre eso pueden consultar el artículo del INEI "Perú celebra 6 mil 882 festividades anualmente", en todas estas festividades se utilizan fuegos artificiales. Este artículo también refleja lo arraigado que están las fiestas costumbristas en la cultura peruana.*

Estas celebraciones son constantes, debido a que, por propia definición, los aniversarios son en la misma fecha cada año.

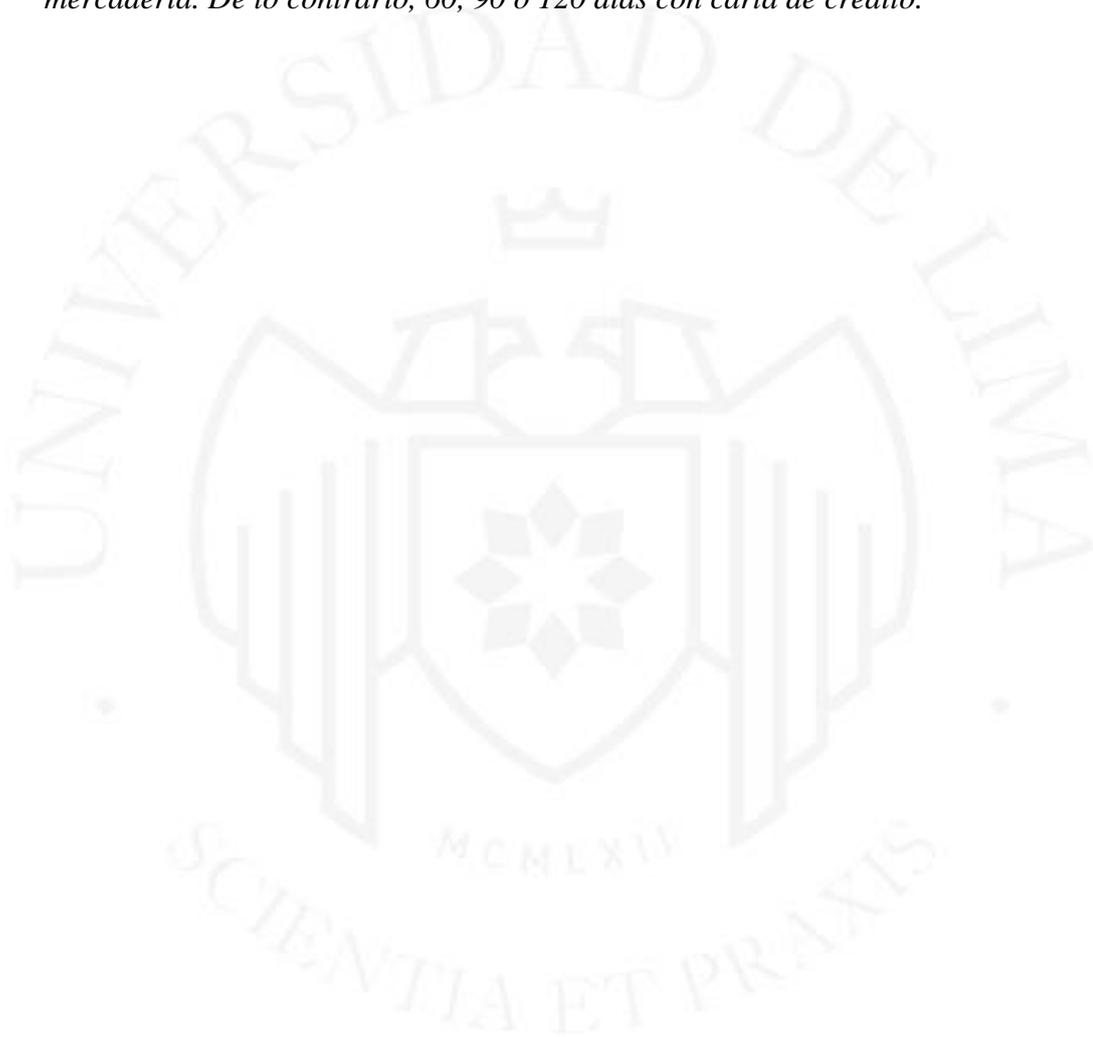
Entrevistadora: ¿Con cuánto tiempo de anticipación necesita el producto antes del show?

Sr. Piroja: *Cuando se trata de obtener las autorizaciones, estas se gestionan con 7 días antes de realizarse el evento.*

7. PERIODO PROMEDIO DE PAGO

Entrevistadora: ¿Los pagos a proveedores los realiza a cuantos días?

Sr. Piroja: *Si el proveedor no te conoce, se debe realizar antes de embarcar la mercadería. De lo contrario, 60, 90 o 120 días con carta de crédito.*



Anexo 2: Cálculo del factor utilización

Subproceso	Tiempo real (min)	Tiempo de carga (min)	Tiempo de descarga (min)	Tiempo de limpieza (min)	Tiempo de almuerzo (min)	Tiempo de operación (min)	Factor utilización
Preparado de insumos	480.00	0.00	0.00	5.00	45.00	430.00	0.90
Ensamble de bombardas	480.00	0.00	0.00	5.00	45.00	430.00	0.90
Tamizado de estrellas doradas	480.00	0.00	0.00	10.00	45.00	425.00	0.89
Tamizado de carga de apertura	480.00	0.00	0.00	10.00	45.00	425.00	0.89
Formado de estrellas doradas	480.00	0.00	0.00	15.00	45.00	420.00	0.88
Imprimado de estrellas doradas	480.00	1.00	60.00	15.00	45.00	359.00	0.75
Imprimado de carga de apertura	480.00	1.00	60.00	15.00	45.00	359.00	0.75
Primer secado de estrellas doradas	480.00	2.22	2.22	10.00	0.00	465.56	0.97
Segundo secado de estrellas doradas	480.00	3.33	6.67	10.00	0.00	460.00	0.96
Secado de carga de apertura	480.00	3.33	6.67	10.00	0.00	460.00	0.96
Prueba destructiva	480.00	0.00	0.00	10.00	45.00	425.00	0.89

Anexo 3: Cálculo del factor eficiencia

Subproceso	Constantes		Variables	Descripción de suplementos variables	Tiempo observado (minutos)	Factor valoración	Factor suplementos	Tiempo estándar (minutos)	Factor eficiencia
	Personales	Fatiga							
Preparado de insumos	0.05	0.04	0.01	Trabajo bastante monótono (0.01)	1.11	0.8	1.10	0.98	0.88
Ensamble de bombardas	0.05	0.04	0.01	Trabajo de cierta precisión (0.00), trabajo bastante monótono (0.01)	5.52	0.8	1.10	4.86	0.88
Tamizado de estrellas doradas	0.05	0.04	0.02	Levantamiento de pesos (0.01), trabajo bastante monótono (0.01)	4.50	0.8	1.11	4.00	0.89
Tamizado de carga de apertura	0.05	0.04	0.02	Levantamiento de pesos (0.01), trabajo bastante monótono (0.01)	4.50	0.8	1.11	4.00	0.89
Formado de estrellas doradas	0.05	0.04	0.02	Levantamiento de pesos (0.01), trabajo bastante monótono (0.01)	0.04	0.8	1.11	0.04	0.89
Imprimado de estrellas doradas	0.05	0.04	0.05	Trabajo de pie (0.02), levantamiento de pesos (0.02), trabajo bastante monótono (0.01)	0.37	0.8	1.14	0.34	0.91
Imprimado de carga de apertura	0.05	0.04	0.05	Trabajo de pie (0.02), levantamiento de pesos (0.02), trabajo bastante monótono (0.01)	0.37	0.8	1.14	0.34	0.91
Primer secado de estrellas doradas	0	0	0	No aplica	48.94	1.0	1.0	48.94	1.00
Segundo secado de estrellas doradas	0	0	0	No aplica	31.14	1.0	1.0	31.14	1.00
Secado de carga de apertura	0	0	0	No aplica	14.40	1.0	1.0	14.40	1.00
Prueba destructiva	0.05	0.04	0.05	Tensión auditiva (0.05)	0.00	0.8	1.14	0.00	0.91