

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE GRAFENO USADO COMO ADITIVO PARA CONCRETO A BASE DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PLÁSTICOS

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Claudia Vanessa Cribillero Meza

Código 20161958

Vanya Georgina Patricio Miranda

Código 20161088

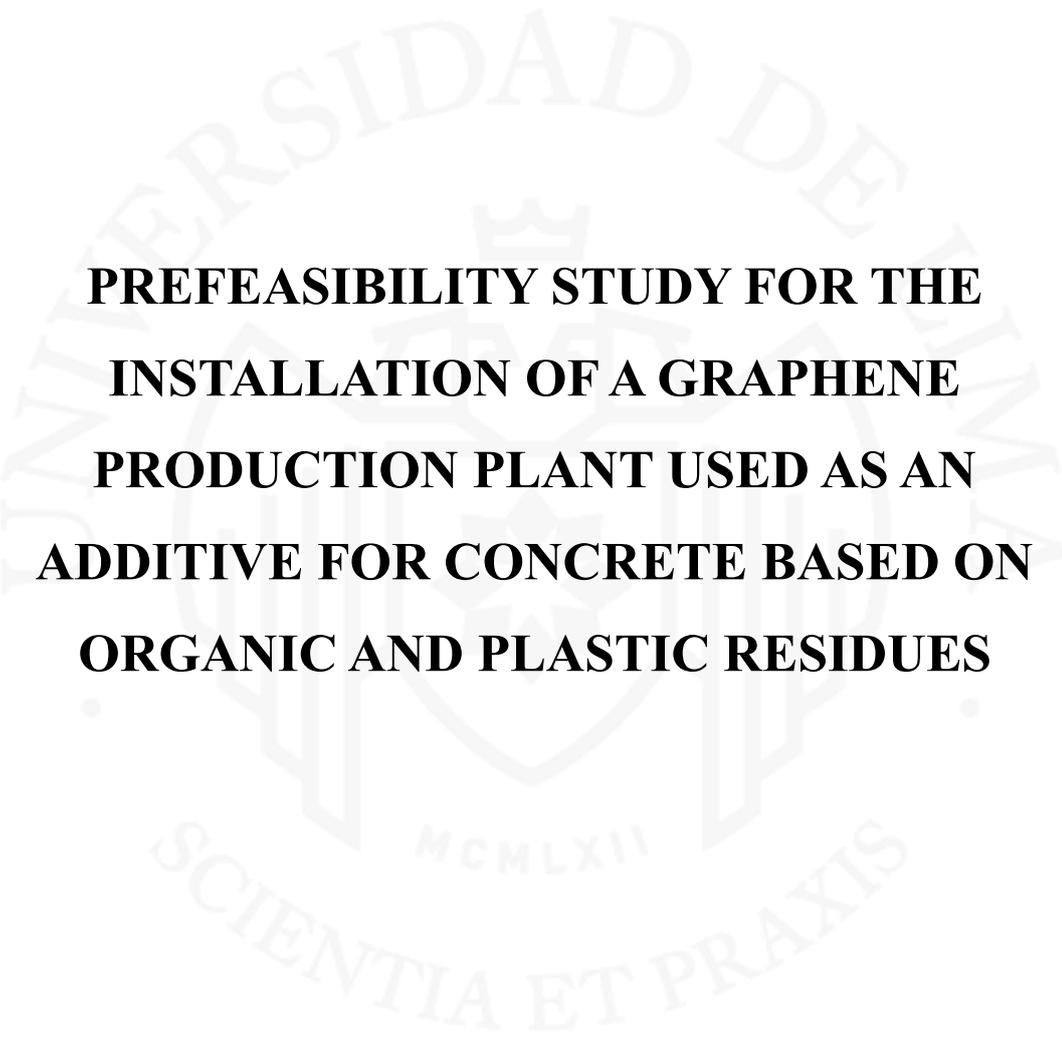
Asesor

Ana Maria Almandoz Nuñez

Lima – Perú

Marzo de 2022





**PREFEASIBILITY STUDY FOR THE
INSTALLATION OF A GRAPHENE
PRODUCTION PLANT USED AS AN
ADDITIVE FOR CONCRETE BASED ON
ORGANIC AND PLASTIC RESIDUES**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	EJECUTIVO
XVIII	
ABSTRACT.....	XIX
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1 Problemática de investigación	1
1.2 Objetivos de la investigación.....	2
1.3 Alcance de la investigación	3
1.4 Justificación de la investigación	3
1.5 Hipótesis de trabajo	5
1.6 Marco referencial.....	6
1.7 Marco conceptual.....	8
CAPITULO 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	12
2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio.....	13
2.1.4 Análisis del sector industrial	14
2.1.5 Modelo de Negocios (Canvas).....	18
2.2 Metodología por emplear en la investigación de mercado	19
2.3 Demanda potencial	19
2.3.1 Patrones de consumo.....	19
2.3.2 Determinación de la demanda potencial en base a patrones de consumo.....	20
2.4 Determinación de la demanda del mercado	21
2.4.1 Demanda del proyecto en base a data histórica	21

2.5	Análisis de la oferta	29
2.5.1	Empresas productoras, importadoras y comercializadoras	29
2.5.2	Participación de mercado de los competidores actuales	30
2.5.3	Competidores potenciales	31
2.6	Definición de la estrategia de comercialización	32
2.6.1	Políticas de comercialización y distribución.....	32
2.6.2	Publicidad y promoción	32
2.6.3	Análisis de precios	33
CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA.....		36
3.1	Identificación y análisis detallado de los factores de localización	36
3.2	Identificación y descripción de las alternativas de localización	37
3.2.1	Identificación y descripción de las alternativas de macro localización	37
3.2.2	Identificación y descripción de las alternativas de micro localización.....	39
3.3	Evaluación y selección de localización	41
3.3.1	Evaluación y selección de la macro localización.....	41
3.3.2	Evaluación y selección de la micro localización	48
CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA		52
4.1	Relación tamaño-mercado	52
4.2	Relación tamaño- recursos productivos.....	52
4.3	Relación tamaño-tecnología	54
4.4	Relación tamaño- punto de equilibrio.....	54
4.5	Selección del tamaño de planta.....	55
CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECYO		57
5.1	Definición técnica del producto.....	57
5.1.1	Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto	57
5.1.2	Marco regulatorio para el producto.....	59

5.2	Tecnologías existentes y procesos de producción	60
5.2.1	Naturaleza de la tecnología requerida.....	60
5.2.2	Proceso de producción.....	63
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.....	74
5.4	Capacidad instalada	82
5.4.1	Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos.....	82
5.4.2	Cálculo de la capacidad instalada.....	85
5.5	Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto	86
5.5.1	Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto.....	86
5.6	Estudio de impacto ambiental.....	88
5.7	Seguridad y salud.....	91
5.7.1	Matriz de Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Control	93
5.7.2	Política de Seguridad y Salud Ocupacional	95
5.8	Sistema de mantenimiento.....	95
5.9	Diseño de la cadena de suministro.....	97
5.9.1	Factores para la programación de la producción	98
5.10	Programa de producción	99
5.11	Requerimiento de insumos, servicios y personal directo.....	99
5.11.1	Materia prima, insumos y otros materiales.....	99
5.11.2	Servicios: Energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.....	102
5.11.3	Determinación del número de trabajadores indirectos.....	103
5.11.4	Servicios de terceros	103
5.12	Disposición de planta.....	104

5.12.1	Características físicas del proyecto.	104
5.12.2	Determinación de las zonas físicas requeridas.	113
5.12.3	Cálculo de áreas para cada zona.	114
5.12.4	Dispositivos de seguridad industrial y señalización.	119
5.12.5	Disposición de detalle de la zona productiva.	122
5.12.6	Disposición general.	123
5.1	Cronograma de implementación.	126
CAPITULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN.		127
6.1	Formación de la organización empresarial.	127
6.2	Requerimiento de personal directivo, administrativo y de servicios.	128
6.3	Esquema de la estructura organizacional.	130
CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO.		131
7.1	Inversiones.	131
7.1.1	Estimación de las inversiones de largo plazo (tangibles e intangibles)	131
7.1.2	Estimación de las inversiones de corto plazo (Capital de trabajo)	132
7.2	Costos de producción.	133
7.2.1	Costos de las materias primas.	133
7.2.2	Costo de la mano de obra directa.	133
7.2.3	Costo Indirecto de Fabricación.	134
7.3	Presupuesto Operativos.	135
7.3.1	Presupuesto de ingreso por ventas.	135
7.3.2	Presupuesto operativo de costos.	135
7.3.3	Presupuesto operativo de gastos.	136
7.4	Presupuestos Financieros.	137
7.4.1	Presupuesto de Servicio de Deuda.	137
7.4.2	Presupuesto de Estado Resultados.	138

7.4.3	Presupuesto de Estado de Situación Financiera (apertura)	140
7.4.4	Flujo de fondos netos	141
7.5	Evaluación Económica y Financiera	143
7.5.1	Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR.....	143
7.5.2	Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR	143
7.5.3	Análisis de ratios	143
7.5.4	Análisis de sensibilidad del proyecto.....	145
	CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL.....	148
8.1	Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto	148
8.2	Análisis de indicadores sociales	148
	CONCLUSIONES	151
	RECOMENDACIONES	152
	REFERENCIAS.....	153
	BIBLIOGRAFIA	160
	ANEXO	161

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Consumo per cápita anual de cemento de Perú y Panamá en kg.....	20
Tabla 2.2 Demanda potencial del aditivo para concreto a base de grafeno	21
Tabla 2.3 Producción histórica del cemento en toneladas, 2014 – 2019	21
Tabla 2.4 Importación y exportación histórica del cemento en toneladas	22
Tabla 2.5 Demanda Interna Aparente histórica de los aditivos en toneladas.....	23
Tabla 2.6 Información histórica del PBI del sector construcción y del DIA	23
Tabla 2.7 Proyección de la DIA del aditivo para grafeno, 2020 – 2025	24
Tabla 2.8 Segmentación de la demanda del proyecto.....	28
Tabla 2.9 Demanda del proyecto, 2021 - 2025.....	28
Tabla 3.1 Distancia y tiempo de viaje terrestre a Lima Metropolitana.....	41
Tabla 3.2 Número de parques industriales por región.....	42
Tabla 3.3 Precio promedio por metro cuadrado del terreno industrial	43
Tabla 3.4 PEA con educación superior universitaria	43
Tabla 3.5 Consumo de electricidad del mercado eléctrico por tipo de uso	45
Tabla 3.6 Tarifario del Servicio Público de Electricidad	46
Tabla 3.7 Número de empresas operadoras de RRSS.....	46
Tabla 3.8 Tabla de enfrentamiento de factores.....	47
Tabla 3.9 Escala de Calificación	48
Tabla 3.10 Ranking de Factores	48
Tabla 3.11 Empresas concreteras por distrito, 2020	49
Tabla 3.12 Empresas recolectoras por distrito, 2020	49
Tabla 3.13 Costo promedio por metro cuadrado de terrenos industriales.....	50
Tabla 3.14 Índices de seguridad ciudadana.....	50

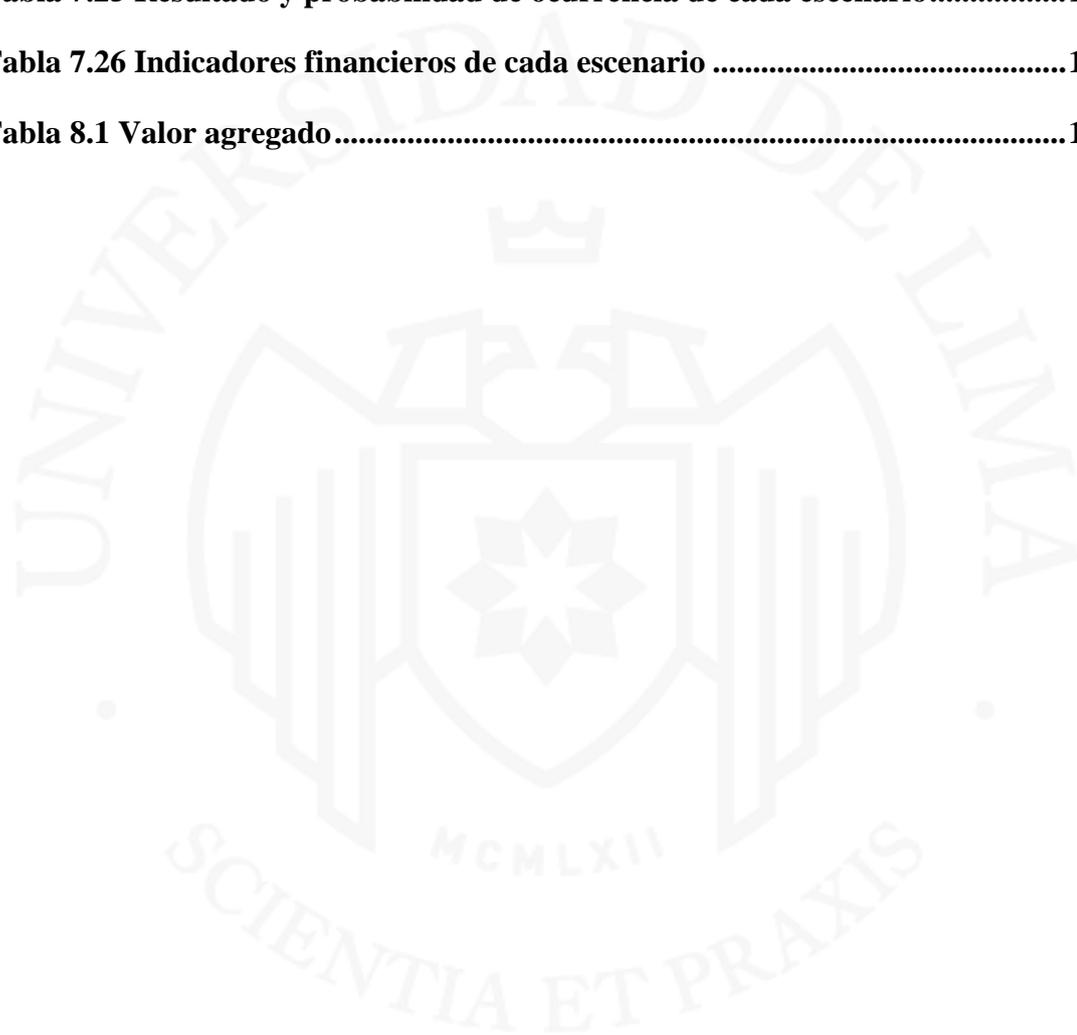
Tabla 3.15	Tabla de enfrentamiento para micro localización	51
Tabla 3.16	Ranking de factores para la micro localización	51
Tabla 4.1	Relación tamaño- mercado en sacos, 2021-2025	52
Tabla 4.2	Cantidad de residuos orgánicos disponibles en toneladas, 2021-2025	53
Tabla 4.3	Cantidad de residuos plásticos disponibles en toneladas, 2021-2025.....	53
Tabla 4.4	Proporción total de producto obtenido, 2021-2025.....	54
Tabla 4.5	Costos y gastos fijos anuales en soles, 2021	55
Tabla 4.6	Costos y gastos variables unitarios en soles, 2021.....	55
Tabla 4.7	Relaciones tamaño-variables para el proyecto en sacos de 25 kg.....	56
Tabla 5.1	Diseño del producto	57
Tabla 5.2	Cuadro de especificaciones técnica del producto.....	58
Tabla 5.3	Comparación los diferentes procesos de producción de grafeno	62
Tabla 5.4	Escala de Calificación.....	62
Tabla 5.5	Puntuación total obtenida de los diferentes procesos	63
Tabla 5.6	Tabla comparativa para la rompedora de balanzas.....	69
Tabla 5.7	Tabla comparativa para la rompedora de fardos.....	69
Tabla 5.8	Tabla comparativa para el molino de cuchillos	70
Tabla 5.9	Tabla comparativa para la separadora de banales.....	70
Tabla 5.10	Tabla comparativa para la máquina lavadora de plástico	70
Tabla 5.11	Tabla comparativa para la centrifugadora	71
Tabla 5.12	Tabla comparativa para la máquina de lavado de frutas	71
Tabla 5.13	Tabla comparativa para la máquina de secado	71
Tabla 5.14	Tabla comparativa para la cortadora	72
Tabla 5.15	Tabla comparativa para la moledora de rodillos.....	72
Tabla 5.16	Tabla comparativa para el tamizador	72

Tabla 5.17	Tabla comparativa para la mezcladora	73
Tabla 5.18	Tabla comparativa para la máquina de calentamiento instantáneo	73
Tabla 5.19	Tabla comparativa para la enfriadora.....	74
Tabla 5.20	Tabla comparativa para la embolsadora de cemento.....	74
Tabla 5.21	Tabla comparativa para la envolvedora de pellets	74
Tabla 5.22	Balanza industrial	75
Tabla 5.23	Rompedora de fardos	75
Tabla 5.24	Molino de cuchillos	75
Tabla 5.25	Separadora de banales.....	76
Tabla 5.26	Máquina de lavado de plásticos	76
Tabla 5.27	Centrifugadora de plásticos	76
Tabla 5.28	Máquina de lavado de orgánico.....	77
Tabla 5.29	Máquina de secado.....	77
Tabla 5.30	Cortadora	77
Tabla 5.31	Molino de rodillos	78
Tabla 5.32	Tamizador.....	78
Tabla 5.33	Mezcladora	78
Tabla 5.34	Máquina de calentamiento instantáneo	79
Tabla 5.35	Enfriadora de granulados	79
Tabla 5.36	Embolsadora.....	79
Tabla 5.37	Máquina de embalaje	80
Tabla 5.38	Impresora de inyección	80
Tabla 5.39	Transporte de tornillo	80
Tabla 5.40	Faja transportadora	81
Tabla 5.41	Detector de metales y PVC.....	81

Tabla 5.42 Sensor inductivo	81
Tabla 5.43 Cálculo del número de máquinas y operarios	83
Tabla 5.44 Cálculo de capacidad instalada	85
Tabla 5.45 Matriz de aspectos e impactos ambientales.....	88
Tabla 5.46 Límite de decibeles por zona.....	90
Tabla 5.47 Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos	93
Tabla 5.48 Plan de mantenimiento interno	96
Tabla 5.49 Plan de mantenimiento tercerizado preventivo	96
Tabla 5.50 Plan de mantenimiento tercerizado predictivo	97
Tabla 5.51 Política de inventarios finales en días por mes.....	98
Tabla 5.52 Inventario final en sacos de grafeno de 25 kg, 2020 – 2025	99
Tabla 5.53 Inventario promedio en sacos de grafeno de 25 kg, 2020 – 2025.....	99
Tabla 5.54 Plan maestro de producción en sacos de grafeno de 25 kg	99
Tabla 5.55 Cálculo del requerimiento de materia prima e insumos	101
Tabla 5.56 Requerimiento de energía eléctrica para el proceso productivo	102
Tabla 5.57 Requerimiento total de energía eléctrica en KW-h, 2021 – 2025	102
Tabla 5.58 Requerimiento de agua potable para el proceso productivo en m3	103
Tabla 5.59 Requerimiento total de agua potable en m3, 2021 - 2025.....	103
Tabla 5.60 Número de trabajadores indirectos.....	103
Tabla 5.61 Factor movimiento	108
Tabla 5.62 Factor espera	109
Tabla 5.63 Método Guerchet	114
Tabla 5.64 Área de racks del almacén de MP	116
Tabla 5.65 Área referencial de la zona de descanso	117
Tabla 5.66 Área referencial de zona administrativa	118

Tabla 5.67	Área referencial de los baños del área de producción	118
Tabla 5.68	Área referencial de los baños de la instalación medica	119
Tabla 5.69	Equipos de protección personal y su frecuencia de cambio.....	120
Tabla 5.70	Códigos relacionales	123
Tabla 5.71	Razones relacionales	123
Tabla 6.1	Perfiles de los puestos de trabajo.....	128
Tabla 7.1	Total activos fijos tangibles en soles	131
Tabla 7.2	Total activos fijos intangibles en soles.....	131
Tabla 7.3	Presupuesto operativo de gastos en soles, 2021	132
Tabla 7,4	Capital de trabajo	132
Tabla 7.5	Costo de materia prima en soles, 2021 – 2025.....	133
Tabla 7.6	Costo de mano de obra directa en soles, 2021 - 2025.....	133
Tabla 7.7	Costo indirecto de fabricación en soles, 2021 - 2025.....	134
Tabla 7.8	Presupuesto de ingreso por ventas en soles, 2021 - 2025	135
Tabla 7.9	Depreciación fabril en soles, 2021 - 2025	135
Tabla 7.10	Presupuesto operativo de costos en soles, 2021 - 2025.....	136
Tabla 7.11	Gasto administrativo en soles, 2021 - 2025	136
Tabla 7.12	Gasto de ventas en soles 2021 - 2025	137
Tabla 7.13	Inversión total del proyecto en soles	137
Tabla 7.14	Procedencia de inversión en soles.....	138
Tabla 7.15	Presupuesto de servicio de deuda en soles, 2020 - 2025.....	138
Tabla 7.16	Presupuesto de Estado de Resultados en soles, 2021 - 2025.....	139
Tabla 7.17	Presupuesto de balance de apertura en soles, 2020	140
Tabla 7.18	Balance general para el primer año, 2021	140
Tabla 7.19	Flujo de Fondos Económico en soles, 2020- 2025.....	141

Tabla 7.20 Flujo de Fondos Financiero en soles, 2020 - 2025	142
Tabla 7.21 Evaluación económica	143
Tabla 7.22 Evaluación financiera	143
Tabla 7.23 Resultado y probabilidad de ocurrencia de cada escenario.....	146
Tabla 7.24 Indicadores económicos de cada escenario.....	146
Tabla 7.25 Resultado y probabilidad de ocurrencia de cada escenario.....	147
Tabla 7.26 Indicadores financieros de cada escenario	147
Tabla 8.1 Valor agregado.....	149



INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 PEA desempleada, 2007 – 2018.....	5
Figura 2.1 Presentación del producto	12
Figura 2.2 Empresas dedicadas al sector construcción por departamentos	13
Figura 2.3 Canvas	18
Figura 2.4 Inversión Bruta Fija para el sector construcción, 2009 - 2020.....	20
Figura 2.6 Coeficiente de determinación del modelo de regresión línea	24
Figura 2.7 Participación PBI del sector construcción, 2020	25
Figura 2.8 Resultado de la encuesta de probabilidad de compra.....	27
Figura 2.9 Resultado de la encuesta de intensidad de compra	27
Figura 2.10 Participación de mercado por empresa.....	30
Figura 2.11 Resultado de la encuesta de lugar de adquisición del producto.....	32
Figura 2.12 Resultado de la encuesta sobre los medios de publicidad.....	33
Figura 2.13 Variación porcentual de agregados 2014-2019	34
Figura 2.14 Precio promedio de aditivo por marca	34
Figura 2.15 Matriz calidad -precio	35
Figura 2.16 Resultado de la encuesta sobre disposición de precios a pagar.....	35
Figura 3.1 Mapa de parques industriales en el Perú	37
Figura 3.2 Número de empresas dedicadas a la gestión de residuos sólidos	38
Figura 3.3 Zonas Industriales en el departamento de Lima	39
Figura 3.4 Empresas concreteras de Lima	40
Figura 3.5 Mapa Vial Nacional, 2016.....	44
Figura 3.6 Red Vial Nacional según departamentos, 2016	44
Figura 3.7 Potencia instalada del mercado eléctrico por departamento, 2015	45

Figura 3.8 Porcentaje de empresas operadoras de RRSS	47
Figura 5.1 Montacarga	105
Figura 5.2 Carretilla hidráulica	106
Figura 5.3 Faja transportadora	106
Figura 5.4 Transportador de tornillo sin fin	107
Figura 5.5 Carretilla plana	107
Figura 5.6 Plano de producción.....	122
Figura 5.7 Tabla relacional	124
Figura 5.8 Diagrama relacional de actividades.....	124
Figura 5.9 Plano de la planta de aditivos para cemento a base de residuos.....	125
Figura 5.10 Cronograma de implementación.....	126
Figura 6.1 Esquema de la estructura organizacional	130

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Formato de la encuesta.....	162
Anexo 2: Especificación normalizada de aditivos incorporadores de aire	164
Anexo 3: Especificación normalizada de aditivos químicos para concreto.....	166
Anexo 4: Tecnologías por utilizar por cada operación del proceso productivo....	167
Anexo 5: Especificación técnica de la soda caustica	169
Anexo 6: Horas extra de mantenimiento	170
Anexo 7: Mantenimiento tercerizado preventivo	171
Anexo 8: Mantenimiento tercerizado.....	172
Anexo 9: MRP sacos de grafeno de 25 kg.....	174
Anexo 10: Distribución de racks del almacén de materia prima	174
Anexo 11: Distribución de los almacenes de materia prima.....	182
Anexo 12: Distribución de los racks del almacén de producto terminado	183
Anexo 13: Distribución de los almacenes de productos terminados	184
Anexo 14:Inversiones de largo plazo (tangibles e intangibles)	185
Anexo 15: Variables de los escenarios.....	187
Anexo 16: Flujo económico según escenario	188
Anexo 17: Flujo financiero según escenario	189
Anexo 18: WACC.....	191

RESUMEN

El sector de la construcción en Perú es una de las actividades económicas más importantes del país, siendo la actividad de producción de concreto premezclado es fundamental para la fabricación de diversas estructuras; sin embargo, este posee limitaciones, como la alta fragilidad y baja capacidad de deformación; además, exhibe procesos de deterioro, que conllevan a la formación de fisuras, expansión o agrietamiento. En este sentido, se propone la inclusión de grafeno como aditivo para concreto, cuya aplicación trae consigo un aumento de la resistencia a la compresión y flexión, así como un incremento en el rendimiento eléctrico y térmico, y disminuye notablemente su permeabilidad al agua en un 60% en comparación con el concreto estándar, prolongando la durabilidad de las estructuras.

El presente proyecto de investigación evalúa la prefactibilidad tecnológica y económica de la instalación de una planta productora de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos orgánicos y plásticos, para lo cual, se lleva a cabo un estudio de mercado para determinar la demanda del proyecto y establecer las estrategias de comercialización en base al público objetivo. Posteriormente, se analiza la localización y el tamaño óptimo de la planta, luego se procede con la ingeniería del proyecto, detallando las especificaciones del producto, la tecnología y maquinaria a utilizar, así como la capacidad instalada, los requerimientos de producción y disposición de planta. Más adelante, se estipula la formación de la organización, los colaboradores que forman parte de la empresa y sus funciones. Y finalmente, se evalúa la viabilidad económica, financiera y social del proyecto.

Palabras clave: Grafeno, concreto, residuos orgánicos y plásticos.

ABSTRACT

The construction sector in Peru is one of the most important economic activities in the country. The production of ready mixed concrete is critical in the making of many structures, but this activity possess limitations, such as high fragility and low capacity of deformation. In addition, it exhibits some spoiled process which results in the formation of fissures, expansion or cracking. In this way, we propose including graphene as an additive to concrete. Its application brings an increase on endurance to compression and flexibility, electric and thermic performance and minimizes its permeability to water in 60% in comparison to standard concrete, making structures last longer.

This investigation project evaluates de technological and economic pre-feasibility of the installation of a factory of graphene used as an additive for concrete produced with organic waste and plastic. For this, a market study has been made in order to determine the demand of the project and establish the marketing strategies taking the objective public in consideration. Then, the location and plant capacity are determined. After this, we proceed with the engineering part, where it is decided the product specifications, the technology and machines to use and the installed capacity, the minimum requirements and plant disposition. Later on, it is discussed the formation of the company, the employees needed in order for the factory to run and their roles. Finally, the economic, financial and social viability of the project is evaluated.

Key words: Graphene, concrete, organic waste, plastic

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Problemática de investigación

La actividad de producción de concreto es fundamental para la fabricación de viviendas, puentes, carreteras, entre otros; sin embargo, este presenta deficiencias en su comportamiento cuando es sometido a “esfuerzos de tracción, cortante, torsión y flexión por poseer limitaciones, como la alta fragilidad y baja capacidad de deformación; además, exhibe procesos de deterioro, que conllevan a la formación de fisuras, expansión o agrietamiento” (Candusso & Dabringer, 2017, p. 7).

En este contexto, debido a que el cemento representa el elemento principal para la obtención de concreto, se le atribuye gran parte de la responsabilidad de los “defectos químicos y mecánicos causado en la estructura del hormigón”, se propone la incorporación de grafeno como material de refuerzo del hormigón, asimismo, su inclusión conlleva a la reducción de la cantidad total de material concreto requerido en los proyectos de construcción en general, con lo cual se reduciría la demanda del cemento y por ende las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono, en vista que la producción de cemento es responsable de aproximadamente del 5-8% del total de emisión en el mundo, además representa una alternativa de sustitución a los aditivos comerciales tóxicos y materiales suplementarios, que son perjudiciales para el medio ambiente. (Dimov et al., 2018, p. 2)

Por otro lado, el grafeno es un nuevo material con propiedades físicas y químicas excepcionales que lo hacen muy prometedor para un sinnúmero de aplicaciones. Actualmente, existen diversos métodos para la obtención de grafeno, los cuales se pueden clasificar en dos grupos: los métodos top-down y los métodos bottom-up, en los cuales se utiliza como material de partida, en la mayoría de los casos, grafito, metano, y carburo de silicio (Gómez, 2015). No obstante, estos métodos se enfrentan al reto de producir grafeno de alta calidad a escala y a bajos costos, tal es el caso de uno de los métodos de fabricación de grafeno más populares en la actualidad, el denominado: “exfoliación mecánica que, a pesar de permitir producir grafeno de alta calidad, sólo resulta

económicamente conveniente a escalas de producción reducidas” (Mayora et al., 2015, p. 334).

Bajo este contexto, podemos desprender como problemática principal integrar los conceptos de calidad, producción masiva y viabilidad económica en un solo método para la producción de grafeno, razón por la cual nuestro proyecto desarrolla un nuevo proceso que puede convertir grandes cantidades de residuos orgánicos e inclusive plásticos en grafeno. La materia prima en cuestión tiene como característica principal un alto contenido de carbono en su composición, lo cual resulta vital para definir la calidad de grafeno. Este nuevo proceso denominado “método flash”, no solo permite producir grafeno a granel a un costo significativamente menor, sino que además da como resultado un producto de alta calidad. Por otro lado, se sigue un modelo de economía circular que permite dar el máximo uso y valor a los residuos orgánicos y plásticos.

1.2 Objetivos de la investigación

Objetivo general

Determinar la viabilidad de mercado, técnica y económica para la instalación de una planta productora de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos orgánicos y plásticos.

Objetivos específicos

- Determinar la demanda para la instalación de una planta productora de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos orgánicos y plásticos.
- Determinar la mejor localización de una planta productora de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos orgánicos y plásticos.
- Establecer un límite mínimo y máximo que resulte viable para la instalación de una planta productora de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos orgánicos y plásticos.
- Establecer los procesos más eficientes relacionados a la producción de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos orgánicos y plásticos, adicionalmente delimitar las áreas necesarias para la funcionalidad de la planta productora.

- Determinar los puestos de trabajo necesarios para la funcionalidad de la planta productora de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos orgánicos y plásticos.
- Determinar si el proyecto es económica y financieramente viable, mediante el uso de proyecciones y ratios financieros.
- Demostrar la viabilidad social de la instalación de una planta productora de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos orgánicos y plásticos.

1.3 Alcance de la investigación

- Unidad de análisis: Aditivo para concreto que se comercializa en Lima Metropolitana.
- Población: Se abarcará a las empresas formales dedicadas al sector construcción en Lima Metropolitana.
- Espacio: El estudio se realizará en la ciudad Lima Metropolitana.
- Tiempo: Se tomará como base para el estudio preliminar para la creación de una planta productora de grafeno como aditivo para cementos un periodo de 5 años que oscila entre 2021 - 2025

1.4 Justificación de la investigación

Técnica:

Para la justificación de la viabilidad de la producción de grafeno se tendrá en cuenta la disponibilidad de tres principales aspectos: proceso, maquinaria y materia prima. De acuerdo con las investigaciones realizadas por Luong et al. (2020), se sustenta la viabilidad del proceso llevando a cabo “el calentamiento instantáneo de Joule de fuentes de carbono económicas, como carbón, coque de petróleo, biochar, negro de carbón, alimentos desechados, neumáticos de goma y desechos plásticos mixtos, puede permitirse cantidades de grafeno en escala de gramos en menos de un segundo”.

Por otro lado, se determinó que la disponibilidad de maquinaria requerida para fabricar grafeno es accesible en diversos mercados a nivel mundial, ya que existen

industrias dedicadas a la producción de este material orientadas a diversos rubros. Por último, con respecto a la materia prima, en el Perú existen diversas compañías encargadas de la recolección de todo tipo de residuo orgánico y plástico a través de los cuales se podrá acceder a la materia prima.

Económica:

Actualmente el sector de construcción es catalogado como el motor del crecimiento económico del país, pues está correlacionado con el comportamiento del Producto Bruto Interno. El 5,6% del PBI nacional es producto de las actividades relacionadas a la construcción. (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2019); sin embargo, la industria de la construcción se enfrenta al reto de desarrollar materiales de construcción multifuncionales de alto rendimiento. “Estos materiales deben exhibir una mayor durabilidad y rendimiento mecánico, y deben incorporar funcionalidades que satisfagan múltiples usos para que sean adecuados para futuras aplicaciones estructurales emergentes” (Dimov et al., 2018, p. 1).

En este sentido, nuestro proyecto se enfoca en la elaboración de un aditivo que incremente la resistencia, ductibilidad y flexibilidad de las estructuras de concreto mitigando la aparición de grietas en las mismas, el cual resulta ser un innovador y beneficioso producto para las empresas constructoras quienes verán compensado el precio de nuestro producto por un incremento en el rendimiento y funcionalidad del hormigón, pues se requerirá un menor consumo de cemento y otros agregados para la formación de concreto, además de obtener estructuras reforzadas.

Por otro lado, en vista que el insumo principal para la producción de grafeno son residuos orgánicos y plásticos, se genera una reducción significativa en los costos de producción en comparación con otros procesos que parten de materiales de costos significativos.

Finalmente, tomando en cuenta lo anteriormente mencionado, se concluye que el estudio de pre-factibilidad es económicamente viable.

Social:

El rubro de construcción representa una de las industrias más rentables y con mayores niveles de productividad para el trabajo, ya que este “genera empleo en diferentes

ámbitos, no solo en puestos de trabajo directos sino también dentro la cadena de valor porque dinamiza la contratación de mano de obra en varios segmentos” (Ayllon et al., 2016, p.1). Si bien en la actualidad existen mayores oportunidades de trabajo para los diversos habitantes de las tres regiones del Perú, la tasa de desempleo ha mostrado un aumento en los últimos años, por lo que la instalación de una nueva planta orientada al sector construcción en el Perú generaría trabajo, disminuyendo así la cantidad de personas desempleadas.

Figura 1.1

PEA desempleada, 2007 – 2018



Nota. De Estadística para la Toma de decisiones, Por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019 (<https://www.inei.gob.pe/>).

Por otro lado, el uso de este aditivo en el hormigón no solo traería beneficios relacionados a una mayor seguridad en la construcción, sino que además trae beneficios económicos, debido a que disminuirá la cantidad necesaria de cementos y otros agregados que intervienen en la producción de concreto

. Cabe recalcar que la producción de cemento es responsable del 8% de la emisión total de dióxido de carbono al año, por lo que el hecho de disminuir la cantidad necesaria de cemento al usar grafeno como aditivo trae consigo un impacto positivo en medio ambiente, pues al reducirse la demanda de cemento se reduce la cantidad de CO₂ emitida en su fabricación (Williams, 2020).

1.5 Hipótesis de trabajo

La instalación de una planta productora de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos orgánicos y plásticos es viable, pues existe mercado para el producto y es factible técnica y económicamente.

1.6 Marco referencial

- Tesis para la obtención del grado de título profesional: “Optimización de la preparación de materiales grafénicos a través de las condiciones de procesado y el precursor” (Gómez, 2015).
 - Semejanza: En esta tesis, el autor describe un método de exfoliación secuencial para la obtención de grafeno. De esta manera es factible no mejorar el rendimiento de exfoliación, si no también mantener el tamaño de la lámina de óxido de grafeno durante todo el proceso, lo cual favorece la homogeneidad del producto.
 - Diferencia: La principal diferencia entre esta tesis y nuestro proyecto es básicamente en que nos enfocaremos en la producción de grafeno a partir de residuos orgánicos, mediante la aplicación del método de calentamiento Flash Joule para la obtención de grafeno a granel, esta técnica consigue mejores resultados.
- Tesis para la obtención del grado de título profesional: “Efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia del concreto” (Ccopa, 2017).
 - Semejanza: Nos permite tener una visión amplia del grafeno usado en el concreto, mostrando los beneficios que este traería a el rubro de construcción. Asimismo, muestra los beneficios que trae para otros ámbitos como la economía, la seguridad y el medio ambiente.
 - Diferencia: Si bien el producto ofrecido tendrá como rubro la industria de cemento, esta no es nuestra presentación final por lo que la información detallada de los diversos aspectos, indicadores, análisis financieros que no se podrán tener en cuenta en el presente trabajo de investigación.
- Artículo de revista científica: “Gram-scale bottom-up flash graphene synthesis” (Luong et al., 2020).
 - Semejanza: Se describe un nuevo método para la obtención de grafeno utilizando como materia prima fuente ricas en carbono, haciéndose mención a residuos orgánicos y desechos plástico, lo cual guarda concordancia con los recursos a utilizar en nuestro proyecto para la producción de grafeno a granel.

- Diferencia: En el presente artículo se realiza un estudio exhaustivo sobre un nuevo método de síntesis de “flash graphene”; sin embargo, no se profundiza en el campo de viabilidad económica, además en nuestro proyecto se busca adaptar este método para la producción a gran escala.
- Tesis para la obtención del título de doctor: “Estudio de métodos alternativos de producción de grafeno” (Orellana, 2018).
 - Esta tesis guarda relación con nuestro proyecto en el sentido que se desarrolla y evalúa si es factible incorporar nuevos métodos o variaciones en los procesos actuales para la obtención de grafeno, de tal manera que se logre reducir los costos incurridos en la realización de los procesos de síntesis y los riesgos al manipular el hidrógeno de manera que se logre escalabilidad del proceso.
 - En primera instancia, la presente tesis se centra en el estudio y desarrollo de un método basado en la utilización de cobre como materia prima central para la producción de grafeno, lo cual difiere con el objetivo central de nuestro proyecto con respecto a la integración de residuos orgánicos y desechos plásticos como fuente principal para la obtención de grafeno.
- Libro: “Graphene: Fabrication, characterizations, properties and applications” (Zhu et al., 2017).
 - Describe de manera más detallada los factores a tener en cuenta en el proceso, entre qué límites deben estar para realizar un proceso con resultados óptimos. Muestra a detalle cómo actúan las propiedades intrínsecas del grafeno en los diversos procesos.
 - El libro en cuestión tiene una visión general de los posibles usos en los que se puede usar el grafeno, no estableciendo el sector principal en el cual se puede centrar la tesis. Por otro lado, si bien muestra los procesos más viables no detalla cuál es el mejor y cómo este se puede adaptar en los diversos países.
- Artículo de revista científica: “El grafeno. Parte II: Procesos y viabilidad de su producción” (Curzio et al., 2015).
 - Semejanza: Las similitudes se ven reflejadas en las especificaciones de las características presentes del grafeno. Te permite tener una perspectiva de cada proceso y cómo ejercen cambios en la materia prima. De igual manera, al

realizar el cuadro comparativo se ve que aspectos tienen mayor consideración al realizar el proceso y cual proceso tiene mayor viabilidad.

- Diferencia: La diferencia que más resalta entre el artículo en mención y nuestra tesis es que todos los procesos planteados son en base a materia prima no orgánica. Lo que se buscará es establecer las similitudes y diferencias entre los procesos para poder complementarlos.

1.7 Marco conceptual

Nuestro proyecto se basa en la producción de grafeno a base de residuos orgánicos y plásticos usado como aditivo para concreto, por lo cual, resulta significativo definir los siguientes conceptos con la finalidad de hacer más comprensible y dinámico nuestro estudio.

- Agregados: Se define como partículas de distintos tamaños que se pueden encontrar en el ambiente o como resultado de la trituración de rocas, en muchos casos, los agregados pueden llegar a ocupar del 60% al 75% del volumen del concreto
Los agregados para hormigón se pueden clasificar en:
 - Agregado Fino: es el árido en nuestro medio se denomina “arena”, cuyas partículas pasan en su totalidad por el tamiz de 4,75mm y son retenidas en el tamiz de 75 μ m
 - Agregado Grueso: es el material pétreo denominado localmente como “piedra” y que es retenido predominantemente por el tamiz de 4,75 mm.
 - Fragmentos de Roca: son los agregados con tamaño mayor a 75 mm que se usan tradicionalmente para la preparación de hormigón ciclópeo.
 - Agregado Ligero: se conoce así a los áridos finos o gruesos que por su baja densidad y resistencia limitada a la compresión son efectivamente utilizados en la fabricación de los denominados hormigones ligeros (Jimenez et al., 2017, p. 22).
- Agua: Es un elemento básico para de mezcla en el concreto, pues el cemento en presencia del agua tiene propiedad de fraguar y endurecer, es decir el agua reacciona con el cemento para hidratarlo.
- Calentamiento instantáneo por Joule: Conocido como Metodo Flash es una técnica para la obtención de grafeno que consiste en la aplicación de una corriente eléctrica a una sustancia rica en carbono a más de 3 000 Kelvin para producir grafeno en solo

unos pocos milisegundos, es una técnica también conocida como calentamiento Joule (Luong et al., 2019).

- **Cemento:** Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, molido finamente hasta obtener un polvo muy fino, que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes (Gómez, 2015).
- **Concreto:** El hormigón o concreto es un material constituido de la mezcla de cemento, agua, agregados, aire y opcionalmente aditivos, al inicio manifiesta una consistencia plástica y moldeable; sin embargo, adquiere una estructura rígida conforme avanza la reacción química del agua con el cemento. Es un material de excelencia para el sector de construcción debido a sus propiedades aislantes y resistentes.
- **Grafeno:** Es un nanomaterial se define como una lámina única de carbono con estructura grafitica, y de naturaleza análoga a un hidrocarburo aromático policíclico compuesto por átomos de carbono, lo cual le ha brindado una extensa lista de beneficios que lo convierte en el material más resistente, el de mayor conductividad térmica, el que soporta la mayor densidad de corriente eléctrica, es totalmente impermeable a gases, el de mayor movilidad de portadores de carga, propiedades tan sorprendentes como que sus electrones se comportan como partículas sin masa (Ccopa, 2017, p. 86).
- **Grafeno turbostrático:** Las capas están desalineadas al azar, es decir aparece como una pila de cartas desordenada y suelta lo que hace que se mantengan juntas con menos fuerza (Luong et al., 2019).
- **Nanotecnología:** La nanotecnología es el conjunto de estudios, diseños, técnicas y métodos empleados en el procesamiento de materiales a escala atómica y molecular con el fin de obtener productos con propiedades especiales, tanto físicas como químicas, con respecto a los productos convencionales (Blázquez, 2018, p. 3).
- **Resistencia a la compresión:** Es definida como el máximo esfuerzo que un material puede soportar sin romperse. En vista que el hormigón está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad (Ccopa, 2017, p. 35).

- Resistencia a la flexión: Es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón), es decir, a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada (Ccopa, 2017, p. 43).



CAPITULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1 Definición comercial del producto

Producto básico

El producto planteado para el presente trabajo de investigación es un aditivo nanotecnológico a base de grafeno denominado “Grafenano”, el cual será producido a partir de desechos orgánicos y plásticos. Su presentación granulada facilita la mezcla con el concreto para los diversos tipos de edificaciones como puentes, edificios, carreteras, entre otras.

Producto real

Las influencias positivas que trae consigo la aplicación del grafeno como aditivo al concreto se ven reflejadas en un aumento del 146% y 79,5% en la resistencia a la compresión y flexión respectivamente, y una disminución en el desplazamiento máximo debido a la carga de compresión. Al mismo tiempo, incrementa el rendimiento eléctrico y térmico, disminuye notablemente su permeabilidad al agua en un 60% en comparación con el concreto estándar, incrementando la durabilidad de las estructuras. La inclusión de grafeno en el hormigón actual conduciría a una reducción de la cantidad necesaria de cemento hasta en un 30% mientras se cumplan las especificaciones para la carga de las estructuras, lo cual reflejaría un impacto ambiental positivo (Dimov et al., 2018, p. 2).

La presentación del empaque será un saco de papel Kraft con capacidad de 25 kg, en el cual se depositará grafeno granulado. Los sacos estarán compuestos por dos capas, las cuales aseguran la protección y preservación de grandes cantidades de contenido; asimismo, este estará compuesto por materiales reciclados y tiene una rápida descomposición, lo que nos permite reforzar nuestro enfoque de cuidado ambiental.

En la parte frontal del saco se encontrará el logo de nuestra empresa y se indicará el peso neto contenido. Asimismo, es importante mencionar que el rotulado del producto cumplirá con disposiciones establecidas por la Norma Metrológica Peruana 001:1995

para el rotulado de productos envasados con el fin de informar al cliente sobre la elaboración, manipulación y/o conservación, propiedades y contenido del producto.

Figura 2.1

Presentación del producto



Nota. Incluye el Logo de la empresa. De *bolsas de cemento*, por 123RF, sf. (https://es.123rf.com/photo_70659862_bolsas-de-cemento-con-la-llana-en-el-fondo-blanco-ilustraci%C3%B3n-3d.html).

Producto aumentado

Se busca establecer una relación cercana con nuestros clientes por las plataformas online, en las cuales se encontrará información sobre la ubicación de la planta, además se brindará asesorías gratuitas por ingenieros o arquitectos expertos donde se detallarán las propiedades, método de aplicación y proporción requerida que se debe de aplicar para la producción del hormigón. Asimismo, por medio del correo electrónico y de las líneas telefónicas se realizarán las encuestas de satisfacción y se atenderán las quejas e inconformidades del cliente con el propósito de mejorar la calidad del producto.

Por otro lado, de manera periódica se realizarán revisiones a las empresas transportistas, que se encargarán de trasladar el producto al cliente, para evaluar y rectificar que estos lleguen con los aspectos requeridos.

2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos

Los bienes sustitutos al presente aditivo a base de grafeno es la macro fibra sintética estructural, la cual se caracteriza por tener una alta resistencia a la tracción siendo esto favorable para su uso en el reforzamiento de concreto, así como la fibra metálica que tiene la misma funcionalidad que la fibra sintética. Asimismo, es importante mencionar

que actualmente la cartera de aditivos para concreto ofrecidos en el mercado peruano está compuesto por una gran diversidad de aditivos especializados que pueden ser mutuamente excluyentes o complementarios, según la propiedad que se desea modificar del hormigón, entre los principales tenemos los siguientes: retardador de fraguado, acelerador de fraguado y endurecimiento, plastificante, plastificante – retardador, plastificante – acelerador, superplastificante, superplastificante retardador e incorporador de aire (Yura, 2019).

2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio

La decisión con respecto a la determinación de la base geográfica para el presente estudio se basó en el análisis del área donde están ubicadas la mayor cantidad de empresas dedicadas al sector construcción, esto debido a que estas empresas componen la mayoría de nuestro mercado potencial.

Como se puede observar en la siguiente figura, la diferencia de cantidad de constructoras que están ubicadas en el departamento de Lima es significativa en comparación a los otros departamentos.

Figura 2.2

Empresas dedicadas al sector construcción por departamentos en el Perú



Nota. De Empresas del sector construcción, por Top 10,000 companies, 2019 (<https://www.top1000.ie/>).

Con un total de 75,76% del total de constructoras presentes en Lima se comprobó que es el área geográfica idónea para realizar el estudio de mercado. Cabe recalcar que, de todas las empresas ubicadas en el departamento de Lima, el 99,75% de estas están en Lima metropolitana, por lo que específicamente se abarcará esta área geográfica.

2.1.4 Análisis del sector industrial

Para facilitar el análisis del sector del proyecto se ha dispuesto centrándonos, dentro del sector construcción, en la industria de aditivos para concreto.

- Poder de negociación de los clientes

En la actualidad, como consecuencia de que los clientes buscan obtener una mayor calidad en los hormigones, las organizaciones que componen el sector construcción han implementado diversos productos que mejoran las características de este, siendo las marcas más representativas Sika, Chema, Z Aditivos y Aditivos especiales. A pesar de que los clientes tienen la potestad de escoger entre los diversos aditivos, se considera que el costo de cambiar de aditivo es un proceso tedioso, ya que los clientes deberán de probar con diversos aditivos hasta encontrar uno que brinde la calidad deseada.

Por otro lado, a los clientes se le dificulta realizar una integración vertical hacia atrás debido a que el proceso para fabricar el aditivo a base de grafeno es complejo, además los consumidores tienen una baja sensibilidad con respecto al precio, ya que ellos anteponen la calidad del concreto a obtener frente al precio.

Tomando en cuenta los aspectos mencionados anteriormente, se puede concluir que el poder de negociación de los clientes es bajo.

- Rivalidad entre competidores

El crecimiento de la emergente industria de aditivos para concreto va de la mano con el crecimiento del sector construcción, pues la lucha del hombre por mejorar sus prestaciones en la construcción ha dado origen a la formación de empresas especializadas en la producción y comercialización de una gran variedad de aditivos químicos o naturales (Hernández, 2018, p. 64).

Bajo este contexto, dentro del mercado peruano existe un número bajo de empresas que ofrecen líneas de aditivos de alta calidad para aumentar la productividad,

rendimiento y eficiencia del concreto, dentro de las cuales podemos destacar las siguientes: Chema S.A., seguida por Sika Perú, Z Aditivos, Aditivos Especiales y Basf Construction Chemicals (Grupo Gamma, 2015).

Por otro lado, las empresas dedicadas en este rubro no solo buscan retener a sus clientes actuales, sino también atraer a otros, por tal motivo muchas se ven en la necesidad de apostar por nuevos e innovadores componentes en este producto que refuercen las propiedades del hormigón resultante. Esto genera una alta presión en las empresas a fin de lograr mejoras significativas en los diseños estructurales, aumentando las posibilidades de establecerse como líderes en el mercado.

Podemos concluir que el nivel de rivalidad entre los competidores es mediano, ya que, si bien el número de empresas dedicadas a este rubro en el Perú no es significativo, la diferenciación entre los productos ofertados juega un rol clave dentro del sector, pues los compradores son muy minuciosos durante el proceso de selección de aditivos.

- Amenaza de nuevos competidores entrantes

Para que una empresa nueva ingrese al mercado de aditivos para concreto, deberá de superar las siguientes barreras:

En primer lugar, el poseer un alto capital de inversión inicial, pues es clave la inversión en especialización, investigación y desarrollo en nuevas tecnologías a fin de obtener productos capaces de modificar las propiedades físicas y químicas originales del concreto para obtener mejores resultados. Además, se debe tomar en cuenta los costos de los insumos y herramientas a ser utilizadas, costo de la mano de obra especializada, etc.

Por otro lado, se debe de tomar en cuenta que actualmente existen empresas consolidadas en el mercado peruano especializadas en la producción y venta de agregados para hormigón, las cuales cuentan con amplia experiencia y con gran capital para hacerle frente a nuevos competidores que ingresen al mercado.

Por estas razones, podemos concluir que la amenaza de nuevos competidores entrantes es baja, debido a la gran cantidad de barreras que se debe enfrentar, además las empresas entrantes deben de tener una ventaja competitiva para poder mantenerse en el mercado.

- Poder de negociación de los proveedores

Dentro de la industria de aditivos para concreto podemos definir que la red de proveedores está compuesta principalmente por empresas que suministren materiales aislantes, impermeabilizantes y de productos químicos para la construcción, dentro de las cuales podemos destacar por un lado empresas nacionales como: Aris industrial, Brenntag Perú, Mathiesen Perú, Basf peruana y Química anders; y por otro lado empresas internacionales como: Danosa, Soprema, Isover, Rockwool, Hilti, Ursa y Fireston (Lino, 2018).

Se establece una relación estrecha de colaboración y alianza estratégica con sus principales proveedores, debido a que a la inclinación por la selección de un proveedor se ve determinada no solo por la calidad de los insumos sino también por el costo y la percepción del nivel de servicio ofrecido por los proveedores, es decir la confiabilidad en los tiempos de entrega de los suministros, facilidades de pago y líneas de crédito. Razón por lo cual podemos concluir que el costo de cambiar de proveedor es alto (Ccopa, 2017).

Por otro lado, con respecto a la posibilidad de integración hacia adelante, se puede concluir que esta es casi nula debido a las barreras de ingreso, mencionadas anteriormente, que deben superar los nuevos entrantes.

En base a lo comentado anteriormente podemos determinar que el poder de negociación de los proveedores es alto.

- Amenaza de productos sustitutos

Existen diversos tipos de aditivos, cada uno dedicado a mejorar características específicas del hormigón, los cuales pueden ser comercializados en diferentes presentaciones físicas. Se considera como productos sustitutos a los tipos de aditivo que son ofrecidos en el mercado. Las mejoras que cada aditivo brinda al hormigón se especificarán a continuación con una breve explicación, para la que se usó de referencia lo sustentado por Yura (2019):

- Plastificantes: Contribuye a la distribución de las aglomeraciones de la mezcla de con mayor homogeneidad, esto se logra a través de agentes reductores. Los principales beneficios se reflejan en el aumento del rendimiento del hormigón.
- Superplastificante: A pesar de que su aplicación tiene similar efecto que el tipo plastificante sus beneficios se presentan con mayor impacto.

- Incorporadores de aire: Consiste en la aplicación de partículas de aire, con el objetivo de mejorar la resistencia en cuanto a congelación y deshielo.
- Acelerantes: Al aplicar este aditivo se logra obtener de una manera más rápida el fraguado del hormigón.
- Retardantes: A diferencia del aditivo tipo acelerante, este logra reducir la velocidad con la que se lleva a cabo el fraguado.

Por otro lado, adicionalmente se consideran como sustitutos la macro fibra sintética estructural, así como la fibra metálica, las cual se caracteriza por tener una alta resistencia a la tracción siendo esto favorable para su uso en el reforzamiento de concreto

Cabe recalcar que nuestro aditivo engloba varios beneficios que los diversos tipos de aditivos ofrecen tales como aumento de la resistencia, incrementa el rendimiento, disminuye la permeabilidad al agua; además de presentar otros beneficios adicionales. Por lo tanto, se concluye que la amenaza de productos sustitutos es media.

2.1.5 Modelo de Negocios (Canvas)

Figura 2.3

Canvas

<p>SOCIOS CLAVE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empresa recolectora de residuos orgánicos y plásticos • Empresas dedicadas al sector construcción • Transportistas • Empresas proveedoras de servicios básicos 	<p>ACTIVIDADES CLAVE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtención de la materia prima (residuos orgánicos) • Transformación de la materia prima en grafeno mediando el proceso de Flash • Verificar la calidad del producto final 	<p>PROPUESTA DE VALOR ÚNICA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Producto compuesto a base de residuos orgánicos y plásticos con características únicas que ofrece diversos beneficios al ser aplicado para la formación de concreto tales como: el aumento en la resistencia a la compresión y flexión, y una disminución en el desplazamiento máximo debido a la carga de compresión. Al mismo tiempo, incrementa el rendimiento eléctrico y térmico, y disminuye notablemente su permeabilidad al agua. • Además, genera un impacto positivo en el medio ambiente, no solo por el hecho de usar como materia prima desechos orgánicos y plásticos, sino que reduce la cantidad de cemento requerida. 	<p>RELACIÓN CON CLIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se establece una relación cercana con nuestros clientes, brindando asesorías gratuitas a través de nuestros portales online donde se detallarán las propiedades, método de aplicación y proporción en conjunto de los otros elementos para la producción de hormigón • Además, se especifica las mejoras que traería consigo su aplicación en el sector construcción. 	<p>SEGMENTO DE CLIENTES</p> <p>Se tomará como clientes potenciales a las empresas formales dedicadas al sector construcción en Lima Metropolitana.</p>
	<p>RECURSOS CLAVES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insumos (Materia Prima) • Maquinarias • Personal capacitado • Instalación y almacenes con la capacidad adecuada. • Webmaster, encargado de la gestión de las tareas técnicas, operativas del sitio web y el e-commerce. 		<p>CANALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Página Web • Publicidad • Correo electrónico • Revistas vinculadas al sector construcción. • Redes sociales 	
<p>ESTRUCTURA DE COSTE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo variables y fijos relacionados con la producción del grafeno • Costo de mantenimiento de maquinaria • Gastos Administrativos • Gastos de Venta • Gastos Financieros • Costo de creación y actualización de plataforma virtual. 			<p>FLUJO DE INGRESOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Venta directa del aditivo a clientes pertenecientes del sector construcción. 	

2.2 Metodología por emplear en la investigación de mercado

- **Método:** Los métodos que se seguirá son de tipo cuantitativo y cualitativo, los cuales serán aplicados en nuestra encuestas a fin de obtener resultados representativos y detallados, cada uno tiene una función específica para conocer un fenómeno y para conducirnos a la solución de los diversos problemas y cuestionamientos, por un lado, los datos cuantitativos permiten tener un panorama general, mientras que por otro lado, los datos cualitativos brindan información detallada y aportan una voz personal a los resultados de la encuesta a aplicar.
- **Técnica:** Para el estudio del mercado objetivo será de un muestreo aleatorio simple, se escogió esta técnica debido a la facilidad y rapidez para conseguir personas a encuestar por conveniencia. Por otro lado, se utilizará la encuesta como técnica para conocer los hábitos y patrones de compra de la población encuestada y determinar la intención e intensidad de compra del producto propuesto.
- **Instrumento:** La herramienta o instrumento por excelencia a utilizar es el cuestionario a fin de obtener los datos centrales de nuestros potenciales consumidores.
- **Recopilación de datos:** La información requerida para nuestro proyecto será obtenida de fuentes primarias, a través del desarrollo de encuestas, y fuente secundarias, mediante la recopilación de información basada en investigaciones realizadas previamente, tales como estudios preliminares, estudios de prefactibilidad, tesis en repositorios de diversas universidades, artículos e investigaciones de proyectos.

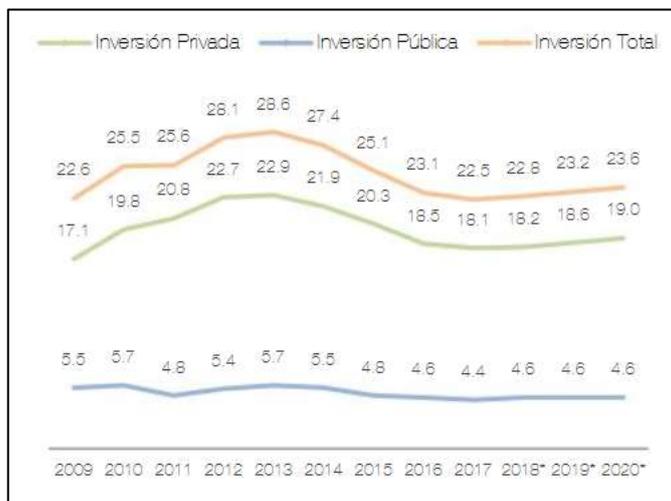
2.3 Demanda potencial

2.3.1 Patrones de consumo: incremento poblacional, estacionalidad, aspectos culturales

De acuerdo con el último Reporte de inflación publicado por el Banco Central de Reserva del Perú (2019), la inversión privada en el sector construcción tendría un incremento del 6% para el 2020, revirtiendo el estancamiento del año 2017 y decrecimiento del periodo 2015-2016, producto de la caída del PBI en esos años. Asimismo, la inversión en obras públicas se estima mantendrá una estabilización entre en el 2019 y 2020. Es importante señalar que la inversión pública también se vio afectada por la reducción del PBI, pero una proporción sensiblemente menor a comparación de la privada.

Figura 2.4

Inversión Bruta Fija para el sector construcción, 2009 - 2020



Nota. De *Reporte de inflación publicado*, por Banco Central de Reserva del Perú, 2019 (<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2019/diciembre/reporte-de-inflacion-diciembre-2019.pdf>)

El incremento de la inversión tanto pública como privada en el sector construcción, específicamente en la infraestructura, tiene un efecto positivo en la demanda de aditivos para concreto, esto ocurre debido a la relación entre el consumo concreto y el consumo del bien complementario (aditivo).

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

Para calcular la demanda potencial se toma como referencia el consumo per cápita del país con una realidad similar al nuestro. Se analizó el comportamiento del consumo per cápita de los países de Latinoamérica y se determinó que el país con el mejor índice y con proximidad al de Perú es Panamá.

Tabla 2.1

Consumo per cápita anual de cemento de Perú y Panamá en kg, 2014 - 2020

Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020 ^a
CPC Panamá (Kg)	573	490	465	484	495	513	536
CPC Perú (kg)	364	348	333	332	341	363	395

Nota. Adaptado de "Informe estadístico 2018," por Federación Interamericana del Cemento, 2019, Revista de Cemento & Concreto, p. 11. (<http://ficem.org/dev/wp-content/uploads/2018/09/CIFRAS-DE-LA-INDUSTRIA-CEMENTERA-MUNDIAL.pdf>).

^a El año 2020 está siendo proyectado debido a la coyuntura.

Con la información obtenida se procedió a determinar la demanda potencial del aditivo para grafeno. En primer lugar, se partió de la población peruana y se le aplicó el

CPC de cemento de Panamá. Luego, para obtener la demanda potencial del aditivo a base de grafeno, se determinó que la cantidad necesario de grafeno para la fabricación de hormigón es del 1% en peso del total de cemento (Graphenano Smart Materials, 2020).

Tabla 2.2

Demanda potencial del aditivo para concreto a base de grafeno, 2020

Año	Población peruana	CPC Panamá (kg)	Demanda Potencial del cemento (kg)	Demanda Potencial de cemento (Ton)	Demanda Potencial aditivo de grafeno (Ton)
2020	32 824 358	536	17 593 855 888	17 593 856	175 939

Nota. De Series nacionales, por INEI, 2020 (<http://webinei.inei.gob.pe:8080/SIRTOD1/inicio.html#app=db26&d4a2-selectedIndex=1&d9ef-selectedIndex=1>).

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

2.4.1 Demanda del proyecto en base a data histórica

2.4.1.1 Demanda Interna Aparente

Para poder determinar la demanda interna aparente se debe contar con data histórica de la producción, importación y exportación del producto que se desea hallar; sin embargo, debido a que no se cuenta con esta información con respecto a los aditivos del sector construcción se procederá a hallar la data histórica del cemento, a la cual se le aplicará un factor de conversión para poder determinar la demanda del proyecto de investigación en toneladas de aditivo de grafeno para concreto. Se tomará como referencia la data historia de los últimos 6 años, es decir desde el 2014 hasta el 2019.

La producción histórica del cemento se obtuvo por medio de los reportes estadísticos anuales de la Asociación de productores de cemento, dicha información será mostrada detalladamente en la siguiente tabla.

Tabla 2.3

Producción histórica del cemento en toneladas, 2014 – 2019

Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Producción de cemento (Ton)	10 680 000	10 410 000	10 094 000	9 980 000	10 049 000	10 574 000

Nota. De Reporte Estadístico Anual 2019, por Asociación de productores de cemento, 2019 (<http://www.asocem.org.pe/archivo/files/Informe%20estad%C3%Adstico%20anual%202019.pdf>).

Para la información con respecto a las importaciones y exportaciones se hizo uso de la plataforma virtual con la que cuenta la SUNAT, la partida arancelaria que se usó para realiza la búsqueda es 2523.21.00.00, la cual corresponde al cemento blanco.

Tabla 2.4

Importación y exportación histórica del cemento en toneladas, 2014 – 2019

Año	Importación de cemento (Ton)	Exportación de cemento (Ton)
2014	25 760	6 179
2015	50 184	5 650
2016	23 102	5 357
2017	26 048	5 413
2018	33 735	2 806
2019	92 219	2 576

Nota. De Acumulado anual subpartida nacional/país, por Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, 2020 (<http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itestadispartida/resumenPPaisS01Alias?accion=cargarFrmResumenPPais>).

Como resultado de que se obtuvo la información requerida se determinó la DIA se aplicando la siguiente formula:

$$DIA = Producción + Importacion - Exportación$$

Con la información obtenida se procedió a determinar la demanda interna aparente del aditivo para grafeno. En primer lugar, se determinó la proporción del cemento total producido en el Perú usado para la fabricación de concreto industrializado, en vista que estos son diseñados, producidos, comercializados y suministrados por una empresa concreteras, nuestros principales clientes. Según la Cámara Peruana de la Construcción (2018), el concreto industrializado representa el 43,3% de la producción total de cemento (p. 31-32).

En segundo lugar, se procedió a hallar el porcentaje el cemento total producido en el Perú usado para la autoconstrucción formal. De acuerdo con el estudio realizado por el Ing. Enrique Pasquel (2019), solo el 33,5% del concreto destinado a la autoconstrucción es usado en obras formales (p. 29).

Finalmente, se determinó que la cantidad necesario de grafeno para la fabricación de hormigón es del 1% en peso del total de cemento (Graphenano Smart Materials, 2020).

Tabla 2.5*Demanda Interna Aparente histórica de los aditivos en toneladas, 2014 – 2019*

Año	Producción de cemento (Ton)	Importación de cemento (Ton)	Exportación de cemento (Ton)	DIA cemento (Ton)	DIA aditivo a base de grafeno (Ton)
2014	10 680 000	25 760	6 179	10 699 581	65 941
2015	10 410 000	50 184	5 650	10 454 535	64 431
2016	10 094 000	23 102	5 357	10 111 745	62 318
2017	9 980 000	26 048	5 413	10 000 635	61 633
2018	10 049 000	33 735	2 806	10 079 929	62 122
2019	10 574 000	92 219	2 576	10 663 643	65 720

Nota. De Acumulado anual subpartida nacional, por Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, 2020 (<http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itestadispartida/resumenPPaisS01Alias?accion=cargarFrmResumenPPais>).

2.4.1.2 Proyección de la demanda

Se decidió emplear el método de asociación para la proyección del DIA del aditivo a base de grafeno, identificándose el PBI del sector construcción como la variable que tiene relación directa con el comportamiento de la demanda a pronosticar, en vista que el coeficiente de correlación es 0,95.

Asimismo, con el objetivo de hacer una proyección más precisa de la demanda se tomaron como los datos del PBI del sector construcción y del DIA del aditivo a base de grafeno desde el 2004 hasta el 2019.

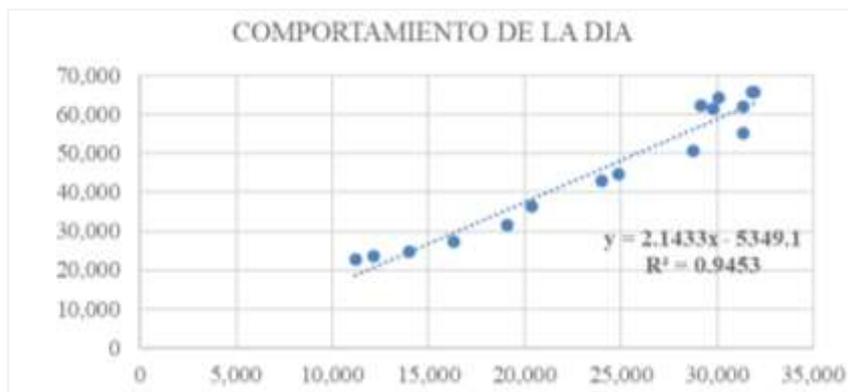
Tabla 2.6*Información histórica del PBI del sector construcción y del DIA, 2004 – 2019*

Año	PBI – Construcción (Miles Soles)	DIA Aditivo para grafeno (Ton)
2004	11 195	22 797
2005	12 168	23 549
2006	13 994	24 849
2007	16 317	27 327
2008	19 061	31 585
2009	20 360	36 503
2010	23 993	42 888
2011	24 848	44 725
2012	28 779	50 647
2013	31 356	55 182
2014	31 960	65 941
2015	30 101	64 431
2016	29 154	62 318
2017	29 789	61 633
2018	31 334	62 122
2019	31 812	65 720

Nota. De Acumulado anual subpartida nacional/país, por Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, 2020 (<http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itestadispartida/resumenPPaisS01Alias?accion=cargarFrmResumenPPais>) y Producto bruto interno por sectores productivos – Construcción, por Banco Central de Reserva del Perú, 2020 (<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anauales/resultados/PM04997AA/html/2014/2019/>)

Figura 2.5

Coefficiente de determinación del modelo de regresión línea, 2004-2019



Como se puede observar en la figura previamente presentada, el modelo de regresión lineal para llevar a cabo la proyección es bueno, ya que su coeficiente de determinación es 0,95.

La ecuación que se usó para realizar la proyección del periodo de tiempo que se encuentra entre los años 2020 y 2025 es:

$$y = 2,1433x - 5349,1$$

Asimismo, según el Banco Central de Reserva (2019) la tasa de crecimiento para el PBI del sector construcción tendrá una tasa de crecimiento del 5,3%.

Tabla 2.7

Proyección de la DIA del aditivo para grafeno, 2020 – 2025

Año	PBI - Construcción (Miles Soles)	DIA Aditivo para grafeno (Ton)
2020	33 498	66 447
2021	35 273	70 252
2022	37 143	74 259
2023	39 111	78 478
2024	41 184	82 921
2025	43 367	87 599

2.4.1.3 Definición del mercado objetivo

2.4.1.3.1 Segmentación del mercado

- Geográfica

En vista que el estudio se realizará teniendo como base la ciudad de Lima metropolitana, se buscó hallar esta segmentación con respecto al PBI. Se halló la relación la relación del PBI del sector construcción de Lima metropolitana con respecto a la de todo el país.

Figura 2.6

Participación PBI del sector construcción, 2020^a



Nota. De *Producto Bruto Interno por departamento*, por INEI, 2020.

(<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/producto-bruto-interno-por-departamentos-9089/>).

^a Los datos usados para el análisis del PBI del año 2020 han sido proyectados por el INEI.

El porcentaje de PBI del sector construcción que pertenecen a Lima Metropolitana en comparación al Total en el Perú es de 38,1%

2.4.1.3.2 Plan de investigación: Técnica, Muestreo e Instrumento

Para el presente proyecto se llevó a cabo una investigación descriptiva por medio de una técnica cuantitativa: la encuesta. De esta manera se pudo conocer los patrones de compra de la muestra a encuestar, además de recolectar información más certera sobre la aceptación de nuestro producto.

- Muestreo:

Se aplicará el tipo de muestreo aleatorio simple el cual es un método probabilístico, debido a la facilidad y rapidez para conseguir personas a encuestar. La encuesta será aplicada a arquitectos e ingenieros civiles que laboren en constructoras y concreteras en Lima Metropolitana debido a su conocimiento en cuanto al sector construcción. Además,

se realizará una pequeña introducción sobre el grafeno para que los encuestados tengan conocimiento del innovador material y sus beneficios.

A continuación, se detalla el cálculo para obtener el tamaño de muestra a encuestar con un nivel de confianza del 95%.

$$n = \frac{p \times q}{\frac{e^2}{z^2} + \frac{p \times q}{N}}$$

Donde:

- p:0,5
- q:0,5
- e: error para 95% de nivel de confianza:
- Z: Estadístico para 95% de nivel de confianza:
- N: Población total (se tomó como referencia el número de empresas dedicadas al sector construcción de Lima metropolitana): 306
- n: Numero de encuestas necesarias a realizar

Al reemplazar todos los datos previamente mencionados en la ecuación se obtuvo que el número de encuestas a realizar es de 195. El modelo del cuestionario se puede ver en el anexo 1.

2.4.1.3.3 Tabulación y análisis de los resultados

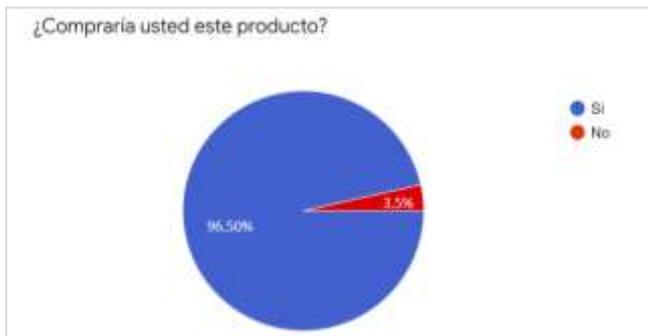
Con los resultados obtenidos de la encuesta se podrá entender de mejor manera el comportamiento del cliente potencial en cuanto al “Grafenano”.

- Intención de compra

La intención de compra de nuestro producto se podrá determinar teniendo en cuenta la probabilidad de adquisición de nuestro producto por parte del cliente, hecho que sucede cuando se le hace el ofrecimiento de nuestro producto.

Figura 2.7

Resultado de la encuesta de probabilidad de compra



Como se puede observar en la gráfica de los resultados de la encuesta con respecto a la intención de compra del producto, se obtuvo que el 96,5% del total de encuestados comprarían nuestro producto.

- Intensidad de compra

La intensidad de compra se puede determinar haciendo uso de una escala, en el cual se mide que tan interesado se encuentra el cliente con respecto a nuestro producto.

Figura 2.8

Resultado de la encuesta de intensidad de compra



Haciendo uso de los resultados de la encuesta con respecto a las diferentes intensidades de compra que se presentan en cada uno de los diversos clientes se procedió a realizar el promedio ponderado con respecto al total de clientes, obteniendo una intensidad de 77,26%.

Para realizar una correcta corrección a la demanda se determinará la intención de compra corregida, la cual se llevará a cabo mediante una multiplicación de intención e intensidad de compra.

$$\text{Intención de compra corregida} = \text{Intención de compra} \times \text{Intensidad de compra}$$

$$\text{Intención de compra corregida} = 96,5\% \times 77,26\% = 74,56\%$$

2.4.1.4 Determinación de la demanda del proyecto

Para determinar la demanda del proyecto se hizo uso del porcentaje de segmentación que se determinaron anteriormente, así como también se utilizó la intención e intensidad de compra obtenidos de la encuesta. En vista que somos un producto nuevo y tenemos que posicionarnos en el mercado, se determinó la participación que nuestra empresa tendría en el mercado tomando como referencia la participación de las empresas con menor cuota de mercado, específicamente a Aditivos especiales y Basf Construcción Chemical (Ver Figura 2.11).

Tabla 2.8

Segmentación de la demanda para el proyecto

Segmentación	Proporción (%)
Geográfica	38,91%
Intención de compra corregida	74,56%
Participación del mercado	17,00%

Cabe recalcar que el estudio del presente proyecto de investigación se llevará a cabo en sacos de 25 kg, debido a que esta presentación facilita la operatividad.

Tabla 2.9

Demanda del proyecto, 2021 – 2025

Año	DIA (Ton)	Segmentación Geográfica	Intención de compra corregida	Participación en el mercado %	Demanda del proyecto (Ton)	Demanda en sacos (25 Kg)
2021	70 252	27 328	75%	17%	3 464	138 552
2022	74 259	28 887	75%	18%	3 973	158 906
2023	78 478	30 528	75%	20%	4 555	182 206
2024	82 921	32 256	75%	22%	5 222	208 886
2025	87 599	34 076	75%	23%	5 986	239 429

2.5 Análisis de la oferta

2.5.1 Empresas productoras, importadoras y comercializadoras

En nuestro país, entre las empresas que lideran el sector de aditivos para hormigón, podemos destacar: Chema, Sika, Z Aditivos, Aditivos Especiales y Basf Construction Chemicals.

- Chema: Empresa peruana pionera en la fabricación de aditivos y productos para la construcción, industria y minería, cuya innovación y calidad de sus productos le ha merecido el reconocimiento del mercado nacional (Chema, 2020).
- Sika Perú: Empresa filial de Sika AG, firma internacional Suiza, relacionan con la fabricación y comercialización de productos químicos para la construcción, sellantes y adhesivos para la industria (Sika Perú, 2020).
- Z Aditivos: Empresa peruana es una empresa dedicada al desarrollo, fabricación y comercialización de aditivos para concreto, asfalto y suelos (Z Aditivos, 2020).
- Aditivos Especiales: Empresa peruana dedicada a la fabricación y comercialización de aditivos y morteros para la construcción, así como también a la comercialización de selladores de junta Dynatred de la marca Pecora Corporation, y los aditivos impermeabilizantes por cristalización de la marca PENETRON, ambos importados de EEUU (Aditivos especiales , 2020).

Actualmente no existen empresas especializadas en la producción de aditivos a base de grafeno para concreto en el Perú; sin embargo, es importante mencionar la existencia de empresa Graphenano Smart Materials, la primera y única empresa especializada en la producción y comercialización a gran escala de aditivos con tecnología de grafeno para materiales de construcción avanzada, como hormigones y cementos especiales, de altas prestaciones y ecológicos. La empresa, filial del grupo Graphenano, tiene presencia en Europa, América del Norte, América Central y América del Sur, y pone a disposición de sus clientes la posibilidad de importar sus productos desde su sede central en España a través de sus plataformas virtuales.

- Graphenano Smart Materials: Empresa que se dedica al “desarrollo y aplicación de aditivos de grafeno para materiales de construcción avanzada que mejoran enormemente las prestaciones mecánicas, durabilidad y resistencia frente a ataques

externos, así como el rendimiento de las materias primas necesarias” (Graphenano Smart Materials, 2020).

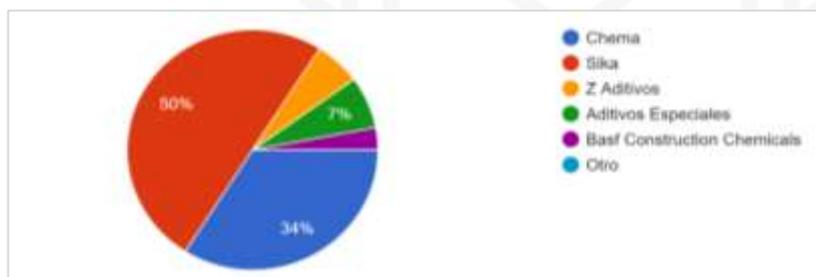
Dentro de la gama de productos a base de grafeno ofrecidos por la empresa en cuestión, podemos destacar la gama de aditivos para hormigones, Smart Additives, capaces de aumentar las prestaciones técnicas de los estructuras de concreto. Esta línea presenta los siguientes tipos de aditivos especializados para las diferentes necesidades: Solid MECHANIC, diseñados para el uso de hormigones en planta u hormigones preparados; Solid PRECAST, diseñado para el mundo del prefabricado; Solid HARD, diseñado para hormigones expuestos a agresiones extremas; Solid SUPPORT, productos complementarios para el ajuste y modificación de las líneas de Smart Additives; Solid DRY, diseñada para la fabricación de hormigones semisecos; Solid FIBER, diseñado para la sustitución o reducción del armado en el hormigón fresco (Graphenano Smart Materials, 2020).

2.5.2 Participación de mercado de los competidores actuales

En la presente figura podemos visualizar que son dos empresas las que principalmente lideran el mercado de aditivos para concreto: Sika con un 49,5% de participación, seguido por Chema con un 33,7%.

Figura 2.9

Participación de mercado por empresa



Nota. De Reporte Estadístico Anual 2019, por Asociación de productores de cemento, 2019 (<http://www.asocem.org.pe/archivo/files/Informe%20estad%C3%ADstico%20anual%202019.pdf>).

Por otro lado, es importante mencionar que no se tienen cifras exactas del consumo de aditivo para grafeno en nuestro país, en vista que en el Perú no existen distribuidores o intermediarios autorizados en la comercialización del aditivo para grafeno producido por Graphenano Smart Materials, empresa pionera en la producción de aditivo para concreto a base de grafeno.

2.5.3 Competidores potenciales

Podemos identificar como competidores potenciales a todas aquellas empresas dedicadas a la producción, comercialización e investigación de grafeno, pues podrían incursionar en la fabricación de aditivos para concreto. Asimismo, es importante mencionar que, debido a la falta de empresas dedicadas a la producción e investigación de grafeno en el Perú, se optó por analizar empresas de otros países dedicadas a lo mencionado anteriormente. Entre las principales empresas a nivel mundial se pueden destacar las siguientes:

- GrapheneTech: Es una empresa cuya central se encuentra ubicada en Zaragoza, especializada en la producción de grafeno de alta pureza, ya sea en polvo o en una amplia gama de dispersiones a pedido (GrapheneTech, 2020).
- ACM Materiales de Carbono Avanzados: Empresa española del grupo Grupo Antolin, dedicada a producir, desarrollar y comercializar soluciones innovadoras relacionadas con el grafeno para aplicaciones industriales en diversos sectores (Grupo Antolin, 2020).
- Avanzare Innovacion Tecnologica : Empresa especializada en el desarrollo, producción y comercialización de aditivos complejos para aplicaciones especializadas y diferentes materiales, presentes en gran variedad de industrias como: sector automotriz, aeronáutico, equipos de protección, calzado, pinturas, construcción, cable, tejidos, embalaje y papel entre otras (Avanzare Innovacion Tecnologica, 2020).
- Graphenemex: Empresa nanotecnológica pionera en América Latina, dedicada a la innovación del grafeno, cubriendo tanto la producción materiales grafénicos específicos como el desarrollo de aplicaciones (Graphenemex, 2020).

No obstante, las empresas mencionadas anteriormente deben superar una de las mayores barreras para el ingreso al mercado de aditivos para concreto: un alto capital de inversión inicial, pues se requieren maquinas especializadas y recursos humanos con un alto nivel de preparación, debido a la complejidad del proceso para la obtención de aditivo a base de grafeno para concreto.

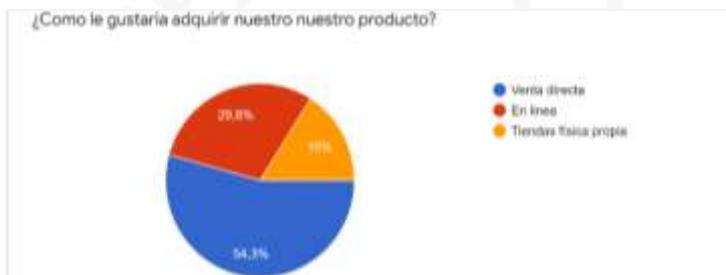
2.6 Definición de la estrategia de comercialización

2.6.1 Políticas de comercialización y distribución

La comercialización de nuestro producto se realizará haciendo uso del método de venta directa, la cual se realizará de manera personalizada dependiendo del cliente. Para asegurar que la comercialización sea efectiva los integrantes de nuestra fuerza de venta deben ser capacitados continuamente, lo cual logrará establecer una relación de confianza entre el vendedor y los potenciales clientes. También se contará con una plataforma online para que los clientes frecuentes puedan realizar pedidos.

Figura 2.10

Resultado de la encuesta de lugar de adquisición del producto



Como se puede comprobar en la figura, por medio de la encuesta se comprobó que los tipos de comercialización escogidas van acordes con la preferencia de nuestro mercado potencial.

Para la distribución, se concluyó que la manera en la que se llevara a cabo es la de manera directa y que los servicios de transporte a utilizar serán tercerizados. Las empresas dedicadas al transporte se encargarán de recoger la carga en los almacenes de la planta, los cuales contienen los pedidos previamente consolidados por zonificación, y serán trasladados al punto de envío acordado con cada cliente. El tipo de transporte que se realizará será directo con destino múltiple, lo cual, en conjunto con la consolidación de carga, permitirá hacer uso eficiente de la capacidad del transporte y optimizar costos.

2.6.2 Publicidad y promoción

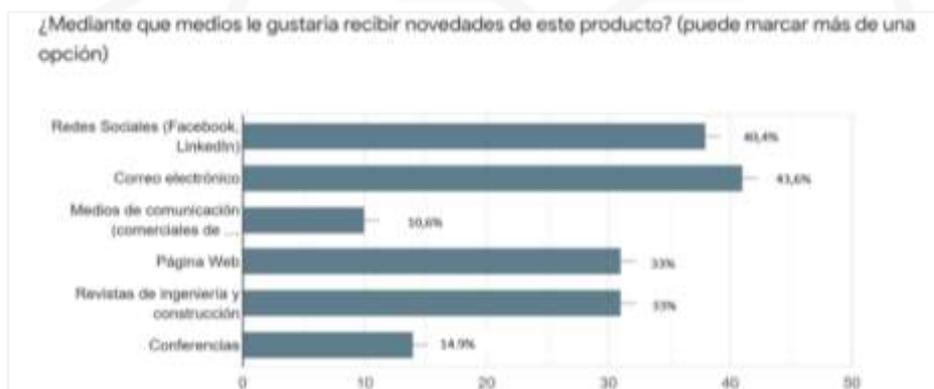
El tipo de publicidad que se llevará a cabo es BTL (Below the line) debido a que ofrecemos un producto B2B y se tiene un público objetivo delimitado, el cual está compuesto por constructoras y concreteras. El cliente podrá tener conocimiento de

nuestro producto a través de la comunicación continua con el personal de ventas por medio de llamadas telefónicas y correo electrónico, además contaremos con una plataforma virtual que permitirá a nuestros clientes tener charlas y consultorías gratuitas. Adicionalmente se realizará publicidad visual de producto a través de revistas y conferencias vinculadas al sector construcción. Cabe recalcar que al ser un producto que utiliza como insumo materiales orgánicos y reciclados, se buscará la certificación de organizaciones relacionadas al cuidado del medio ambiente, lo cual permitirá que se generen relaciones con empresas dedicadas a la gestión de residuos y a su vez; permitirá realizar publicity a través de sus plataformas online y revistas.

Las especificaciones mencionadas anteriormente fueron definidas en base de las preferencias de nuestro público objetivo, información que se obtuvo de la encuesta previamente realizada.

Figura 2.11

Resultado de la encuesta sobre los medios de publicidad del producto



Con respecto a la estrategia de promoción se realizará la estrategia Push debido a que se pretende dar a conocer nuestro producto al público objetivo haciendo uso de la venta directa y a los medios de comunicación que estén vinculados al sector construcción.

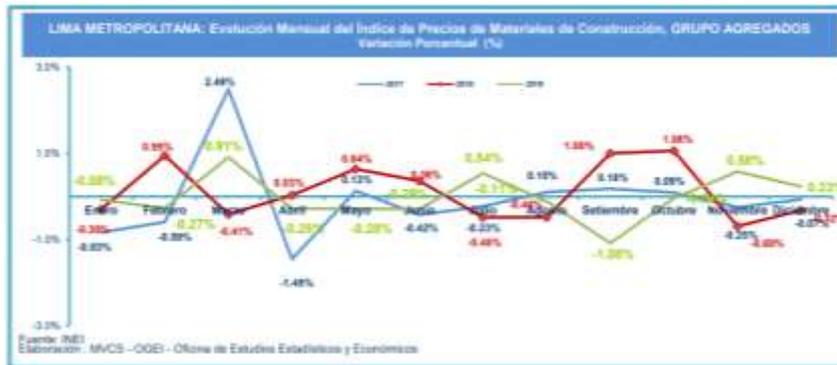
2.6.3 Análisis de precios

2.6.3.1 Tendencia histórica de los precios

Para analizar la tendencia de precios se tomó como referencia el comportamiento de los productos pertenecientes al grupo de agregados debido a que los aditivos pertenecen a este grupo.

Figura 2.12

Variación porcentual de agregados, 2014-2019



Nota. De *Evaluación mensual de índices de precios*, por Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento, 2019 (<http://www3.vivienda.gob.pe/destacados/estadistica/79.pdf>).

Como se puede observar en la figura, el ministerio de vivienda y construcción muestra que el comportamiento del precio oscila en porcentajes semejantes en el último año, lo cual muestra una estabilidad en el sector de agregados.

2.6.3.2 Precios actuales

Para realizar la comparación de precios se tomó como referencias las empresas de aditivos que comercializan en el Perú que cuentan con una mayor participación del mercado, entre estas se puede identificar a Chema, Sika y Aditivos Z. Como consecuencia de la variación de precios dependiendo del tipo de aditivo, el análisis se realizará en base al promedio de precios que cada empresa ofrece al mercado por los diversos tipos del producto, adicionalmente se tomó como referencia el precio equivalente de cada marca en la presentación de contenido neto de 25 Kg.

Figura 2.13

Precio promedio de aditivo por marca



Nota. De *Precios de aditivos*, por Promart y Z aditivos, 2020 (<https://www.promart.pe/>, <https://www.zaditivos.com.pe/productos/>).

2.6.3.3 Estrategia de precio

Debido a que el producto que ofrecemos es un producto hecho a base de residuos naturales, se ha considerado que el costo de los insumos serán bajos. En este sentido, se tomará como referencia el precio de los aditivos de la empresa Z aditivos.

Figura 2.14

Matriz calidad-precio

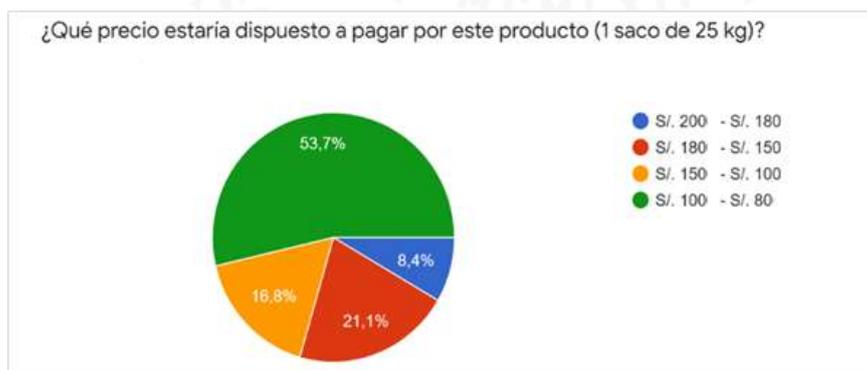
Calidad del producto	Precio		
	Alto	Medio	Bajo
Alta	1. Estrategia Superior	2. Estrategia de valor alto	3. Estrategia de valor superior
Media	4. Estrategia de cobro en exceso	5. Estrategia de valor medio	6. Estrategia de valor bueno
Baja	7. Estrategia de ganancia violenta	8. Estrategia de economía falsa	9. Estrategia de economía

Nota. De *Marketing Mix*, por Monografías, 2016 (<https://www.monografias.com/trabajos82/marketing-mix/marketing-mix4.shtml>)

En relación con la matriz calidad – precio, el “Grafenano” está ubicado en la estrategia de valor superior debido a que tiene una alta calidad y bajo precio en comparación a sus competidores. Cabe recalcar que del análisis de la encuesta se comprobó que nuestros clientes potenciales estarían dispuestos a pagar por nuestro producto diferenciado, por lo cual se concluyó que el precio de venta adecuado sería de S/ 99,90.

Figura 2.15

Resultado de la encuesta sobre disposición de precios a pagar



CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA

3.1 Identificación y análisis detallado de los factores de localización

- Cercanía al mercado: Esta variable es importante a considerar debido a que tendrá repercusión en el nivel de servicio que se le ofrece al cliente y en los costos de distribución y almacenamiento.
- Costo de terreno: Para la localización de nuestra empresa se tendrá que considerar como requisito que este se encuentre en una zona industrial, esto debido a que estas zonas tienen beneficios y facilitan permisos municipales para la operación de las plantas productoras y se evaluará el costo por m² de cada una de las posibles localizaciones con el objetivo obtener un bajo costo.
- Disponibilidad de Mano de Obra: Para la implementación del estudio preliminar es indispensable la disponibilidad del recurso humano calificado para el desarrollo de funciones administrativas y de supervisión con relación al proceso de producción del grafeno.
- Disponibilidad de vías y carreteras: Es importante la existencia de vías y carreteras asfaltadas que faciliten la distribución del producto y de esa manera cumplir con una buena propuesta de nivel de servicio y disminución de los costos de transporte al disminuir los tiempos de traslado.
- Disponibilidad y cercanía de materia prima: Para la elaboración del aditivo se hará uso de residuos orgánicos y plásticos, por esta razón se buscará que la planta productora este ubicada en una zona de gran disponibilidad de empresas recolectoras de residuos orgánicos y plásticos.
- Abastecimiento de energía: Es fundamental para el eficiente funcionamiento de los equipos que intervienen en el proceso de producción del aditivo a base de grafeno el abastecimiento de energía.
- Seguridad ciudadana: Se consideró importante determinar el nivel de seguridad presente en cada una de las opciones de localización, esta información nos permitirá mitigar la probabilidad de hurto ya sea a unidades propias como a los proveedores. Adicionalmente se les brindará confiabilidad a los operarios y al personal administrativo.

3.2 Identificación y descripción de las alternativas de localización

3.2.1 Identificación y descripción de las alternativas de macro localización

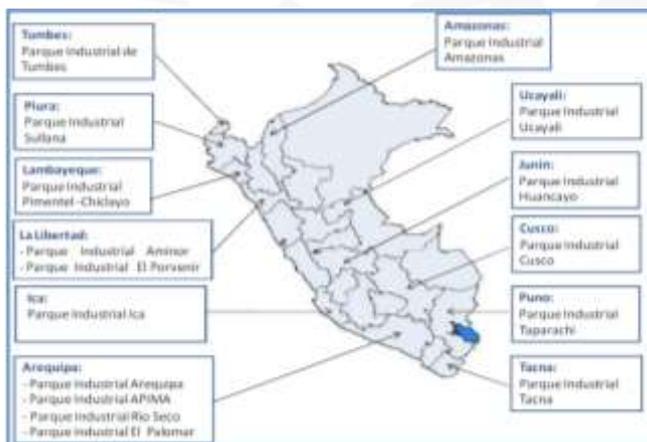
Para el presente estudio se consideraron los siguientes factores predominantes para definir los departamentos que serán evaluados para definir la macro localización.

- Requerimiento de Infraestructura Industrial

Este es un factor importante, en vista que se requiere que la planta esté ubicada en una zona o parque industrial, ya que estas zonas están dotadas de infraestructura, equipamiento y servicios comunes y servicios públicos necesarios para el efectivo desarrollo de las actividades concernientes al rubro de desarrollo del presente proyecto.

Figura 3.1

Mapa de parques industriales en el Perú



Nota. De *Parques industriales en el Perú*, por Ministerio de la Producción, s.f.

(http://www.dic.unitru.edu.pe/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=141&Itemid=4)

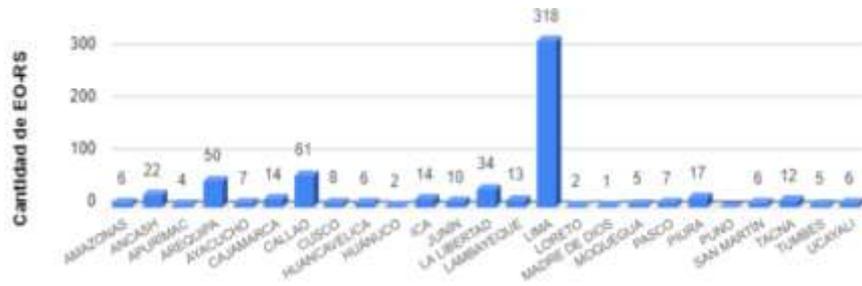
De acuerdo con las figuras mostradas, podemos asegurar que los departamentos que cuentan con un mayor número de espacios habilitados principalmente para la actividad industrial son: Lima, Arequipa y La Libertad respectivamente.

- Disponibilidad de Materia Prima

La materia prima para la fabricación del presente producto son los residuos orgánicos y plásticos, por tal motivo, es importante tomar en cuenta la presencia de empresas especializadas en la gestión de residuos sólidos para poder determinar la localización de planta.

Figura 3.2

Número de empresas dedicadas a la gestión de residuos sólidos, 2020



Nota. De Listado de empresas operadoras de residuos sólidos autorizadas por MINAM, por Ministerio del Ambiente, 2020 (<https://sites.google.com/minam.gob.pe/dgrs-eo/p%C3%A1gina-principal?pli=1&authuser=1>).

De acuerdo a la figura anterior, se puede identificar que el departamento que presenta una mayor cantidad de empresas dedicadas a este rubro es el departamento de Lima con un 66% del total, seguido por Arequipa con un 7% y La Libertad con un 6%.

En base a los factores descritos anteriormente para identificar de las alternativas de localización a considerar la macro localización, se seleccionaron los siguientes departamentos:

Lima

De acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (2016):

El departamento de Lima está situado en la región central y occidental del territorio peruano; el clima es variado, templado, húmedo y con alta nubosidad en la zona costera, y templado – cálido en la zona andina. Tiene una extensión de 33 mil kilómetros cuadrados y su población supera los 7 millones de habitantes. En este departamento se ubican dos gobiernos regionales: Gobierno Regional de Lima y Municipalidad Metropolitana de Lima. (pp. 13-18)

Arequipa

De acuerdo a la información con en Perú (2017):

El departamento de Arequipa está ubicado en el sur del país, limita con los departamentos de Ica, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Puno y Moquegua, en una longitud de 1 071 kilómetros por sus linderos norte-este y sur, por el oeste presenta un extenso litoral al Océano Pacífico de 528 kilómetros. Su clima es cálido en la costa con temperaturas entre 12°C a 29°C y lloviznas menudas que fluctúan de 0

a 50 mm, mientras que en la sierra el clima es seco y varía según la altitud desde cálido templado hasta frío intenso, con una temperatura promedio de 14°C y con precipitaciones pluviales estacionarias.

La Libertad

Según el Gobierno regional de La Libertad (2016):

El departamento de La Libertad está situado en la parte noroeste del país, colindando con el océano Pacífico por el oeste y con los departamentos de Lambayeque, Cajamarca y Amazonas por el norte, con San Martín por el este y Ancash y Huánuco por el sur. Su clima es desértico y semi cálido en la Costa; templado semiárido en la sierra andina.

3.2.2 Identificación y descripción de las alternativas de micro localización

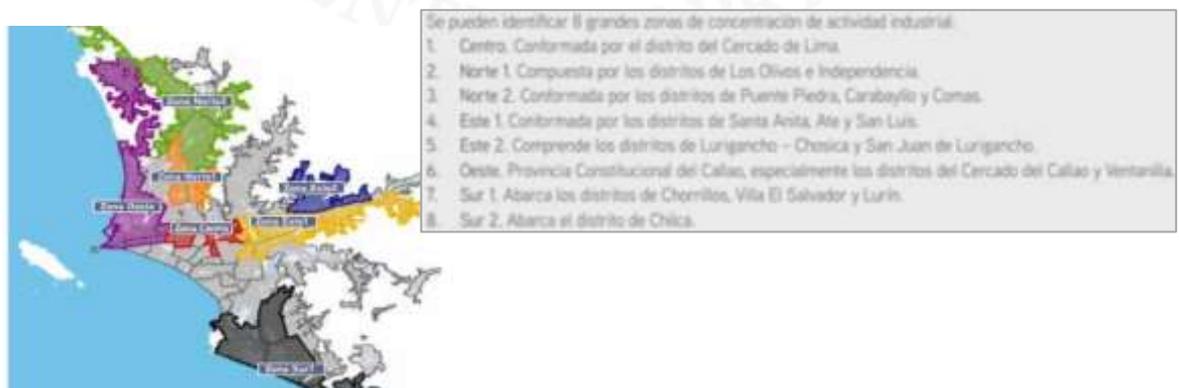
Posterior al análisis de los departamentos considerados para la macro localización y de los resultados obtenidos del ranking de factores, se procederá a evaluar los factores predominantes para definir los distritos que a evaluar en el análisis de micro localización.

- Requerimiento de zonas industriales

Para definir las opciones potenciales de distritos en los que la planta se podría ubicar se tuvo como principal criterio que esta debe estar ubicada en una zona industrial del departamento de Lima. Estos parques industriales presentan beneficios basados en las facilidades que te brinda la municipalidad en cuanto al permiso municipal, tránsito de carga pesada y servicios comunes y públicos.

Figura 3.3

Zonas Industriales en el departamento de Lima



Nota. De Reporte Industrial IS 2018, Colliers International, 2018 (<https://www2.colliers.com/es-PE/Research/Ind1S2018>).

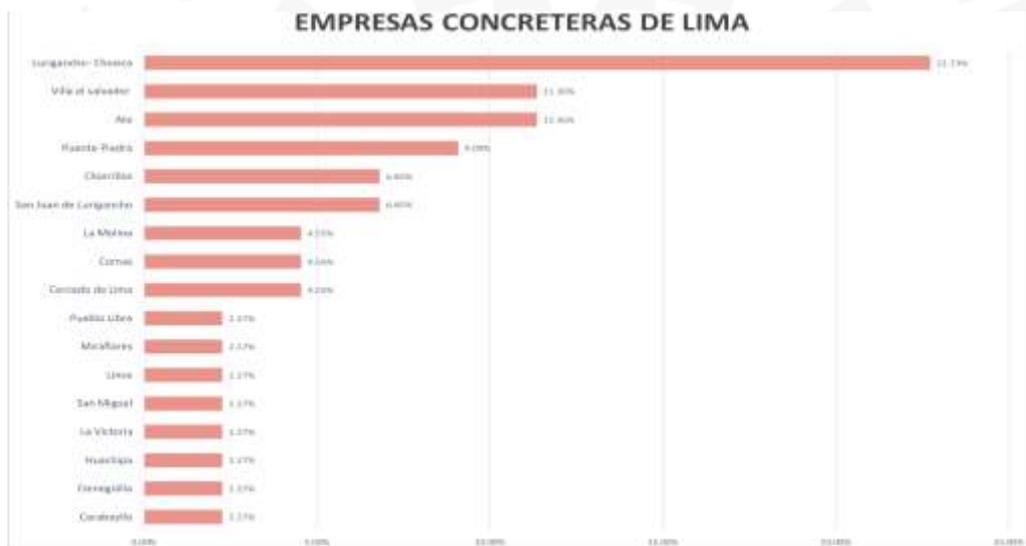
Como se puede observar en la figura existen 8 zonas industriales en Lima, las cuales abarcan un total de 19 distritos aptos para la ubicación de la planta productora para el presente trabajo.

- Cercanía al mercado potencial

Debido a la disponibilidad de zonas industriales mencionadas anteriormente, se consideró como el otro criterio esencial la cercanía al mercado potencial. El mercado potencial estará compuesto por las empresas de fabricación de concreto premezclado y constructoras, quienes demandan diversos tipos de aditivos para poder cumplir con las especificaciones que las constructoras especifican para determinada obra (Revista Perú Construye, 2015).

Figura 3.4

Empresas concreteras de Lima



Nota. De *empresas de concreto prefabricado de Lima*, Perú Paginas, 2020 ([https://www.perupaginas.com/Concreto \(FabricaciAndoacute;n\)/](https://www.perupaginas.com/Concreto (FabricaciAndoacute;n)/)).

Como se puede observar la figura, los distritos en los cuales están situados la mayoría de las empresas concreteras en el departamento de Lima son Lurigancho-Chosica con un 22,73%, Villa el Salvador con 11,36% y Ate con 11,36%.

Por lo tanto, las alternativas para tener en cuenta para el estudio de la micro localización son Lurigancho- Chosica, Villa el Salvador y Ate.

3.3 Evaluación y selección de localización

Existen diversos métodos para la evaluación de la localización de planta, lo cuales serán descritos a continuación:

- Métodos Cualitativos: conformado por el método de los antecedentes industriales, el método del factor preferencial y el método del factor dominante.
- Métodos Semi – cualitativos: entre los que destacan el método de Ranking de Factores y el método de Brown & Gibson.
- Cuantitativos: en el cual se encuentra el método costo a costo.

En el presente estudio, con la finalidad de determinar la ubicación de la nueva unidad productora de tal forma que se logre la máxima rentabilidad se empleará el método semi-cualitativo: Ranking de factores. Esta técnica analiza el nivel de importancia de cada factor y les asignar una ponderación mediante una tabla de enfrentamiento.

A continuación, se realizará la evaluación de macro y micro localización para hallar el lugar donde se instalará la planta productora de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos orgánicos y plásticos.

3.3.1 Evaluación y selección de la macro localización

Para establecer la macro localización ideal de la planta en el presente estudio se detallan a continuación los factores más resaltantes para la toma de decisión, los cuales serán comparados para los departamentos de Lima, Arequipa y La Libertad.

- Cercanía al mercado

Es importante determinar la distancia entre el mercado objetivo y los tres departamentos a evaluar, ya que los costos de transporte representan uno de los egresos más significativos para toda cadena de suministro.

El mercado objetivo para el proyecto será Lima Metropolitana, por lo cual se evaluará la distancia entre Lima y los diferentes departamentos para un mejor análisis.

Tabla 3.1

Distancia y tiempo de viaje terrestre a Lima Metropolitana

Mercado objetivo	Lima		Arequipa		La Libertad	
	Kilómetros	Horas	Kilómetros	Horas	Kilómetros	Horas
Lima Metropolitana	0	0	1 011,7	14,23	591	9,78

Nota. De *Distancia entre ciudades*, por Geodatos, 2020 (<https://www.geodatos.net/distancias/ciudades>).

Podemos concluir que el departamento de Lima es el departamento más cercano al mercado objetivo, seguido por La Libertad y por último esta Arequipa, el cual se encuentra a más de 1011 kilómetros.

- Disponibilidad y costo del Terreno

Para un análisis del presente factor es importante considerar dos variables importantes: la disponibilidad de parques industriales y el costo del terreno.

Por un lado, con respecto a la disponibilidad de zonas industriales, podemos afirmar que el departamento de Lima presenta el mayor número de zonas aptas para abastecerse a la instalación de energía eléctrica de alto voltaje, necesaria para el funcionamiento de las máquinas en los diferentes procesos de producción, así como un adecuado abastecimiento de agua entre otras facilidades como carreteras, licencias, ubicaciones estratégicas que favorecen el desarrollo de las actividades industriales.

Tabla 3.2

Número de parques industriales por región

Departamento	Parques Industriales	Cantidad
Lima	Parque Industrial Lomas de Carabayllo	8
	Parque Industrial El Asesor – Ate	
	Parque Industrial Huaycán – Ate	
	Parque Industrial Villa María del Triunfo	
	Parque Industrial Infantas - Los Olivos	
	Parque Industrial Ventanilla – Callao	
	Parque Industrial Pachacutec - Ventanilla	
	Parque Industrial Lurigancho – Chosica	
Arequipa	Parque Industrial Arequipa	4
	Parque Industrial APIMA	
	Parque Industrial Río Seco	
	Parque Industrial El Palomar	
La Libertad	Parque Industrial Aminor	2
	Parque Industrial El Porvenir	

Nota. De *Parques industriales en el Perú*, por Ministerio de la Producción, s.f.

(http://www.dic.unitru.edu.pe/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=141&Itemid=4).

Por otro lado, es importante analizar el precio promedio por metro cuadrado del terreno ubicado en zonas industriales.

Tabla 3.3*Precio promedio por metro cuadrado del terreno industrial por departamento, 2018*

Departamento	Terrenos Industriales (\$/m ²)
Lima	\$850
Arequipa	\$300
La Libertad	\$240

Nota. De Reporte Sector Inmobiliario 2018, Colliers International, 2018 (<https://www2.colliers.com/es-PE/Servicios>).

- Disponibilidad de mano de obra calificada

En vista que el proceso para la producción de aditivos a base de grafeno es completo, se requerirán de profesionales capacitados para asegurar los niveles de eficiencia y eficacia deseados en cada una de las etapas para la obtención de este producto. Asimismo, dado que el grafeno es un nuevo material con propiedades extraordinarias que no han sido explotadas en su totalidad, se reclutarán profesionales altamente calificados para la investigación y desarrollo de tecnologías basadas en el grafeno.

Tabla 3.4*PEA con educación superior universitaria expresado en miles de personas, 2012 - 2019*

Departamento	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Lima	1 177,05	1 159,56	1 197,77	1 235,98	1 274,19	1 312,40	1 350,61	1 388,82
Arequipa	142,38	160,44	165,65	170,87	176,09	181,30	186,52	191,74
La Libertad	151,63	148,15	156,88	165,62	174,35	183,08	191,82	200,55

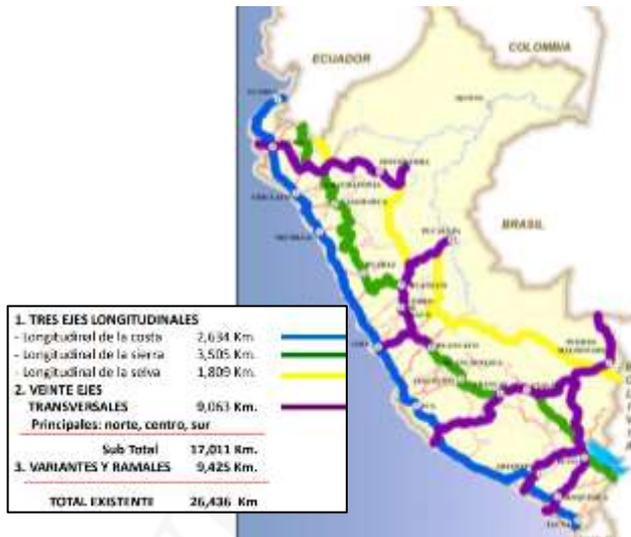
Nota. De Población económicamente activa con educación superior universitaria, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<http://webapp.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>).

De acuerdo a la tabla mostrada anteriormente, se puede inferir que el departamento de Lima posee una ventaja frente a los demás departamentos, ya que presenta la mayor cantidad de población económicamente activa con estudios universitarios.

- Disponibilidad de vías y carreteras

Figura 3.5

Mapa Vial Nacional, 2016



Nota. De *Intervenciones en la red vial nacional*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016 (https://www.pvn.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/RVN_PERU_RTT_201601-20160311.pdf).

Figura 3.6

Red Vial Nacional según departamentos, 2016

DEPARTAMENTOS	PAVIMENTADA		TOTAL	NO PAVIMENTADA	RVN EXISTENTE	PROYECTADA	TOTAL RVN
	Asfaltada	Solución Base					
JAMAYCA	305	504	823	28	851	32	883
JANAYCA	901	258	1,159	761	1,920	35	1,954
APURIMAC	533	148	680	477	1,157		1,157
AREQUIPA	1,091	90	1,181	317	1,498		1,498
AYACUCHO	634	878	1,512	408	1,920		1,920
CAJAMARCA	993	289	1,282	472	1,754		1,754
CALLAO	38		38		38	2	40
CUSCO	518	253	771	628	1,399	184	1,583
HUANCAVELICA	260	582	842	552	1,394	47	1,441
HUANUCO	302	250	552	732	1,284	58	1,342
ICA	605	34	639	89	728	6	734
IQUITO	481	143	624	602	1,226	35	1,261
LA LIBERTAD	600	43	643	850	1,493	15	1,508
LAMBAYEQUE	386	85	471	13	484	81	565
LIMA	952	141	1,093	581	1,674		1,674
LORAYO	50		50	80	130	174	304
MADRE DE DIOS	399		399	399	798	625	1,423
MOQUEGUA	469		469	469	938		938
PASCO	186	87	273	321	594		594
PIURA	1,054	166	1,220	488	1,708	22	1,730
PUNO	1,218	177	1,395	621	2,017	14	2,031
SAN MARTIN	609	115	724	345	869	186	1,055
TACNA	471		471	166	637		637
TUMBES	138		138	138	276	12	288
UCAYALI	212	8	220	93	313	140	453
TOTAL	14,089	4,321	18,410	9,218	27,628	1,437	29,065

Nota. De *Intervenciones en la red vial nacional*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016 (https://www.pvn.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/RVN_PERU_RTT_201601-20160311.pdf).

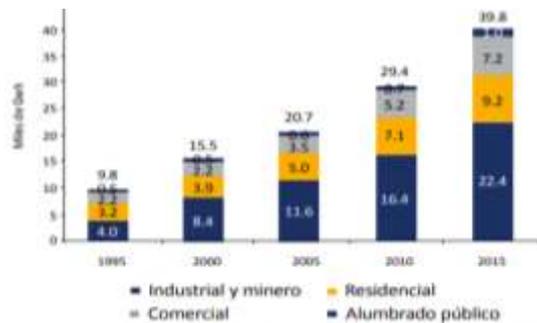
En base a los datos mostrados, se puede afirmar que el departamento de Lima presenta un mayor número de carreteras de interés nacional, en continuación esta Arequipa y al final La Libertad con un total de 1 314 redes viales nacionales.

- Abastecimiento de energía eléctrica

En vista que el proceso de producción de grafeno demanda el consumo de grandes cantidades de energía para el correcto funcionamiento de los equipos, tales como el reactor flash, es importante analizar el adecuado abastecimiento de energía eléctrica.

Tabla 3.5

Consumo de electricidad del mercado eléctrico por tipo de uso, 2016



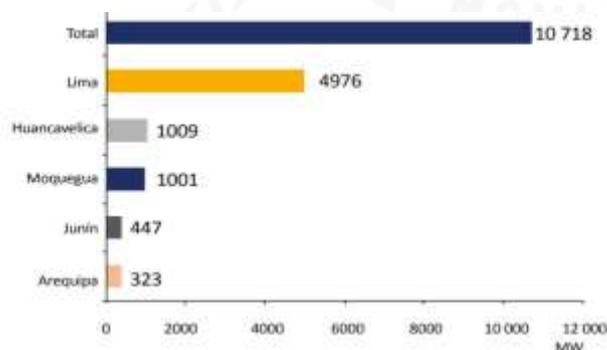
Nota. De *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país*, por Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, 2016 (https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25años.pdf).

En base a la figura mostrada, el sector minero e industrial con 56% (22 440 GWh) registra el mayor consumo de energía.

Por otro lado, es importante mencionar que el ingreso entre el periodo 1995-2015 de centrales térmicas que operan con gas natural y recursos energéticos renovables incrementó de la capacidad de las centrales térmicas y han potenciado la capacidad disponible de mercado eléctrico.

Figura 3.7

Potencia instalada del mercado eléctrico por departamento, 2015



Nota. De *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país*, por Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, 2016 (https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25años.pdf).

Según la figura mostrada, el departamento de Lima concentra la mayor capacidad instalada de generación eléctrica en nuestro país.

Finalmente, se presenta a continuación un el tarifario por el servicio de electricidad en cada departamento.

Tabla 3.6

Tarifario Máximo del Servicio Público de Electricidad por departamento, 2020

Medición	Unidad	Lima	Arequipa	La Libertad
Cargo Fijo Mensual	S/ /mes	4,41	8,21	11,94
Cargo por Energía Activa en Punta	ctm S/ /kW h	25,94	25,9	25,13
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm S/ /kW h	21,7	21,43	20,74
Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S/ /kW-mes	61,82	67,44	67,29
Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S/ /kW-mes	10,64	11,2	10,78
Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S/ /kW-mes	10,69	11,2	11,57

Nota. De pliegos tarifarios aplicables al cliente final, por Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, 2020 (<https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/pliegos-tarifarios/electricidad/pliegos-tarifarios-cliente-final>).

- Disponibilidad de Materia Prima

Es importante comparar el número de empresas operadoras de residuos sólidos autorizadas por departamento a fin de evaluar la oferta disponible.

Tabla 3.7

Número de empresas operadoras de RRSS autorizadas por departamento, 2020

Departamento	Cantidad de empresas operadoras de RRSS
Lima	319
Arequipa	50
La Libertad	35

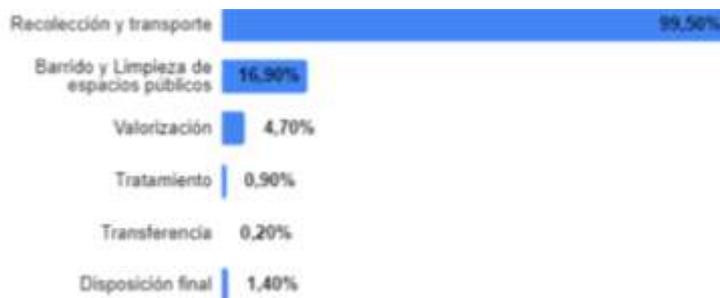
Nota. De Listado de empresas operadoras de residuos sólidos autorizadas por MINAM, por Ministerio del Ambiente, 2020 (<https://sites.google.com/minam.gob.pe/dgrs-ao/p%C3%A1gina-principal?pli=1&authuser=1>).

Se puede apreciar claramente que el departamento posee la mayor oferta disponible, seguido por Arequipa y La Libertad respectivamente.

Por otro lado, es importante mencionar que del total de empresas operadoras de residuos sólidos autorizadas por el Ministerio del Ambiente, más del 99% de ellas están dedicada a la recolección y transporte, por lo cual podrían ser vistas como potenciales proveedores de residuos orgánicos y plásticos.

Figura 3.8

Porcentaje de empresas operadoras de RRSS según operaciones autorizadas, 2020



Nota. De Listado de empresas operadoras de residuos sólidos autorizadas por MINAM, por Ministerio del Ambiente, 2020. (<https://sites.google.com/minam.gob.pe/dgrs-eo/p%C3%A1gina-principal?pli=1&authuser=1>).

3.3.1.1 Ranking de Factores de Macro localización

La cercanía al mercado con respecto a Lima Metropolitana será considerada como el factor más importante, seguido por la disponibilidad de mano de obra, debido a la complejidad del proceso para la producción de grafeno. La disponibilidad y costo de terreno, disponibilidad de vías y carreteras y el abastecimiento de energía tienen el mismo nivel de importancia y, por último, la disponibilidad de materia prima

F1: Cercanía al mercado

F2: Disponibilidad y costo de Terreno

F3: Disponibilidad de Mano de Obra

F4: Disponibilidad de vías y carreteras

F5: Abastecimiento de Energía

F6: Disponibilidad de Materia Prima

Para el análisis subjetivo de los factores se elaboró el siguiente cuadro de enfrentamiento de factores:

Tabla 3.8

Tabla de enfrentamiento de factores

FACTORES	F1	F2	F3	F4	F5	F6	CONT.	POND.
F1		1	1	1	1	1	5	0,28
F2	0		0	1	1	1	3	0,17
F3	0	1		1	1	1	4	0,22
F4	0	1	0		1	1	3	0,17
F5	0	0	1	1		1	3	0,17
F6	0	0	0	1	1		2	0,11
							18	

De la información obtenida de diferentes fuentes se elaboró el siguiente Ranking de factores teniendo en cuenta la siguiente escala:

Tabla 3.9

Escala de Calificación

Escala de calificación	
2	Deficiente
4	Regular
6	Bueno
8	Muy Bueno

Tabla 3.10

Ranking de Factores

FACTOR	POND.	LIMA		AREQUIPA		LA LIBERTAD	
		CALIF.	PUNT.	CALIF.	PUNT.	CALIF.	PUNT.
F1	0,28	8	2,22	4	1,11	6	1,67
F2	0,17	8	1,33	4	0,67	2	0,33
F3	0,22	6	1,33	6	1,33	4	0,89
F4	0,17	8	1,33	6	1,00	6	1,00
F5	0,17	8	1,33	6	1,00	4	0,67
F6	0,11	8	0,89	6	0,67	4	0,44
			7,56		5,11		4,56

El resultado recuperado del método de ranking de factores muestra claramente que Lima es el departamento más adecuado para la instalación de una planta de producción de aditivo a base de grafeno

3.3.2 Evaluación y selección de la micro localización

Posterior a los resultados obtenidos de la macro localización, se hará uso del mismo método para llevar a cabo la evaluación de la Microlocalización y la selección del distrito la ubicación óptima para la ubicación de nuestra planta productora. Del departamento de Lima se ha optado por llevar el análisis en base a los tres distritos, los cuales cuentan con zonas industriales: Ate, Lurigancho-Chosica y Villa el Salvador. A continuación, se llevará a cabo el análisis de cada factor de micro localización.

- Cercanía al mercado

Al hacer el análisis de este factor se consideró a las empresas concreteras debido al fuerte convenio que existente entre estas empresas y las constructoras. Se recolectará la información en cuanto a la cantidad de empresas concreteras por distrito, pues esto

permitirá que nuestra planta productora se pueda ubicar en el distrito con la mayor cantidad de concreteras y esto nos permitirá reducir costos logísticos.

Tabla 3.11

Empresas concreteras por distrito, 2020

Distrito	Cantidad de empresas concreteras
Ate	5
Lurigancho - Chosica	10
Villa el Salvador	5

Nota. De *empresas de concreto prefabricado de Lima*, Perú Paginas, 2020 ([https://www.perupaginas.com/Concreto_\(FabricaciAndoacute:n\)/](https://www.perupaginas.com/Concreto_(FabricaciAndoacute:n)/)).

Con los resultados de la tabla se procedió a calificar a Lurigancho- Chosica como muy buena opción y a los distritos de Ate y Villa el salvador como opciones regulares.

- Disponibilidad y cercanía de materia prima

Los insumos principales necesarios para la producción de nuestro producto son residuos orgánicos y plásticos, es por esta razón que se buscará empresas dedicadas al transporte y gestión de desechos orgánicos y plásticos. Como consecuencia de que buscaremos hacer convenio con estas empresas para poder adquirir nuestros insumos, será conveniente ubicarnos en un distrito que tenga disponibilidad y variedad de estas.

Tabla 3.12

Empresas recolectoras por distrito, 2020

Distrito	Cantidad de empresas recolectoras de residuos
Ate	15
Lurigancho - Chosica	6
Villa el Salvador	8

Nota. De *Listado de empresas operadoras de residuos sólidos autorizadas por MINAM*, por Ministerio del Ambiente, 2020 (<https://sites.google.com/minam.gob.pe/dgrs-eo/p%C3%A1gina-principal?pli=1&authuser=1>).

La información brindada por la tabla nos indica que Ate es una muy buena opción, Villa el Salvador representa una buena opción y Lurigancho- Chosica regular opción.

- Costo de terreno

Para el presente factor se tomó como análisis el costo del terreno tanto de los locales

industriales como de los terrenos industriales, esto debido a la variación del precio. Además, al considerar estas dos opciones para el análisis nos permitirá costear la opción más viable teniendo en cuenta los requerimientos de la planta de producción.

Tabla 3.13

Costo promedio por metro cuadrado de terrenos industriales por distrito, 2020

Distrito	Terrenos Industriales (\$/m ²)	Locales Industriales (\$/m ²)
Ate	\$1 203,59	\$1 375,54
Lurigancho – Chosica	\$389,06	\$482,50
Villa el Salvador	\$455,15	\$746,56

Nota. De precio de terrenos y lotes industriales, por La encontré, 2020 (<https://www.laencontre.com.pe/>).

De los datos obtenidos que se presentan en la tabla de costo de terreno por distrito se calificó al distrito de Lurigancho- Chosica como muy buena opción debido al bajo precio de venta por m², mientras que a Villa el Salvador se le calificó como buena opción y Ate como opción deficiente.

- Seguridad ciudadana

El análisis de este factor se llevará a cabo teniendo como base dos indicadores que se clasificaron como los más relevantes para nuestra empresa, estos son las cantidades de denuncias por delitos y de denuncias por vehículos robados. Se consideró la información resultante del primer trimestre del 2020.

Tabla 3.14

Índices de seguridad ciudadana

Distrito	Denuncias por delitos	Denuncias vehículos robados
Ate	1 367	220
Lurigancho - Chosica	541	10
Villa el Salvador	780	89

Nota. De *Estadísticas de seguridad ciudadana*, Por Instituto Nacional de Estadísticas e informática, 2020 (http://m.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_seguridad_ciudadana_1.pdf).

De los datos obtenidos se concluyó que el distrito de Lurigancho-Chosica representa una buena opción de localización, el distrito de Villa el Salvador representa una regular opción y al distrito de Ate se le calificó como opción deficiente.

3.3.2.1 Ranking de Factores de Micro localización

El factor más importante que considerar es el de cercanía al mercado debido a la optimización de costos que representa, este factor tendrá igual grado de importancia que

el de costo de terreno, estos estarán seguidos del factor de seguridad ciudadana. La disponibilidad de materia prima se consideró con menor grado de importancia debido al bajo costo y en el departamento de Lima existen diversas empresas dedicadas a la gestión de residuos orgánicos y plásticos.

F1: Cercanía al mercado

F2: Disponibilidad de Materia prima

F3: Costo de terreno

F4: Seguridad ciudadana

Para el análisis de los factores se elaboró el siguiente cuadro de enfrentamiento de factores:

Tabla 3.15

Tabla de enfrentamiento para micro localización

FACTORES	F1	F2	F3	F4	CONT.	POND.
F1		1	1	1	3	0,50
F2	0		0	1	1	0,17
F3	1	1		1	3	0,50
F4	0	1	1		2	0,33
					6	

Los datos obtenidos del Ranking de factores serán usados para determinar el respectivo puntaje de cada distrito en análisis. Para la realizar la calificación se consideró el siguiente rango de puntaje establecido en la tabla 3.8.

Tabla 3.16

Ranking de factores para la micro localización

FACTORES	POND.	ATE		LURIGANCHO-CHOSICA		VILLA EL SALVADOR	
		CALF.	PUNT.	CALF.	PUNT.	CALF.	PUNT.
F1	0,50	4	2,00	8	4,00	4	2,00
F2	0,17	8	1,33	4	0,67	6	1,00
F3	0,50	2	1,00	8	4,00	6	3,00
F4	0,33	2	0,67	6	2,00	4	1,33
			5,00		10,67		7,33

De los resultados obtenidos se pudo concluir que el distrito con mayor puntaje refleja la micro localización más adecuada para la planta de producción de aditivo para cemento de grafeno a base de residual orgánico y plástico. El distrito escogido es el de Lurigancho-Chosica.

CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

4.1 Relación tamaño-mercado

La relación tamaño mercado se definió por la demanda estimada del proyecto determinada en el punto 2.4.1.

Tabla 4.1

Relación tamaño- mercado en sacos, 2021-2025

Año	2021	2022	2023	2024	2025
Demanda	138 552	158 906	182 206	208 886	239 429

4.2 Relación tamaño- recursos productivos

El aditivo para concreto propuesto para el presente trabajo de investigación está compuesto por dos principales materias primas, las cuales son residuos orgánicos y plásticos.

Para poder obtener la cantidad total de residuos producidos por los ciudadanos de Lima Metropolitana se hizo uso de las plataformas INEI y SENIA, a través de las cuales se obtuvo la data con respecto a la cantidad de habitantes y la cantidad promedio de residuos domésticos producidos por habitante.

Por el lado de los residuos orgánicos, el Ministerio del Ambiente ha dado a conocer que la parte orgánica representa un 55% del total de residuos domésticos y que de este porcentaje únicamente el 4% es gestionado (Agencia Peruana de noticias, 2018). Adicionalmente la empresa Sinba ha demostrado que a través de convenios de recolección de desechos con 42 restaurantes ha conseguido gestionar un aproximado de 840 toneladas de residuos orgánicos (El comercio, 2019). Por tal motivo, para determinar la disposición de materia prima del presente proyecto se abarcarán a las empresas que se encargan de gestionar la parte orgánica y se realizarán convenios con un aproximado de 60 restaurantes y comedores sociales

Tabla 4.2*Cantidad de residuos orgánicos disponibles en toneladas, 2021-2025*

Año	2021	2022	2023	2024	2025
Cantidad de residuos de Lima Metropolitana	2 171 462	2 351 813	2 575 267	2 841 733	3 151 625
Cantidad orgánica	1 194 304	1 293 497	1 416 397	1 562 953	1 733 394
Cantidad orgánica gestionada	47 772	51 740	56 656	62 518	69 336
Cantidad de residuos de restaurantes	1 314	1 423	1 558	1 719	1 907

Nota. De *Indicadores estadísticos y Sistema de información regional para la toma de decisiones*, Por Sistema Nacional de Información Ambiental e Instituto Nacional de Estadísticas e informáticas, 2020 (<https://sinia.minam.gob.pe/informacion/regiones?region=lima&tematica=08>, <http://webinei.inei.gob.pe:8080/SIRTOD1/inicio.html#app=db26&d4a2-selectedIndex=1&d9ef-selectedIndex=1>).

Por el lado de los residuos no orgánicos se conoce que el 1,9% del total de residuos sólidos generados es reciclado (Sinia, 2018), porcentaje que ha demostrado tener un comportamiento incremental a través de los años. Adicionalmente se tienen conocimiento de que el 15% de material reciclado pertenece a plásticos (MINAM, 2019).

Tabla 4.3*Cantidad de residuos plásticos disponibles en toneladas, 2021-2025*

Año	2021	2022	2023	2024	2025
Cantidad de residuos de Lima Metropolitana	2 171 462	2 351 813	2 575 267	2 841 733	3 151 625
Cantidad no orgánica	977 158	1 058 316	1 158 870	1 278 780	1 418 231
Cantidad reciclada	37 529	50 278	67 668	91 363	123 622
Cantidad de plástico	5 629	7 542	10 150	13 704	18 543

Nota. De *Reporte ecoeficiencia y Novedades y reportes ambientales*, Por Ministerio de ambiente y Sistema Nacional de Información Ambiental, 2020 (https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/505360/Reporte_2019_ene_dic.pdf, <https://sinia.minam.gob.pe/novedades/peru-solo-se-recicla-19-total-residuos-solidos-reaprovechables>).

Para un análisis con mayor rigurosidad en cuanto a cantidad de principales recursos productivos disponibles se procedió a determinar la relación de conversión en cuanto producto terminado sobre la materia prima, la cual representa un 81,37% en plásticos y 17,36% en orgánicos. En el caso de la materia orgánica se tomó en consideración la cantidad promedio de carbón fijo constituido en las cascaras y pepas de frutas y verduras; mientras que en el caso del plástico se determinó la cantidad promedio de carbón en la composición de los plásticos más comercializados en Perú (PET, HDPE y PP). Adicionalmente se tuvo en consideración que las materias en cuestión presentan el 95% del producto final. A continuación, se mostrará la proporción de cuanto de nuestro

producto obtendríamos de esa cantidad, para la cual se usó un factor de conversión de cada materia (orgánicas y plásticas).

Tabla 4.4

Proporción total de producto obtenido, 2021-2025

Año	2021	2022	2023	2024	2025
Proporción de residuo orgánico (Ton)	8 741	8 754	8 767	8 779	8 792
Proporción de residuo plástico (Ton)	2 491	3 086	3 799	4 655	5 687
Proporción total obtenida (Ton)	11 823	12 463	13 227	14 141	15 240
Cantidad posible en sacos (25kg)	472 922	498 527	529 088	565 636	609 612

Nota. De *Tabla periódica y valoración de residuos de frutas por pirolisis*, Por IUPAC y Revista politécnica, 2020 (<https://iupac.org/> y <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/1395/1154>).

4.3 Relación tamaño-tecnología

Posterior al análisis de capacidad de producción del capítulo 5.4.2, se identificó la tasa de producción de cada actividad con el fin de determinar la operación con menor tasa; es decir, la operación identificada como cuello de botella. En este sentido, nos basaremos en esta máquina para determinar la capacidad máxima de producción en condiciones ideales.

$$Capacidad\ teórica = \frac{Capacidad\ real}{E * U} = \frac{6\ 629\ ton/año}{0,9 * 0,84} = 8\ 729,30\ ton/año$$

Una vez determinada la capacidad teórica en toneladas se procede a pasarlo a la unidad de comercialización determinada para una mayor facilidad en los cálculos, siendo este un total de 349 172 sacos. Es decir, el tamaño tecnología del proyecto es de 349 172 sacos de aditivo de grafeno por año.

4.4 Relación tamaño- punto de equilibrio

El Punto de Equilibrio, es también conocido como el punto muerto, otros lo llaman casi poéticamente “Umbral de Rentabilidad”, porque a partir de ese punto se empieza a ganar dinero.

Para realizar este análisis es necesario costear los costos y gastos fijos totales de la empresa, así como los costos y gastos variables asociados a cada unidad, es decir, a un saco de grafeno de 25 kg. En primer lugar, se detallarán los gastos fijos anuales y posteriormente se detalla los costos y gastos variables por unidad.

Tabla 4.5*Costos y gastos fijos anuales en soles, 2021*

Rubro	Costo total
Mano de Obra Indirecta	S/330 682
Mantenimiento	S/26 103
Depreciación total	S/278 343
Amortización total	S/29 758
Gastos del área de administración sin depreciación y amortización	S/1 090 301
Personal de ventas	S/362 893
Electricidad del área de ventas	S/1 043
Agua del área de ventas	S/269
Teléfono e internet	S/1 008
Total costos y gastos fijos anuales	S/2 120 399

Tabla 4.6*Costos y gastos variables unitarios en soles, 2021*

Rubro	Costo anual	Costo unitario
Materiales Directos	S/4 678 929	S/33,14
Mano de Obra Directa	S/447 396	S/3,17
Materiales Indirectos	S/1 572 039	S/11,13
Electricidad del área de producción	S/79 263	S/0,56
Agua del área de producción	S/13 677	S/0,10
Publicidad	S/351 899	S/2,49
Total costos y gastos variables unitario		S/ 50,59

Finalmente, para hallar el punto de equilibrio se aplica la siguiente formula:

$$PE = \frac{CyG \text{ fijo}}{PVu - CyG \text{ u variable}}$$

Donde:

- PE: Punto de equilibrio
- CyG fijo: Costos y gastos fijos anuales
- PVu: Precio de venta unitario
- CyG u variable: Costo y gastos variables unitario

Reemplazando las variables, se obtiene el siguiente resultado:

$$PE = \frac{S/ 2 120 399}{S/ 34,07} = 62 233 \text{ saco de grafeno de 25 kg}$$

4.5 Selección del tamaño de planta

Para poder seleccionar el tamaño de planta apropiado para el proyecto se analizan los factores especificados anteriormente en el presente capítulo.

Tabla 4.7

Relaciones tamaño-variables para el proyecto en sacos de 25 kg, 2021 - 2025

Año	2021	2022	2023	2024	2025
Tamaño-tecnología	349 172	349 172	349 172	349 172	349 172
Tamaño-Mercado	138 552	158 906	182 206	208 886	239 429
Tamaño- recursos	472 922	498 527	529 088	565 636	609 612
Tamaño - Punto de equilibrio	62 233	62 233	62 233	62 233	62 233

En conclusión, el tamaño óptimo determinado para la planta productora es aquel relacionado al tamaño de la demanda, es decir es de un total de 239 429 sacos para el año 2025.



CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECYO

5.1 Definición técnica del producto

5.1.1 Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto

Grafenano es un aditivo para concreto a base de grafeno proveniente de residuos orgánicos y botellas de plástico, este producto permite la fabricación de hormigones más resistentes, de alta calidad y altamente durables, esto último gracias a la reducción de la permeabilidad al agua tanto en la superficie interna y externa de las estructuras.

Propiedades:

- Aumento en la impermeabilidad del hormigón
- Mejora la protección contra el ataque de cloruros
- Aumenta la resistencia mecánica
- Aumenta la durabilidad
- Mejora el acabado y la textura de la superficie del hormigón

La presentación del producto será en sacos de papel Kraft de las siguientes medidas:

Tabla 5.1

Diseño del producto

	Peso: 25 kg
	Largo: 600 mm
	Ancho: 400 mm
	Altura: 135 mm

Nota. Incluye el Logo de la empresa. De *bolsas de cemento*, por 123RF, sf. (https://es.123rf.com/photo_70659862_bolsas-de-cemento-con-la-llana-en-el-fondo-blanco-ilustraci%C3%B3n-3d.html).

Tabla 5.2

Cuadro de especificaciones técnicas del producto

ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO							
Nombre del producto: Sacos de grafeno de 25 kg				Desarrollado por: Analista de calidad			
Función: Reforzar las estructuras de concreto				Verificado por: Jefe de operaciones			
Insumos requeridos: Botellas de plástico y residuos orgánicos				Autorizado por: Gerente General			
Costo del producto: S/ 84,66				Fecha: 20/10/2020			
Características del producto	Tipo de característica		Normativa técnica	Proceso: muestra	Medio de control	Técnica de inspección	NCA
	Variable o Atributo	Nivel de calidad					
Peso	Variable	Mayor	25 ± 0,25kg	25± 0,5%	Balanza	Muestreo	5%
Cloruros	Variable	Mayor	<0,1%	<0,1%	Refractómetro digita	Muestreo	1%
Color	Atributo	Menor	-	Negro	Vista	Muestreo	5%
PH, 20°C	Variable	Mayor	5,3 ± 1	5 ± 1	Potenciómetro	Muestreo	1%
Resistencia compresión a los 28 días	Variable	Crítico	Mínimo 90 kg/cm2	248 ± 5% kg/cm2	Método Estándar de Prueba de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto	Muestreo	0%

Nota. De Especificación normalizada de aditivos incorporadores de aire, por American Society for Testing and Materials, 2006 (<https://la.astm.org/>)

5.1.2 Marco regulatorio para el producto

Las normas que rigen el material son las siguientes:

- Especificación normalizada de aditivos incorporadores de aire para concreto

Esta norma, publicada bajo la designación ASTM C 260 establece una serie de parámetros con respecto a la concentración, composición que deben ser considerados en el producto final (ASTM C 260, 2016). El anexo 2 contempla un resumen de la norma ASTM C 260.

- Especificación Normalizada de Aditivos Químicos para Concreto

Esta norma, publicada bajo la designación ASTM C 494 trata sobre los materiales a ser utilizados como aditivos químicos para concreto de cemento hidráulico en obra para el propósito o propósitos indicados según el tipo de aditivo (ASTM C 494, 2008). El anexo 3 contempla un resumen de la norma ASTM C 494.

- NTP 334.088 CEMENTOS. Aditivos químicos en pastas, morteros y concreto

Esta NTP se aplica para aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón, la cual establece los requisitos que los diferentes aditivos deben cumplir para una clasificación específica (Norma Técnica Peruana 334.088, 2017)

- NTP 334.089 CEMENTOS. Aditivos incorporadores de aire en pastas, morteros y hormigón

Esta norma se aplica para los aditivos incorporadores de aire en pastas, morteros y hormigón, estableciendo una serie de características con respecto a la resistencia a la compresión, tiempo de fraguado, flujo de asentamiento o fluidez, entre otras especificaciones que se deben cumplir. Asimismo, se define como aditivos aireantes son aquellos que incorporan aire en forma de burbujas esferoidales de distinto tamaño, uniformemente distribuidas en la mezcla, para conseguir un hormigón resistente a las heladas (Norma Técnica Peruana 334.089, 2015)

- Legislación Laboral

Es el conjunto de normas que rige y regula los deberes y derechos de los trabajadores dependientes de una empresa y por consecuencia los deberes de la empresa sobre sus trabajadores dependientes. Esta normativa tiene como “objeto que trabajadores y

empleadores cuenten con las herramientas pertinentes para conocer y aplicar sus deberes y derechos; siendo el conocimiento de la norma un instrumento que viabiliza el acercamiento de las partes, procurando igualdad de información, para un diálogo social consistente” (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2016).

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 las industrias de producción de grafeno, existen distintas técnicas para la obtención de este, a continuación, se detallan los más importantes:

Exfoliación mecánica: En este método, se aplica fuerza mecánica a la fuente de grafeno: el grafito, a fin de separar las láminas de grafeno; sin embargo, una de las grandes limitaciones de este método es que su uso no viable para producciones industriales a gran escala (Mayora et al.,2015, p. 344).

Exfoliación química: El proceso consiste en la aplicación de la energía del sonido y un solvente a fin de vencer las fuerzas de Van der Waals, y así separar las láminas de grafeno que forman el grafito. Este método es ideal para la producción a grandes cantidades de grafeno de alta calidad (Mayora et al., 2015, p. 344).

Reducción de óxido de grafeno: El método consiste en oxidar grafito a partir de una mezcla de ácido sulfúrico concentrado, nitrato de sodio, y permanganato de potasio, posteriormente, se procede a la reducción del óxido de grafito con la transmisión de energía sonora mediante ultrasonidos (Mayora et al., 2015, pp. 344-345).

Deposición química de vapor: Este método consiste en la descomposición del precursor, el cual actúa como fuente de átomos de carbono, al depositarse sobre una fuente de sustrato catalítico que debe estar a una temperatura elevada, una vez descompuesto, el carbono es absorbido por el metal, dando como resultado un producto con menos láminas de grafeno y más uniforme (Mayora et al., 2015, p. 345).

Crecimiento Epitaxial sobre carburo de silicio: El proceso consiste en colocar una lámina de SiC en una caja que se sella al vacío o se llena de argón para someterla a una temperatura de 1500 °C. De esa manera se sublima el silicio de la superficie y los átomos

de carbono que quedan se enlazan, produciéndose un grafeno de alta calidad (Mayora et al., 2015, p. 345).

Calentamiento instantáneo por Joule: El proceso se basa en aplicar una corriente eléctrica para llevar fuente rica en carbono a más de 3.000 Kelvin en solo 100 milisegundos, a esta temperatura las moléculas constituyentes de la sustancia se descomponen y vaporizan, liberando el carbono, el cual a medida que se enfría reconstruye la forma más termodinámicamente estable de carbono que son láminas de grafeno turbostrático con un tamaño medio de 0,5 μm y 1,2 μm (Luong et al., 2020).

5.2.1.2 Selección de la tecnología.

En este ítem, se desplegarán las tecnologías escogidas por cada una de las operaciones del proceso productivo para la elaboración de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos sólidos y botellas de plástico.

En primer lugar, con el objetivo de determinar el mejor método para la obtención de grafeno, se evaluarán los siguientes criterios:

Dimensión: Este criterio se refiere al tamaño promedio de las partículas de grafeno

Tamaño de grano: El tamaño de los granos de grafeno tiene una relación directa con la conductividad eléctrica, pero una relación indirecta con la resistencia mecánica, es decir, a menos tamaño del grano mayor será su conductividad eléctrica, pero su resistencia será menor, esto se debe a que los bordes del grano impiden el movimiento de los electrones y de las dislocaciones.

Número de capas: Este indicador mide la homogeneidad del grafeno producido con cada método, siendo perjudicial una alta variabilidad, ya que implica variaciones en las propiedades del producto final.

Precursor: Fuente de carbono

Temperatura del proceso: La temperatura del proceso para el proceso de producción del grafeno

Escalabilidad industrial: Este criterio hace referencia a la posibilidad de replicar el proceso a escala industrial, es decir, la producción de grafeno a granel.

Transferencia: Indica si es necesario una fase de transferencia del grafeno producido a un sustrato determinado.

Tabla 5.3

Comparación los diferentes procesos de producción de grafeno según distintos criterios

Método	Dimensión (mm)	Tamaño de grano (μm)	Número de capas	Precursor	Temperatura de proceso ($^{\circ}\text{C}$)	Escalabilidad industrial	Transferencia
Exfoliación mecánica	> 1	> 1000	1 – 10	Grafito (HOPG)	-	No	Si
Exfoliación química	Micras (infinita como lámina de hojuelas solapadas)	$\leq 0,1$	1 – 2	Grafito	-	Si	Si
Reducción de óxido de grafeno	Micras (infinita como lámina de hojuelas solapadas)	~ 100	1 – 2	Óxido de grafito	100 (reducción química)	Si	Si
Deposición química de vapor	~ 1000	1000	1	CH_4	1000	Si	Si
Crecimiento epitaxial sobre SiC	100	50	1 – 4	SiC	1500	Aún no	No
Calentamiento instantáneo por Joule	Micras (infinita como lámina de hojuelas solapadas)	0,5 - 1,2	7 – 10	Fuente de carbono	2726,85	Si	No

Nota. Adaptado de “El grafeno. Parte II: Procesos y viabilidad de su producción”, 2015, por C. Mayora, L. Curzio, O. Cremades, J. Cusido, Revista de ingeniería Dyna, 90, p. 346. (<http://dx.doi.org/10.6036/7386>)

Para el análisis, se le asignó a cada criterio un peso según su nivel de importancia, luego se asignó un puntaje a cada método con valores enteros en base a la siguiente escala:

Tabla 5.4

Escala de Calificación

Escala de calificación	
2	Muy Malo
4	Malo
6	Bueno
8	Muy Bueno

Tabla 5.5*Puntuación total obtenida de los diferentes procesos de producción*

Criterio	Pond	Exfoliación mecánica	Exfoliación química	Reducción de óxido de grafeno	Deposición química de vapor	Crecimiento epitaxial sobre SiC	Calentamiento instantáneo por Joule
Dimensión (mm)	10%	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,6
Tamaño de grano (µm)	20%	0,8	1,6	0,8	0,4	1,2	1,6
Número de capas	15%	0,3	1,2	1,2	1,2	1,2	0,9
Precursor	15%	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,2
Temperatura de proceso (°C)	10%	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2
Escalabilidad industrial	20%	0,8	1,6	1,6	1,6	0,8	1,6
Transferencia	10%	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8
TOTAL		4,1	6,6	5,8	5	5,4	6,9

Como se puede apreciar en la tabla, el mejor método en el Calentamiento instantáneo por Joule, el cual será aplicado en este proyecto para la producción de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos sólidos y botellas de plástico.

Por otro lado, la tecnología escogida para cada operación que interviene en el proceso de producción y la justificación de la elección se detalla en el anexo 4

5.2.2 Proceso de producción.

5.2.2.1 Descripción del proceso.

Tratamiento de la materia prima: Se siguen dos procesos independientes para el tratamiento de los residuos orgánicos y botellas de plástico, materiales fundamentales para la producción de grafeno, los cuales serán explicados a continuación:

Botellas Plástico

Pesado: Los fardos de botellas de plástico son pesados para registrar cuanto material ingresa a la línea de producción

Desarmado: Los paquetes de botellas prensadas son incorporados con ayuda de un montacargas a la tolva de la rompedora de fardos. Luego, las botellas son trasladadas hacia la estación de clasificación mediante una faja transportadora, la cual tiene instalado un puente inductivo con el que se logran separar los objetos metálicos que

puedan existir. El puente debe ser limpiado tras cada jornada de trabajo por un operario para evitar una disminución en el rendimiento de la separación provocado por saturación de la superficie magnetizada.

Clasificación: Las botellas transitan sobre una faja transportadora donde varios operarios las inspeccionan visualmente, identificando los diferentes tipos de plásticos gracias al código impreso en cada botella, de manera que se logren separar los envases que difieran a la corriente de envases PET, HDPE y PP. Asimismo, con ayuda de un equipo detector de PVC manual los operarios pueden reconocer la presencia de envases o fragmentos de PVC para su posterior retiro de la cinta de clasificación.

Figura 5.1

Códigos de identificación de resinas de plástico



Nota. De *Guía de buenas prácticas para la correcta gestión ambiental de los establecimientos de reciclado de envases plásticos*, por Asociación nacional de recicladores de plástico, 2018 (https://www.ecoembes.com/sites/default/files/manual_gbp.pdf)

Reducción de tamaño: La operación consiste en una serie de molinos integrados, en primer lugar, botellas ingresan a un molino que mediante un juego de cuchillas giratorias y fijas tritura la botella hasta obtener escamas de un tamaño de 30 mm, la materia pulverizada permanece en el molino hasta que sea lo suficientemente fina para pasar a través del tamiz que constituye el fondo de la carcasa del equipo. A continuación, el material mediante un transportador de tornillo sin fin inclinado ingresa a un segundo molino con características técnicas similares al primero, a excepción de la rejilla de salida que tiene un orificio de tamaño menor, obteniéndose escamas de un tamaño final de 8-10 mm. Posteriormente, las escamas son trasladadas al separador de banales a través de un transportador de tornillo sin fin inclinado.

Separación de Banales: El material triturado ingresa a un sistema integrado por un separador en cuyo interior está compuesto de un eje con paleta que al girar a gran velocidad las despoja que desgarran y separan las etiquetas de las escamas, posteriormente, con ayuda de un aspirador se eliminan las etiquetas. El material libre de etiquetas es enviado al equipo de lavado a través de una faja transportadora.

Lavado: El material pasa por el proceso de lavado con agua, detergente y soda caustica para eliminar el polvo, residuos o cualquier elemento patógeno adherido a las escamas. El efluente resultante de esta operación se bombea a un depósito para ser enviado a un filtro prensa en el que se consiguen separar los sólidos existentes, los cuales son enviados a un vertedero controlado de inertes, y reutilizar el agua.

Centrifugado: A través de una faja transportadora inclinada el material es transportadas a una centrífuga que permite escapar el agua. Las escamas a la salida de la centrífuga son colocadas en un bidón de almacenamiento para su posterior conversión en grafeno, los bidones son pesados para un mayor control.

Residuos orgánicos

Clasificación de materia orgánica: Los operarios se encargan de seleccionar visualmente la materia orgánica para que no presente ninguna clase de impurezas ni lleve restos de medicinas, sustancias tóxicas, entre otros residuos que no intervienen en el proceso productivo. Los residuos son colocados en bidones, los cuales son pesados para tener un control de las toneladas de residuos que ingresa a la línea de producción.

Lavado: Un operario alimenta la tolva de alimentación del equipo con los residuos orgánicos para el proceso de lavado con agua, detergente y soda caustica para la eliminación de impurezas.

Secado: El material es trasladado al secador circular mediante una faja transportadora inclinada. El secador reduce la humedad de la materia prima al someterla a un flujo de aire turbulento. Luego, los residuos son trasladados mediante una faja transportadora inclinada a la siguiente operación.

Reducción de tamaño: Para la reducción de tamaño se utilizará en primer lugar una cortadora, el material resultante es enviado a través de un transportador de tornillo sin fin inclinado a un molino de rodillos hasta obtener partículas pequeñas. El producto es tamizado para reprocesar las partículas gruesas. El producto resultante es almacenado en bidones, los cuales son pesados por un operario.

Mezclado: Se adiciona a un mezclador industrial el material resultante de la operación anterior y con ayuda de un dosificador se adiciona un 5% en peso de negro de carbón para obtener mejor rendimiento durante el proceso de conversión a grafeno.

Proceso de calentamiento instantáneo por Joule: El proceso consiste en aplicar a la materia prima contenida en un tubo de cuarzo entre dos electrodos de cobre una descarga eléctrica de alto voltaje de un banco de condensadores que llevan a la fuente de carbono a temperaturas superiores a 3000 K en menos de 100 milisegundos para romper cada enlace químico de carbón del sistema, los átomos que no son de carbono se subliman como moléculas pequeñas, lo que conduce a un producto con un contenido de carbono muy alto. Para facilitar la desgasificación de los materiales volátiles, el sistema está en una atmosfera inerte, asimismo, los dos electrodos artículos holgadamente al tubo comprimen ligeramente la fuente de carbono.

La fuerza de compresión es controlada por un operario mediante un pequeño tornillo de banco modificado para minimizar la resistencia de la muestra a $1-1\ 000\ \Omega$, asimismo, para controlar el tiempo de descarga, se utiliza un relé mecánico con tiempo de retardo programable a nivel de milisegundos. El producto resultante es trasladado al intercambiador a través de un transportador de tornillo sin fin inclinado.

Enfriamiento: El grafeno ingresa a través de un cilindro rotatorio produciéndose el intercambio de calor con aire frío. A medida que se enfría se reconstruye para que forme la forma más termodinámicamente estable de carbono que son láminas de grafeno turbostrático con un tamaño medio de $0,5\ \mu\text{m}$ y $1,2\ \mu\text{m}$.

Embolsado: El grafeno obtenido pasa a la embolsadora automática a través de un transportador de tornillo sin fin inclinado, donde ingresará por la tolva y saldrá en saco de papel Kraft selladas de 25 kilogramos. Los sacos de papel Kraft son adquiridos del proveedor impresas en la parte delantera con el logo de la empresa y el peso neto contenido, y por el lado posterior con el rotulado del producto con información sobre la elaboración, manipulación y/o conservación, propiedades y contenido del producto.

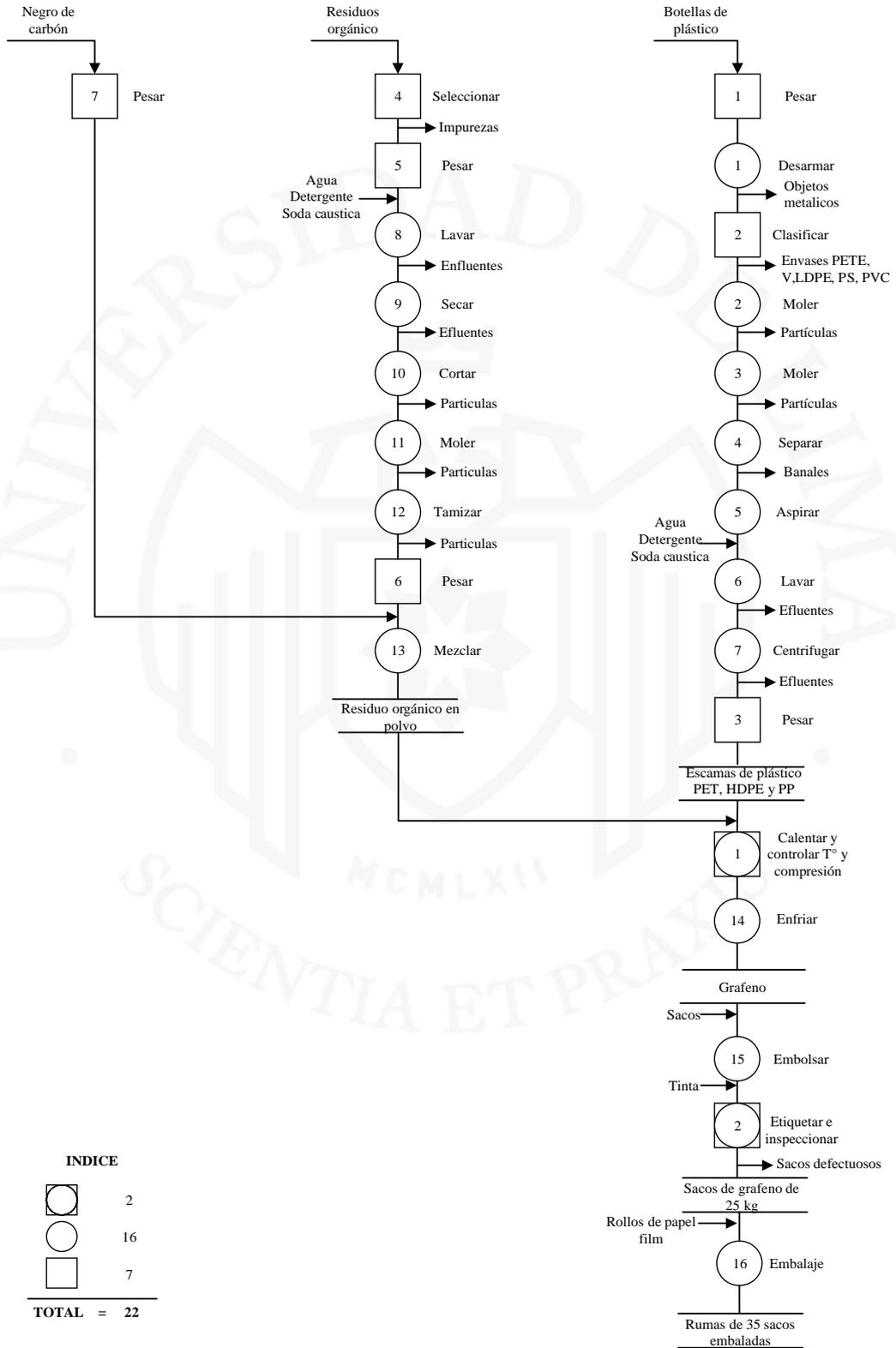
Etiquetado: Un operario lleva los sacos de grafeno a la mesa de trabajo donde con una ayuda de una maquina codificadora imprime el número lote, fecha de producción y vencimiento del producto, inspeccionando que la codificación sea la adecuada.

Embalado: Un operario coloca sobre la base de una máquina de embalaje una parihuela donde apila 35 sacos de grafeno, es decir, siete filas de 5 sacos cada una, con la finalidad de embalar las rumas con papel film.

5.2.2.2 Diagrama de proceso: DOP

Figura 5.2

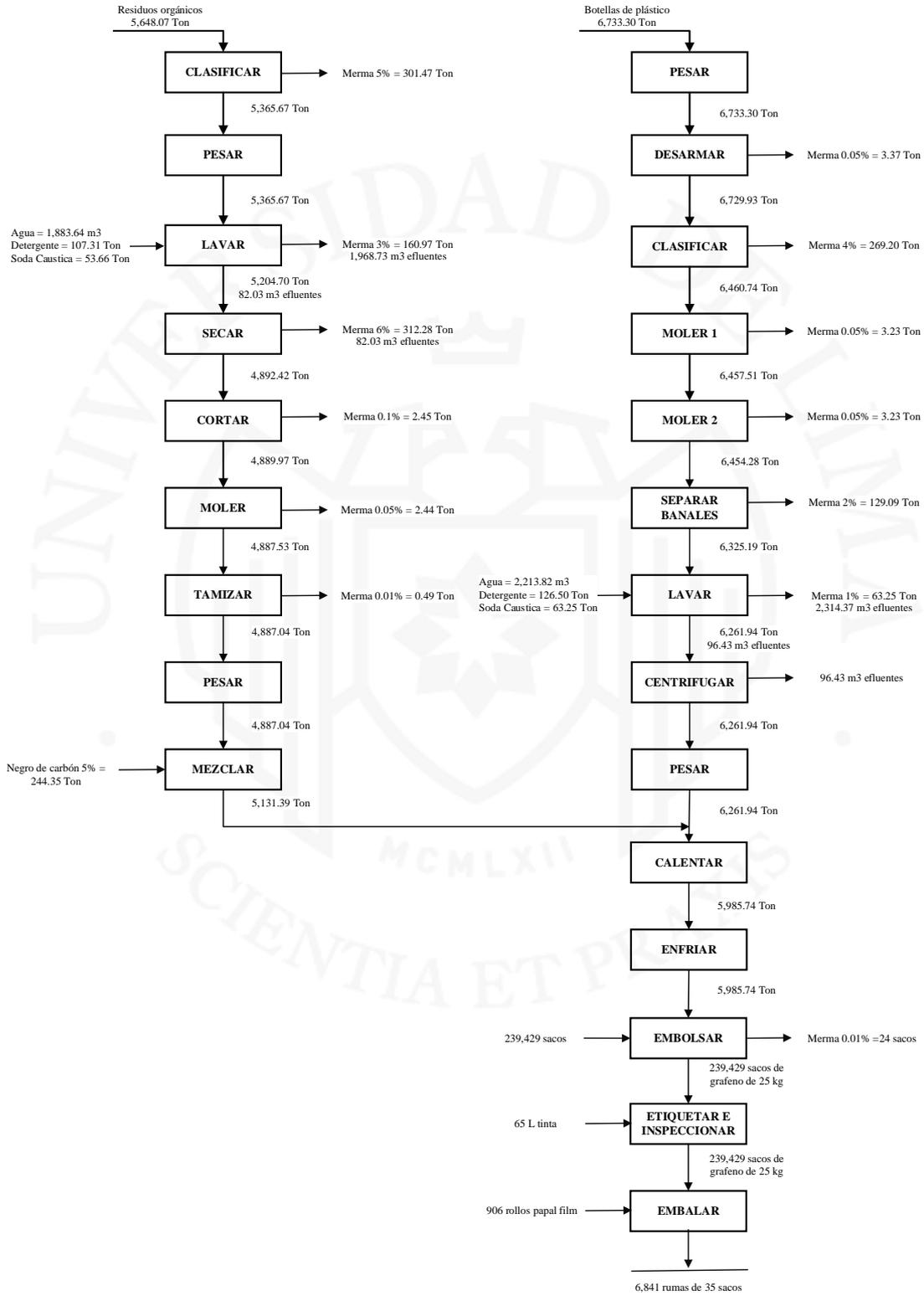
Diagrama de operaciones para la producción aditivo de grafeno



5.2.2.3 Balance de materia.

Figura 5.3

Balance de materiales para la producción de aditivo de grafeno



5.3 Características de las instalaciones y equipos

5.3.1 Selección de la maquinaria y equipos.

Con el objetivo de determinar la maquinaria y/o equipos adecuados requeridos para cada etapa del proceso productivo del presente proyecto, se tomarán como base los siguientes criterios: capacidad, precio y energía que consume cada máquina. La opción escogida estará en negrita y será escogida bajo los criterios de los índices capacidad-precio y capacidad energía-consumida.

Pesado: Para el pesado de la materia prima y la materia en proceso en diferentes áreas se usará una balanza industrial. La balanza cuenta con una pantalla digital que te indica tan cantidad exacta del peso del material.

Tabla 5.6

Tabla comparativa para la rompedora de balanzas

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
Sumico	7600 SS	500 kg	USD 660	0,3 kw
DBalanzas	Valox LP600	600 kg	USD 792	0,3 kw
PCE	EP-150P1	300 kg	USD 1 249	0,3 kw

Nota. De Balanzas, por Sumico, DBalanzas y PCE instruments, s.f (<https://suminco-peru.com/balanzas-de-plataforma/>, <http://www.dbalanzas.com/categoria/balanza-industrial> y https://www.pce-instruments.com/peru/balanza/balanza/balanza-industrial-kat_70123.htm?_start=).

Roturado de fardos: Para la presente actividad se determinó que debe usarse una rompedora de fardos, la cual tendrá en la parte superior una tolva que facilitará la alimentación de la máquina. Adicionalmente, tiene incorporada una guillotina que logra separar los fardos en unidades de botellas de plástico.

Tabla 5.7

Tabla comparativa para la rompedora de fardos

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
FangtaiTS	PE01	1 500 kg/hr	USD 10 200	10 kw
Fangtai	AAA	1 500 kg/hr	USD 9 350	7,5 kw
Liading	-	2 000 kg/hr	USD 12 750	7,5 kw

Nota. De Maquinas de línea de reciclaje, por Fangtai plastic Machinery manufacture C.O, Lianding machinery s.f (<http://www.hebeifangtai.com.cn/> y <http://www.leadingmachinery.cc/>).

Molienda de plástico I y II: Para este proceso se optó por un molino de cuchillo debido a que las cuchillas que posee esta máquina ejercen la fuerza necesaria que se requiere para obtener las escamas de plástico en diversas dimensiones. Además, el molino tiene incorporado un tamiz en la parte inferior que permite únicamente salir a las escamas

de plástico a un tamaño determinado, por lo que se optó por hacer uso de la misma máquina para las moliendas con la diferencia del diámetro del tamizado.

Tabla 5.8

Tabla comparativa para el molino de cuchillos

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
XIECHENG	XC-GM250	540 kg/hr	USD 8 330	2.2 kw
Shini	SG-5090	1 650 kg/hr	USD 6 869	4,5 kw
PengQiang	-	340 kg/hr	USD 6 830	3 kw

Nota. De Molino de cuchillas, granulación y reciclaje, por Xiencheng, Shini, y Pengqiangzili, s.f (<https://www.jmxiecheng.com/>, https://www.shini.com/es/products_sub_Granulating-and-Recycling.html y <https://pengqiangzili.en.alibaba.com>).

Separado de banales: Se escogió una máquina especializada en separar etiquetas de las botellas de plásticos, la cual por acción un eje con paletas, de aire y de cuchillas separadas retira los banales adheridos al plástico, esto últimos son extraídos con ayuda de un aspirador.

Tabla 5.9

Tabla comparativa para la separadora de banales

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
Mooge	LMD-11	650 kg/hr	USD 7 505	7.5 kw
H&S	HS-80	1 500 kg/hr	USD 5 700	15 kw
Hebei	C620-1	2 750 kg/hr	USD 11 020	22 kw

Nota. De Separadores de etiquetas y línea de reciclaje, por Mooge, Hong Shi machine y Hebei, s.f (<http://www.moogetech.com/mooge/english/>, <https://hongshimachine.en.alibaba.com/es> y <http://www.hebeifangtai.com.cn/>).

Lavado de plástico: Se hará uso de una máquina dedicada al lavado de botellas de plástico, la cual tiene incorporado rodillos huecos giratorios que en conjunto con detergente y soda caustica separan las impurezas de los plásticos. La máquina tiene un diseño que facilita la separación por densidad de materia. Además, cabe recalcar que se ha dispuesto que la máquina será de acero inoxidable debido a que se busca mantener la máquina en buenas condiciones.

Tabla 5.10

Tabla comparativa para la máquina lavadora de plástico

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
Hebei Fangtai	5M	2 650 kg/hr	USD 15 750	3 kw
Hebei Fangtai	FTSJ-QQC-600	2 550 kg/hr	USD 6 000	2,5 kw
Ruili	HWP-1200	1 500 kg/hr	USD 4 500	1,5 kw

Nota. De Maquinas de línea de reciclaje, por Fangtai plastic Machinery manufacture C.O, Ruili, s.f (<http://www.hebeifangtai.com.cn/> y <http://www.ruilimachinery.com/>).

Centrifugado: La centrifugadora que se usará será una máquina especializada en reducir la humedad de los plásticos. Adicionalmente como la centrifugadora se encuentra expuesta a altos niveles de humedad, se buscará que la máquina sea de acero inoxidable.

Tabla 5.11

Tabla comparativa para la centrifugadora

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
Mooge	84778000	600 kg/hr	USD 13 950	1,5 kw
Kooen	SKF150	1 150 kg/hr	USD 7 590	2,2 kw
Ruili	L2600	2 000 kg/hr	USD 6 200	2,2 kw

Nota. De Centrifugado de plásticos, por Mooge, Ruili, Kooen , s.f (<http://www.moogetech.com/mooge/english/>, <http://www.ruilimachinery.com> y <http://www.kooenmachine.com/>).

Lavado de orgánico: La máquina que se usará será una lavadora de frutas y verduras, la cual hace uso dispersores que en conjunto con detergente y soda caustica se deshace de las impurezas. La lavadora será de acero inoxidable debido a que es el material que permitirá mantener el estado óptimo de la máquina.

Tabla 5.12

Tabla comparativa para la máquina de lavado de frutas

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
Keysong	KS-2500	450 kg/hr	USD 3 000	1,5 kw
ZZHL	HL-0124	1 400 kg/hr	USD 6 375	1,5 kw
Leadworld	LW	500 kg/hr	USD 7 500	1,5 kw

Nota. De Máquinas de lavado de frutas y vegetales, por Zhengzhou Hongle Machinery Equipment Co., Keysong, Leadworld , s.f (<http://www.hlchinamachine.com/contact.html>, https://es.made-in-china.com/co_keysong/ y <https://shleadworld.en.alibaba.com/>).

Secado: Se opto por la secadora horizontal de frutas y verduras, la cual mediante tiene la funcionalidad de efectos giratorios permite un secado homogéneo del material. De igual manera que las anteriores máquinas que tienen contacto con agua, se dispuso que el material de la máquina será de acero inoxidable

Tabla 5.13

Tabla comparativa para la máquina de secado

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
Changgan	Jys	3 150 kg/hr	USD 9 750	4 kw
Yisonhonda	YH-800	5 000 kg/hr	USD 15 600	4 kw
Baichi	T1	5 200 kg/hr	USD 39 390	7,5 kw

Nota. De Máquinas de secado de frutas y verduras, por Changzhoy No2, Yisonhonda, Baichi machinery, s.f. (<https://2-drying.en.alibaba.com/>, <https://yisonhonda.en.alibaba.com/> y <https://baichy.com/>)

Cortado: Se dispuso que la máquina indicada para el proceso será una máquina cortadora de acero inoxidable, la cual tiene integradas unas cuchillas giratorias que hacen posible la disminución de tamaño significativamente.

Tabla 5.14

Tabla comparativa para la cortadora

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
LI una	QD-320	800 kg/hr	USD 5 167	0,75 kw
None	CT-212	500 kg/hr	USD 2 600	1,5 kw
Furui	FR-425-GD	1 500 kg/hr	USD 5 850	22 kw

Nota. De Máquinas cortadoras de frutas y verduras, por LiUna machinery y Furui machinery, s.f. (<https://lianmachine.com/> y <https://freechina.en.alibaba.com/>).

Molienda de orgánico: Para el correspondiente proceso se dispuso que se usará un molino de rodillos. La funcionalidad de la máquina consiste en aplicar gran cantidad de presión entre rodillos, logrando reducir el tamaño de los residuos orgánicos a dimensiones menores.

Tabla 5.15

Tabla comparativa para la molidora de rodillos

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
Daheng	SHF-180	300 kg/hr	USD 4 158	2,2 kw
Wantong	WF	150 kg/hr	USD 1 260	2,2 kw
Changgang	30B	800 kg/hr	USD 5 355	2,2 kw

Nota. De Molino de rodillos, por Changzhoy No2, Wantong, Daheng, s.f. (<https://2-drying.en.alibaba.com/>, <https://daheng.en.alibaba.com/> y <https://jywantong.en.alibaba.com/>).

Tamizado: El tamizador que se hará uso para el presente proceso será vibratorio debido a eficiente funcionalidad y separado óptimo que te permite obtener.

Tabla 5.16

Tabla comparativa para el tamizador

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
Sazhen	02SZF	850 kg/hr	USD 4 240	1,5 kw
Hongyun	DZSF-1530	500 kg/hr	USD 2 800	3 kw
Yison Honda	YHV520	1 015 kg/hr	USD 2 952	1,46 kw

Nota. De Tamizadores, por Tradewhell, Yison Honda y vibratingsieve, s.f. (<https://www.tradewheel.com/co/>, <https://yisonhonda.en.alibaba.com/> y <https://vibratingscreener.en.alibaba.com/>).

Mezclado: Se escogió una máquina mezcladora de acero inoxidable que hace uso de un conjunto de paletas que permiten una mezcla homogénea de los insumos ingresados.

Tabla 5.17

Tabla comparativa para la mezcladora

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
Jiangsu	WLDH-6	2 015 kg/hr	USD 8 000	3 kw
Kadoya	-	1 470 kg/hr	USD 6 000	1,1 kw
Shengli	LHY	1 800 kg/hr	USD 5 600	2 kw

Nota. De *Mezcladoras*, por Jiangyin, Kadoya y Blender, s.f. (<https://jysibida.en.alibaba.com/>, <https://kadoyagm.en.china.cn/> y <https://1985blender.en.alibaba.com/>).

Calentamiento instantáneo: Para este proceso se dispuso que debe ser una máquina especializada en llegar a altas temperaturas en corto tiempo, por lo cual se optó por las máquinas de calentamiento instantáneo de CVD. El diseño la máquina consiste en el uso de dos electrodos, los cuales están conectados por un tubo de cuarzo. El tubo de cuarzo es un material resistente a altas temperaturas, por lo que en el traspaso del material entre un electrodo y otro se ejecutará la operación de calentamiento a 300 °K en cuestión de segundos. Asimismo, la máquina cuenta con sensores de temperatura debido a que es un factor crítico a tener en cuenta en el presente proceso productivo.

Tabla 5.18

Tabla comparativa para la máquina de calentamiento instantáneo

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
Protech	OTF-1200X-III	15 340 kg/hr	USD 60 500	7 kw
TN	TN-PECVD-T01	6 792 kg/hr	USD 42 243	7 kw
Protech	PT-1600G	2 402 kg/hr	USD 60 000	5 kw

Nota. De *Máquinas CVC*, por Taiuno film material y Protech s.f. (https://tfm.en.alibaba.com/es_y <https://protech.en.alibaba.com/>).

Enfriado: La máquina escogida fue una enfriadora de granulado. El funcionamiento de esta máquina consiste en hacer uso de un contraflujo, es decir el material granulado que ingresa por la parte superior es enfriado por contacto directo con una corriente contraria de aire frío. La máquina está diseñada para que el contacto se lleve a cabo de manera satisfactoria.

Tabla 5.19*Tabla comparativa para la enfriadora*

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
Galix Tech	ERG-300x	300 kg/hr	USD 6 800	1,1 kw
Shindery	SKLN-6	6 000 kg/hr	USD 14 450	5,5 kw
CME	C3	3 000 kg/hr	USD 11 050	5,5 kw

Nota. De *Enfriadora de granulado*, por Galix tech, Shindery y exportes India, s.f. (<http://www.galixtech.com/16-1-enfriadora-rotativa.html>, <https://www.shindery.com/e-1-counter-flow-cooler.html> y <https://www.exportersindia.com/>).

Embolsado: La máquina escogida para esta actividad es la maquina embolsadora de granos, la cual permite llenar los sacos de 25 y 50 kg a un tiempo corto. El diseño de la embolsadora consiste en dos válvulas que permiten llenar mayor cantidad de sacos en un menor tiempo.

Tabla 5.20*Tabla comparativa para la embolsadora de cemento*

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
M&Jamp	LCS-FK	4 250 kg/hr	USD 30 500	5 kw
Gelgoog	GG-1	2 500 kg/hr	USD 6 100	5 kw
Gelgoog	GG-35-6 ^a	7 000 kg/hr	USD 17 080	8 kw

Nota. De *Máquina embolsadora*, por Gelgoog y MJ machine, s.f. (<https://www.gelgoog.com/> y <https://www.mjmachineryandtools.com.au/>)

Envolvedora: Se dispuso que se hará uso de una envolvedora de pellets, la cual está compuesta por una base giratoria y un alimentador de film que permite que el proceso se lleve a cabo en menor tiempo.

Tabla 5.21*Tabla comparativa para la envolvedora de pellets*

Marca	Modelo	Capacidad	Precio	Energía
Taole	TC1000	15 pallets/hora	USD 4 650	1,5 kw
Dyehome	TP1650	12 pallets/hora	USD 3 333	1,5 kw
Hoty	HTW070	15 pallets/hora	USD 4 650	1,5 kw

Nota. Se ha considerado una capacidad de producción para una carga no automática.

Nota. De *Embaladora de pellets*, por Dyehome Machine, Taole y Hoty pack s.f. (<http://www.dahongpack.com.cn/>, <https://taole.en.alibaba.com/> y <https://hotypack.en.alibaba.com/>).

5.3.2 Especificaciones de la maquinaria.

A continuación, se mostrará detalladamente las características de la maquinaria y equipos previamente seleccionados para el proceso productivo del presente proyecto.

Tabla 5.22*Balanza industrial*

Balanza industrial	
	Marca: Sumico
	Modelo:
	Origen: Perú
	Precio: USD 500
	Capacidad: 500 kg
	Dimensiones:
	Largo: 0,6 m Ancho: 0,8 m Altura: 1,3 m
	Potencia: 0,3 kw

Nota. De Balanzas, por Sumico, s.f (<https://suminco-peru.com/balanzas-de-plataforma/>).

Tabla 5.23*Rompedora de fardos*

Rompedora de fardos	
	Marca: Fangtai
	Modelo: AAA
	Origen: China
	Precio: USD 5 500
	Capacidad: 1 500 kg/hr
	Dimensiones:
	Largo: 1,7 m Ancho: 1,6 m Altura: 2 m
	Potencia: 7,5 kw

Nota. De Maquinas de línea de reciclaje, por Fangtai plastic Machinery manufacture C.O, s.f (<http://www.hebeifangtai.com.cn/>).

Tabla 5.24*Molino de cuchillos*

Molino de cuchillos	
	Marca: Shini
	Modelo: SG-5090
	Origen: China
	Precio: USD 1 400
	Capacidad: 1 650 kg/hr
	Dimensiones:
	Largo: 2,6 m Ancho: 2 m Altura: 2,85 m
	Potencia: 4,5 kw

Nota. De Granulación y reciclaje, por Shini, s.f (https://www.shini.com/es/products_sub_Granulating-and-Recycling.html).

Tabla 5.25*Separadora de banales*

Separadora de banales	
	Marca: H&S
	Modelo: HS-80
	Origen: China
	Precio: USD 3 000
	Capacidad: 1 500 kg/hr
	Dimensiones:
	Largo: 4,3 m Ancho: 0,8 m Altura: 2 m
	Potencia: 15 kw

Nota. De Separadores de etiquetas, por Hong Shi machine, s.f (<https://hongshimachine.en.alibaba.com/es>).

Tabla 5.26*Máquina de lavado de plásticos*

Máquina de lavado de plásticos	
	Marca: Heibi Fangtai
	Modelo: FTSJ-QQC-600
	Origen: China
	Precio: USD 2 000
	Capacidad: 2 550 kg/hr
	Dimensiones:
	Largo: 6 m Ancho: 1,5 m Altura: 1,8 m
	Potencia: 12,5 kw

Nota. De Maquinas de línea de reciclaje, por Fangtai plastic Machinery manufacture C.O, s.f (<http://www.hebeifangtai.com.cn/>).

Tabla 5.27*Centrifugadora de plásticos*

Centrifugadora de plásticos	
	Marca: Ruili
	Modelo: L2600
	Origen: China
	Precio: USD 2 000
	Capacidad: 4 000 kg/hr
	Dimensiones:
	Largo: 3,05 m Ancho: 1,55 m Altura: 1,3 m
	Potencia: 2,2 kw

Nota. De Máquinas de reciclaje plástico, por Hubei Ruili environmental machinery C.O, s.f (http://www.rljsx.com.cn/index_en.html).

Tabla 5.28*Máquina de lavado de orgánico*

Máquina de lavado de orgánico	
	Marca: ZZHL
	Modelo: HI-0124
	Origen: China
	Precio: USD 4 250
	Capacidad: 1 400 kg/hr
	Dimensiones:
	Largo: 1,56 m
	Ancho: 0,45 m
Altura: 1,34 m	
Potencia: 1,5 kw	

Nota. De *Máquinas de frutas y vegetales*, por Zhengzhou Hongle Machinery Equipment Co., Ltd, s.f (<http://www.hlchinamachine.com/contact.html>).

Tabla 5.29*Máquina de secado*

Máquina de secado	
	Marca: Changan
	Modelo: Jys
	Origen: China
	Precio: USD 7 500
	Capacidad: 3 150 kg/hr
	Dimensiones:
	Largo: 5,92 m
	Ancho: 1,32 m
Altura: 1,22 m	
Potencia: 4 kw	

Nota. De *Máquinas de secado de frutas y verduras*, por Changzhoy No2, s.f. (<https://2-drying.en.alibaba.com/>)

Tabla 5.30*Cortadora*

Cortadora	
	Marca: Li una
	Modelo: QD-320
	Origen: China
	Precio: USD 3 975
	Capacidad: 800 kg/hr
	Dimensiones:
	Largo: 0,95 m
	Ancho: 0,78 m
Altura: 1,28 m	
Potencia: 0,75 kw	

Nota. De *Máquinas cortadoras de frutas y verduras*, por LiAn machinery, s.f. (<https://lianmachine.com/>).

Tabla 5.31*Molino de rodillos*

Molino de rodillos	
	Marca: Changgang
	Modelo: 30B-W
	Origen: China
	Precio: USD 2 550
	Capacidad: 800 kg/hr
	Dimensiones: Largo: 0,72 m Ancho: 0,60 m Altura: 1,40 m
	Potencia: 2,2 kw

Nota. De Molino de rodillos, por Changzhoy No2, s.f. (<https://2-drying.en.alibaba.com/>)

Tabla 5.32*Tamizador*

Tamizador	
	Marca: YisonHonda
	Modelo: YHV520
	Origen: China
	Precio: USD 1 845
	Capacidad: 1 015 kg/hr
	Dimensiones: Largo: 2,68 m Ancho: 0,89 m Altura: 1,08 m
	Potencia: 1,46 kw

Nota. De Tamizadores, por Tradewheel, s.f. (<https://www.tradewheel.com/co/gongyi-yison-honda-trading-46435/>).

Tabla 5.33*Mezcladora*

Mezcladora	
	Marca: Shengli
	Modelo: LHY
	Origen: China
	Precio: USD 2 800
	Capacidad: 1 800 kg/hr
	Dimensiones: Largo: 3,8 m Ancho: 1,2 m Altura: 1,6 m
	Potencia: 2 kw

Nota. De Mezcladoras, por Jiangyin, s.f. (<https://jysibida.en.alibaba.com/>)

Tabla 5.34*Máquina de calentamiento instantáneo*

Máquina de calentamiento instantáneo	
	Marca: TN
	Modelo: PECVD-T01
	Origen: China
	Precio: USD 2 283
	Capacidad: 6 000 kg/hr
	Dimensiones:
	Largo: 2,83m Ancho: 0,43 m Altura: 0,66 m
	Potencia: 7 kw

Nota. De Máquinas CVC, por Taiuno film material, s.f.

(https://tfm.en.alibaba.com/es_ES/feeds.html?spm=a2700.icbuShop.88.90.658314e9PjJ4IW).

Tabla 5.35*Enfriadora de granulados*

Enfriadora de granulados	
	Marca: SDR machinery
	Modelo: SKLN-6
	Origen: China
	Precio: USD 8 500
	Capacidad: 6 000 kg/hr
	Dimensiones:
	Largo: 3,1 m Ancho: 1,7 m Altura: 2,6 m
	Potencia: 5,5 kw

Nota. De Enfriadora de granulado, s.f, <https://www.shindery.com/e-1-counter-flow-cooler.html> y <https://www.exportersindia.com/>).

Tabla 5.36*Embolsadora*

Embolsadora	
	Marca: Gelgoog
	Modelo: GG-1
	Origen: China
	Precio: USD 1 000
	Capacidad: 250 sacos/hr
	Dimensiones:
	Largo: 0,58 m Ancho: 1,5 m Altura: 1,3 m
	Potencia: 5,5 kw

Nota. De Máquina embolsadora, por Gelgoog, s.f. (<https://www.gelgoog.com/>).

Tabla 5.37*Máquina de embalaje*

Máquina de embalaje	
	Marca: Dyehome
	Modelo: TP1650
	Origen: China
	Precio: USD 2 150
	Capacidad: 13 pallets/hora
	Dimensiones: Largo: 1,65 m Ancho: 2,65 m Altura: 2,4 m
	Potencia: 1,5 kw

Nota. Se ha considerado una capacidad de producción para una carga no automática.

Nota. De *Embaladora de pellets*, por Dyehome Machine, s.f. (<http://www.dahongpack.com.cn/>).

Asimismo, se detallarán las especificaciones de los artefactos y de los equipos de transporte.

Tabla 5.38*Impresora de inyección*

Impresora de inyección	
	Marca: Meenjet
	Modelo: M6
	Origen: China
	Precio: USD 200
	Dimensiones: Largo: 13 cm Ancho: 12 cm Altura: 18 cm
	Peso: 900 gr

Nota. De *Impresora de inyección de tinta*, por Meenjet, s.f. (<http://www.meenjet.es/>).

Tabla 5.39*Transporte de tornillo*

Transporte de tornillo	
	Marca: Techang
	Modelo: TCGX250
	Origen: China
	Precio: USD 1 200
	Capacidad: 60 100 kg/hr
	Dimensiones de la base: Largo: 1,2 m Ancho: 1 m Altura: 3 m

Nota. De *Transportadores de materias*, por Techang machinery, s.f. (<http://www.te-machinery.com/>).

Tabla 5.40*Faja transportadora*

Faja transportadora	
	Marca: Jintian
	Modelo: JT-130-2
	Origen: China
	Precio: USD 500
	Velocidad de rotación: 30 m/min
	Dimensiones: Largo: 1,85 m Ancho: 0,6 m Altura: 1,2 m
	Potencia: 0,55 kw

Nota. De Cintas transportadoras, Jintian pack, s.f. (<https://es.autopackmachines.com/>)

Tabla 5.41*Detector de metales y PVC*

Detector de metales y PVC	
	Marca: Bosh
	Modelo: D-Tect 120
	Origen: Perú
	Precio: USD 295
	Precisión: ±5 mm
	Dimensiones: Largo: 20,6 cm Ancho: 9,2 cm Altura: 12 cm
	Peso: 500 gr

Nota. De Detectores, por Bosch, s.f. (<https://www.bosch-professional.com/pe/es/detectores-131501-ocs-c/>).

Tabla 5.42*Sensor inductivo*

Sensor inductivo	
	Marca: AkuSense
	Modelo: TRF18-05NO
	Origen: China
	Precio: USD 7,5
	Conexión: Cable 2M/3M
	Dimensiones: Largo: 8 cm Ancho: 15 cm Altura: 7,5 cm
	Consumo de corriente: <0,1mA

Nota. De Sensores, por Akusense Tecnología, s.f. (www.akusense.com).

5.4 Capacidad instalada

5.4.1 Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos.

Para poder determinar la cantidad necesaria de máquinas y operarios que se necesita para cada actividad que compone el proceso se hará uso del flujo de materia y la capacidad de procesamiento de cada máquina precisada en las especificaciones de las máquinas a partir de la cual se obtendrá el ritmo de producción.

El tiempo de operación que se considerará es de 4 608 horas anuales, el cual está compuesto por 8 horas por turno, 2 turnos por día, 6 días a la semana y 48 semanas al año.

Los operarios deberán realizar una limpieza general de 15 minutos y se les otorgará 1 hora de refrigerio, por lo que el factor de utilización será de 84,85%. En el caso del factor de eficiencia se ha dispuesto que el porcentaje que se usará es de 95%.

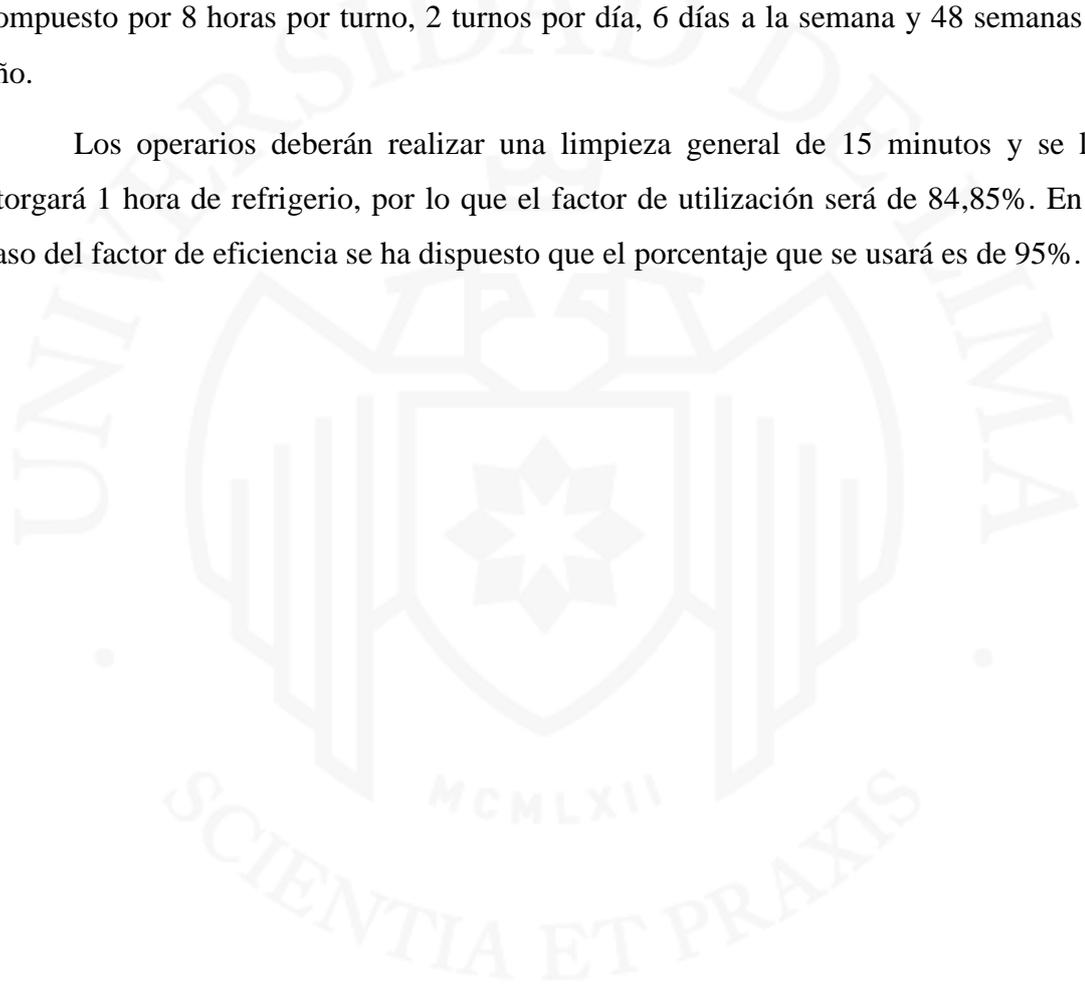


Tabla 5.43*Cálculo del número de máquinas y operarios*

Operación	QE	Unid	Ritmo de trabajo	Unidades	Hr/t	T/día	Día/sem	Sem/año	U	E	Número de máquinas y/o operario
Pesado	6 733	Ton	1,000	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	2,00
Desarmado	6 733	Ton	0,667	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	2,00
Clasificación de plástico	6 730	Ton	1,000	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	2,00
Molienda de plástico	6 461	Ton	0,606	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	2,00
Molienda de plástico II	6 458	Ton	0,606	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	2,00
Separado de banales	6 454	Ton	1,000	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	2,00
Lavado de plásticos	8 729	Ton	0,392	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	1,00
Centrifugado	6 358	Ton	0,500	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	1,00
Pesado	6 262	Ton	1,000	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	2,00
Clasificación de orgánico	5 648	Ton	1,000	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	2,00
Pesado	5 366	Ton	1,000	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	2,00
Lavado de orgánico	7 410	Ton	0,714	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	2,00
Secado	5 287	Ton	0,317	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	1,00
Cortado	4 892	Ton	1,250	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	2,00
Molienda de orgánico	4 890	Ton	1,250	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	2,00
Tamizado	4 888	Ton	0,985	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	2,00
Pesado	4 887	Ton	1,000	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	2,00
Mezclado	4 887	Ton	0,556	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	1,00
Calentado instantáneo	11 393	Ton	0,167	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	1,00
Enfriamiento	5 986	Ton	0,167	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	1,00
Embolsado ^a	5 986	Ton	0,400	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	1,00
Etiquetado e inspección	5 986	Ton	0,556	Hr/Ton	8	2	6	52	0,84	0,9	1,00
Embalado	5 986	Ton	0,046	Hr/Ton	8	2	6	52	0,50	0,9	1,00

^a Para la operación de embalado se le ha considerado un menor factor de utilización debido a que se ha tenido en consideración que existe un intervalo de tiempo significativo de inactividad de la máquina por concepto de carga.

En la tabla anterior se puede mostrar detalladamente el número de máquinas para cada operación.

Para el cálculo de operarios se consideró, en primer lugar, a las operaciones manuales; es decir, las operaciones de pesado, clasificación de plásticos, orgánicos. Para estas actividades se les ha asignado un total de 6 operarios (laboran únicamente en el almacén y recepción de materiales). En segundo lugar, para una mejor visualización de la asignación de actividades, nos centraremos en las operaciones semiautomáticas y manuales, es decir en los operarios netamente del área productiva:

- Segregar materia de PVC o metálicos que permanezcan entre los plásticos (2)
- Traer y adicionar la soda caustica y detergente a la operación de lavado de plásticos, transportar bolsas de papel Kraft y papel film a las máquinas respectivas
- Realizar el pesado de los plásticos salientes de la máquina centrifugadora (2)
- Realizar el pesado de los plásticos salientes de la máquina tamizadora (2)
- Alimentado de la máquina mezcladora
- Alimentado de la máquina de calentamiento instantáneo y controlar temperatura
- Colocar los sacos de papel Kraft en la operación de embolsado y apilarlas en el pallet
- Transportar a la mesa de trabajo y transportar a la máquina de embalaje
- Codificar e inspeccionar sacos

En conclusión y de acuerdo con los datos mostrados se determina que contamos con 22 operarios, de los cuales 6 son netamente de operación en el almacén, 4 de transportar materiales del almacén y 12 pertenecen únicamente al área de operación.

5.4.2 Cálculo de la capacidad instalada.

Haciendo uso de todos los datos usados en el punto anterior, se procede a hallar la capacidad de producción de cada máquina.

Tabla 5.44

Cálculo de capacidad instalada

Operación	QE	Unid,	Capacidad de procesamiento	Unidades	#M/#O	h/t	t/d	d/sem	sem/año	U	E	CO	FAC	Cap, de prod, (Ton)	Cap, de prod, (Sacos 25 kg)
Pesado	6 733	Ton	1,0000	Ton/hr	2	8	2	6	52	0,84	0,90	7 581,60	0,89	6 740	269 594
Desarmado	6 733	Ton	1,5000	Ton/hr	2	8	2	6	52	0,84	0,90	11 372,40	0,89	10 110	404 391
Clasificado de plásticos	6 730	Ton	1,0000	Ton/hr	2	8	2	6	52	0,84	0,90	7 581,60	0,89	6 743	269 729
Molienda de plástico	6 461	Ton	1,6500	Ton/hr	2	8	2	6	52	0,84	0,90	12 509,64	0,93	11 590	463 596
Molienda de plástico II	6 458	Ton	1,6500	Ton/hr	2	8	2	6	52	0,84	0,90	12 509,64	0,93	11 596	463 828
Separado de banales	6 454	Ton	1,0000	Ton/hr	2	8	2	6	52	0,84	0,90	7 581,60	0,93	7 031	281 248
Lavado de plásticos	8 729	Ton	2,5500	Ton/hr	1	8	2	6	52	0,84	0,90	9 666,54	0,69	6 629	265 152
Centrifugado	6 358	Ton	2,0000	Ton/hr	1	8	2	6	52	0,84	0,90	7 581,60	0,94	7 137	285 491
Pesado	6 262	Ton	1,0000	Ton/hr	2	8	2	6	52	0,84	0,90	7 581,60	0,96	7 247	289 887
Clasificado de orgánico	5 648	Ton	1,0000	Ton/hr	2	8	2	6	52	0,84	0,90	7 581,60	1,06	8 035	321 394
Pesado	5 366	Ton	1,0000	Ton/hr	2	8	2	6	52	0,84	0,90	7 581,60	1,12	8 458	338 309
Lavado de orgánico	7 410	Ton	1,4000	Ton/hr	2	8	2	6	52	0,84	0,90	10 614,24	0,81	8 574	342 951
Secado	5 287	Ton	3,1500	Ton/hr	1	8	2	6	52	0,84	0,90	11 941,02	1,13	13 520	540 794
Cortado	4 892	Ton	0,8000	Ton/hr	2	8	2	6	52	0,84	0,90	6 065,28	1,22	7 421	296 828
Molienda de orgánico	4 890	Ton	0,8000	Ton/hr	2	8	2	6	52	0,84	0,90	6 065,28	1,22	7 424	296 976
Tamizado	4 888	Ton	1,0150	Ton/hr	2	8	2	6	52	0,84	0,90	7 695,32	1,22	9 424	376 977
Pesado	4 887	Ton	1,0000	Ton/hr	2	8	2	6	52	0,84	0,90	7 581,60	1,22	9 286	371 443
Mezclado	4 887	Ton	1,8000	Ton/hr	2	8	2	6	52	0,84	0,90	13 646,88	1,22	16 715	668 598
Calentado instantáneo	11 393	Ton	6,0000	Ton/hr	1	8	2	6	52	0,84	0,90	22 744,80	0,53	11 949	477 979
Enfriamiento	5 986	Ton	6,0000	Ton/hr	1	8	2	6	52	0,84	0,90	22 744,80	1,00	22 745	909 792
Embolsado	5 986	Ton	2,5000	Ton/hr	1	8	2	6	52	0,84	0,90	9 477,00	1,00	9 477	379 080
Etiquetado e inspección	5 986	Ton	1,8000	Ton/hr	1	8	2	6	52	0,84	0,90	6 823,44	1,00	6 823	272 937
Embalado ^a	5 986	Ton	21,8750	Ton/hr	1	8	2	6	52	0,50	0,90	49 140,00	1,00	49 140	3 316 950

^a Para la operación de embalado se le ha considerado un menor factor de utilización debido a que se ha tenido en consideración que existe un intervalo de tiempo significativo de inactividad de la máquina por concepto de carga.

La actividad que presenta un cuello de botella para el proceso de producción del presente proyecto es el lavado de plásticos, pues es la máquina que posee menor capacidad de producción. Por lo tanto, la capacidad de producción de la planta productora es de 265 152 sacos de aditivo de grafeno por 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.

Materia prima

- Botellas de plástico

Las botellas pasan por un proceso riguroso de inspección donde se separan visualmente aquellas que difieran de la corriente de envases PET, HDPE y PP a fin de no contaminar el material que ingresara al proceso productivo.

- Residuos Orgánicos

Los residuos sólidos orgánicos son abastecidos por empresas encargadas de la gestión de desechos sólidos que hacen encargan de segregar los residuos orgánicos, adicionalmente la materia es inspeccionada para asegurar que no presente ninguna clase de impurezas ni lleve restos de medicinas, sustancias tóxicas, entre otros residuos que no intervienen en el proceso productivo. Asimismo, los residuos sólidos orgánicos utilizados como materia prima pasan por una serie de procesos para poder garantizar la inocuidad del producto final.

Insumos:

Los principales insumos son detergentes y la soda caustica, los cuales deben ser de buena calidad para permitir la correcta remoción de todos los contaminantes que acompañan a la materia prima, por tal razón, los proveedores encargados del abastecimiento deben estar autorizados y ser especialista en este rubro. En el anexo 5 se muestran las especificaciones y características técnica que la soda caustica a adquirir debe cumplir.

Procesos:

Con respecto a las operaciones y proceso unitarios que intervienen en la producción del grafeno, la calidad se garantiza mediante el uso de maquinaria de última tecnología, las

cuales reciben mantenimientos periódicos para asegurar su adecuado funcionamiento. Asimismo, se realiza un monitoreo constante de variables críticas como la temperatura y compresión para asegurar que estas estén dentro de los estándares establecidos.

Producto Final

El aditivo a base de grafeno para concreto sigue la norma ASTM C 260. Esta norma establece los parámetros los cuales tiene que cumplir el aditivo para obtener la homologación de aditivos incorporadores de aire para concreto. Estos parámetros incluyen una resistencia a la tracción mayor a 344,4 MPa y una longitud de entre 12 y 65 mm (anexo 2).

Para determinar que el producto final se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la norma ASTM C 260 se realiza la siguiente prueba:

- Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión se relaciona con la resistencia mecánica del concreto, ya que “presenta la condición de carga en que el concreto exhibe mayor capacidad para soportar esfuerzos, de modo que la mayoría de las veces los elementos estructurales se diseñan con el fin de utilizar esta propiedad del concreto” (Ccopa, 2017, pp. 101-102)

La resistencia a la compresión se calcula mediante la siguiente formula:

$$F^c = \frac{4 * G}{\pi * D^2}$$

Donde:

- F^c: Es la resistencia de rotura a la compresión (kg/cm²)
- G: Carga de rotura (kg)
- D: Diámetro de la probeta cilíndrica (cm)

5.6 Estudio de impacto ambiental

Tabla 5.45

Matriz de aspectos e impactos ambientales

Entradas	Operación	Salidas	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Componentes afectados
-Residuos orgánicos -Residuos plásticos	Clasificación	-Residuos orgánicos -Otros residuos solidos	-Generación de residuos solidos	-Contaminación de suelos	-Tierra
-Fardos de plástico -Suncho -Electricidad	Desarmado	-PET, HDPE, PP -Otros plásticos -Suncho	-Utilización de recursos -Emisión de ruido	-Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos -Contaminación sonora	-Medio ambiente -Tierra -Aire
-PET, HDPE, PP -Otros plásticos	Clasificación de plásticos	-PET, HDPE, PP -Otros plásticos	-Generación de residuos solidos	-Contaminación de suelos	-Tierra
-PET, HDPE, PP -Electricidad	Molienda de plástico	-Plástico molido a 30mm -Volatilidad de partículas solidas	-Utilización de recursos -Generación de residuos solidos -Emisión de ruido	-Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos -Contaminación del ambiente	-Medio ambiente -Tierra -Aire
-Plástico molido a 30mm -Electricidad	Molienda de plástico II	-Plástico molido a 10mm -Volatilidad de partículas solidas	-Utilización de recursos -Generación de residuos solidos -Emisión de ruido	-Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos -Contaminación del ambiente	-Medio ambiente -Tierra -Aire
-Plástico molido a 10mm -Electricidad	Separado de banales	-Plástico -Etiquetas	-Utilización de recursos -Generación de residuos solidos -Emisión de ruido	-Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos -Contaminación del ambiente	-Medio ambiente -Tierra -Aire
-Plástico molido sin etiquetas -Agua, detergente y soda caustica --Electricidad	Lavado de plástico	- Plástico limpio -Agua con impurezas	-Utilización de recursos -Generación de ruido -Emisión efluentes	-Contaminación de recursos hídricos -Contaminación por consumo de recursos -Contaminación sonora	-Agua -Medio ambiente -Aire
-Plástico húmedo -Electricidad	Centrifugado	-Plástico seco -Agua con impurezas	-Utilización de recursos -Emisión de efluentes	-Contaminación de recursos hídricos -Contaminación por consumo de recursos	-Agua -Medio ambiente
-Residuos orgánicos -Agua -Detergente caustica -Electricidad	Lavado de orgánico	- Residuos limpio -Agua con impurezas -Residuo solido	-Utilización de recursos -Emisión de efluente -Emisión de residuo sólido	-Contaminación de recursos hídricos -Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos	-Agua -Medio ambiente -Suelo

(continúa)

(Continuación)

-Residuos húmedos -Electricidad	Secado	-Residuo seco -Agua con impurezas -Residuo solido - Vapor	-Utilización de recursos -Emisión de efluente -Emisión de residuo sólido	-Contaminación de recursos hídricos -Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos -Contaminación de aire	-Agua -Medio ambiente -Suelo -Aire
-Residuos seco -Electricidad	Cortado	-Residuo seco cortado -Residuo solido	-Utilización de recursos -Emisión de residuo sólido	-Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos	-Medio ambiente -Suelo
-Residuo seco cortado -Electricidad	Molienda de orgánico	-Residuo seco molido -Residuo solido	-Utilización de recursos -Emisión de residuo sólido -Emisión de ruido	-Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos -Contaminación sonora	-Aire -Medio ambiente -Suelo
-Residuo seco molido -Electricidad	Tamizado	-Residuo seco a granulado -Residuos para reprocesar	-Utilización de recursos -Emisión de residuo sólido	-Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos	-Medio ambiente -Suelo
-Residuo seco granulado -Carbón activado	Pesado	-Residuo seco granulado -Carbón activado	-Utilización de recursos -Emisión de residuo sólido	-Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos	-Medio ambiente -Suelo
-Residuos a tamaño requerido -Negro de carbón -Electricidad	Mezclado	-Mezcla -Residuo sólido	-Utilización de recursos -Emisión de residuo sólido	-Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos	-Medio ambiente -Suelo
-Mezcla -Plástico molido y seco -Electricidad	Calentamiento instantáneo	-Grafeno granulado -Gases	-Utilización de recursos -Emisión de residuo sólido -Emisión de gases	-Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos -Contaminación por gases	-Aire -Medio ambiente -Suelo
-Grafeno caliente -Aire frio -Electricidad	Enfriamiento	-Grafeno templado - Residuo solido - Aire calentado	-Utilización de recursos -Emisión de residuo sólido -Emisión de vapor	-Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos -Contaminación por gases	-Medio ambiente -Suelo -Aire
-Grafeno a temperatura ambiente -Sacos de papel Kraft reciclado -Electricidad	Embolsado	-Sacos de grafeno en sacos de 25kg -Residuo solido	-Utilización de recursos -Emisión de residuo sólido -Emisión de ruido	-Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos -Contaminación sonora	-Medio ambiente -Suelo -Aire
-Etiquetas -Sacos de grafeno de 25kg -Electricidad	Etiquetado	-Sacos selladas y etiquetadas -Residuo solido	-Emisión de residuo sólido	-Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos	-Medio ambiente -Suelo
-Sacos selladas y etiquetadas -Film eco amigable -Pellets -Electricidad	Embalado	-Pellets embalados -Residuo solido	-Utilización de recursos -Emisión de residuo sólido	-Contaminación por consumo de recursos -Contaminación de suelos	-Medio ambiente -Suelo

Llevando a cabo un análisis de la matriz previamente mostrada se puede notar que todos los factores ambientales son afectados, es por esta razón que se adoptarán medidas para mitigar los impactos ambientales.

En primer lugar, con respecto al agua, se procederá a trasladarla a un depósito en el cual se almacenará para posteriormente ser enviado a un filtro prensa, el cual separará los sólidos existentes del agua. Los sólidos serán enviados a un vertedero controlado de inertes y el agua será reutilizada.

Con respecto a los residuos sólidos, la naturaleza de nuestro proyecto permite reutilizar cualquier sobrante de los sólidos que han quedado retenidos en las máquinas. Sin embargo, existen residuos sólidos que no pertenecen a nuestra gama de materia prima, como es el caso de algunos residuos plásticos (PVC) y metálicos, que serán trasladados a basureros municipales que estén enfocadas en la gestión correcta de residuos.

Con respecto al ruido, se realizará un monitoreo diario de los decibeles a los que están expuestos nuestros operarios y se les brindará los EPPs correspondientes. Además, todo el proceso estará regido en cuanto al decreto supremo de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido N° 085-2003-PCM que se mantiene vigente hasta la fecha.

Tabla 5.46

Límite de decibeles por zona

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS	
	EN L _{AeqT}	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Nota. De Reglamentos nacionales de calidad ambiental, por Sistema Nacional de información Ambiental, 2013 (<https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-estandares-nacionales-calidad-ambiental-ruido>).

Debido a que nos ubicamos en una zona industrial y nuestro horario de operación está compuesto por 2 turnos en horario mañana y tarde, tendremos un máximo de decibeles de 80.

Por último, con respecto a los gases se medirá el LMP para determinar el método de tratamiento a usar y poderlos desembocar en el ambiente sin perjudicar el medio ambiente o para almacenarlos y poder ser usados en futuros procesos.

5.7 Seguridad y salud

La seguridad y la salud de los trabajadores es primordial para la promoción y protección de la salud de los estos mediante una cultura de prevención que elimine factores que puedan producir enfermedades, incidentes o accidentes dentro del recinto de trabajo.

En el Perú, se ha expedido la siguiente Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (LSST), que describe como su principal objetivo lo siguiente:

La promoción de una cultura preventiva, para ello se cuenta con la participación del Estado, con el deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del Estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales y que forma parte de una de las principales acciones en materia de seguridad y salud en el trabajo que forma parte del marco normativo necesario para la protección de la vida y salud de los trabajadores (Decreto N° 005-2017-TR, 2017).

De acuerdo con la ley de seguridad y salud en el trabajo, la empresa deberá cumplir con ciertos requisitos para considerarse dentro del marco legal, los cuales serán descritos a continuación:

- Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPERC), la cual debe ser actualizada cada año, cambien las condiciones de trabajo o cuando se haya producido daños a la seguridad y salud del trabajador.
- Elaboración de un mapa de riesgos en conjunto con el comité de SSO, el cual deberá ser exhibido y puesto a disposición de sus colaboradores.
- Exhibición de la política de Seguridad y Salud Ocupacional en un lugar visible
- Elaboración del reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo, el cual debe ser entregada a cada trabajador.
- Realización de no menos de cuatro capacitaciones al año de SSO.
- Registro de los accidentes, incidentes y enfermedades ocurridos en el centro de trabajo, asimismo, se requiere la documentación de la investigación sobre las

causas que conllevan a ese desenlace y las medidas correctivas para evitar la repetición de estos.

- Constitución de un comité de seguridad y salud en el trabajo, en vista que la empresa cuenta con más de 20 trabajadores.



5.7.1 Matriz de Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Medidas de control (IPERC)

Tabla 5.47

Matriz de Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Medidas de control

Actividad o tarea	Peligro	Riesgo	PROBABILIDAD					Índice de SEVERIDAD	RIESGO	Nivel de Riesgo	Riesgo Significativo	Medidas de Control
			Índice de personas expuestas	Índice de proced.	Índice de capacitación	Índice de exposición al riesgo	Índice de PROB					
Alimentación de la maquina rompedora de fardos	Maquina ruidosa	Exposición al ruido	1	1	1	2	5	1	5	Tolerable	NO	Rotación de personal
Limpieza de la faja que tiene instalado un puente inductivo	Posturas inadecuadas	Probabilidad de lesiones	1	1	1	1	4	2	8	Tolerable	NO	Realizar una adecuada manipulación manual de las cargas
Clasificación	Ritmo de trabajo Material con puntas expuestas	Estrés Corte	1	2	1	1	5	1	5	Tolerable	NO	Rotación de personal Uso adecuado de EPPS (guantes)
Selección	Exposición a patógenos	Riesgo biológico	1	2	1	2	6	2	12	Moderado	SI	Uso adecuado de EPPS (mascarillas y guantes)
Alimentación de la tolva de la lavadora una pala cargadora	Maquina ruidosa	Exposición al ruido	1	1	1	2	5	1	5	Tolerable	NO	Rotación de personal
Pesado	Carga pesada Polvo	Sobreesfuerzo por manipulación manual de carga Inhalación de polvo	1	1	1	2	5	2	10	Moderado	SI	Realizar una adecuada manipulación manual de las cargas Uso adecuado de EPPS (mascarillas)

(continúa)

(Continuación)

Alimentación de la mezcladora	Carga pesada Polvo	Sobreesfuerzo por manipulación manual de carga Inhalación de polvo	1	1	1	1	4	2	8	Tolerable	NO	Realizar una adecuada manipulación manual de las cargas Uso adecuado de EPPS (mascarillas)
Alimentación de la tolva del equipo de calentamiento	Carga pesada	Sobreesfuerzo por manipulación manual de carga	1	1	1	2	5	2	10	Moderado	SI	Realizar una adecuada manipulación manual de las cargas
Control de la temperatura durante el proceso de calentamiento	Temperaturas extremas Alta tensión	Exposición a ambientes con altas temperaturas Contacto eléctrico	1	1	1	1	4	3	12	Moderado	SI	Mantenimiento preventivo de la máquina de calentamiento
Control de la compresión durante proceso de calentamiento	Alta tensión	Contacto eléctrico	1	1	1	1	4	3	12	Moderado	SI	Mantenimiento preventivo de la máquina de calentamiento
Embolsado	Movimiento de trabajo repetitivo	Sobreexposición a trabajos repetitivos	1	1	1	2	5	1	5	Tolerable	NO	Rotación de personal
Etiquetado	Carga pesada	Sobreesfuerzo por manipulación manual de carga	1	1	1	2	5	1	5	Tolerable	NO	Rotación de personal Realizar una adecuada manipulación manual de las cargas
Embalado	Movimiento de trabajo repetitivo Posturas inadecuadas	Sobreexposición a trabajos repetitivos Probabilidad de lesiones	1	1	1	1	4	2	8	Tolerable	NO	Rotación de personal Realizar una adecuada manipulación manual de las cargas

5.7.2 Política de Seguridad y Salud Ocupacional

Figura 5.4

Política de seguridad y salud ocupacional de la empresa Grafenano S.A.C.



5.8 Sistema de mantenimiento

Para el presente proyectos se dispuso que se realizará mantenimiento por dos vías, el mantenimiento de manera interna será realizada por los operarios y el de manera externa será tercerizado. Asimismo, se realizarán dos tipos de mantenimiento debido a que se busca evitar paralizaciones ocasionadas por fallas en los equipos que conllevan a un descenso en la productividad las máquinas.

En primero lugar, los operarios realizarán mantenimiento preventivo. Se optó por este tipo de mantenimiento debido a que minimiza paralizaciones largas, evita el aumento de depreciación excesiva de la máquina. El mantenimiento preventivo constará de una limpieza general de cada máquina, para lo cual los operarios serán capacitados previamente con el objetivo de que realicen esta actividad de manera correcta. Tanto el tiempo de la actividad como la frecuencia se estableció para cada una de las maquinas teniendo en cuenta el tipo de insumo que procesan y las especificaciones cada la máquina. Cabe recalcar que la actividad se realizará al finalizar el segundo turno del día correspondiente.

Tabla 5.48*Plan de mantenimiento interno*

Máquina	Actividad	Frecuencia	Duración
Rompedora de fardos	Limpieza	Semanal	15 minutos
Moledora de cuchillos I	Limpieza	Semanal	15 minutos
Moledora de cuchillos II	Limpieza	Semanal	15 minutos
Separadora de banales	Limpieza	Interdiario	15 minutos
Máquina de lavado de plásticos	Limpieza	Interdiario	15 minutos
Centrifugadora	Limpieza	Interdiario	10 minutos
Máquina de lavado de orgánico	Limpieza	Diaria	15 minutos
Máquina de secado	Limpieza	Diaria	15 minutos
Cortadora	Limpieza	Diaria	15 minutos
Moledora de rodillos	Limpieza	Diaria	15 minutos
Tamizadora	Limpieza	Semanal	10 minutos
Mezcladora	Limpieza	Diaria	15 minutos
Máquina de calentamiento instantáneo	Limpieza	Diaria	15 minutos
Enfriador	Limpieza	Diaria	15 minutos
Embolsadora	Limpieza	Semanal	10 minutos
Etiquetadora	Limpieza	Semanal	5 minutos
Embaladora	Limpieza	Semanal	5 minutos

Se ha predispuesto que la limpieza diaria se llevará a cabo dentro del horario de limpieza de los operarios pertenecientes al segundo turno, mientras que la limpieza semanal e interdiaria se realizará por horas extra, estas están especificada en el anexo 6.

En segundo lugar, el mantenimiento tercerizado se llevará a cabo por una empresa especializada en máquinas industriales. Se ha optado por dos tipos de mantenimiento, el preventivo y el predictivo, se ha escogido el preventivo por los beneficios especificados anteriormente y el predictivo por que evita reemplazos innecesarios, este último específicamente se realizará en 5 máquinas debido a su alto costo de cambio de repuestos o al nivel crítico de riesgo que representa una falla. El programa de mantenimiento fue realizado teniendo como consideración las fichas técnicas de cada máquina, este se encuentra mostrado detalladamente en el anexo 7. A continuación, se mostrará la frecuencia con la que se le realizará el mantenimiento a cada máquina y el personal técnico asignado.

Tabla 5.49*Plan de mantenimiento tercerizado preventivo*

Máquina	Frecuencia	Personal técnico
Balanza	Semestral	Mecánico
Rompedora de fardos	Semestral y anual	Mecánico y eléctrico

(continúa)

(Continuación)

Moledora de cuchillos I y II	Semestral y anual	Mecánico y eléctrico
Separadora de banales	Semestral y anual	Mecánico
Máquina de lavado de plástico	Semestral y anual	Mecánico y eléctrico
Centrifugadora	Semestral, trimestral y anual	Mecánico
Máquina de lavado de orgánico	Semestral y anual	Mecánico y eléctrico
Máquina de secado	Semestral y anual	Mecánico
Cortadora	Semestral y anual	Mecánico y eléctrico
Moledora de rodillos	Semestral y anual	Mecánico
Tamizadora	Semestral y anual	Mecánico
Mezcladora	Semestral y anual	Mecánico y eléctrico
Máquina de calentamiento instantáneo	Semestral, trimestral y anual	Mecánico y eléctrico
Enfriador	Semestral y anual	Mecánico
Embolsadora	Semestral y anual	Mecánico y eléctrico
Embaladora	Semestral y anual	Mecánico

Como se puede observar en la tabla anterior el mantenimiento preventivo tercerizado se llevará a cabo de manera semestral y anual mientras que el predictivo será programado de manera mensual y bimestral. Las actividades de mantenimiento de cada máquina se encuentran en el anexo 8

Tabla 5.50

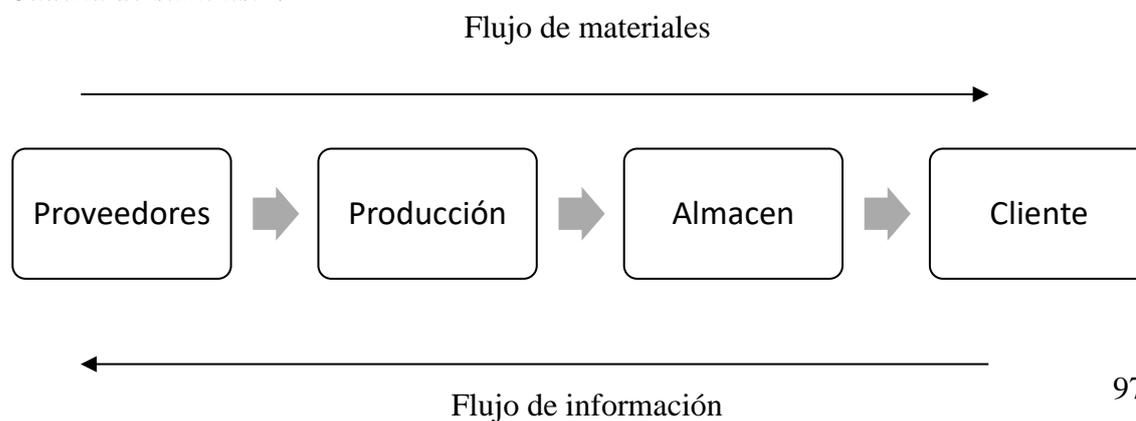
Plan de mantenimiento tercerizado predictivo

Máquina	Frecuencia	Personal técnico
Rompedora de fardos	Bimestral	Mecánico
Moledora de cuchillos	Bimestral	Mecánico
Separadora de banales	Bimestral	Mecánico
Cortadora	Bimestral	Mecánico
Moledora de rodillos	Bimestral	Mecánico
Máquina de calentamiento instantáneo	Mensual	Mecánico

5.9 Diseño de la cadena de suministro

Figura 5.5

Cadena de suministro



La cadena de suministro inicia en los proveedores de materia primas e insumos, quienes se encargan de aprovisionar a la empresa de productos en el momento, cantidad y calidad esperada. Nuestros proveedores serán las empresas recolectoras y gestoras de basura. El tiempo de reposición y lote de pedido de la materia prima e insumos se observa en la tabla 5.55.

El siguiente eslabón de la cadena es el que se encarga de la transformación de la materia prima e insumos en sacos de grafeno de 25 kg, los cuales son enviados al almacén de productos terminados en rumas de 35 sacos cada una.

Finalmente, en vista que la estrategia de comercialización del producto es la venta directa, no se requerirán de intermediarios que intervengan en la cadena. Cabe recalcar que para esta función contratamos a un servicio de transporte para que planifique la distribución de los pedidos.

5.9.1 Factores para la programación de la producción

Para determinar el programa de producción para la planta productora de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos orgánicos y plásticos se tomarán en cuenta los siguientes factores:

- Factor tiempo: Se considera un horizonte de vida del proyecto de 5 años que oscila entre el año 2021 al 2025.
- Política de inventarios finales expresado en tiempo de demanda futura: Para determinar el inventario final se considera el tiempo de mantenimiento, set ups después de mantenimiento y tiempo de seguridad definido por política de la empresa.
- Fabricación para inventarios: MTS (Make To Stock).

Tabla 5.51

Política de inventarios finales en días por mes

Actividad	Días	Meses
Tiempo por mantenimiento	3	
Tiempo Set up después del mantenimiento	1	
Tiempo de seguridad (establecido como política de la empresa)	2	
TOTAL	6	0.20

Tabla 5.52

Inventario final en sacos de grafeno de 25 kg, 2020 - 2025

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Inventario final	-	2 648	3 037	3 481	3 990	4 520

Tabla 5.53

Inventario promedio en sacos de grafeno de 25 kg, 2020 – 2025

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Inventario Promedio	-	1 324	2 843	3 259	3 736	4 255

5.10 Programa de producción

En base a los factores detallados en el punto 5.9.1, se elabora el siguiente plan maestro de producción.

Tabla 5.54

Plan maestro de producción en sacos de grafeno de 25 kg, 2021 – 2025

Año	2021	2022	2023	2024	2025
Pronóstico de venta	138 552	158 906	182 206	208 886	239 429
Ordenes de clientes	0	0	0	0	0
Inventario Inicial	0	2 648	3 037	3 481	3 990
Inventario final	2 648	3 037	3 481	3 990	4 520
Programa de producción	141 201	159 294	182 650	209 395	239 959
Disponible para promesa	141 201	159 294	182 650	209 395	239 959

5.11 Requerimiento de insumos, servicios y personal directo

5.11.1 Materia prima, insumos y otros materiales.

Para calcular los requerimientos de materia prima e insumos se tomó elaboró un diagrama de gozinto para identificar la lista de materiales.

Figura 5.6

Diagrama de Gozinto para la producción de un saco de grafeno de 25 kg

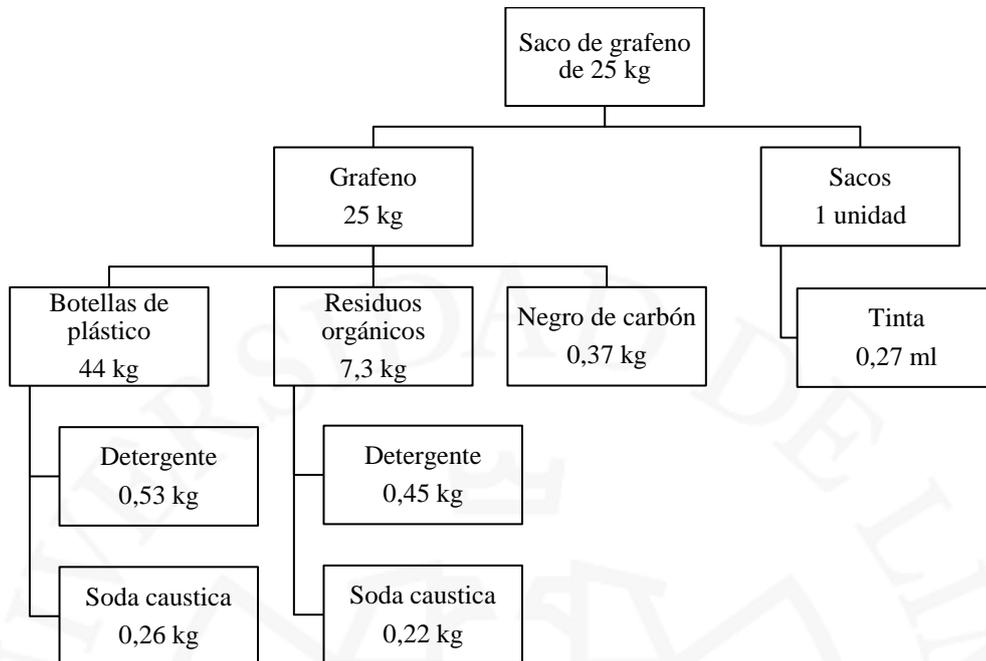


Tabla 5.55*Cálculo del requerimiento de materia prima e insumos, 2021 – 2025*

Materia prima e insumos	Unidad de almacenaje	Inventario Promedio	SS	2021	2022	2023	2024	2025
Fardos de botellas de plástico	Fardos (170 kg)	416	312	25 244	28 041	32 153	36 860	42 240
Residuos orgánicos	Bidón (200 kg)	178	129	5 321	5 817	6 670	7 646	8 762
Negro de carbón	Sacos (50 kg)	50	26	1 089	1 180	1 353	1 551	1 778
Sacos de papel Kraft	Cajas (500 unidades)	9	7	292	319	366	419	480
Rollos de papel Film	Cajas (4 unidades)	10	3	142	151	173	198	227
Tinta	Litros (1 litros)	5	1	43	44	50	57	65
Detergente	Sacos (15 kg)	246	158	9 451	10 412	11 939	13 686	15 684
Soda caustica	Sacos (25 Kg)	82	58	2 788	3 060	3 508	4 022	4 610

En el anexo 9 del presente informe se muestra el cálculo MRP de todos los insumos necesarios para la producción de sacos de grafeno de 25 kg.

5.11.2 Servicios: Energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.

Los servicios requeridos para la planta productora de grafeno son de energía eléctrica y de agua potable. A continuación, se especifica el consumo anual de energía.

Tabla 5.56

Requerimiento de energía eléctrica para el proceso productivo en Kw-h, 2021 - 2025

Equipo	Cantidad	Potencia KW	2021	2022	2023	2024	2025
Balanza	9	0,3	10 520	12 066	13 835	15 861	18 180
Rompedora de fardos	2	7,5	38 964	44 688	51 240	58 743	67 333
Molino de cuchillos	4	4,5	40 786	46 777	53 636	61 490	70 481
Separador de banales	2	15	112 048	128 508	147 351	168 927	193 628
Lavadora de plásticos	1	12,5	24 760	28 398	32 562	37 330	42 788
Centrifuga	1	2,2	4 047	4 642	5 323	6 102	6 994
Lavadora de residuos orgánicos	2	1,5	9 189	10 539	12 084	13 853	15 879
Secadora	1	4	3 885	4 456	5 109	5 857	6 713
Cortadora	2	0,75	6 533	7 493	8 592	9 850	11 290
Molino de rodillos	2	2,2	15 563	17 850	20 467	23 464	26 895
Tamiz	2	1,46	8 137	9 332	10 700	12 267	14 061
Mezcladora	2	2	9 427	10 812	12 397	14 212	16 290
Calentador instantáneo	1	7	7 692	8 822	10 115	11 597	13 292
Enfriadora	1	7	4 041	4 635	5 314	6 093	6 983
Embolsadora	1	5,5	7 620	8 740	10 021	11 489	13 169
Embaladora	1	1,5	238	272	312	358	410
Energía eléctrica anual (kW-h)			303 450	348 028	399 059	457 492	524 387

Para determinar el consumo eléctrico de las áreas administrativas, se calculó un aproximado del consumo diario de los diferentes equipos eléctricos, como computadoras, aparatos de oficinas, fluorescentes, entre otros y se obtuvo un total de 42,4 kW-h diariamente.

Tabla 5.57

Requerimiento total de energía eléctrica en KW-h, 2021 - 2025

Concepto	2021	2022	2023	2024	2025
Consumo energía eléctrica anual (kW-h) - Área de producción	303 450	348 028	399 059	457 492	524 387
Consumo eléctrico anual (kW-h) - Área Administrativa	13 229	13 229	13 229	13 229	13 229
Consumo total de energía eléctrica anual (kW-h)	316 679	361 256	412 287	470 721	537 616

Por otro lado, se detalla el consumo anual de agua para el proceso productivo en base a las maquinas empleadas.

Tabla 5.58*Requerimiento de agua potable para el proceso productivo en m³, 2021 - 2025*

Equipos	2021	2022	2023	2024	2025
Lavadora de plásticos	1 285	1 474	1 690	1 937	2 220
Lavadora de residuos orgánicos	1 093	1 254	1 438	1 648	1 889
Consumo anual de agua (m ³)	2 378	2 728	3 128	3 586	4 110

Para determinar el consumo de agua potable de las áreas administrativas, se considera un consumo de 500 litros diarios por el concepto de limpieza, baños y consumo.

Tabla 5.59*Requerimiento total de agua potable en m³, 2021 - 2025*

Concepto	2021	2022	2023	2024	2025
Consumo anual de agua (m ³) - Área de Producción	2 378	2 728	3 128	3 586	4 110
Consumo anual de agua (m ³) - Área Administrativa	156	156	156	156	156
Consumo anual de agua potable (m ³)	2 534	2 884	3 284	3 742	4 266

5.11.3 Determinación del número de trabajadores indirectos.

Los trabajadores indirectos son todos aquellos que no están directamente involucrados el proceso de conversión de la materia en los productos finales, pero cuyo trabajo es necesario para la gestión del negocio. A continuación, se detalla el personal administrativo e indirecto requerido.

Tabla 5.60*Número de trabajadores indirectos*

Trabajadores Indirectos	Cantidad
Jefe de producción	1
Jefe de calidad	1
Supervisores	2

5.11.4 Servicios de terceros

Los servicios tercerizados por la empresa serán los siguientes:

- Servicio de transporte

Se contratará una empresa tercera especializada en el transporte de cargas en carretera, la cual se encargará del traslado de los productos terminados, sacos de grafeno de 25 kg, a las instalaciones de nuestros clientes.

- Servicio de limpieza

Se contratará una empresa tercera especializada en limpieza de zonas administrativas e industriales.

- Servicio de vigilancia

Se contratará una empresa tercera especializada en el servicio de vigilancia privada para el resguardo de las instalaciones de la empresa.

- Mantenimiento de Equipos

Se contratará una empresa tercera especializada en el mantenimiento de equipos industriales la cual se encargará de realizar el mantenimiento especificado en el plan de mantenimiento preventivo

- Concesionario de alimentos

Se establecerá una alianza estratégica con una concesionaria de alimentos que brinde el servicio dentro de nuestras instalaciones en un espacio asignado por la empresa para el desarrollo de sus actividades.

5.12 Disposición de planta

5.12.1 Características físicas del proyecto.

Factor material:

Este factor abarca la cantidad específica de cada insumo necesarios para la producción, para este cálculo se usó el diagrama de Gozinto mostrado en el punto 5.11.1.

Factor maquina:

Las especificaciones de este factor fueron detalladas en el punto 5.3.1 y la cantidad de cada máquina que se deberá de considerar se encuentra detallada en el punto 5.4.1.

Factor movimiento:

Factor encargado de analizar el desplazamiento de los materiales desde su recepción como materia prima hasta su transformación en producto final. El objetivo de una buena gestión de manejo de materiales es lograr una correcta distribución de la planta,

recudiendo el tiempo de transporte entre las operaciones y evitando un aumento por concepto de traslado.

Para poder gestionar de manera correcta el acarreo de materiales se deben definir los equipos de trayectoria que se usaran en las áreas de almacenamiento de materia prima, el área de producción y el área de productos terminados. Para el presente proyecto de investigación se hará uso de montacargas, faja transportadora de barras transversales, transportador de tornillo sin fin y carretilla plataforma de ruedas.

El montacarga es un vehículo de transporte que se encarga de la carga y descarga de objetos, incluso de diferentes niveles de altura. Posee una velocidad promedio de 10,5km/hora, una altura con mástil extendido de 4,2 y una capacidad máxima de carga de 3,5 toneladas. Teniendo en cuenta estos factores se ha dispuesto que se encargara del traslado de fardos de 170 kg en el almacén de materia prima y de pallets de producto terminado en el almacén de productos terminados, los cuales cargaran 35 sacos de 25 kg de aditivo. Este equipo de transporte será usado para la recepción en el patio de maniobras, su traslado y posicionamiento en el almacén de materia prima.

Figura 5.1

Montacarga



Nota. De Montacargas, por Sse machines, s.f (<http://es.ssemachines.com/2500-3500kg-4-wheel-electric-forklift-15724227434701215.html>)

La carretilla hidráulica es un equipo de transporte que facilita y tiene capacidad de elevación cargas y descargas de elementos pesados. Adicionalmente sus dimensiones son compactas y de fácil movilidad. El diseño de elevación es de 1,6 m, el ancho de uñas de 0,54 m y la capacidad de carga de 100 a 1500 kg. Posterior al análisis de estas características se ha dispuesto que se encargaran de llevar bidones de residuos orgánicos de 200 kg, cajas (Film y sacos de papel Kraft) y sacos de negro de carbón, soda caustica

y detergente. Adicionalmente se ha dispuesto que estos materiales se almacenarán en los dos niveles del rack más bajos.

Figura 5.2

Carretilla hidráulica



Nota. De Carretillas hidráulicas, por Umiña, s.f (<https://www.umiña.pe/producto/apiladora-hidraulica-umicon-de-un-cuerpo>).

La faja transportadora de barras transversales permite el fácil transporte de materiales entre diversas operaciones, lo cual permite una reducción de los puntos de espera del proceso productivo y evita que los operarios realicen esfuerzo excesivo. Esta faja posee dos ramales de cadena que aseguran que el material a transportar siga por una trayectoria fija, asimismo cuenta con barras transversales que facilitan el movimiento de los materiales cuando estos se encuentran de manera inclinada. La faja escogida se puede adaptar para contar con un ángulo de inclinación o estar completamente horizontalmente. Se ha determinado que se le realizará una limpieza general diaria para asegurar que la faja transportadora se encuentre en óptimas condiciones. Para determinar la longitud necesaria se considerará la secuencia y la distancia entre el número de máquinas que harán uso de este equipo de traslado.

Figura 5.3

Faja transportadora



Nota. De Cintas transportadoras, Jintian pack, s.f. (<https://es.autopackmachines.com/>)

El transportador de tornillo sin fin, al igual que la faja transportadora, facilita el transporte entre diversas operaciones y su incorporación trae consigo los mismo beneficios. La particularidad del transportador de tornillo sin fin es que permite el traslado de materia de pequeñas dimensiones de manera eficiente, rápida y evitando el esparcimiento. Esta máquina permite adaptar el ángulo de inclinación, el cual es ajustado dependiendo del nivel de altura que se desea llegar. La cantidad de transportador de tornillo sin fin que se desea adquirir será determinada con el número de máquinas que abastecerá.

Figura 5.4

Transportador de tornillo sin fin



Nota. De *Transportadores de materias*, por Techang machinery, s.f. (<http://www.te-machinery.com/>).

La función que cumple la carretilla plana de ruedas se encargará de trasladar los bidones de metal entre dos operaciones consecutivas de manera efectiva y ergonómica para los operarios. Esta carretilla cuenta con una capacidad de carga de 635 kg y posee un diseño plano, estas dos características permiten que se lleve el traslado de 4 unidades de bidones de plástico de 200 kg sin ningún inconveniente. Se considerarán las dimensiones para determinar las dimensiones de los pasillos en el área de producción.

Figura 5.5

Carretilla plana



Nota. De *Carretillas de transporte*, por Interempresas, s.f. (<https://www.interempresas.net/Logistica/FeriaVirtual/Producto-Carro-de-transporte-con-base-metalica-Msa2300-60392.html>).

Tabla 5.61

Factor movimiento

Material	Material de acarreo	Punto de inicio	Punto de llegada
Soda caustica, detergente	Montacarga	Patio de maniobras	Almacén de materia prima
Negro de carbón	Carretilla hidráulica	Patio de maniobras	Almacén de materia prima
Film eco amigable	Carretilla hidráulica	Patio de maniobras	Almacén de materia prima
Fardos de plásticos	Montacarga	Patio de maniobras	Balanza (Zona de almacén)
Desechos orgánicos en sacos	Carretilla hidráulica	Patio de maniobras	Almacén de materia prima
Desechos orgánicos en bidones	Carretilla hidráulica	Balanza (Zona de almacén)	Almacén de materia prima
Fardos de plástico pesados	Montacarga	Balanza (Zona de almacén)	Almacén de materia prima
Fardos de plástico pesados	Montacarga	Almacén de materia prima	Tolva de rompedora de fardos
Plásticos (PET, HDPE y PP)	Faja transportadora horizontal (inductiva)	Tolva de rompedora de fardos	Molienda I
Plástico molido	Transportador de tornillo sin fin inclinado	Molienda I	Molienda II
Plástico granulado	Transportador de tornillo sin fin inclinado	Molienda II	Separador de banales
Plástico granulado limpio	Faja transportadora horizontal	Separador de banales	Lavadora de plásticos
Soda caustica, detergente	Carretilla plana de ruedas	Almacén de materia prima	Lavadora
Plástico granulado húmedo	Faja transportadora inclinada	Lavadora de plásticos	Centrifugadora
Plástico granulado seco	Carretilla plana de ruedas	Centrifugadora	Balanza (zona de producción)
Plástico granulado pesado	Carretilla plana de ruedas	Balanza (zona de producción)	Máquina de calentamiento instantáneo
Sacos de papel Kraft de 25 kg	Carretilla plana de ruedas	Patio de maniobras	Balanza (Zona de almacén)
Desechos orgánicos en bidones	Carretilla plana de ruedas	Almacén de materia prima	Lavadora de orgánicos
Desechos orgánicos húmedos	Faja transportadora inclinada	Lavadora de orgánicos	Secadora
Desechos orgánicos secos	Faja transportadora inclinada	Secadora	Cortadora
Desechos orgánicos granulados	Transportador de tornillo sin fin inclinado	Cortadora	Molino de rodillos
Desechos orgánicos granulados	Carretilla plana de ruedas	Molino de rodillos (con tamiz)	Balanza
Granos pesados	Carretilla plana de ruedas	Balanza (zona de producción)	Mezcladora
Negro de carbón	Carretilla plana de ruedas	Almacén de materia prima	Mezcladora
Mezcla de orgánico	Carretilla plana de ruedas	Mezcladora	Máquina de calentamiento instantáneo
Grafeno	Transportador de tornillo sin fin inclinado	Máquina de calentamiento instantáneo	Enfriador
Sacos de papel Kraft de 25 kg	Carretilla plana de ruedas	Almacén de materia prima	Embolsado
Grafeno	Transportador de tornillo sin fin inclinado	Enfriador	Embolsado
Sacos de grafeno de 25 kg	Carretilla plana	Embolsado	Etiquetado
Film eco-amigable	Carretilla plana	Almacén de materia prima	Embalado
Pellets de 35 unidades	Carretilla plana	Etiquetado	Embalado
Pellets embalados	Montacarga	Embalado	Almacén de productos terminados

Factor espera:

El proceso se lleva a cabo por máquinas que tienen diferentes velocidades de procesamiento, es por esta razón que se generan los puntos de espera. Los puntos de espera del proceso estarán ubicados la salida de aquellas maquinas en las que el material tiene que aguardar para ser trasladado a la siguiente operación.

Para el proceso productivo se han considerado 7 puntos de espera. En la operación de mezclado de orgánico, se debe esperar a que los residuos orgánicos granulados se encuentren pesados para poder determinar la cantidad de negro de carbón necesario para el proceso, el negro de carbón estará almacenado temporalmente en bidones de 200kg ubicados en una parihuela al lado lateral de la entrada de la mezcladora. Para la operación de calentamiento instantáneo las materiales en procesos deben esperar en la entrada, pues esta máquina es alimentada de residuos orgánicos y plásticos granulados, los cuales provienen de diferentes líneas de producción. El transporte de los materiales el proceso se realiza en bidones de 200 kg. La dimensión de cada bidón es de 0,59 m de diámetro y 0,96 m de altura, por lo que en una parihuela de dimensión estándar pueden esperar 4 bidones. En la salida de la embolsadora, los sacos de grafeno deben esperar en una parihuela para posteriormente ser llevadas la zona de sellado e inspección, asimismo en la salida de la zona de sellado e inspección las sacos selladas deben esperar en parihuelas para ser llevadas al área de embalaje. Cada pallet almacenar temporalmente 5 sacos por nivel y tendrá 7 niveles, es decir, cada pallet podrá almacenar hasta 35 sacos.

Tabla 5.62

Factor espera

Proceso	Máquinas o equipo	Material que ingresa	Material que sale	Material de espera
Mezclado	Mezcladora	Negro de carbón, desechos orgánicos granulados	Mezcla	Bidones de plástico en pallets
Calentamiento instantáneo	Máquina de calentamiento instantáneo	Mezcla de orgánico y plástico granulado	Grafeno	Bidones de plástico en pallets
Embolsado	Embolsadora	Sacos de papel Kraft	Sacos de grafeno	Cajas con sacos de papel Kraft
Embolsado	Embolsadora	Sacos de papel Kraft Grafeno granulado	Sacos de grafeno	Sacos de grafeno en pallets
Etiquetado e inspección	Equipo de etiquetas	Etiquetas y sacos	Sacos etiquetados	Sacos en pallets

Adicionalmente, se contará con un almacén de Materia prima y un almacén de producto terminado. En el almacén de materia prima se guardará los plásticos, desechos orgánicos, negro de carbón, sacos de papel Kraft, film ecoamigable, soda caustica y detergente. En el almacén de productos terminados se guardará los sacos de 25 kg con grafeno granulado embalados en pallets. Se tomarán algunas consideraciones para el diseño de los almacenes (MVSC, 2019, p.59).

- El almacén de materia prima contará con un área de percepción y pesado de materiales, lo cual nos ayudará a tener un mejor registro de la cantidad de materia prima con la que se cuenta. Además, contará con un montacarga por almacén debido a que por sus dimensiones es el más adecuado para la descarga de materiales
- Para la altura mínima de ambos almacenes se considerará la altura máxima de elevación de la montacarga como con las dimensiones de la materia prima.
- Ambos almacenes contarán con pasadizos principales y secundarios, los cuales tienen como dimensión mínima el ancho del montacarga más un 1m en el caso el pasillo sea de un solo sentido, y del ancho de la suma de dos montacargas más 1,4 m en el caso los pasillos sean de doble sentido. El pasillo principal debe estar libre de cualquier objeto.
- Cada almacén debe contar con: la señalética correspondiente, buena iluminación y equipos de seguridad.
- El almacén de producto terminados contará con racks metálicos verticales que permitirán el fácil almacenaje.

Factor edificio:

Paredes: Se ha considerado por muros de tabiques de ladrillos pandereta debido a que únicamente se requiere separar ambientes y conservar ligeramente la emisión sonora. Adicionalmente se colocarán columnas verticales en las esquinas y puntos de seguridad para asegurar que la estructura sea sólida. De la misma manera, las oficinas administrativas estarán construidas del mismo material.

Piso: El material del piso del área de operación será de concreto armado, pues es el material idóneo para maquinaria pesada. De madera para las zonas administrativas y recepción por un motivo estético y de mayólica para los servicios higiénicos de diferentes áreas debido a que facilita la limpieza.

Puertas de acceso: La empresa contará con una entrada y una salida principales, a través de la cual entraran los camiones que se encargan de la descarga de materia prima y de la distribución de producto terminado, los carros del personal administrativo y del personal de producción. Se ha dispuesto que la puerta de vehículos principal sea enrollable habiéndose hecho de metal por la seguridad que brinda, las dimensiones que tendrá esta puerta serán como mínimo 3m de ancho y 2,5 de altura.

Con respecto a las puertas peatonales, las exteriores contarán con un ancho de 1,2m ya se cuenta con un total de personal de 35 personas, mientras que las interiores contarán un ancho de 0,9 m y estarán ubicadas en las esquinas para el lado de la pared de la sala que se desea abrir, esto para evitar accidentes y facilitar la apertura del arco de 90° (Garay & Noriega, 2017, p.338). Este ancho va según lo establecido en la norma G.020 y A.050. Adicionalmente se deben considerar rampas para el acceso de las personas discapacitadas a las veredas, las cuales deben tener un ancho mínimo de 1,2 m y una pendiente máxima de 8,33% para una longitud de 6 m (MVSC, 2019, p. 268-569).

Para las puertas de los almacenes se ha considerado tener corredizas horizontales dobles, debido a que facilita el transporte de materiales voluminosos. Para el área de la puerta se considerará las dimensiones de las montacargas.

Estacionamiento: Se contará con 14 estacionamientos, los cuales estarán reservados para el personal administrativo, supervisores y jefes de planta, los estacionamientos sobrantes serán para el personal de producción y visitantes. Los estacionamientos estarán ubicados en paralelo, serán de doble sentido y con un ancho mínimo libre entre las hileras de 6 m. Las longitudes cada estacionamiento será de 2,5 m x 5 m (Garay & Noriega, 2017, p. 343). Adicionalmente, como contamos 14 estacionamientos se debe contar con 1 estacionamiento para personas con discapacidad cumpliendo con lo reglamentado en la ley general de personas con discapacidad. Las dimensiones mínimas que deben de tener son de 3,5 m x 5m (MVSC, 2019) .

Factor servicio:

Servicios higiénicos: Siguiendo con lo documentado en reglamento nacional de edificaciones los servicios higiénicos deben estar ubicados en el mismo piso, para el área de producción la distancia no debe ser mayor a 30 m con respecto al puesto de trabajo del personal más alejado; mientras que en el área administrativa deben estar a un máxima de

distancia de 40 m. Los servicios higiénicos de ambas áreas contarán con una adecuada ventilación, iluminación y objetos de aseo correspondientes. Para determinar la cantidad de servicios higiénicos a incorporar se ha tomado como base la presente norma, tomando en cuenta la cantidad de personal presente tanto en el área de operación como en el área administrativa.

Baños del área de producción: Debido a que contamos con 22 operarios (producción y almacén) se ha dispuesto incorporar 2 lavatorio, 2 urinario y 2 inodoro para el baño de hombres y mujeres respectivamente (MVSC, 2019, p.575).

Baños del área de administración: Contamos con un personal administrativo de 10 empleados, por lo que se ha dispuesto un baño mixto para esta área, el cual debe contar con 1 lavadero, 1 urinario y 1 inodoro, para el baño de hombres y con 1 lavadero y 1 inodoro para el baño de mujeres (MVSC, 2019, p. 585).

Adicionalmente se les brindara un baño mixto para el personal de servicio (vigilante y servicio de limpieza) y un baño mixto para el personal encargado del área de producción.

Conforme la ley N°22973 y la norma A.120 indican, todo establecimiento debe contar con por lo menos un servicio higiénico para personas discapacitadas (MVSC, 2019, p. 615). Por lo que se ha dispuesto contar con un baño para personas con discapacidad en cada área, teniendo en cuenta las siguiente consideraciones: debe contar con una puerta de ancho mínimo de 0,9 m con barras de apoyo tubular que permitirá el paso de la silla de ruedas, el cubículo para el inodoro debe contar con un área mínima de 1,5 x 2 m, se debe contar con un espacio libre de 0,75m x 1,2m tanto al frente del lavatorio como al frente del urinario, la altura del urinario debe estar entre 0,45m-0,5 de altura, la altura del lavatorio máxima debe ser de 0,85 m y debe contar con botones de llamado a la enfermería a una altura de 0,6m sobre el nivel del suelo.

Duchas y vestidores: Según el artículo 22 debe contar con 1 baño por cada 10 operarios (MVSC, 2019, p. 575)., por lo que se ha dispuesto que se contarán con 2 duchas. Se contará con dos cuartos de vestuarios, cada una con una ducha y con armarios verticales para que los operarios puedan dejar sus objetos personales.

Comedor: Se contará con un comedor que brindará un lugar cómodo al personal para consumir sus alimentos. Por lo que se tendrá en consideración el número de mesas

correspondientes según el aforo necesario, teniendo como base el número de operarios que trabaja en un turno o el número del personal administrativo independientemente, pues los operarios y el personal administrativo tendrán diferentes horarios de refrigerio. Se les proveerá un concesionario tercerizado que les brindará alimentos, adicionalmente se les proveerá 1 máquina dispensadora de agua, 1 refrigerador y 2 microondas.

Servicio de salud: El empleador debe garantizar que el establecimiento cuente con los medio y condiciones que protejan la vida, salud y bienestar de los trabajadores (Municipalidad metropolitana de Lima, 2016, p.1). Debido a que nuestro proceso cuenta con material granulado, máquinas que trabajan con grandes cargas y procesos a alta temperatura se ha determinado que se contará con una sala con buena ventilación, en la cual se ubicará una camilla, una silla con escritorio, y un archivero que permitirá almacenar la ficha sanitaria de cada trabajador, la documentación de las revisiones periódicas y el registro de los tratamientos a los que fueron sometidos los operarios.

Zona de descanso: El esfuerzo constante que realizan los operarios podría ocasionar estrés, cansancio excesivo, tedio (Garay & Noriega, 2017, p. 389). por lo que se consideró que en la hora de almuerzo o cuando los operarios tengan la posibilidad de realizar pausas entre trabajos podrían descansar o recrearse en esta zona. En esta área estarán muebles, la cantidad de estos será establecida tomando como consideración un aforo del 50% de operarios de cada turno, y se contará con un televisor.

5.12.2 Determinación de las zonas físicas requeridas.

Teniendo como base la información previamente mencionada en el capítulo anterior, se determinó que las zonas con las que contará la planta productora son: Patio de maniobras, estacionamiento, zona de almacén de materia prima e insumos, zona de producción, zona de productos terminados, área administrativa, zona de acondicionamiento (vestuarios y duchas), zona de desperdicios y zona de áreas comunes (servicios higiénicos, pasadizos, zona de descanso, comedor).

5.12.3 Cálculo de áreas para cada zona.

Área de producción

Para determinar el área mínima referencial se hará uso del método Guerchet.

Tabla 5.63

Método Guerchet

Elementos	n	N (lados)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Ss	Sg	Se	St	Ss x n	Ss x n x h
Elementos fijos											
Rompedora de fardo	2	1	1,70	1,00	2,00	1,70	1,70	2,01	10,83	3,40	6,80
Faja transportadora horizontal	2	2	2,00	0,60	0,97	1,20	2,40	2,13	11,47	2,40	2,33
Moledora de cuchillas	2	1	2,60	1,70	2,85	4,42	4,42	5,24	28,16	8,84	25,19
Transportador de tornillo sin fin inclinado	2	0	1,20	0,80	3,00	0,96	0,00	0,57	3,06	1,92	5,76
Moledora de cuchillas II	2	1	2,60	1,70	2,85	4,42	4,42	5,24	28,16	8,84	25,19
Transportador de tornillo sin fin inclinado	2	0	1,20	0,80	2,15	0,96	0,00	0,57	3,06	1,92	4,13
Separadora de banales	2	1	4,30	0,80	2,00	3,44	3,44	4,08	21,91	6,88	13,76
Faja transportadora horizontal	1	0	3,00	0,60	0,97	1,80	0,00	1,07	2,87	1,80	1,75
Lavadora de plásticos	1	1	6,00	1,50	1,80	9,00	9,00	10,67	28,67	9,00	16,20
Faja transportadora inclinada	1	0	2,00	0,60	1,45	1,20	0,00	0,71	1,91	1,20	1,74
Centrifugadora	1	1	3,05	1,55	1,30	4,73	4,73	5,60	15,06	4,73	6,15
Balanza	2	3	0,60	0,80	1,30	0,48	1,44	1,14	6,12	0,96	1,25
Lavadora de orgánico	2	1	1,56	0,45	1,34	0,70	0,70	0,83	4,47	1,40	1,88
Faja transportadora inclinada	2	0	3,00	0,60	1,37	1,80	0,00	1,07	5,73	3,60	4,93
Secadora	1	1	5,92	1,32	1,22	7,81	7,81	9,26	24,89	7,81	9,53
Faja transportadora inclinada	2	0	2,00	0,60	1,43	1,20	0,00	0,71	3,82	2,40	3,43
Cortadora	2	1	0,95	0,78	1,28	0,74	0,74	0,88	4,72	1,48	1,90
Transportador de tornillo sin fin inclinado	2	0	1,20	0,80	1,55	0,96	0,00	0,57	3,06	1,92	2,98
Moledora de rodillos	2	1	0,72	0,60	1,40	0,43	0,43	0,51	2,75	0,86	1,21
Tamiz	2	1	2,68	0,89	1,08	2,39	2,39	2,83	15,19	4,77	5,15
Balanza	2	3	0,60	0,80	1,30	0,48	1,44	1,14	6,12	0,96	1,25

(continúa)

(Continuación)

Punto de espera 1 (parihuela)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mezcladora	1	1	3,80	1,2	1,6	4,56	4,56	5,40	14,52	4,56	7,30	
Punto de espera 2 (parihuela)	1	-	1,2	1	0,145	1,20	0,00	0,71	1,91	1,20	0,17	
Calentadora instantánea	1	1	2,83	0,43	0,66	1,22	1,22	1,44	3,88	1,22	0,80	
Transportador de tornillo sin fin inclinado	1	-	1,20	0,80	2,75	0,96	0,00	0,57	1,53	0,96	2,64	
Enfriadora	1	1	3,1	1,7	2,6	5,27	5,27	6,25	16,79	5,27	13,70	
Transportador de tornillo sin fin inclinado	1	-	1,20	0,80	1,45	0,96	0,00	0,57	1,53	0,96	1,39	
Punto de espera 3 (caja)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Embolsadora	1	2	0,58	1,5	1,3	0,87	1,74	1,55	4,16	0,87	1,13	
Punto de espera 4 (parihuela)	1	-	1,2	1	0,145	1,20	0,00	0,71	1,91	1,20	0,17	
Mesa de trabajo	1	3	1,00	0,60	0,90	0,60	1,80	1,42	3,82	0,60	0,54	
Punto de espera 5 (parihuela)	1	-	1,2	1	0,145	1,20	0,00	0,71	1,91	1,20	0,17	
Embaladora	1	2	1,65	2,65	2,4	4,37	8,75	7,77	20,89	4,37	10,49	
										99,51	181,20	

Elementos móviles												
Montacargas	2	-	1,25	2,34	4,01	2,93	-	-	-	5,85	23,46	
Carro de transporte	4	-	1,83	0,85	0,9	1,56	-	-	6,22	6,22	5,60	
Operarios	12	-	-	-	1,65	0,5	-	-	-	6,00	9,90	
										18,07	38,96	

Área total 311,07 m²

$$h_{EF} = \frac{\sum_{i=1}^t Ss * n * h}{\sum_{i=1}^t Ss * n} = 1,819$$

$$h_{EM} = \frac{\sum_{i=1}^r \text{Área}_1 * n * h}{\sum_{i=1}^r \text{Área}_1 * n} = 2,156$$

$$k = \frac{h_{EM}}{2 * h_{EF}} = 0,593$$

Se analizó cada uno de los puntos de espera, cuya funcionalidad fue especificada en el punto 5.12.1, para determinar si son elementos independientes en el método de Guerchet. Para el análisis se evaluará la proporción de la superficie del punto de espera (S_s) con relación a la superficie gravitacional de la máquina correspondiente (S_g):

- PE1= 26,32%
- PE2= 49,31%
- PE3= 27,59%
- PE4= 66,67%
- PE5= 45,98%

Como se puede observar el punto de espera 1 y 3 no se considera como un elemento independiente.

Almacén de materia prima

Con respecto a la materia prima, teniendo en cuenta las dimensiones de los diferentes materiales a almacenar se ha decidido establecer racks con 4 niveles, con un alto de 1,2 m cada nivel y un ancho de 1,35 m. La distribución de cada materia prima con las respectivas dimensiones de los racks y la capacidad de almacenar de cada uno se puede ver detalladamente en el anexo 10. Como se puede observar en el anexo dispuso que los sacos de negro de carbón y soda caustica se almacenarán juntas, así como las cajas de papel film y de sacos de papel Kraft. Se ha diseñado que la capacidad de almacenamiento de un racks con respecto a cada materia es:

- 4 fardos
- 144 sacos (carbón y soda caustica)
- 32 cajas (rollos de Film y sacos de papel Kraft)
- 400 sacos de detergente

Tabla 5.64

Área de racks del almacén de MP

	Inv, prom	Unid,	Dimensión de materiales (m)			Racks necesarios	Área (m ²)
			Largo	Ancho	Altura,		
Fardos	416	Fardos	1,1	1	0,9	104	168,48
Residuos orgánicos	178	Bidones	0,59	0,59	0,96	12	22,36
Negro de carbón	68	Sacos	0,6	0,4	0,13	2	3,78
Soda caustica	82	Sacos	0,6	0,4	0,13		
Sacos de papel Kraft	9	Cajas	0,8	0,6	0,4	1	1,89
Rollos de Film	10	Cajas	0,5	0,4	0,4		
Tinta	5	Botella	0,25	0,25	0,4	-	-
Detergente	284	Sacos	0,68	0,5	0,1	3	6,89

Como se puede observar en la tabla el área considerada para el almacenamiento es una unidad, se consideró que puede ser almacenar en los racks de cajas de papel Kraft y papel film debido a que presentan holgura. El área necesaria es de 203,39 m², a lo cual se le adicionará el área de los pasillos secundarios, los cuales contarán con un ancho de 2,35 m y el pasillo principal, el cual contará con un ancho de 3 m. El área del almacén de MP será de 462,08 m² y la distribución de este se encontrará detalladamente en el anexo 11.

Almacén de producto terminado

Las dimensiones de los sacos de papel Kraft de 25 kg son de 0,6 m de largo, 0,4 m de ancho y 13,5 m de espesor, por lo que en una parihuela estándar americana caben 5 unidades por nivel. Se dispuso que cada parihuela contará con 7 niveles, es decir en cada parihuela se embalarán 35 unidades de producto terminado (anexo 12). Por lo que para cubrir con el inventario promedio (4 256 sacos) se necesitaran 122 pallets. Los pallets estarán almacenados en un rack de cuatro niveles, cada uno con un ancho de 1,35 y altura de 1,2 m debido a que se le desea dar una holgura a la altura del pallet embalado (h=1,09 m), esta altura fue determinada tomando como consideración la capacidad de carga, del montacarga y la altura del mástil extendido. Por lo que se determinó que se necesitaran 31 racks, el área total de los racks es de 50,22 m². Adicionalmente se consideró un pasillo principal de 3,9 m de ancho. El área del almacén de PT será de 195,3 m² y la distribución de este se encontrará detalladamente en el anexo 13.

Zona de descanso

Para determinar las dimensiones mínimas de la zona de descanso tendrán como referencia la mueblería y artefactos implementados en esta área.

Tabla 5.65

Área referencial de la zona de descanso^a

	Largo (m)	Ancho (m)	Personal	Área mínima (m ²)
Muebles	3	0,8	5	12
Televisor	1,3	0,1	1	0,13
				12,13

^a Tomando en cuenta datos estándares

Zona administrativa y supervisores de operación

Para determinar las dimensiones de cada componente de la zona administrativa se tomará como referencia las siguientes áreas mínimas:

Tabla 5.66

Área referencial de zona administrativa

	Coefficiente (m ² /persona)	Personal	Área mínima (m ²)
Sala de reuniones	1,4	8	11,8
Sala de espera	1,4	10	14
Oficinista	9,3	8	74,4
Ejecutivo	23	1	23

Nota. De *Instalación de manufactura y reglamentos nacionales de edificaciones*, por Sule Dileep R y Norma A.130 (<https://es.slideshare.net/marckvictorioverastegui/resumen-norma-de-seguridad-a130#>)

Servicio Higiénicos

Para determinar el área mínima de los baños se ha considerado los implementos que contiene cada tipo de baño.

Tabla 5.67

Área referencial de los baños del área de producción^a

	Largo (m)	Ancho (m)	Cantidad	Área mínima (m ²)
Baño de hombres				
Cubículo de retrete	1,38	0,9	2	4,28
Lavaderos en fila	1,1	0,6	2	2,53
cubículo de urinarios	0,76	0,6	2	1,27
Área referencial de hombres				8,08
Baño de mujeres				
cubículo de retrete	1,38	0,9	2	4,28
Lavaderos en fila	1,1	0,6	2	2,53
Dimensión y total del baño de hombres				6,81
Baño de discapacitados				
Lavadero	0,5	0,4	1	0,2
Superficie necesaria	1,2	0,5	1	0,6
área de retrete con área necesaria	1	1,5	1	1,5
Superficie necesaria	1	1,5	1	1,5
Dimensión y total del baño de hombres				3,80

^aTomando en cuenta datos estándares

Se considerará cada dimensión para los servicios higiénicos de cada zona, es decir, la zona de producción, la administrativa, los servicios higiénicos de los supervisores de producción y los del personal de servicio.

Comedor

Nuestra empresa cuenta con 36 empleados por turno, 22 de la parte de producción y el resto de la zona administrativa y de servicio. Como los operarios son la mayor parte (12) y tendrán un horario de refrigerio diferente, se hará uso de esta cantidad para hacer uso del factor referencial. El factor referencial que se consideró por persona es de 1.5m², por ende el área mínima que se tomará como referencia será de 18 m² (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2015, p. 2).

Instalación medica

Para determinar el área mínima de las instalaciones médicas se ha considerados los implementos que se incluirán.

Tabla 5.68

Área referencial de los baños de la instalación médica^a

	Largo (m)	Ancho (m)	Cantidad	Área (m ²)
Camilla	1,9	0,68	1	1,292
Cajonera	0,6	0,4	1	0,24
Mesa	0,8	0,5	1	0,4
Sillas	0,6	0,6	4	1,44
Área total mínima referencial				3,372

^a Tomando en cuenta datos estándares

Estacionamientos

Cada estacionamiento deberá contar con un largo de 5 m y un ancho de 2,4 (MVSC, 2019, pág. 534), por lo que para nuestros 15 estacionamientos se presentará un área mínima de 204 m². Adicionalmente como se especificó en el factor edificio se contará con 2 estacionamientos de 3,5 m de ancho y 5 m de alto, es decir 35 m².

5.12.4 Dispositivos de seguridad industrial y señalización.

Dispositivos de seguridad industrial:

- Extintor PQS: ubicado en el área de producción y almacenes
- Extintor CO2: ubicado en el área de producción y almacenes
- Detectores de humo: ubicado en el área de producción y almacenes
- Hornstrobe: ubicado en el área de producción y almacenes
- Guardas de protección en las maquinas

- Compuertas
- Controles de dos manos
- Detectores de presencia

Equipos de protección personal:

A continuación, se describen los equipos de protección personal de uso obligatorio para todos los operarios en planta.

Tabla 5.69

Equipos de protección personal y su frecuencia de cambio

EPP	Rotación	Comentario
Botas de seguridad punta de acero	06 meses	Se cambia inmediatamente en caso especial o rotación de personal
Cascos de seguridad	10 - 12 meses	Se cambia inmediatamente en caso especial o rotación de personal
Barbiquejos o mentoras para los cascos	05 - 06 meses	Se cambia inmediatamente en caso especial o rotación de personal
Lentes de seguridad antiparras transparentes	04 meses	Se cambia inmediatamente en caso especial o rotación de personal
Mascarillas planas de 03 pliegues descartables	01 a 02 días	Se cambia en caso se saturen antes.
Guantes industriales negros	02 meses	Se cambia inmediatamente en caso especial o rotación de personal
Chalecos anaranjados de seguridad con cintas reflectivas de 2 pulgadas tipo h	anual	Se cambia inmediatamente en caso especial o rotación de personal
Tapones auditivos de goma	03 meses	Se cambia inmediatamente en caso especial o rotación de personal

Señalización:

A lo largo de toda la planta, según la Norma Técnica Peruana NTP 399.010-1 2004, se deben encontrar las siguientes señales que suministran información a las personas que transitan por esos lugares:

1. Señales de advertencia: Es la señal de seguridad que advierte de un peligro o riesgo.

Figura 5.7

Señales de advertencia



Nota. De *Señales de Advertencia*, por Ebersign, 2018 (<http://ebersign.com/senalizacion/advertencia.php>).

2. Señales de prohibición: Es la señal que prohíbe un comportamiento susceptible de provocar un accidente y su mandato es total.

Figura 5.8

Señales de prohibición



Nota. De *Señales de Prohibición*, por Ebersign, 2018 (<http://ebersign.com/senalizacion/senales-prohibicion-din>).

3. Señales de obligación: Es la señal de seguridad que obliga al uso de implementos de seguridad personal.

Figura 5.9

Señales de Obligación



Nota. De *Señales de Obligación*, por Ebersign, 2018 (<http://ebersign.com/senalizacion/senales-obligacion-cuadrada>).

4. Señal de emergencia: Es la señal que indica la ubicación de materiales y equipos de emergencia, así como, la vía segura de la salida de emergencia a las zonas de seguridad.

Figura 5.10

Señales de emergencia



Nota. De *Señales de Evacuación*, por Ebersign, 2018 (<http://ebersign.com/senalizacion/senales-evacuacion-din>).

5.12.6 Disposición general

Una vez calculadas las áreas de cada área de la presente empresa, se realizará el diagrama relacional de actividades para poder obtener una mejor distribución. Se tomarán como referencia los siguientes códigos y razones relacionales:

Tabla 5.70

Códigos relacionales

Código	Valor de proximidad	Color	N° líneas
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 rectas
E	Especialmente necesario	Amarillo	3 rectas
I	Importante	Verde	2 rectas
O	Normal u ordinario	Azul	1 recta
U	Sin importancia	-	-
X	No recomendable	Plomo	1 zig-zag

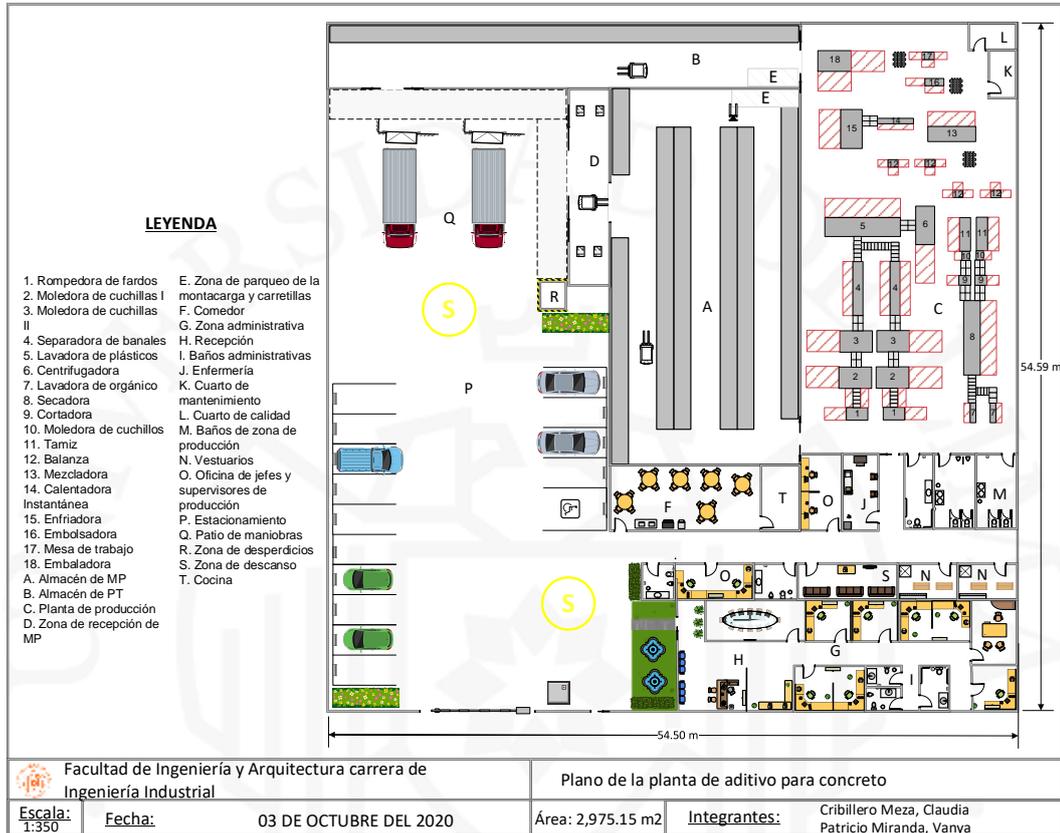
Tabla 5.71

Razones relacionales

Número	Razón
1	Facilidad para recepción y descarga
2	Flujo óptimo de materiales
3	Evitar ruido o contaminación
4	Atención al cliente
5	Conveniencias
-	Sin relación

Figura 5.9

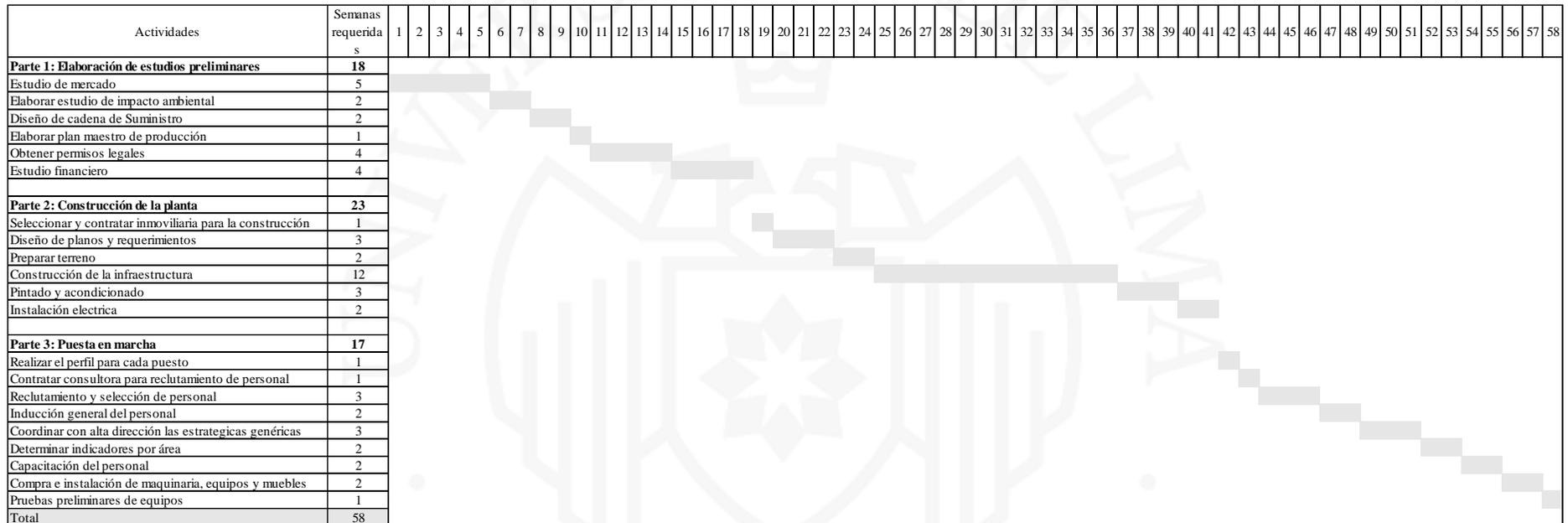
Plano de la planta de aditivos para concreto a base de residuos



5.1 Cronograma de implementación.

Figura 5.10

Cronograma de implementación



CAPITULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

6.1 Formación de la organización empresarial

Previo a empezar con el plan de negocio y con las operaciones de la planta dentro del estado peruano se debe de determinar el tipo de organización empresarial formal con el que se registrará. Para el presente trabajo de investigación se ha optado por una Sociedad Anónima Cerrada (S.A.C) debido a que es la opción más adecuada para la cantidad de empleados y la cantidad de ingreso que se ha pronosticado tener. Este tipo de organización se caracteriza por contar con un mínimo de 2 socios y un máximo de 20 socios, el capital social está representado mediante acciones y te permite contar con un gerente general que cumpla con las funciones del directorio (TH, 2020).

Para poder constituir la empresa se deberá de cumplir con una serie de requisitos, los puntos más importantes se mostrarán sintetizados a continuación (Agnitio, 2015):

- Razón social registrada y acreditado por la SUNARP
- La minuta de constitución debe estar firmada por los socios y legalizada por una notaría pública
- Legalización del libro de propietarios

Asimismo, el plan estratégico debe estar alineados con los objetivos de la empresa a mediano y corto plazo. Estos objetivos ayudan a visualizar el propósito de la empresa y están reflejados en la misión, visión y valores.

- Misión: Satisfacer al máximo las necesidades de los clientes, brindándole una mayor seguridad en las estructuras de las construcciones y contribuir a la disminución de la contaminación ambiental.
- Visión: Lograr que ser reconocida como una marca líder, que brinda productos aditivos de calidad para las construcciones.
- Valores: Para el funcionamiento de nuestra empresa se tendrá como primordial consideración los valores de servicio, responsabilidad, integridad, trabajo en equipo, liderazgo, superación, respeto y honestidad.

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

Para un correcto y eficiente operación de la planta se requiere personal con conocimientos básicos, aptitudes y habilidades según el puesto. El perfil de cada puesto de trabajo necesario para el funcionamiento de la planta será mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 6.1

Perfiles de los puestos de trabajo

Puesto	Funciones	Requerimientos
Gerente general	<p>Guiar y coordinar los objetivos de las áreas individualmente para lograr los comunes.</p> <p>Representar a la empresa y realizar acuerdos/tratados.</p> <p>Aprobar y supervisar los informes generados por los jefes de cada planta.</p> <p>Gestionar un buen funcionamiento de las áreas y cumplimiento de las normas de acuerdo con lo establecido en la empresa.</p>	<p>Licenciado de la carrera de Ingeniería Industrial.</p> <p>Experiencia mínima de 4 años dirigiendo empresas.</p> <p>Debe contar con habilidades de liderazgo y conocimientos de gestión empresarial.</p>
Asistente administrativo	<p>Apoyar al gerente general.</p> <p>Generar los reportes del CEO.</p> <p>Programar entrevistas y decepcionar clientes.</p>	<p>Culminado estudios técnicos.</p> <p>Experiencia mínima de 1 año generando reportes. Debe contar con habilidades comunicativas, y conocimiento avanzado en Office.</p>
Jefe de finanzas y contabilidad	<p>Elaborar los reportes de los estados financieros y otros informes.</p> <p>Llevar un control mensual de los libros contables</p> <p>Evaluar y realizar el pago de las facturas correctamente.</p> <p>Cumplir con las obligaciones fiscales y tributarias.</p> <p>Efectuar el pago de las planillas y revisar los impuestos pagados.</p>	<p>Titulado o bachiller la carrera de contabilidad/ administración.</p> <p>Experiencia de 3 años administrando y desarrollando la gestión contable de la empresa.</p> <p>Debe contar con habilidades de liderazgo y conocimiento en logística y reglamentos tributarios.</p>
Analista de logística	<p>Analizar stock de materia prima e insumos</p> <p>Realizar las solicitudes de pedido, comparación de oferta y efectuar las órdenes de compra.</p> <p>Coordinar el aprovisionamiento y distribución de la planta.</p> <p>Verificar que las entregas se lleven de manera correcta.</p>	<p>Bachiller de la carrera de ingeniería industrial/administración.</p> <p>Experiencia de 3 años en gestión de compras, distribución y almacenes.</p> <p>Debe contar con amplia capacidad para la toma de decisiones, habilidad de comunicación y de liderazgo.</p>
Analista senior de programación	<p>Garantizar el correcto funcionamiento de las plataformas virtuales.</p> <p>Modificar configuraciones de las plataformas virtuales.</p> <p>Brindar soporte en las conferencias y/o charlas informativas.</p>	<p>Técnico analista programador computacional.</p> <p>Experiencia de 2 años en diseño de plataformas y dando soporte a plataformas virtuales.</p> <p>Conocimientos de herramientas informáticas y habilidades en gestión de proyectos.</p>

(continúa)

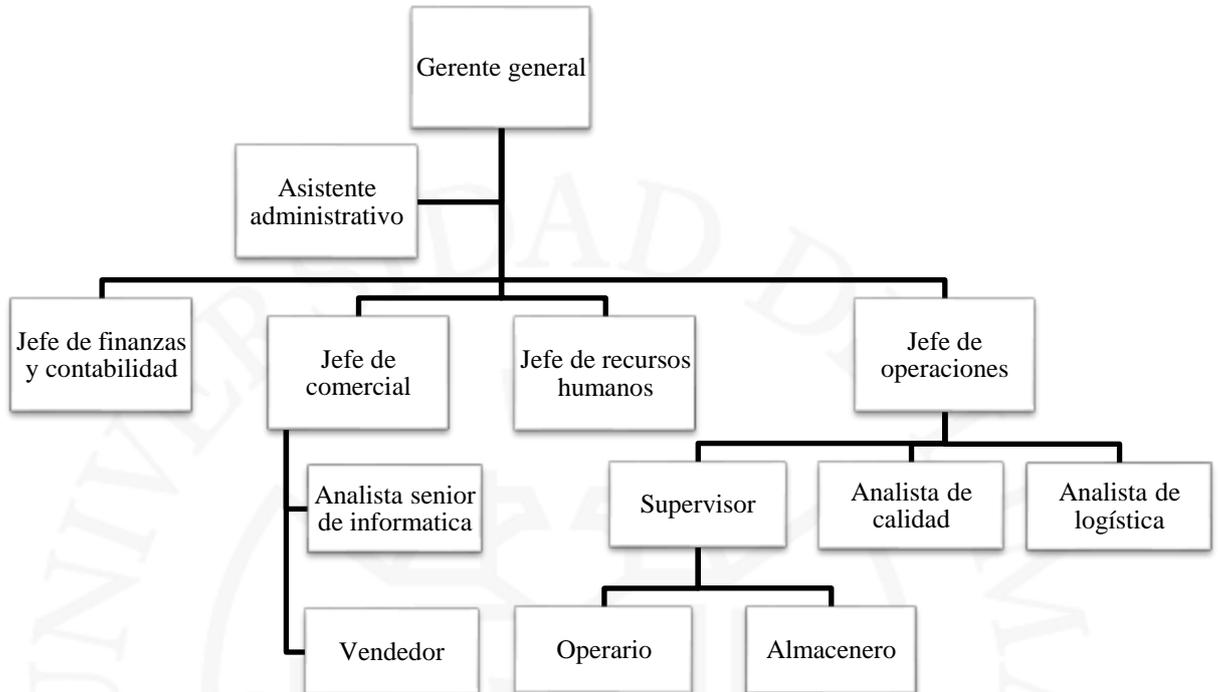
(Continuación)

Jefe de comercial	<p>Desarrollar estrategias de marketing Crear campañas para llamar nuevos clientes y afianzar la relación con los actuales. Administrar y mantener las relaciones con las organizaciones ambientales. Realizar estudios de mercado.</p>	<p>Titulado o bachiller industrial/administración de empresas/marketing. Experiencia de 2 años en ventas y marketing. Debe contar con habilidades de comunicación, manejar el trabajo estrés y contar con conocimientos de innovación.</p>
Vendedor	<p>Continua comunicación con los clientes Verificación de la satisfacción del clientes Coordinar capacitaciones gratuitas Soporte en los pedidos y la coordinación de las entregas de los pedidos. Verificar estado de pedidos llevados a cabo virtualmente.</p>	<p>Culminada educación secundaria. Experiencia de 1 año en venta directa. Debe contar con habilidades comunicativas, manejar el estrés y tener habilidades sociales</p>
Jefe de recursos humanos	<p>Coordinar y programar las capacitaciones al personal administrativo y operativo. Promover y desarrollar el capital humano. Fomentar un entorno de trabajo positivo e informar al gerente y apoyar a través de las métricas de RRHH.</p>	<p>Titulado o bachiller de psicología/administración. Experiencia de 1 año y medio en puesto similar. Contar con habilidades de escucha auditiva, negociación y presentación</p>
Jefe de operaciones	<p>Garantizar que los productos se fabriquen conforme a los establecido y conforme las normas. Analizar y proponer fallos a imprevistos en el proceso productivo. Evaluar y capacitar a los operarios con el fin de tener mejores prácticas. Supervisar la entrada y salida de materiales</p>	<p>Titulado o bachiller de ingeniería/administración. Experiencia de 2 años en evaluación de producción de productos terminados. Contar con habilidades comunicativas, trabajo en equipo y liderazgo.</p>
Analista de Calidad	<p>Garantizar la calidad de los productos, así como el cumplimiento de las normativas. Desarrollar técnicas y herramientas que propicien el incremento de la calidad de los productos. Asesorar y orientar sobre métodos y otros dispositivos del sistema de calidad</p>	<p>Bachiller de psicología/administración. Experiencia de 1 años en procesos de calidad de productos terminados. Contar con habilidades comunicativas, trabajo en equipo, innovación de mejora continua y liderazgo.</p>
Supervisor	<p>Supervisar el correcto funcionamiento de la parte operativa. Coordinar la ejecución el plan de producción designado. Manejo y contabilización de inventarios Verificar que la entrega de los recursos se realice de forma óptima.</p>	<p>Titulado o bachiller de ingeniería industrial/ ingeniería mecánica. Experiencia mínima de 1 año en supervisión de procesos productivos. Debe ser proactivo, organizado y trabajar bajo presión.</p>
Operario	<p>Realizar la carga y descarga de los inventarios en proceso de producción Evaluar las que las operaciones se estén realizando conforme el tiempo y temperatura debidos Trasladar el inventario en proceso de producción entre máquinas</p>	<p>Experiencia de 6 meses en planta de producción. Debe contar con condiciones físicas para realizar el trabajo, tolerar el trabajo bajo presión.</p>
Almacenero	<p>Recepción y almacenamiento de la recursos Traslado de insumo a las materias primas correspondiente Traslado y almacenamiento de producto terminado apilados</p>	<p>Experiencia de 6 meses en manejo de equipos de acarreo. Debe contar con condiciones físicas para realizar el trabajo, tolerar el trabajo bajo presión.</p>

6.3 Esquema de la estructura organizacional

Figura 6.1

Esquema de la estructura organizacional



CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

7.1 Inversiones

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

Tabla 7.1

Total activos fijos tangibles en soles

Activo Tangible	Costo Total
Terreno	S/ 4 467 813
Edificaciones	S/ 1 088 000
Maquinaria y Equipos	S/ 977 402
Muebles y Enseres	S/ 204 749
Total activos fijos tangibles	S/ 6 737 964

El detalle para determinar el total en soles de activos fijos tangibles está en el anexo 14.

Tabla 7.2

Total activos fijos intangibles en soles

Activos Intangibles	Costo Total
Estudios Previos	S/ 45 000
Gastos de constitución	S/ 35 300
Gastos de puesta en Marcha	S/ 45 000
Softwar ERP	S/ 108 780
Sistema de control de accesos	S/ 3 000
Capacitación	S/ 15 500
Contingencia	S/ 45 000
Total activos fijos intangibles	S/ 297 580

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

Tabla 7.3

Presupuesto operativo de gastos en soles, 2021

Rubro	Costo total
Costos de producción	
Mano de obra directa	S/ 447 396
Material directo	S/ 4 678 929
Mano de Obra Indirecta	S/ 330 682
Material Indirecto	S/ 1 572 039
Electricidad	S/ 79 263
Agua	S/ 13 677
Mantenimiento	S/ 26 103
Gastos de administración	
Personal administrativo	S/ 1 063 171
Electricidad	S/ 2 433
Agua	S/ 628
Teléfono e internet	S/ 1 440
Otros servicios administrativos	S/ 22 628
Gastos de ventas	
Personal de ventas	S/ 362 893
Electricidad	S/ 1 043
Agua	S/ 269
Publicidad	S/ 351 899
Teléfono e internet	S/ 1 008
Gasto operativo anual	S/ 8 955 502

Tabla 7,4

Capital de trabajo

Gastos de operación anual 2020	S/ 8 955 502
Ciclo de caja (días)	36,00
Capital de trabajo	S/ 895 550

7.2 Costos de producción

7.2.1 Costos de las materias primas

Tabla 7.5

Costo de materia prima en soles, 2021 - 2025

Materiales	Costo unitario (soles/saco grafeno)	2021	2022	2023	2024	2025
Botellas de plástico	18,92	S/ 2 672 042	S/ 3 014 436	S/ 3 456 428	S/ 3 962 533	S/ 4,540,926
Residuos orgánicos	7,15	S/ 1 010 149	S/ 1 139 589	S/ 1 306 682	S/ 1 498 011	S/ 1,716,669
Negro de carbón	1,28	S/ 181 305	S/ 204 537	S/ 234 528	S/ 268 868	S/ 308,114
Sacos de papel Kraft	5,78	S/ 815 433	S/ 919 923	S/ 1 054 807	S/ 1 209 256	S/ 1,385,765
Costo de material directo anual		S/ 4 678 929	S/ 5 278 485	S/ 6 052 444	S/ 6 938 668	S/ 7 951 475

7.2.2 Costo de la mano de obra directa

Tabla 7.6

Costo de mano de obra directa en soles, 2021 - 2025

	Costo mensual	2021	2022	2023	2024	2025
Número de operarios		24	24	24	24	24
1.- Costos directos mensuales						
Salario de un Operario	S/ 930	S/ 11 160				
Asignación Familiar	S/ 93	S/ 1 116				
Horas Extras						
Bono Alimentación	S/ 480					
2.- Derechos Sociales						
CTS	S/ 85	S/ 1 023				

(continúa)

(Continuación)

Vacaciones	S/ 85	S/ 1 023				
Gratificaciones	S/ 171	S/ 2 046				
Gratificación: provisión CTS	S/ 14	S/ 171				
3.- Leyes Sociales						
Ausentismo	S/ 19	S/ 223				
EsSalud	S/ 115	S/ 1 381				
SCTR Salud	S/ 13	S/ 153				
SCTR Pensión - Derecho Emisión	S/ 13	S/ 153				
Vida Ley	S/ 6	S/ 77				
Senati	S/ 10	S/ 115				
Costo de mano de obra directa anual	S/ 2 033	S/ 447 396				

7.2.3 Costo Indirecto de Fabricación

Tabla 7.7

Costo indirecto de fabricación en soles, 2021 - 2025

Rubro	2021	2022	2023	2024	2025
Mano de Obra Indirecta	S/ 330 682				
Material Indirecto	S/ 1 572 039	S/ 1 768 615	S/ 2 022 373	S/ 2 312 939	S/ 2 645 007
Electricidad	S/ 79 263	S/ 90 746	S/ 103 892	S/ 118 944	S/ 136 177
Agua	S/ 13 677	S/ 15 686	S/ 17 987	S/ 20 620	S/ 23 635
Mantenimiento	S/ 26 103				
Depreciación fabril	S/ 189 972				
Costo indirecto de fabricación anual	S/ 2 211 737	S/ 2 421 805	S/ 2 691 009	S/ 2 999 260	S/ 3 351 576

7.3 Presupuesto Operativos

7.3.1 Presupuesto de ingreso por ventas

Tabla 7.8

Presupuesto de ingreso por ventas en soles, 2021 - 2025

Rubro	2021	2022	2023	2024	2015
Valor de venta unitario	S/ 84,66				
Cantidad (unidades a vender)	138 552	158 906	182 206	208 886	239 429
Venta total anual	S/ 11 729 967	S/ 13 453 112	S/ 15 425 730	S/ 17 684 489	S/ 20 270 342

7.3.2 Presupuesto operativo de costos

Tabla 7.9

Depreciación fabril en soles, 2021 – 2025

Activos	Valor (S/)	% de depre. o amort.	Periodo (años)					Depre. o amort. total	Valor en libros
			2021	2022	2023	2024	2025		
Terreno	S/ 4 467 813	-	-	-	-	-	-	S/ 4 467 813	
Depreciación fabril									
Construcción y acondicionamiento	S/ 600 000	5%	S/ 30 000	S/ 150 000	S/ 450 000				
Maquinaria	S/ 799 862	20%	S/ 159 972	S/ 799 862	-				
	Subtotal (S/)		S/ 189 972	S/ 949 862	S/ 450 000				

Tabla 7.10*Presupuesto operativo de costos en soles, 2021 - 2025*

Rubro	2021	2022	2023	2024	2025
Unidades producidas	141 201	159 294	182 650	209 395	239 959
Materia prima	S/ 4 678 929	S/ 5 278 485	S/ 6 052 444	S/ 6 938 668	S/ 7 951 475
Mano de obra directa	S/ 447 396	S/ 447 396	S/ 447 396	S/ 447 396	S/ 447 396
Costos indirectos de fabricación	S/ 2 211 737	S/ 2 421 805	S/ 2 691 009	S/ 2 999 260	S/ 3 351 576
Costo anual de producción	S/ 7 338 062	S/ 8 147 686	S/ 9 190 848	S/ 10 385 324	S/ 11 750 446
Costo unitario de producción	S/ 51,97	S/ 51,15	S/ 50,32	S/ 49,60	S/ 48,97

7.3.3 Presupuesto operativo de gastos**Tabla 7.11***Gasto administrativo en soles, 2021 - 2025*

Rubro	2021	2022	2023	2024	2025
Personal administrativo	S/ 1 063 171				
Electricidad	S/ 2 433				
Agua	S/ 628				
Teléfono e internet	S/ 1 440				
Otros servicios administrativos	S/ 22 628				
Depreciación	S/ 61 859	S/ 61 859	S/ 61 859	S/ 61 859	S/ 52 541
Amortización	S/ 19 343				
Gasto administrativo anual	S/ 1 171 503	S/ 1 162 184			

Tabla 7.12*Gasto de ventas en soles 2021 - 2025*

Rubro	2021	2022	2023	2024	2025
Personal de ventas	S/ 362 893				
Electricidad	S/ 1 043				
Agua	S/ 269				
Publicidad	S/ 351 899	S/ 403 593	S/ 462 772	S/ 530 535	S/ 608 110
Teléfono e internet	S/ 1 008				
Depreciación	S/ 26 511	S/ 26 511	S/ 26 511	S/ 26 511	S/ 22 517
Amortización	S/ 10 415				
Gasto de venta anual	S/ 754 039	S/ 805 733	S/ 864 911	S/ 932 674	S/ 1 006 256

7.4 Presupuestos Financieros

7.4.1 Presupuesto de Servicio de Deuda

Tabla 7.13*Inversión total del proyecto en soles*

Rubro	Costo total
Activos Tangibles	S/ 6 737 964
Activos Intangibles	S/ 297 580
Capital de trabajo	S/ 895 550
Inversión total del proyecto	S/ 7 931 094

Tabla 7.14*Procedencia de inversión en soles*

Financiamiento	Porcentaje	Costo total
Préstamo	40%	S/ 3 172 438
Capital propio	60%	S/ 4 758 656

Se evaluaron las diferentes tasas económicas anuales ofrecidas por bancos y cajas, concluyendo que la institución financiera BBVA ofrece la menor oferta de financiamiento con un TCEA de 9,56%, cuotas constantes a 5 años y un año de gracia total. La deuda que deberá contraerse con la entidad asciende al monto de S/ 3 172 438 (BBVA, 2020).

Tabla 7.15*Presupuesto de servicio de deuda en soles, 2020 - 2025*

Año	Saldo inicial	Interés	Amortización	Cuota fija	Saldo final
2020	S/ 3 172 438	S/ 303 285	-	-	S/ 3 475 723
2021	S/ 3 475 723	S/ 332 279	S/ 574 324	S/ 906 603	S/ 2 901 398
2022	S/ 2 901 398	S/ 277 374	S/ 629 230	S/ 906 603	S/ 2 272 168
2023	S/ 2 272 168	S/ 217 219	S/ 689 384	S/ 906 603	S/ 1 582 784
2024	S/ 1 582 784	S/ 151 314	S/ 755 289	S/ 906 603	S/ 827 495
2025	S/ 827 495	S/ 79 109	S/ 827 495	S/ 906 603	-

7.4.2 Presupuesto de Estado Resultados

Tabla 7.16*Presupuesto de Estado de Resultados en soles, 2021 - 2025*

	2021	2022	2023	2024	2025
Ventas	S/ 11 729 967	S/ 13 453 112	S/ 15 425 730	S/ 17 684 489	S/ 20 270 342
Costo de ventas (sin depre.)	- S/ 7 020 708	- S/ 7 999 646	- S/ 9 120 312	- S/ 10 403 538	- S/ 11 872 590
Depreciación fabril	- S/ 189 972				
Utilidad bruta	S/ 4 519 286	S/ 5 263 493	S/ 6 115 445	S/ 7 090 979	S/ 8 207 780
Gastos administrativos	- S/ 1 171 503	- S/ 1 162 184			
Gastos de ventas	- S/ 747 438	- S/ 798 163	- S/ 856 231	- S/ 922 723	- S/ 994 850
Utilidad operativa	S/ 2 600 345	S/ 3 293 828	S/ 4 087 711	S/ 4 996 753	S/ 6 050 746
Gastos financieros	- S/ 332 279	- S/ 277 374	- S/ 217 219	- S/ 151 314	- S/ 79 109
Utilidad antes de participación e impuestos	S/ 2 268 066	S/ 3 016 454	S/ 3 870 492	S/ 4 845 439	S/ 5 971 638
Participaciones (10%)	- S/ 226 807	- S/ 301 645	- S/ 387 049	- S/ 484 544	- S/ 597 164
Utilidad antes de impuestos	S/ 2 041 260	S/ 2 714 809	S/ 3 483 443	S/ 4 360 895	S/ 5 374 474
Impuesto a la renta (29.5%)	- S/ 602 172	- S/ 800 869	- S/ 1 027 616	- S/ 1 286 464	- S/ 1 585 470
Utilidad neta (S/)	S/ 1 439 088	S/ 1 913 940	S/ 2 455 827	S/ 3 074 431	S/ 3 789 004
Reserva legal (10%)	- S/ 143 909	- S/ 191 394	- S/ 245 583	- S/ 307 443	- S/ 65 484
Utilidad luego de la reserva legal	S/ 1 295 179	S/ 1 722 546	S/ 2 210 244	S/ 2 766 988	S/ 3 723 520

7.4.3 Presupuesto de Estado de Situación Financiera (apertura)

Tabla 7.17

Presupuesto de balance de apertura en soles, 2020

ACTIVO		PASIVO	
Activo Corriente		Pasivo Corriente	
Efectivo y equivalentes	S/ 895 550	Cuentas por pagar	-
Cuentas por cobrar	-	Tributos por pagar	-
Existencias	-	Deuda a corto plazo	-
Total Activo Corriente	S/ 895 550	Total Pasivo Corriente	-
Activo No Corriente		Pasivo No Corriente	
Otras cuentas por cobrar	-	Deuda a largo plazo	S/ 3 172 438
Inmueble maquinaria y equipos	S/ 6 737 964		
Intangibles	S/ 297 580	Total Pasivo no corriente	S/ 3 172 438
Total Activo No Corriente	S/ 7 035 544	Total Pasivo	S/ 3 172 438
		PATRIMONIO	
		Capital social	S/ 4 758 656
		Resultados acumulados	-
		Total Patrimonio	S/ 4 758 656
Total Activos	S/ 7 931 094	Total Pasivo y Patrimonio	S/ 7 931 094

Tabla 7.18

Balance general para el primer año, 2021

ACTIVO		PASIVO	
Activo Corriente		Pasivo Corriente	
Efectivo y equivalentes	S/ 1 796 715	Cuentas por pagar	S/ 632 261
Cuentas por cobrar	S/ 1 368 496	Tributos por pagar	S/ 602 172
Existencias	S/ 137 636	Deuda a corto plazo	-
Total Activo Corriente	S/ 3 302 847	Total Pasivo Corriente	S/ 1 234 433
Activo No Corriente		Pasivo No Corriente	
Otras cuentas por cobrar	-	Deuda a largo plazo	S/ 2 598 113
Inmueble maquinaria y equipos	S/ 6 737 964	Total Pasivo No Corriente	S/ 2 598 113
Depreciación	- S/ 278 343	Total Pasivo	S/ 3 832 546
Intangibles	S/ 297 580		
Amortización	- S/ 29 758	PATRIMONIO	
Total Activo No Corriente	S/ 6 727 443	Capital social	S/ 4 758 656
		Resultados acumulados	S/ 1 295 179
		Reserva Legal	S/ 143 909
		Total Patrimonio	S/ 6 197 744
Total Activos	S/ 10 030 290	Total Pasivo y Patrimonio	S/ 10 030 290

7.4.4 Flujo de fondos netos

7.4.4.1 Flujo de Fondos Económico

Tabla 7.19

Flujo de Fondos Económico en soles, 2020 – 2025

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Inversión inicial	- S/ 7 931 094					
Utilidad neta (S/)		S/ 1 649 919	S/ 2 089 934	S/ 2 593 653	S/ 3 170 440	S/ 3 839 198
Reserva legal (10%)		- S/ 164 992	- S/ 208 993	- S/ 259 365	- S/ 317 044	- S/ 1 337
NOPAT		S/ 1 484 927	S/ 1 880 940	S/ 2 334 288	S/ 2 853 396	S/ 3 837 862
Depreciación		S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 265 030
Amortización		S/ 29 758				
Valor en libros						S/ 5 508 352
Capital de trabajo						S/ 895 550
Flujo de Caja Económico (S/)	- S/ 7 931 094	S/ 1 793 028	S/ 2 189 041	S/ 2 642 388	S/ 3 161 497	S/ 10 536 552

7.4.4.2 Flujo de Fondos Financiero

Tabla 7.20

Flujo de Fondos Financiero en soles, 2020 - 2025

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Inversión inicial	- S/ 7 931 094					
Utilidad neta (S/)		S/ 1 439 088	S/ 1 913 940	S/ 2 455 827	S/ 3 074 431	S/ 3 789 004
Reserva legal (10%)		- S/ 143 909	- S/ 191 394	- S/ 245 583	- S/ 307 443	- S/ 63 403
NOPAT		S/ 1 295 179	S/ 1 722 546	S/ 2 210 244	S/ 2 766 988	S/ 3 723 520
Depreciación		S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 265 030
Amortización		S/ 29 758				
Valor en libros						S/ 5 508 352
Capital de trabajo						S/ 895 550
Préstamo	S/ 3 172 438					
Amortización		- S/ 574 324	- S/ 629 230	- S/ 689 384	- S/ 755 289	- S/ 827 495
Flujo de Caja Financiero (S/)	- S/ 4 758 656	S/ 1 028 956	S/ 1 401 417	S/ 1 828 961	S/ 2 319 799	S/ 9 594 716

7.5 Evaluación Económica y Financiera

El COK utilizado en la siguiente evaluación económica y financiera fue hallado de la siguiente manera:

$$COK = Rf + \beta (Rm - Rf) = 18,40\%$$

Donde:

- Rf: 3,93%
- β : 1,31
- Rm: 15,00%

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

Tabla 7.21

Evaluación económica

VAN Económico	S/ 2 875 027
TIR Económico	29,46%
Relación B/C	1,36
Periodo de recuperó (años)	4,37
Periodo de recuperó	4 años 4 meses y 12 día

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

Tabla 7,22

Evaluación financiera

VAN Financiero	S/ 11 415 193
TIR Financiero	37,80%
Relación B/C	3,40
Periodo de recuperó (años)	4,1
Periodo de recuperó	4 años 1 mes y 24 días

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

- Razón Corriente

$$Razon\ Corriente = \frac{Activo\ Corriente}{Pasivo\ Corriente} = \frac{S/ 3\ 302\ 847}{S/ 1\ 234\ 433} = 2,68\ veces$$

La razón corriente evalúa la capacidad de la empresa para atender sus obligaciones al corto plazo. En vista que el resultado del presente ratio es de 2,68 veces, se concluye que

la empresa tiene liquidez, pues por cada sol que se tiene de deuda, se posee 2,68 soles para hacerle frente a las deudas al corto plazo.

- Razón ácida

$$\text{Razon ácida} = \frac{\text{Activo Corriente} - \text{Existencias}}{\text{Pasivo Corriente}} = \frac{S/ 3\ 165\ 211}{S/ 1\ 234\ 433} = 2,56 \text{ veces}$$

El resultado de la prueba rápida no varía significativamente de la razón corriente debido a la pronta conversión de los inventarios en efectivo.

- Razón de efectivo

$$\text{Razón de Efectivo} = \frac{\text{Efectivo y Equivalentes}}{\text{Pasivo Corriente}} = \frac{S/ 1\ 796\ 715}{S/ 1\ 234\ 433} = 1,46 \text{ veces}$$

La razón de efectivo evalúa la capacidad de pago de deudas de corto plazo con el efectivo y su equivalente en caja. En vista a que la razón de efectivo es 1,46 veces, es factible buscar una inversión al efectivo sobrante.

- Razón de endeudamiento

$$\text{Razón de endeudamiento} = \frac{\text{Pasivo Total}}{\text{Activo Total}} = \frac{S/ 3\ 832\ 546}{S/ 10\ 030\ 290} = 38,21\%$$

La razón de endeudamiento indica la proporción de los activos totales que financian los acreedores de la empresa. En este sentido, podemos afirmar que la empresa tiene un apalancamiento financiero significativo de 38%.

- Razón deuda patrimonio

$$\text{Razón deuda patrimonio} = \frac{\text{Pasivo Total}}{\text{Patrimonio neto}} = \frac{S/ 3\ 832\ 546}{S/ 6\ 197\ 744} = 1,13 \text{ veces}$$

La razón deuda patrimonio evalúa la relación de deuda total con los aportados por los propietarios, por lo cual se puede afirmar que por cada sol aportado por los accionistas de la empresa se tiene 1.13 soles de deuda.

- Margen Bruto

$$\text{Margen Bruto} = \frac{\text{Utilidad Bruta}}{\text{Ventas}} = \frac{S/ 4\ 519\ 286}{S/ 11\ 729\ 967} = 38,53\%$$

Este margen evalúa la utilidad bruta con las ventas, obteniéndose como resultado que los costos de producción representan el 38,53% de los ingresos.

- Margen Neto

$$\text{Margen Neto} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas}} = \frac{S/ 1\ 439\ 088}{S/ 11\ 729\ 967} = 12,27\%$$

Este margen es más completo, debido a que se deducen de las ventas todos los costos y gastos, incluyendo el impuesto a la renta. En este sentido, podemos afirmar que el margen neto es de 12,27%.

- Rentabilidad neta del patrimonio (ROE)

$$\text{Rentabilidad Neta del Patrimonio} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Patrimonio}} = \frac{S/ 1\ 439\ 088}{S/ 6\ 197\ 744} = 23,22\%$$

Mide la capacidad de generar beneficios para los accionistas según el valor en libros. La utilidad neta representa un 23,22% del total de patrimonio de la empresa.

7.5.4 Análisis de sensibilidad del proyecto

Para el análisis de sensibilidad de Grafenano S.A.C se llevó a cabo el cambio de tres variables, se realizarán las variaciones conforme al tipo de escenario que se desea reflejar. Las variables que serán modificadas son el volumen de ventas, precio del producto y el impuesto a la renta, este último por una disminución en los fondos del estado. El objetivo de este análisis será demostrar la viabilidad de la empresa en los tres tipos de escenarios propuestos a los que la empresa se podría enfrentar: optimista, pesimista y normal.

- Escenario optimista: Se ha considerado que el volumen de ventas aumenta un 10%, que como consecuencia del aumento de la demanda el precio aumentaría un 10%. Adicionalmente se ha considerado que el impuesto a la renta bajaría a 29%.
- Escenario pesimista: Se ha tomado en consideración que el volumen de ventas disminuye un 10%, como resultado de esto también se disminuirá el precio en un 10%. Adicionalmente se ha considerado que el impuesto a la renta aumentaría a 30%.

Los cambios cuantificados se muestran detalladamente en el anexo 15. Con los cambios cuantificados se procedió a realizar el flujo económico, el cual se muestra detalladamente en el anexo 16, estos resultados se mostrarán con su respectiva probabilidad de ocurrencia. Adicionalmente se analizará la evaluación económica reflejadas por la VAN y TIR tomando en cuenta las probabilidades de ocurrencia.

Tabla 7.23*Resultado y probabilidad de ocurrencia de cada escenario en el ámbito económico*

Tipo de escenario	P	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Normal	0.5	- S/ 7 931 094	S/ 1 793 028	S/ 2 189 041	S/ 2 642 388	S/ 3 161 497	S/ 10 536 552
Optimista	0.3	- S/ 7 931 094	S/ 2 790 662	S/ 3 334 490	S/ 4 022 866	S/ 5 154 569	S/ 12 460 444
Pesimista	0.2	- S/ 7 931 094	S/ 930 839	S/ 1 198 935	S/ 1 505 844	S/ 1 857 273	S/ 8 657 730

Tabla 7.24*Indicadores económicos de cada escenario*

	VAN	TIR
Escenario Normal	S/ 2 875 027	29,46%
Escenario Optimista	S/ 7 207 840	45,06%
Escenario Pesimista	- S/ 715 653	15,52%
	S/ 3 456 735	31,35%

De los datos analizados, se puede concluir que Grafenano S.A.C aun es viable debido a que el valor del VAN es mayor a positivo y el TIR mayor que el Cok.

De igual manera, se procedió a realizar el flujo financiero con los mismos cambios cuantificados del anexo 15, el detalle de estos se mostrará en el anexo 17. A continuación, se mostrarán los resultados de cada escenario con la respectiva probabilidad de ocurrencia. Adicionalmente se analizará la evaluación económica reflejadas por la VAN y TIR tomando en cuenta las probabilidades de ocurrencia.

Tabla 7.25*Resultado y probabilidad de ocurrencia de cada escenario en el ámbito financiero*

Tipo de escenario	P	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Normal	0.5	- S/ 4 758 656	S/ 1 028 956	S/ 1 401 417	S/ 1 828 961	S/ 2 319 799	S/ 9 594 716
Optimista	0.3	- S/ 4 758 656	S/ 2 025 244	S/ 2 545 743	S/ 3 155 722	S/ 4 302 590	S/ 11 582 399
Pesimista	0.2	- S/ 4 758 656	S/ 168 113	S/ 412 434	S/ 693 297	S/ 1 016 188	S/ 7 785 381

Tabla 7.26*Indicadores financieros de cada escenario*

	VAN	TIR
Escenario Normal	S/ 3 516 930	37,80%
Escenario Optimista	S/ 7 837 627	60,39%
Escenario Pesimista	- S/ 41 101	18,16%
	S/ 4 101 533	40,65%

Del VAN y TIR financieros calculados, se puede concluir que Grafenano S.A.C aun es viable debido a que el valor del VAN es mayor a positivo y el TIR mayor que el Cok.

Posterior al análisis económico y financiero de los escenarios propuestos se puede concluir que la empresa es viable económicamente a pesar de las variaciones externas a las que se podría enfrentar.

CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL

8.1 Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto

La localidad en la que se instalara la planta es en el departamento de Lima Metropolitana, el departamento con mayor movilización económica y con gran densidad poblacional, se construirá en una de las zonas industriales del departamento de lima, en el distrito de Lurigancho-Chosica. Cabe recalcar que adicionalmente Lima Metropolitana es la zona de comercialización de nuestro proyecto y la zona de donde se adquirirá la materia prima necesaria para el proceso.

El hecho de que la instalación de la planta sea en una zona industrial evitará que los ciudadanos aledaños se vean afectados por contaminación sonora, movilización de maquinaria, mantenimiento y limpieza de equipos. Adicionalmente se tienen planes que garantizarán que todo tipo de contaminación este bajo los límites permisibles.

Adicionalmente se generan con un total de 57 trabajadores, buscando generar ofertas laborales a colaboradores que habiten por la zona. Esto para impulsar la economía y desarrollo de la zona.

Cabe recalcar que como nuestro proyecto esta hecho a base de residuos, esto permitirá que se reduzca la contaminación ambiental y al demostrar la viabilidad de la empresa se busca crear una iniciativa para impulsar la creación de empresas que busquen aportar con el medio ambiente.

8.2 Análisis de indicadores sociales

La tasa de descuento social que se usará para determinar el valor agregado del proyecto se hará uso del CPPC, el cálculo de este se encuentra detalladamente en el anexo 18. Se calculo que la tasa social es de 13,73%.

Tabla 8.1*Valor agregado*

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025
UAI	S/2 041 260	S/2 714 809	S/3 483 443	S/4 360 895	S/5 374 474	S/2 041 260
MOD	S/447 396	S/447 396	S/447 396	S/447 396	S/447 396	S/447 396
CIF	S/2 211 737	S/2 421 805	S/2 691 009	S/2 999 260	S/3 351 576	S/2 211 737
Gastos administrativos	S/1 171 503	S/1 171 503	S/1 171 503	S/1 171 503	S/1 162 184	S/1 171 503
Gastos de venta	S/747 438	S/798 163	S/856 231	S/922 723	S/994 850	S/747 438
Depreciación	S/278 343	S/278 343	S/278 343	S/278 343	S/265 030	S/278 343
Amortización de la deuda	S/29 758	S/29 758	S/29 758	S/29 758	S/29 758	S/29 758
Intereses	S/332 279	S/277 374	S/217 219	S/151 314	S/79 109	S/332 279
Impuesto	S/602 172	S/800 869	S/1 027 616	S/1 286 464	S/1 585 470	S/602 172
Valor agregado	S/7 861 884	S/8 940 018	S/10 202 517	S/11 647 656	S/13 289 846	S/7 861 884

Valor agregado actual= S/34 703 281

Asimismo, se realizó la evaluación de otros indicadores sociales relevantes para el proyecto como densidad de capital, intensidad de capital, relación de producto capital y productividad de mano de obra.

Densidad de capital

$$Densidad\ de\ Capital = \frac{Inversión\ Total}{Número\ de\ Colaborador} = \frac{7\ 931\ 094}{44 + 13} = 139\ 142 \frac{S/}{colab}$$

Este indicador indica la cantidad de capital necesario para generar un puesto de trabajo. En este sentido, para generar un puesto se debe invertir S/ 139 142.

Intensidad de capital

$$Intensidad\ de\ Capital = \frac{Inversión\ Total}{Valor\ Agregado} = \frac{7\ 931\ 094}{34\ 703\ 281} = S/ 0,2285$$

El indicador intensidad de capital muestra cuanto se necesita invertir para generar 1 sol de valor agregado. Este indicador muestra que para generar S/ 1 de valor agregado se necesita S/ 0,2285.

Relación producto-capital

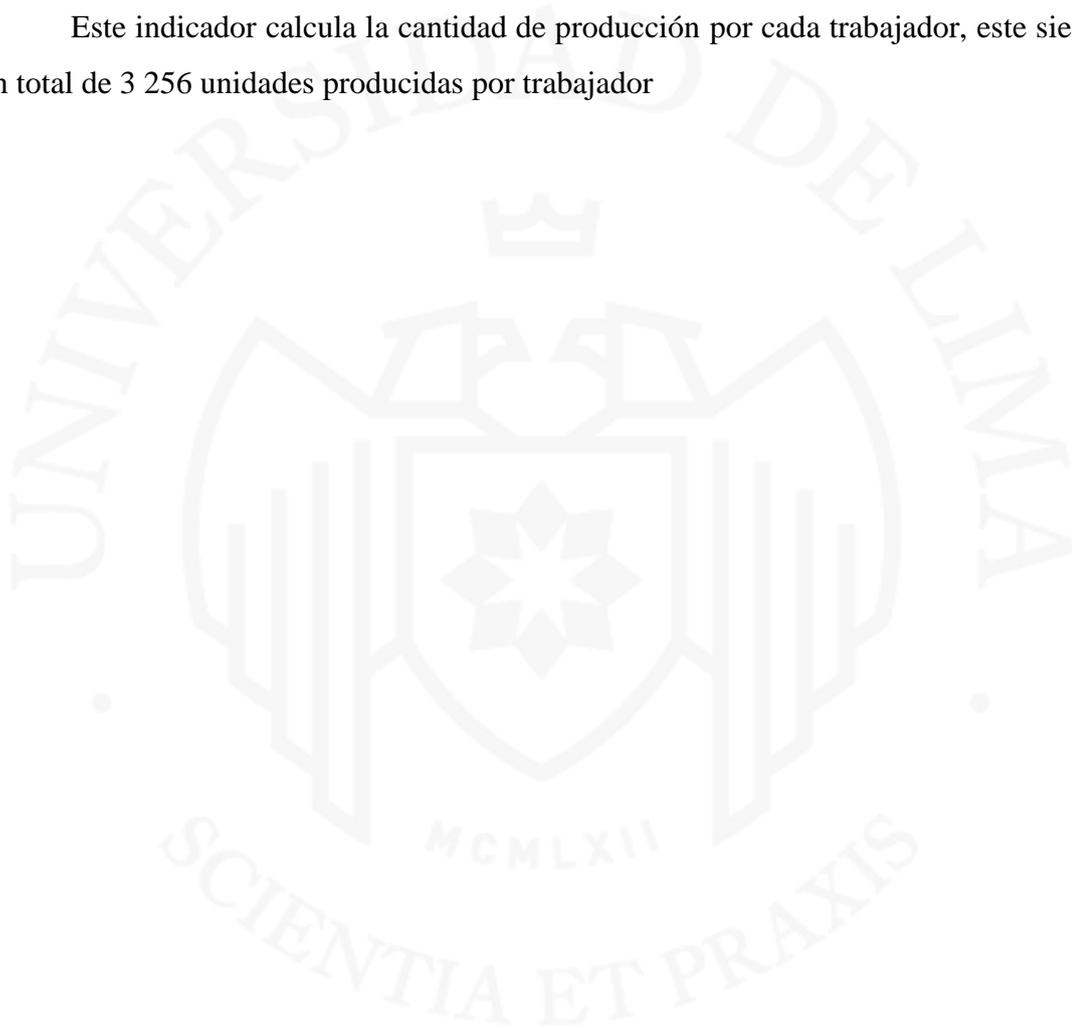
$$Relación\ Prod - Cap = \frac{Valor\ Agregado}{Inversión\ Total} = \frac{34\ 703\ 281}{7\ 931\ 094} = S/ 4,38$$

El indicador relación producto capital determina la cantidad de valor agregado que se genera a partir de S/. 1 de inversión inicial. En este sentido, se muestra la viabilidad social pues el valor agregado es 4.38 veces mayor que la inversión.

Productividad de mano de obra

$$Productividad MO = \frac{Producción Anual Prom}{Número de Trabajadores} = \frac{185\,596}{44 + 13} = 3\,256 \frac{unid}{Trabajador}$$

Este indicador calcula la cantidad de producción por cada trabajador, este sienta un total de 3 256 unidades producidas por trabajador



CONCLUSIONES

- Se concluyo que el desarrollo de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos orgánicos y plásticos está justificado económica, social y técnicamente.
- Se determino la demanda del proyecto para la producción de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos orgánicos y plásticos. El proyecto tendrá una demanda de 239 429 sacos de 25 kg en el último año de vida del proyecto.
- Se concluyo como la mejor localización de la planta productora de grafeno usado como aditivo para concreto al distrito de Lurigancho- Chosica, esto se determinó usando la metodología de ranking de factores.
- Se concluyo que la tecnología más adecuada para la producción de grafeno usado como aditivo para concreto a base de residuos orgánicos y plásticos es el Calentamiento instantáneo por Joule, debido a que permite la obtención de un producto de alta calidad y a bajo costo. Adicionalmente se determinó que el área necesaria para la planta productora es de 2 975 m²
- Se preciso que inversión total requerida para el presente proyecto es de S/ 7 931 094, financiándose el 40% (S/ 3 172 438) y 60% de aporte propio (S/ 4 758 656).
- El proyecto es rentable en sus tres escenarios en términos financieros y económicos a pesar de las variaciones externas a las que se podría enfrentar, esto ha sido comprado a través de los indicadores financieros.
- Se comprobó que nuestro producto contribuye a la comunidad de Lurigancho- Chosica mediante los indicadores de densidad de capital, intensidad de capital, relación- producto capital y productividad de la mano de obra. Siendo una de las más relevantes el indicador de densidad de capital pues muestra la cantidad de inversión que se requiere para genera un puesto de trabajo, siendo un total de 139 142 soles por colaborador.

RECOMENDACIONES

A continuación, detallaremos las recomendaciones:

- Se recomienda usar como referencia fuentes confiables tales como tesis, artículos científicos, revistas, libros y páginas web certificadas.
- Para una mejor una mejor perspectiva del patrón de consumo de mercado, es necesario realizar una encuesta o entrevista a una muestra representativa del público objetivo.
- Se recomienda realizar un análisis profundo de los factores externos e internos que tienen influencia directa en el eficiente funcionamiento de una planta productora.
- Se recomienda la promoción de programas educativos que informen sobre la segregación de residuos y el proceso que se debe de seguir para separar de forma correcta y eficiente los distintos productos desechados.

REFERENCIAS

- Aditivos especiales. (s.f.). *Acerca de nosotros*. Recuperado el 20 de junio de 2020, de <http://www.aditivosespeciales.com.pe/index.php?cat=1>
- Agencia Peruana de noticias. (setiembre de 2019). *Minam: 70% de residuos que generamos pueden convertirse en nuevos productos*. <https://andina.pe/agencia/noticia-minam-70-residuos-generamos-pueden-convertirse-nuevos-productos-766995.aspx>
- Agnitio. (15 de Diciembre de 2015). *¿Como construir una SAC?*. <http://agnitio.pe/wp-content/uploads/2015/09/Como-constituir-una-SAC.pdf>
- Asociación de productores de cemento. (2019). *Reporte estadístico anual, 2019*. <http://www.asocem.org.pe/archivo/files/Informe%20estad%C3%ADstico%20anual%202019.pdf>
- Avanzare Innovacion Tecnologica. (s.f.). *Historia de la compañía*. Recuperado el 20 de junio de 2020, de <http://www.avanzarematerials.com/es/bienvenidos-a-avanzare/>
- Ayllon, J., Herrera, V., & Palomino, Y. (2016). *Impacto del sector construcción en el crecimiento económico del Perú, período 2006 - 2016*. [Tesis de licenciatura, Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. Repositorio institucional de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
- Baichu machinery. (s.f.). *Secadoras horizontales*. Recuperado el 4 de mayo de 2020, de <https://baichy.com/>
- Cámara Peruana de la Construcción. (2018). Construyendo formalidad. *Construcción e Industria*, 344 (1), 30-70. <http://www.construccioneindustria.com/wp-content/uploads/2018/10/RCEI0818-TF-ConstruyendoFormalidad.pdf>
- Candusso, M., & Dabringer, M. (2017). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de monofilamento sintético estructural para concreto*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la Universidad de Lima. <http://doi.org/10.26439/ulima.tesis/4262>

- Ccopa, H. (2017). *Efecto del grafeno como aditivo*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Antiplano]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Antiplano.
- Changzhoy. (s.f.). *Máquinas de secado*. Recuperado el 4 de mayo de 2020, de <https://2-drying.en.alibaba.com/>
- Chema. (s.f.). *Historia de la empresa*. Recuperado el 23 de julio de 2020, de <http://www.chema.com.pe/empresa/nosotros.html#historia>
- Cibrating screener. (s.f.). *Tamizador*. Recuperado el 23 de julio de 2020, de <https://vibratingscreener.en.alibaba.com/>
- Colliers International. (2018). *Reporte Industrial IS 2018*. <https://www2.colliers.com/es-PE/Research/Ind1S2018>
- Daheng. (s.f.). *Moledora de rodillos*. Recuperado el 23 de julio de 2020, de <https://daheng.en.alibaba.com>
- Dahong pack. (s.f.). *Envolvedora*. Recuperado el 23 de julio de 2020, de <http://www.dahongpack.com.cn/>
- DBalanzas. (s.f.). *Balanzas*. Recuperado el 23 de julio de 2020, de <http://www.dbalanzas.com/categoria/balanza-industrial>
- Dimov, D., Amit, I., Gorrie, O., Barnes, M., Townsend, N., Craciun, A. & Felicia, M. (23 de Abril de 2018). Compuestos de grafeno nanograbado de ultra alto rendimiento para aplicaciones multifuncionales. *Advanced Functional Materials*, 28(23).
- Galix Tech. (s.f.). *Enfriadora*. Recuperado el 23 de julio de 2020, de <http://www.galixtech.com/16-1-enfriadora-rotativa.html>
- Garay, B., & Noriega, M. (2017). *Manual para el diseño de instalaciones, manufactureras y de servicio*. Universidad de Lima, Fondo Editorial. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/10709>
- Geodatos. (s.f.). *Distancia entre ciudades*. Recuperado el 18 de marzo de 2020 <https://www.geodatos.net/distancias/ciudades>
- Gómez, U. (2015). *Optimización de la preparación de materiales grafénicos a través de las condiciones de procesado y el precursor*. [Tesis de licenciatura,

- Universidad de Oviedo]. Repositorio institucional de la Universidad de Oviedo.
<http://hdl.handle.net/10651/37448>
- Graphenano Smart Materials. (s.f.). *Sobre nosotros*. Recuperado el 1 de abril de 2020, de
<https://www.graphenanosmartmaterials.com/smart-additives-para-el-hormigon/>
- Graphenemex. (s.f.). *Acerca de nosotros*. Recuperado el 1 de abril de 2020, de
http://graphenemex.com/es/about_us/
- GrapheneTech. (s.f.). *Sobre nosotros*. Recuperado el 1 de abril de 2020, de
<http://www.graphene-tech.net/about-us/>
- Grupo Antolin. (s.f.). *Sobre nosotros*. Recuperado el 1 de abril de 2020, de
<http://www.granph-acm.com/>
- Grupo Gamma. (2015). Proveedores de construcción. *Revista Perú Construye*(33), 132-137.
- Hebei Fangtai. (s.f.). *Máquina de línea de reciclaje*. ecuperado el 16 de junio de 2020, de
<http://www.hebeifangtai.com.cn/>
- Hernández, E. (2018). Uso de aditivos naturales en materiales de construcción. *Revista Arquitectura*, 3(6), 63-68.
- HongShima machine. (2020). *Máquina de lavado de frutas y verduras*.
<https://hongshimachine.en.alibaba.com/es>
- Hoty pack. (s.f.). *Embaladora*. Recuperado el 1 de abril de 2020, de
<https://hotypack.en.alibaba.com/>
- Instituto Nacional de Estadísticas e informática. (2020). *Estadísticas de seguridad ciudadana*. Centro de edición del INEI.
http://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_seguridad_ciudadana_1.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). *Departamento de Lima: Características de la Infraestructura Social y Económica Distrital*. Centro de edición del INEI.
- Jimenez, M., Mora, C., Vargas, J., & Cordova, J. (2017). *Evaluación del hormigón de cemento portland empleando agregado grueso proveniente de la cantera San*

Vicente de Colomch, 2015 - 2016. [Tesis de licenciatura, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio institucional de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Kadoya. (s.f.). *Mezcladora*. Recuperado el 1 de abril de 2020, de <https://kadoyagm.en.china.cn/>

Keysong. (s.f.). *Lavadora de frutas y verduras*. Recuperado el 1 de abril de 2020, de https://es.made-in-china.com/co_keysong/

Lino, G. (2018). *Mejora en la gestión del proceso de abastecimiento de materia prima en la industria de aditivos químicos para la construcción en Lima Metropolitana*. [Tesis de licenciatura, Universidad San Martín de Porres]. Repositorio institucional de la Universidad San Martín de Porres.

Luong, D., Bets, K., Algozeeb, A., Stanford, M., Kittrell, C., Chen, W. & Shahsavari, R. (2020). Gram scale bottom-up flash graphene synthesis. *Nature*. 577, 647–651 doi:10.1038/s41586-020-1938-0

Mayora, C., Curzio, L., Cremades, O., & Cusido, J. (30 de Julio de 2015). El grafeno. Parte II: Procesos y viabilidad de su producción. *Revista de ingeniería Dyna*, 90(4), 344-247.

Mezcladora. (s.f.). Recuperado el 1 de abril de 2020, de <https://1985blender.en.alibaba.com/>

Ministerio de Producción. (s.f.). *Parque industrial*. Recuperado el 3 de abril de 2020, de http://www.dic.unitru.edu.pe/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=141&Itemid=4.

Ministerio de transporte y comunicaciones. (2016). *Intervenciones en la red via nacional*. https://www.pvn.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/RVN_PERU_RTT_201601-20160311.pdf

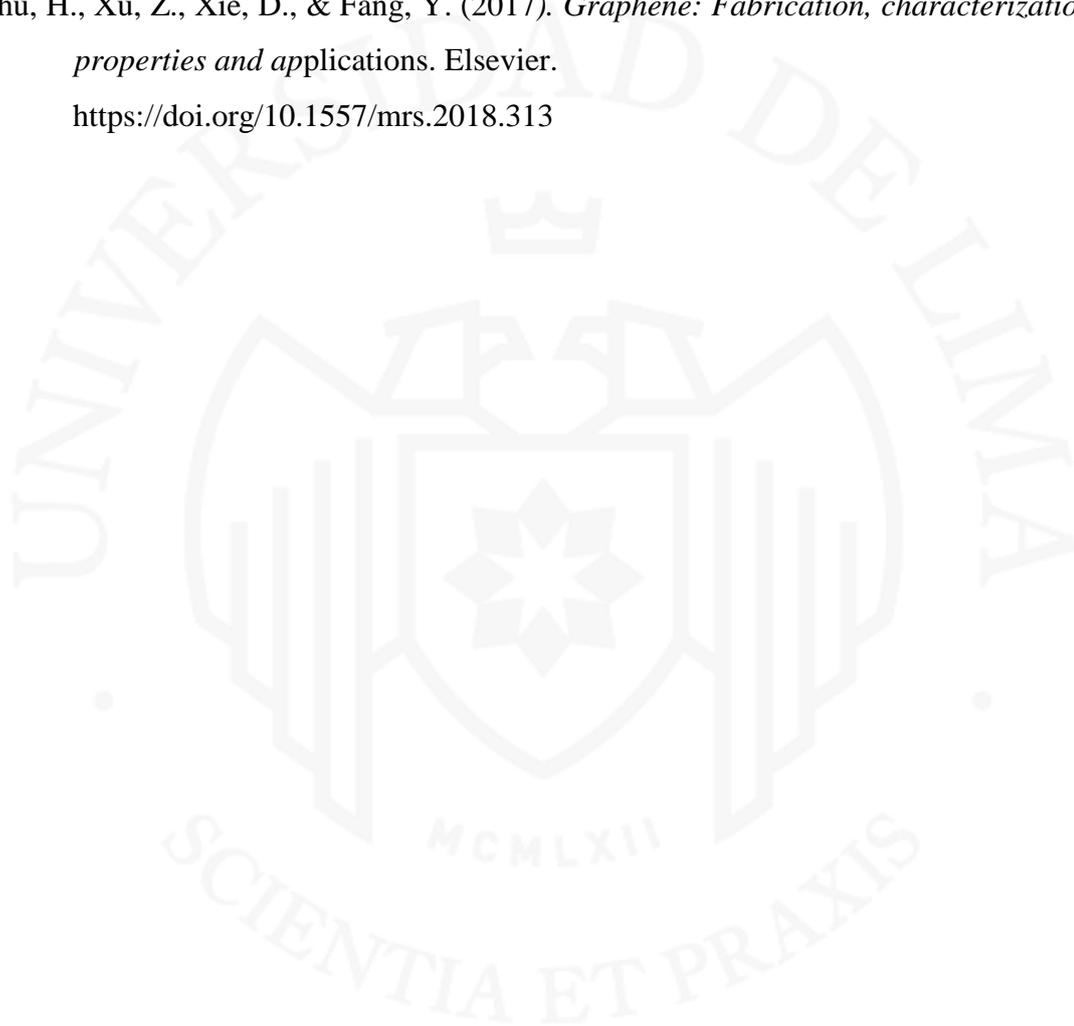
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2015). *Normas de seguridad A.130*. Reglamento nacional de edificaciones.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). *Evolución Mensual del Índice de Precios de Materiales de Construcción*. Lima.

- Ministerio del Ambiente. (s.f.). *Listado de empresas operadoras de residuos sólidos autorizados por MINAM*. Recuperado el 1 de mayo 2020, de <https://sites.google.com/minam.gob.pe/dgrs-eo/p%C3%A1gina-principal?pli=1&authuser=1>
- Municipalidad metropolitana de Lima. (2016). *Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo*. http://www.munlima.gob.pe/images/descargas/Seguridad-Salud-en-el-Trabajo/Ley%2029783%20_%20Ley%20de%20Seguridad%20y%20Salud%20en%20el%20Trabajo.pdf
- Reglamento Nacional de Edificaciones., 2006. <https://www3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>
- Norma Técnica Peruana 334.088. (2017). *Instituto Nacional de Calidad*.
- Norma Técnica Peruana 334.089. (2015). *Instituto Nacional de Calidad*
- Orellana, Cristian (2018). *Estudio de métodos alternativos de producción de grafeno*. [Tesis de doctorado, Universidad Técnica Federico Santa María]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica Federico Santa María.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2016). *Industria de la electricidad en el Perú*. https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25anios.pdf
- PCE instrumentos. (s.f.). *Balanzas*. Recuperado el 1 de mayo de 2020, de https://www.pce-instruments.com/peru/balanza/balanza/balanza-industrial-kat_70123.htm?_start=
- Promart. (2020). *Precio de aditivos para cemento*. <https://www.promart.pe/Sistema/buscavazia?ft=aditivos>
- Revista Perú Construye. (Febrero de 2015). Directorio proveedores de construcción. 33 (1), 132-140.
- Ruili machinery. (s.f.). *Línea de reciclaje*. Recuperado el 15 de septiembre de 2020, de <http://www.ruilimachinery.com>

- Sheald world. (s.f.). *Lavadora de frutas y verduras*. Recuperado el 2 de abril de 2020, de <https://shleadworld.en.alibaba.com/>.
- Shindery. (s.f.). *Enfreidora de granulados*. Recuperado el 2 de abril de 2020, de <https://www.shindery.com/e-1-counter-flow-cooler.html>
- Shini. (s.f.). *Granulación y reciclaje*. Recuperado el 2 de abril de 2020, de https://www.shini.com/es/products_sub_Granulating-and-Recycling.html
- Sika Perú. (s.f.). *Acerca de nosotros*. Recuperado el 20 de junio de 2020, de <https://per.sika.com/es/nosotros/quienes-somos/sika-peru.html>
- Ministerio del ambiente. (2018). *Sistema Nacional de Información Ambiental*. <https://sinia.minam.gob.pe/novedades/peru-solo-se-recicla-19-total-residuos-solidos-reaprovechables>
- Sumico. (s.f.). *Balanzas*. Recuperado el 20 de junio de 2020, de <https://suminco-peru.com/balanzas-de-plataforma/>
- Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2020). <http://www.sunat.gob.pe/>
- Taloe. (s.f.). *Embolvedora de pellets*. Recuperado el 20 de junio de 2020, de <https://taole.en.alibaba.com/>
- Top 10,000 companies. (2019). Perú: The top 10,000 companies. <http://www.ptp.pe/top10000/index.php>
- Wantong. (s.f.). *Moledora de rodillos*. Recuperado el 20 de junio de 2020, de <https://jywantong.en.alibaba.com>
- Williams, M. (27 de Enero de 2020). *Rice University*. <http://news.rice.edu/2020/01/27/rice-lab-turns-trash-into-valuable-graphene-in-a-flash-2/>
- Xiencheng. (s.f.). *Molinos de cuchillas*. Recuperado el 25 de junio de 2020, de <https://www.jmxiecheng.com/>
- YisonHonda. (s.f.). *Secadoras para plástico*. Recuperado el 23 de junio de 2020, de <https://yisonhonda.en.alibaba.com/>

- Yura. (2019). *Blog de construcción*. Recuperado el 4 de agosto de 2020, de <https://www.yura.com.pe/blog/los-aditivos-para-el-concreto/>
- Z Aditivos. (s.f). *¿Quiénes somos?*. Recuperado el 12 de diciembre de 2020, de <https://www.zaditivos.com.pe/nosotros/>
- Zhengzhou. (s.f.). *Lavadora de frutas y verduras*. Recuperado el 5 de abril de 2020, de <http://www.hlchinamachine.com/contact.html>
- Zhu, H., Xu, Z., Xie, D., & Fang, Y. (2017). *Graphene: Fabrication, characterizations, properties and applications*. Elsevier.
<https://doi.org/10.1557/mrs.2018.313>



BIBLIOGRAFIA

- ASTM C 260-06, *Especificación normalizada de aditivos incorporadores de aire para concreto*. (1 de enero de 2006). <https://pdfslide.tips/documents/astm-c-260-06-aditivos-incorporadores-de-aire-para-concreto.html>
- ASTM C494-08, *Especificación normalizada de aditivos químicos para concreto*. (1 de enero de 2008). <https://www.sage.com.mx/intro/fichas/folleto-clasificacion-aditivos.pdf>
- Borrell, M., & Salvador, M. (2015). *Materiales de carbono. Del grafito al grafeno*. Editorial Universidad Politécnica de Madrid.
- Caballero, K. (2017). Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas. *Revista Prisma Tecnológico*, 8(1), 18-23. <https://core.ac.uk/download/pdf/234019838.pdf>
- De La Peña, P., García, A., Castellote, M., & Jiménez, E. (2017). La nanotecnología en la arquitectura: el grafeno, *Dyna*, 93, 170-174. <http://doi.org/10.6036/8302>
- Herradón, B. (2020). Grafeno y COVID-19: aspectos científicos y sociales. *Boletín del Grupo Español del Carbón*, 57, 4-15. http://www.gecarbon.org/Boletines/Boletin/BoletinGEC_057.pdf
- Moliner, R. (2016). Del carbón activo al grafeno: Evolución de los materiales de carbono. *Boletín del Grupo Español del Carbón*, (41), 2-5.
- Paz, I. (2018). *El grafeno: posibilidades de grafeno en la arquitectura* [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Vergara, B. (2018). Influencia de los aditivos plastificantes tipo A sobre la compresión, peso unitario y asentamiento en el concreto estructural [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica de Madrid. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11042>
- Villacís, J. (2021). El grafeno: un material futurista. *Revista Neuronum*, 7(2), 52-54. <http://eduneuro.com/revista/index.php/revistaneuronum/article/view/338>



ANEXO

Anexo 1: Formato de la encuesta

Aditivo para concreto a base de grafeno

Somos estudiantes de la Universidad de Lima que están realizando un estudio para determinar la viabilidad de un nuevo aditivo para concreto.

¿Es usted ingeniero civil o arquitecto? *

- Sí
- No

¿Utiliza usted algún aditivo para la preparación de una mezcla de concreto? *

- Sí
- No

¿Qué marca de aditivo para concreto ha utilizado ultimamente? *

- Chema
- Sika
- Z Aditivos
- Aditivos Especiales
- Basf Construction Chemicals

¿Te llama la atención la tendencia de productos ecológicos que buscan ayudar el cuidado del planeta? *

- Sí
- No

Graphenano

Graphenano es un aditivo nanotecnológico para concreto a base de grafeno, el cual será producido a partir de desechos orgánicos y plásticos. El grafeno es el denominado "material del futuro" compuesto de las formas alotrópicas del carbono cuyas propiedades físicas y químicas excepcionales lo hacen muy prometedor para un sinnúmero de aplicaciones.

Las influencias positivas que trae consigo la aplicación del grafeno como aditivo al concreto se ven reflejadas en un aumento en la resistencia a la compresión y flexión, y una disminución en el desplazamiento máximo debido a la carga de compresión. Al mismo tiempo, incrementa el rendimiento eléctrico y térmico, y disminuye notablemente su permeabilidad al agua en comparación con el concreto estándar, incrementando la durabilidad de las estructuras de concreto. La inclusión de grafeno en el hormigón actual conduciría a una reducción aproximada del 20% del material de hormigón requerido mientras se cumplan las especificaciones para la carga de las estructuras.

Imagen referencial



¿Compraría usted este producto? *

- Sí
- No

¿Qué precio estaría dispuesto a pagar por este producto (1 saco de 25 kg)? *

Considerar que la dosificación será de 0,5% sobre el peso de cemento.

- S/. 200 - S/. 180
- S/. 180 - S/. 150
- S/. 150 - S/. 100
- S/. 100 - S/. 80

¿En que tamaño presentación le gustaría adquirir nuestro producto? *

- Sacos de 25 kg
- Sacos de 20 kg
- Sacos de 10 kg

De haber respondido "sí" ¿Cuál sería la probabilidad de su compra? *

- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- Muy poco probable Muy probable

¿Como le gustaría adquirir nuestro producto? *

- Venta directa
- En línea
- Tiendas física propia

¿Mediante que medios le gustaría recibir novedades de este producto? (puede marcar más de una opción) *

- Redes Sociales (Facebook, LinkedIn)
- Correo electrónico
- Medios de comunicación (comerciales de televisión, revistas, periódicos)
- Página Web
- Revistas de ingeniería y construcción
- Conferencias

Anexo 2: Especificación normalizada de aditivos incorporadores de aire para concreto



Designación: C 260 – 06

Especificación Normalizada de Aditivos Incorporadores de Aire para Concreto¹

Esta norma ha sido publicada bajo la designación fija C 260; el número inmediatamente siguiente a la designación indica el año de adopción inicial o, en caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación. Una epsilon (ϵ) como superíndice indica una modificación editorial desde la última revisión o reaprobación.

Esta norma ha sido aprobada para su utilización por agencias del Departamento de Defensa.

1. Alcance^{*}

1.1 Esta especificación trata materiales propuestos para ser utilizados como aditivos incorporadores de aire para ser agregados a las mezclas de concreto en la obra.

1.2 Los valores indicados en unidades Si son los valores estándar. Los valores entre paréntesis son proporcionados sólo a título indicativo.

1.3 El texto de esta especificación cita notas y notas al pie de página que proveen material explicativo. Estas notas y notas al pie de página (excluyendo aquellas en tablas y figuras) no son requisitos de la norma.

2. Documentos Citados

2.1 Normas ASTM:²

C 183 Practice for Sampling and the Amount of Testing of Hydraulic Cement

C 185 Test Method for Air Content of Hydraulic Cement Mortar

C 233 Test Method for Air-Entraining Admixtures for Concrete

3. Terminología

3.1 Definiciones de Términos Específicos para Esta Norma:

3.1.1 *aditivo incorporador de aire, n*—a los fines de esta especificación, un material que es utilizado como un ingrediente de concreto, agregado a la amasada inmediatamente antes o durante su mezclado, con el propósito de incorporar aire.

4. Requisitos Generales

4.1 A pedido del comprador, el fabricante debe indicar por escrito que el aditivo incorporador de aire suministrado para utilización en la obra es esencialmente idéntico en concentración, composición, y comportamiento al aditivo incorporador de aire ensayado bajo esta especificación.

NOTA 1—Se recomienda que, cuando sea posible, los ensayos con aditivo incorporador de aire sean hechos utilizando todos los ingredientes del concreto propuesto para el trabajo específico, pues el efecto producido por el aditivo incorporador de aire puede variar con las propiedades de otros ingredientes del concreto.

4.2 Los requisitos para establecer equivalencia química o de composición de un lote subsecuente relativa a un lote anterior que fue sujeto a ensayos de calidad y que se ha encontrado que cumple con los requisitos de 5.1 deben ser determinados si se acordó entre el comprador y el fabricante. A pedido del comprador, el fabricante debe recomendar procedimientos de ensayo apropiados, tales como espectrofotometría infrarroja (I.R.), valor de pH y contenido de sólidos, para establecer la equivalencia de materiales de diferentes lotes o porciones diferentes del mismo lote.

NOTA 2—Se ha encontrado que la absorción de luz ultravioleta (UV) de soluciones y la espectroscopia infrarroja de residuos secos son valiosas para estos propósitos. Los procedimientos específicos a ser empleados y los criterios para establecer la equivalencia deberían ser estipulados atendiendo a la composición y propiedades de la muestra.

4.3 A pedido del comprador, el fabricante debe indicar por escrito el contenido de cloro del aditivo incorporador de aire y si se agregaron o no cloruros durante su fabricación.

NOTA 3—Los aditivos que contienen cloruros pueden acelerar la corrosión de los metales embebidos.

(continúa)

(continuación)

5. Requisitos Opcionales de Uniformidad

5.1 Una serie de dos o más muestras de un lote de fabricación será considerado suficientemente uniforme para ser compuesto apropiadamente en una sola muestra para ensayo de calidad siempre que no difieran más que las cantidades indicadas en 5.4.

5.2 Una muestra consecutiva o muestra compuesta debe ser considerada que cumple con estos requisitos, mientras no difieran de la muestra inicial, ensayada a los requisitos de 6.1, en más que las cantidades listadas en 5.4, y siempre que todo ensayo adicional opcional, apropiado, tal como espectroscopía infrarroja y absorción de luz ultravioleta, citados en 4.2, también cumpla con los requisitos preacordados.

5.3 Las determinaciones de uniformidad deben ser hechas de acuerdo con los procedimientos dados en las secciones "Ensayos de control de uniformidad" y "Procedimiento de residuo por secado al horno" del Método de Ensayo C 233.

5.4 Las diferencias admisibles en los resultados de determinaciones de uniformidad no deben exceder las siguientes cantidades:

5.4.1 El fabricante debe proveer un rango aceptable de pH sin exceder un rango de 3.0. El pH de las muestras ensayadas debe estar dentro de este rango.

5.4.2 El contenido de aire en porcentaje de los morteros del Método de Ensayo C 185 preparados a partir de lotes sucesivos no debe diferir en más de 2.0 de aquel para la aceptación de la muestra.

5.4.3 El fabricante debe proveer límites aceptables de contenido de residuos sin exceder $\pm 12\%$ del punto medio de los límites. El contenido de residuos de muestras ensayadas debe estar dentro de estos límites (Nota 4).

NOTA 4—Como ejemplo, un aditivo puede ser producido comúnmente con un contenido de residuos en un rango entre 5.0 y 6.5 %. El fabricante proveería límites aceptables de 5.06 a 6.44 %, representando $\pm 12\%$ del punto medio de los límites que es 5.75 %.

6. Requisitos de Comportamiento

6.1 El aditivo incorporador de aire debe cumplir con los requisitos en la Tabla 1.

6.1.1 *Resistencia al Congelamiento y al Deshielo*—El factor de durabilidad relativa del concreto que contiene el aditivo bajo ensayo no debe ser menor de 80. El factor de durabilidad relativa debe ser calculado como sigue:

Tiempo de fraguado, desviación admisible respecto al de control, h:min.	
Inicial: no más de	1:15 antes ni 1:15 después
Final: no más de	1:15 antes ni 1:15 después
Resistencia a la compresión, mín. % del de control:	
3 días	90
7 días	90
28 días	90
Resistencia a la flexión, mín. % del de control: ^b	
3 días	90
7 días	90
28 días	90
Cambio de longitud, máx retracción (requisitos alternativos): ^{c, d}	
Porcentaje del de control	120
Aumento sobre el control, puntos de porcentaje ^e	0.030
Factor de durabilidad relativa, mín	80
Exudación de la cantidad neta de agua de mezclado, máx porcentaje sobre el de control ^f	2

^a Los valores en la tabla incluyen la tolerancia para la variación normal en los resultados del ensayo. El motivo del requisito del 90 % de resistencia a la compresión para aditivos incorporadores de aire es requerir un nivel de comportamiento comparable con el del concreto de referencia.

^b Aplicable sólo cuando es requerido por el comprador.

^c Requisitos alternativos, vea 6.1.2, el límite "porcentaje del de control" es relevante cuando el cambio de longitud del control es 0.030 % o mayor, el límite "aumento sobre el control" es relevante cuando el cambio de longitud del control es menor a 0.030 %.

^d Aplicable cuando la retracción del concreto de control es menor a 0.030 %.

^e La exudación es computada como un porcentaje de la cantidad neta de agua de mezclado en cada concreto. El agua neta de mezclado es el agua en exceso de la presente como agua absorbida en los agregados. Por ejemplo, una mezcla de concreto que contiene 4.85 kg de agua de mezclado neta y produce 0.29 kg de agua de exudación tendría 6.24 % en masa de agua de exudación respecto al agua neta de mezclado. Si una mezcla de control produce 7.06 % de agua de exudación, el cambio en la exudación entre las mezclas de concreto de ensayo y de control sería de -0.81 puntos de porcentaje.

$$RDF = (DF/DF_r) \times 100$$

donde:

- DF = factor de durabilidad del concreto que contiene el aditivo bajo ensayo,
- DF_r = factor de durabilidad del concreto que contiene el aditivo de referencia,
- P = módulo de elasticidad dinámico relativo en porcentaje del módulo de elasticidad dinámico en ciclo cero (los valores de P serán 60 o mayores),
- N = número de ciclos al cual P alcanza el 60 %, ó 300 si P no alcanza 60 % antes del final del ensayo (300 ciclos), y
- RDF = factor de durabilidad relativa.

Anexo 3: Especificación normalizada de aditivos químicos para concreto

CARACTERÍSTICAS		NORMA ASTM C 494						
		Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E	Tipo F	Tipo G
Nombre Genérico		Reductor de Agua	Retardante de Fraguado	Acelerante	Reductor de Agua y Retardante	Reductor de Agua y Acelerante	Reductor de Agua de Alto Rango	Reductor de Agua de Alto Rango y Retardante
Incremento de revenimiento, cm. mín.								
Reducción de agua, % mín.		5,0			5,0	5,0	12,0	12,0
Tiempo de Fraguado	Inicial	de -1:00 máx. a +1:30 máx.	de +1:00 mín. a +3:30 máx.	de -1:00 mín. a -3:30 máx.	de +1:00 mín. a +3:30 máx.	de -1:00 mín. a -3:30 máx.	de -1:00 máx. a +1:30 máx.	de +1:00 mín. a +3:30 máx.
	Final	de -1:00 máx. a +1:30 máx.	+3:30 máx.	-1:00 mín.	+3:30 máx.	-1:00 mín.	de -1:00 máx. a +1:30 máx.	+3:00 máx.
Resistencia a Compresión % mín. vs. Testigo	1 día						140	125
	3 días	110	90	125	110	125	125	125
	7 días	110	90	100	110	110	115	115
	28 días	110	90	100	110	110	110	110



Anexo 4: Tecnologías por utilizar por cada operación del proceso productivo

Operación	Tecnología	Justificación
Pesado	Semi automático	Se inclino por esta tecnología semi automática, para asegurar que un operario pese las toneladas de botellas plástico que son recibidas.
Desarmado	Semi automático	Un operario debe alimentar la maquina y limpiar la faja que tiene instalado un puente inductivo para evitar una disminución en el rendimiento de la separación.
Clasificación	Manual	Se opto que esta operación sea manual y no automática por los costos, siendo los operarios los encargados de identificar las botellas que deben ser retiradas del proceso.
Molienda 1	Automático	Se decidió automatizar esta operación para obtener la eficiencia y eficacia deseada.
Molienda 2	Automático	Se decidió automatizar esta operación para obtener la eficiencia y eficacia deseada.
Separación de banales	Automático	Se decidió automatizar esta operación para obtener la eficiencia y eficacia deseada.
Aspiración	Automático	Se decidió automatizar esta operación para obtener la eficiencia y eficacia deseada.
Lavado de plásticos	Automático	Se decidió automatizar esta operación para obtener la eficiencia y eficacia deseada.
Centrifugado	Automático	Se decidió automatizar esta operación para obtener la eficiencia y eficacia deseada.
Pesado	Semi automático	Se inclino por esta tecnología semi automática, para asegurar que un operario pese las escamas de plástico que pasaran al proceso de conversión de grafeno.
Filtrado	Automático	Se decidió automatizar esta operación para obtener la eficiencia y eficacia deseada.
Pesado	Semi automático	Se inclino por esta tecnología semi automática, para asegurar que un operario pese la cantidad de escamas de plástico que pasaran al proceso de transformación de grafeno.
Clasificación de materia orgánica	Manual	Se opto que esta operación sea manual y no automática por los costos, siendo los operarios los encargados de retirar los residuos que no intervienen en el proceso productivo.
Pesado	Semi automático	Se inclino por esta tecnología semi automática, para asegurar que un operario pese la cantidad de residuos orgánicos que serán procesados.
Lavado de materia orgánica	Semi automático	Un operario con una pala cargadora alimenta la tolva de la lavadora.
Secado	Automático	Se decidió automatizar esta operación para obtener la eficiencia y eficacia deseada.
Cortado	Automático	Se decidió automatizar esta operación para obtener la eficiencia y eficacia deseada.
Molienda (orgánico)	Automático	Se decidió automatizar esta operación para obtener la eficiencia y eficacia deseada.
Tamizado	Automático	Se decidió automatizar esta operación para obtener la eficiencia y eficacia deseada.

Pesado (continuación)	Semi automático	Se inclino por esta tecnología semi automática, para asegurar que un operario pese la cantidad de residuos orgánico y calcule la cantidad requerida de negro de carbón.
Mezclado	Semi automático	La cantidad requerida de negro de carbón y materia orgánica son dosificados por un operario a la mezcladora.
Calentamiento instantáneo	Semi automático	Este método fue escogido por una serie de criterios evaluados anteriormente. Un operario se encarga de alimentar la tolva del equipo con la materia primera previamente tratada y controla la temperatura y compresión
Enfriamiento	Automático	Se decidió automatizar esta operación para obtener la eficiencia y eficacia deseada.
Embolsado	Semi automático	Un operario se encarga de alimentar la maquina con los sacos de papel Kraft
Etiquetado	Semi automático	Un operario se encarga de llevar los sacos de grafeno a la mesa de trabajo donde serán etiquetados.
Embalado	Semi automático	Un operario se encarga de apilar los sacos de grafeno en una parihuela y con ayuda de una maquina embalarlos con papel film.



Anexo 5: Especificación técnica de la soda caustica

SODA CAUSTICA 98 % Mín.

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre Químico	Hidróxido de Sodio
Formula Molecular	NaOH
Sinónimos	Hidrato de Sodio, Lejía, Caustico Blanco Sosa cáustica
Peso molecular	40.1

2. DESCRIPCIÓN

Fragmentos, terrones, barras, lentejas o escamas con fractura cristalina. Deliquescente e higroscópico, soluble en agua, alcohol y glicerina; ligeramente soluble en éter. No es inflamable pero reacciona con algunos metales

3. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

Na OH, %	98 mín.
Na ₂ CO ₃ , %	0,8 máx.
Na CL, %	0,1 máx.
Fe ₂ O ₃ , %	0,1 máx.

4. PROPIEDADES

Presentación	Escamas
Color	Blanco.
Olor	inoloro
Punto de fusión	322° C
pH (Solucional 5%)	14.
Solubilidad en agua	109 gr/100 ml a 25°C. 342 gr/100 ml a 100 °C
Densidad	2.13 gr/ml

5. APLICACIONES

En la industria curtidora se usa como desengrasante, en la industria de limpieza como detergente, se utiliza como limpiador en la industria galvanotécnica, como decapante en la industria metal mecánica y en la industria textil para mercerización.

Anexo 6: Horas extra de mantenimiento

Tipo de mantenimiento	Días	Operario	Horas extra al mes por operario
Semanal	Sábado	2	2,5
Interdiario	Lunes, miércoles y viernes	2	8



Anexo 7: Mantenimiento tercerizado preventivo

Máquina	Actividad	Frecuencia	Duración	Personal Técnico
Balanza	Calibrar	Semestral	0.5 hora	Mecánico
Rompedora de fardos	Inspección del motor	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspeccionar plataforma de guarda	Semestral	1 hora	Eléctrico
	Inspección de la faja transportadora	Semestral	0.5 hora	Mecánico
	Afilar tornillo sin fin	Semestral	1.5 horas	Mecánico
	Limpieza profunda	Anual	3 horas	Mecánico
Moledora de cuchillos I	Inspección del motor	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección del tablero de control de seguridad múltiple	Semestral	1 hora	Eléctrico
	Inspección del dispositivo de enfriamiento	Semestral	1 hora	Mecánico
	Cambio de fajas en V	Anual	1.5 horas	Mecánico
	Ajuste de cuchillas	Semestral	1.5 horas	Mecánico
	Limpieza profunda	Anual	3 horas	Mecánico
Moledora de cuchillos I	Inspección del motor	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección del tablero de control de seguridad múltiple	Semestral	1 hora	Eléctrico
	Inspección del dispositivo de enfriamiento	Semestral	1 hora	Mecánico
	Cambio de fajas en V	Anual	1.5 horas	Mecánico
	Ajuste de cuchillas	Semestral	1.5 horas	Mecánico
	Limpieza profunda	Anual	3 horas	Mecánico
Separadora de banales	Inspección del motor	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección de los ventiladores	Anual	0.5 hora	Mecánico
	Ajuste de válvula de compresión	Anual	0.5 hora	Mecánico
	Inspección de válvula aspiradora	Anual	0.5 hora	Mecánico
	Limpieza profunda	Anual	3 horas	Mecánico
Máquina de lavado de plástico	Inspección motor	Semestral	1 hora	Eléctrico
	Inspección del tablero eléctrico	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección de rodamiento	Semestral	0.5 hora	Mecánico
	Cambio de fajas en V	Anual	1.5 horas	Mecánico
	Limpieza profunda	Anual	3 horas	Mecánico
Centrifugadora	Inspección de motor	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección de la bomba de agua	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección de canastilla	Trimestral	0.5 hora	Mecánico
	Limpieza profunda	Anual	3 horas	Mecánico
Máquina de lavado de orgánico	Inspección motor	Semestral	1 hora	Eléctrico
	Inspección del tablero eléctrico	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección de rodamiento	Semestral	0.5 hora	Mecánico
	Cambio de fajas en V	Anual	1.5 horas	Mecánico
Máquina de secado	Inspección de motor	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección de giro de la máquina	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección del dispositivo condensador	Semestral	0.5 hora	Mecánico
	Inspección de bomba de agua	Semestral	0.5 hora	Mecánico
	Limpieza profunda	Anual	3 horas	Mecánico
Cortadora	Inspección de motor	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección de tablero de seguridad	Semestral	1 hora	Eléctrico

(continuación)

	Afilado de cuchillas	Semestral	1.5 horas	Mecánico
	Limpieza total	Anual	3 horas	Mecánico
Moledora de rodillos	Inspección de motor	Anual	1 hora	Mecánico
	Inspección de giro de rodillos	Anual	1 hora	Mecánico
	Ajuste de rodillos	Semestral	1.5 horas	Mecánico
	Limpieza profunda	Anual	3 hora	Mecánico
Tamizadora	Inspección de motor de vibración	Semestral	1 hora	Mecánico
	Cambio de resortes	Anual	0.5 horas	Mecánico
	Limpieza profunda	Anual	1.5 horas	Mecánico
Mezcladora	Inspección de motor	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección tablero eléctrico	Semestral	1 hora	Eléctrico
	Inspección de sistemas de seguridad	Semestral	1 hora	Eléctrico
	Inspección del husillo giratorio	Semestral	1 hora	Mecánico
	Cambio de fajas en V	Anual	1.5 horas	Mecánico
	Limpieza profunda	Anual	3 horas	Mecánico
Máquina de calentamiento instantáneo	Inspección de motor	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección tablero eléctrico	Semestral	1 hora	Eléctrico
	Inspección de sistemas de seguridad	Trimestral	1 hora	Eléctrico
	Calibrar sensor de temperatura	Semestral	1.5 horas	Mecánico
	Limpieza profunda de tubo de cuarzo	Anual	3 horas	Mecánico
Enfriador	Inspección de la válvula compresora	Semestral	1.5 horas	Mecánico
	Inspección de motor	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección del dispositivo de enfriamiento	Semestral	1 hora	Mecánico
	Limpieza profunda	Anual	1.5 horas	Mecánico
Embolsadora	Inspección de motor	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección del sensor	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección de tablero eléctrico	Semestral	1 hora	Eléctrico
	Cambio de aceite	Anual	0.5 hora	Mecánico
	Limpieza profunda de válvula	Anual	1.5 horas	Mecánico
Embaladora	Inspección de motor	Semestral	1 hora	Mecánico
	Inspección de giro	Semestral	0.5 hora	Mecánico
	Limpieza profunda	Anual	1.5 horas	Mecánico

Anexo 8: Mantenimiento tercerizado

Máquina	Actividad	Frecuencia	Personal técnico
Rompedora de fardos	Comprobar el ajuste del tornillo sin fin con guillotina	Bimestral	Mecánico
	Registrar el filo de la guillotina	Bimestral	Mecánico
Moledora de cuchillos	Registrar el filo de las cuchillas	Bimestral	Mecánico
	Comprobar ajuste de cuchillas	Bimestral	Mecánico
	Registro de humedad de dispositivo de enfriamiento	Bimestral	Mecánico
Separadora de banales	Registrar en nivel de compresión de la válvula	Bimestral	Mecánico
Cortadora	Registrar el filo de las cuchillas	Bimestral	Mecánico
	Comprobar ajuste de cuchillas	Bimestral	Mecánico
Moledora de rodillos	Registrar el estado de los rodillos	Bimestral	Mecánico
Máquina de calentamiento instantáneo	Registrar las temperaturas cúspide	Mensual	Mecánico

Anexo 9: MRP sacos de grafeno de 25 kg

MRP DE FARDOS DE BOTELLAS DE PLÁSTICO

NB	32 824	fardos/año
σ NB	4 502	fardos/año
S	11,25	S/
Cok	20,32%	
σ T	241,59	und,

LT	1	días
σ LT	0,5	días
c	107,52	S//fardo
Tiempo de elaboración O/C	0,5	horas
Sueldo Planner	3 600	S/
Costo por hora Planner	22,5	S//hora
Z(90%)	1,29	

Cálculo del "Q"

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	160	170	182	195	209

Cálculo del stock de seguridad

σ T	242	und,
SS	312	und,

Inventarios finales estimados (inventario promedio)

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	392	397	403	409	416

Plan de requerimiento de materiales

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	25 244	28 041	32 153	36 860	42 240

MRP DE RESIDUOS ORGÁNICOS

NB	6 808	bidón/año
σ NB	1 436	bidón/año
S	22,5	S/
Cok	20,32%	
σ T	78,00	und,

LT	1	Días
σ LT	1	Días
c	196	S//bidón
Tiempo de elaboración O/C	1	Horas
Sueldo Planner	3 600	S/
Costo por hora Planner	22,5	S//hora
Z(95%)	1,65	

Cálculo del "Q"

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	76	81	87	93	99

Cálculo del stock de seguridad

σT	78	und,
SS	129	und,

Inventarios finales estimados (inventario promedio)

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	167	169	172	175	178

Plan de requerimiento de materiales

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	5 321	5 817	6 670	7 646	8 762

MRP DE NEGRO DE CARBÓN

NB	1 380	sacos/año
σNB	291	sacos/año
S	22,5	S/
Cok	20,32%	
σT	15,82	und,

LT	1	días
σLT	1	días
c	173,5169492	S//sacos
Tiempo de elaboración O/C	1	horas
Sueldo Planner	3 600	S/
Costo por hora Planner	22,5	S//hora
Z(95%)	1,65	

Cálculo del "Q"

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	37	39	42	44	48

Cálculo del stock de seguridad

σT	16	und,
SS	26	und,

Inventarios finales estimados (inventario promedio)

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	44	45	47	48	50

Plan de requerimiento de materiales

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	1 089	1 180	1 353	1 551	1 778

MRP DE SACOS DE PAPEL KRAFT

NB	373	cajas/año
σ NB	78	cajas/año
S	11,25	S/
Cok	20,32%	
σ T	4,17	und,

LT	1	días
σ LT	0,5	días
c	2887,5	S//caja
Tiempo de elaboración O/C	0,5	horas
Sueldo Planner	3 600	S/
Costo por hora Planner	22,5	S//hora
Z(95%)	1,65	

Cálculo del "Q"

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	3	3	4	4	4

Cálculo del stock de seguridad

σ T	4	und,
SS	7	und,

Inventarios finales estimados (inventario promedio)

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	9	9	9	9	9

Plan de requerimiento de materiales

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	292	319	366	419	480

MRP DE ROLLOS DE PAPEL FILM

NB	177	cajas/año
σ NB	37	cajas/año
S	11,25	S/
Cok	20,32%	
σ T	1,97	und,

LT	1	días
σ LT	0,5	días
c	159,4	S//caja
Tiempo de elaboración O/C	0,5	horas
Sueldo Planner	3 600	S/
Costo por hora Planner	22,5	S//hora
Z(95%)	1,65	

Calculo del "Q"

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	10	10	11	12	13

Cálculo del stock de seguridad

σT	2	und,
SS	3	und,

Inventarios finales estimados (inventario promedio)

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	8	8	9	9	10

Plan de requerimiento de materiales

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	142	151	173	198	227

MRP DE TINTA

NB	51	botellas/año
σNB	9	botellas/año
S	22,5	S/
Cok	20,32%	
σT	0,85	und,

LT	3	días
σLT	1	días
c	295	S//botella
Tiempo de elaboración O/C	1	horas
Sueldo Planner	3 600	S/
Costo por hora Planner	22,5	S//hora
Z(90%)	1,29	

Cálculo del "Q"

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	5	6	6	7	7

Cálculo del stock de seguridad

σT	1	und,
SS	1	und,

Inventarios finales estimados (inventario promedio)

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	4	4	4	4	5

Plan de requerimiento de materiales

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	43	44	50	57	65

MRP DE SACOS DE DETERGENTE

NB	12 185	sacos/año
σ NB	2 298	sacos/año
S	11,25	S/
Cok	20,32%	
σ T	122,32	und,

LT	1	días
σ LT	0,5	días
c	56,34	S//saco
Tiempo de elaboración O/C	0,5	horas
Sueldo Planner	3 600	S/
Costo por hora Planner	22,5	S//hora
Z(90%)	1,29	

Cálculo del "Q"

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	135	143	153	164	176

Cálculo del stock de seguridad

σ T	122	und,
SS	158	und,

Inventarios finales estimados (inventario promedio)

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	225	229	234	240	246

Plan de requerimiento de materiales

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	9 451	10 412	11 939	13 686	15 684

MRP DE SACOS DE SODA CAUSTICA

NB	3 581	sacos/año
σ NB	675	sacos/año
S	11,25	S/
Cok	20,32%	
σ T	44,72	und,

LT	1,5	días
σ LT	1	días
c	222	S//saco
Tiempo de elaboración O/C	0,5	horas
Sueldo Planner	3 600	S/
Costo por hora Planner	22,5	S//hora
Z(90%)	1,29	

Cálculo del "Q"

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	37	39	42	45	48

Cálculo del stock de seguridad

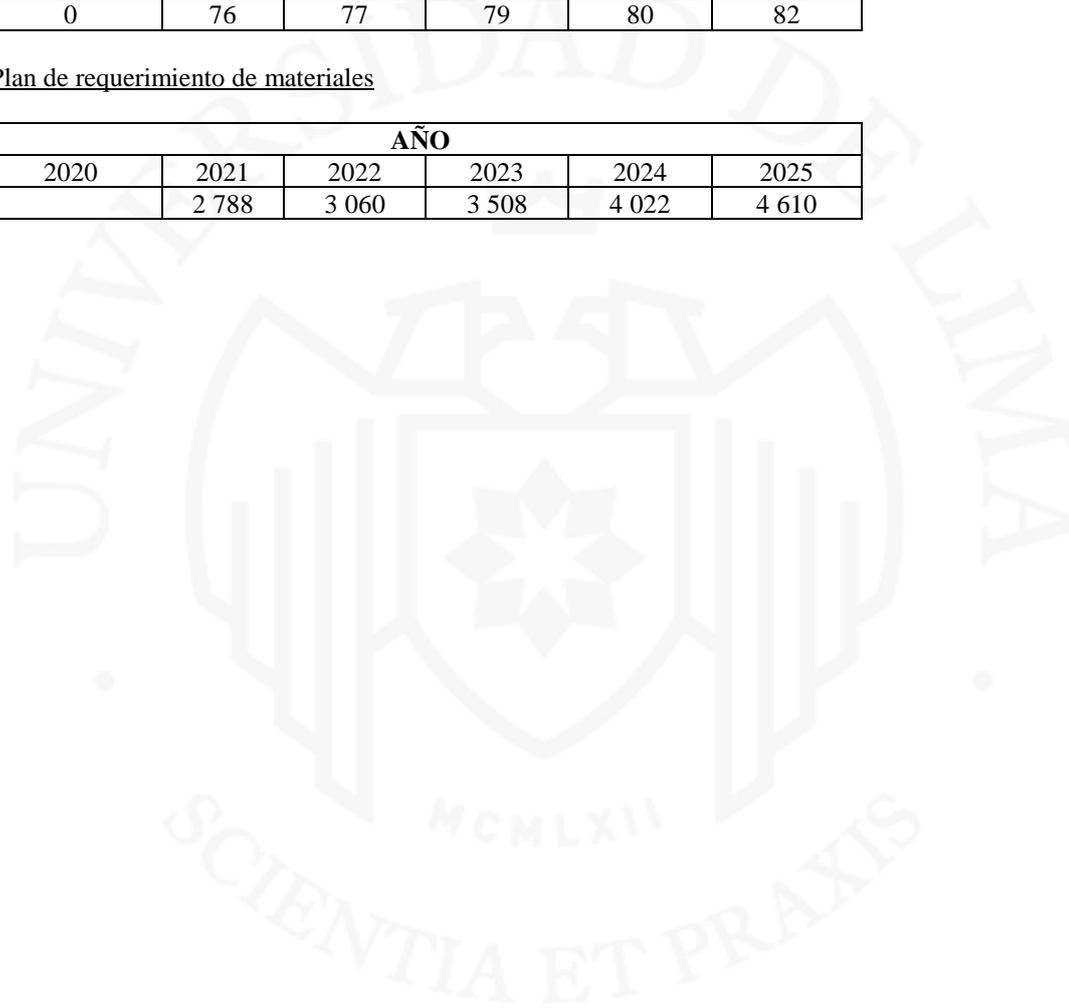
σT	45	und,
SS	58	und,

Inventarios finales estimados (inventario promedio)

AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	76	77	79	80	82

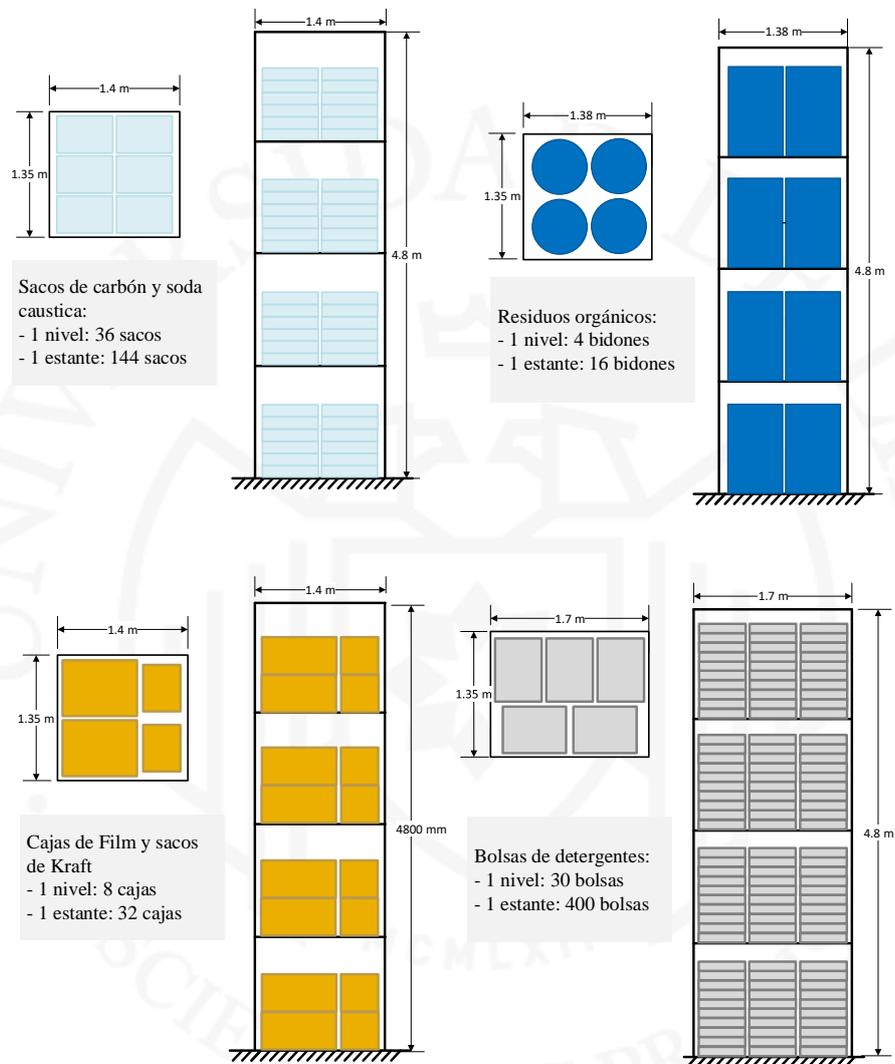
Plan de requerimiento de materiales

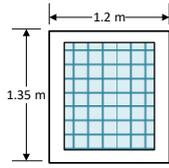
AÑO					
2020	2021	2022	2023	2024	2025
	2 788	3 060	3 508	4 022	4 610



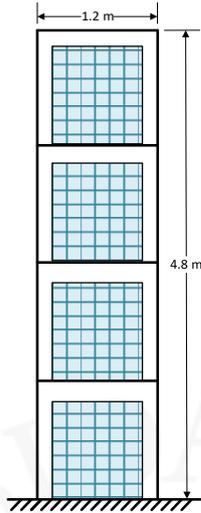
Anexo 10: Distribución de racks del almacén de materia prima

prima

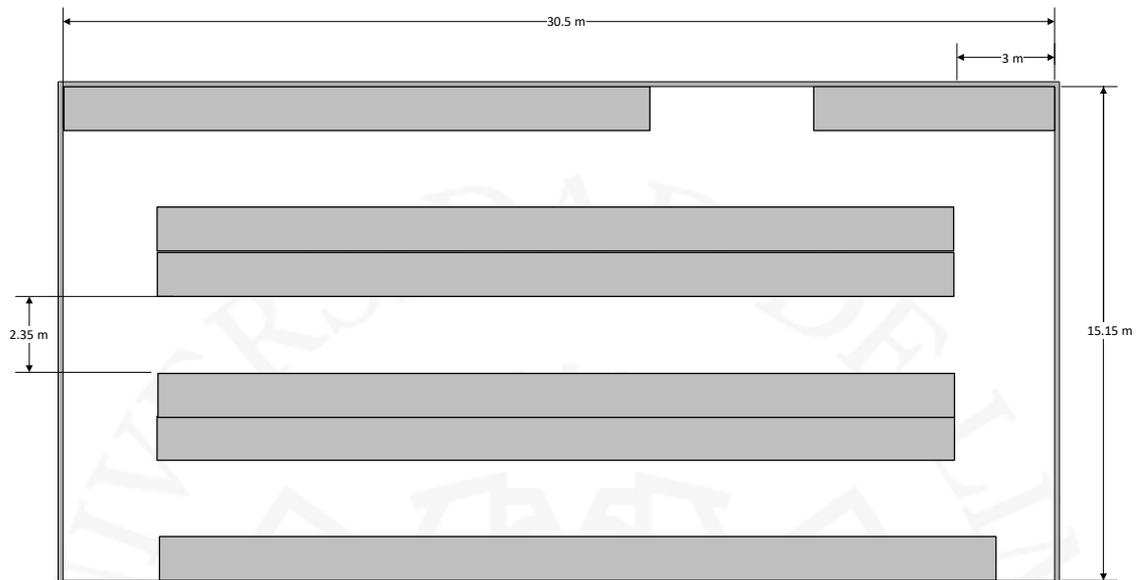




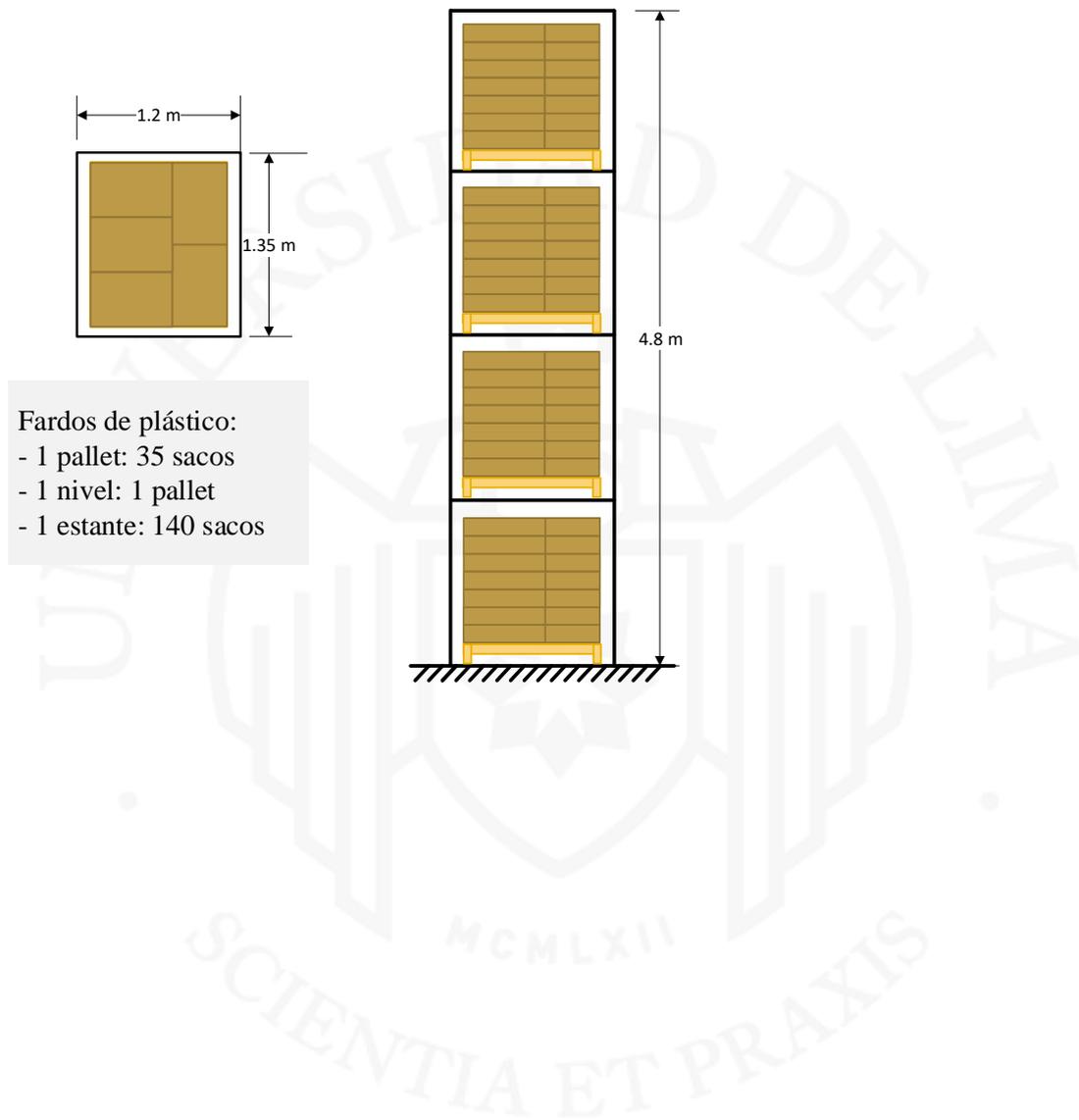
Fardos de plástico:
- 1 nivel: 1 fardo
- 1 estante: 4 fardos



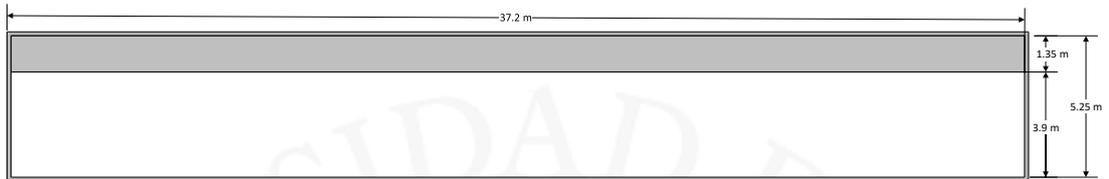
Anexo 11: Distribución de los almacenes de materia prima



Anexo 12: Distribución de los racks del almacén de producto terminado



Anexo 13: Distribución de los almacenes de productos terminados



Anexo 14: Inversiones de largo plazo (tangibles e intangibles)

Inversión en terreno

Área	Costo por m2	Costo total
2 725 m2	USD 429	S/ 4 091 709

Inversión en edificación

Edificaciones	Área
Zonas de Producción y Almacenes	S/ 750 000
Zonas Administrativas	S/ 260 000
Patio de Maniobras y muelles	S/ 78 000
Total inversión en edificación	S/ 1 088 000

Inversión fija tangible fabril

Maquina	Cantidad	Valor DPP	Instalación	Costo Total
Balanza	8	USD 660	USD 0	S/ 18 480
Rompedora de fardos	2	USD 9 350	USD 655	S/ 70 035
Molino de cuchillos	4	USD 6 860	USD 755	S/ 106 610
Separador de banales	2	USD 5 700	USD 399	S/ 42 693
Lavadora de plástico	1	USD 6 000	USD 420	S/ 22 470
Centrífuga de plástico	1	USD 6 200	USD 434	S/ 23 219
Lavadora de orgánico	2	USD 6 375	USD 446	S/ 47 747
Secadora	1	USD 9 750	USD 683	S/ 36 516
Cortadora	2	USD 5 168	USD 362	S/ 38 707
Molino de rodillos	2	USD 5 355	USD 375	S/ 40 110
Tamizador	2	USD 2 952	USD 207	S/ 22 113
Mezcladora	1	USD 5 600	USD 504	S/ 21 364
Calentador instantáneo	1	USD 42 243	USD 2 957	S/ 158 201
Enfriador de granulados	1	USD 14 450	USD 1 734	S/ 56 644
Embolsadora	1	USD 6 100	USD 427	S/ 22 845
Impresora de inyección	1	USD 310	USD 0	S/ 1 085
Máquina de embalaje	1	USD 3 333	USD 233	S/ 12 479
Detector de PVC	1	USD 457	USD 0	S/ 1 600
Transporte de tornillo	5	USD 1 980	USD 238	S/ 38 815
Faja Transportadora	5	USD 925	USD 111	S/ 18 130
Total inversión fija tangible fabril				S/ 799 862

Inversión en equipos móviles

Equipos	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Montacarga	3	USD 15 900	S/ 166 950
Carretilla plana	5	USD 586	S/ 2 050
Carretilla Hidráulica	4	USD 610	S/ 8 540
Total inversión en equipos móviles			S/ 177 540

Inversión en mobiliario y enseres

Mobiliario y enseres	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Sillas en fila de espera	2	S/ 250	S/ 500
Silla ergonómica	13	S/ 150	S/ 1 950
Escritorio	13	S/ 400	S/ 5 200
Mesa de reuniones	1	S/ 800	S/ 800
Proyector	5	S/ 1 200	S/ 6 000
Estantería para oficina	12	S/ 150	S/ 1 800
Laptop	12	S/ 3 500	S/ 42 000
Computadora	1	S/ 3 000	S/ 3 000
Teléfono	13	S/ 150	S/ 1 950
Impresora multifuncional	9	S/ 700	S/ 6 300
Reloj de pared	12	S/ 40	S/ 480
Muebles de recepción	2	S/ 500	S/ 1 000
Accesorios para oficina	13	S/ 300	S/ 3 900
Estantería para MP	6	S/ 3 547	S/ 21 280
Estantería para PT	1	S/ 6 679	S/ 6 679
Pallets	4 400	S/ 20	S/ 88 000
Inodoro	10	S/ 220	S/ 2 200
Urinario	5	S/ 185	S/ 925
Lavatorio	10	S/ 45	S/ 450
Duchas	2	S/ 500	S/ 1 000
Tacho de basura pequeño	10	S/ 25	S/ 250
Tacho de basura grande	7	S/ 35	S/ 245
Silla de comedor	32	S/ 70	S/ 2 240
Cafetera	2	S/ 500	S/ 1 000
Máquina expendedora	1	S/ 900	S/ 900
Microondas	2	S/ 450	S/ 900
Mesa de comedor	8	S/ 100	S/ 800
Total inversión en mobiliario y enseres			S/ 201 749

Anexo 15: Variables de los escenarios

Volumen de ventas en sacos de aditivo de grafeno de 25 kg

	2021	2022	2023	2024	2025
Ventas Norm	138 552	158 906	182 206	208 886	239 429
Ventas Opt	152 407	174 796	200 426	229 774	263 372
Ventas Pest	124 697	143 015	163 985	187 997	215 487

Precio de venta unitario de saco de aditivo de grafeno de 25 kg

	2021	2022	2023	2024	2025
Precio	S/ 84,66				
Precio Opt	S/ 93,13				
Precio Pest	S/ 76,19				

Anexo 16: Flujo económico según escenario

Flujo económico escenario optimista en soles, 2020 - 2025

Optimista	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Inversión inicial	- S/ 7 931 094					
Utilidad neta (S/)		S/ 2 758 401	S/ 3 362 655	S/ 4 054 391	S/ 4 846 468	S/ 5 761 753
Reserva legal (10%)		- S/ 275 840	- S/ 336 265	- S/ 339 626		
NOPAT		S/ 2 482 561	S/ 3 026 389	S/ 3 714 765	S/ 4 846 468	S/ 5 761 753
Depreciación		S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 265 030
Amortización		S/ 29 758				
Valor en libros						S/ 5 508 352
Capital de trabajo						S/ 895 550
Flujo de Caja Económico (S/)	- S/ 7 931 094	S/ 2 790 662	S/ 3 334 490	S/ 4 022 866	S/ 5 154 569	S/ 12 460 444

Flujo económico escenario pesimista en soles, 2020 - 2025

Pesimista	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Inversión inicial	- S/ 7 931 094					
Utilidad neta (S/)		S/ 691 932	S/ 989 815	S/ 1 330 826	S/ 1 721 302	S/ 2 176 711
Reserva legal (10%)		- S/ 69 193	- S/ 98 982	- S/ 133 083	- S/ 172 130	- S/ 217 671
NOPAT		S/ 622 739	S/ 890 834	S/ 1 197 743	S/ 1 549 172	S/ 1 959 040
Depreciación		S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 265 030
Amortización		S/ 29 758	S/ 29 758	S/ 29 758	S/ 29 758	S/ 29 758
Valor en libros						S/ 5 508 352
Capital de trabajo						S/ 895 550
Flujo de Caja Económico (S/)	- S/ 7 931 094	S/ 930 839	S/ 1 198 935	S/ 1 505 844	S/ 1 857 273	S/ 8 657 730

Anexo 17: Flujo financiero según escenario

Flujo financiero optimista en soles, 2020 - 2025

Optimista	2020	2021	202	2023	2024	2025
Inversión inicial	- S/ 7 931 094					
Utilidad neta (S/)		S/ 2 546 075	S/ 3 185 413	S/ 3 915 588	S/ 4 749 778	S/ 5 711 203
Reserva legal (10%)		- S/ 254 607	- S/ 318 541	- S/ 378 582		
Utilidad luego de la reserva legal		S/ 2 291 467	S/ 2 866 872	S/ 3 537 005	S/ 4 749 778	S/ 5 711 203
Depreciación		S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 265 030
Amortización		S/ 29 758				
Valor en libros						S/ 5 508 352
Capital de trabajo						S/ 895 550
Prestamo	S/ 3 172 438					
Amortización de la deuda		- S/ 574 324	- S/ 629 230	- S/ 689 384	- S/ 755 289	- S/ 827 495
Flujo de Caja Financiero (S/)	- S/ 4 758 656	S/ 2 025 244	S/ 2 545 743	S/ 3 155 722	S/ 4 302 590	S/ 11 582 399

Flujo financiero pesimista en soles, 2019 - 2025

Pesimista	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Inversión inicial	- S/ 7 931 094					
Utilidad neta (S/)		S/ 482 596	S/ 815 070	S/ 1 193 978	S/ 1 625 974	S/ 2 126 873
Reserva legal (10%)		- S/ 48 260	- S/ 81 507	- S/ 119 398	- S/ 162 597	- S/ 212 687
NOPAT		S/ 434 336	S/ 733 563	S/ 1 074 580	S/ 1 463 377	S/ 1 914 185
Depreciación		S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 278 343	S/ 265 030
Amortización		S/ 29 758	S/ 29 758	S/ 29 758	S/ 29 758	S/ 29 758
Valor en libros						S/ 5 508 352
Capital de trabajo						S/ 895 550
Préstamo	S/ 3 172 438					-
Amortización de la deuda		- S/ 574 324	- S/ 629 230	- S/ 689 384	- S/ 755 289	- S/ 827 495
Flujo de Caja Financiero (S/)	- S/ 4 758 656	S/ 168 113	S/ 412 434	S/ 693 297	S/ 1 016 188	S/ 7 785 381

Anexo 18: WACC

Rubro	Importe	Participación	Intereses	Tasa de descuento
Accionista	S/ 4 758 656	60%	18,40%	11,04%
Préstamo	S/ 3 172 438	40%	6,74%	2,70%
Total	S/ 7 931 094	100%		13,73%

WACC (CPPC)	13,73%
-------------	--------

