

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



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE PRÓTESIS DE EXTREMIDADES EN BASE A TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN 3D Y ARDUINO

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Krystel Arrue Gutierrez

Código 20140096

Italo André Pratolongo Samaniego

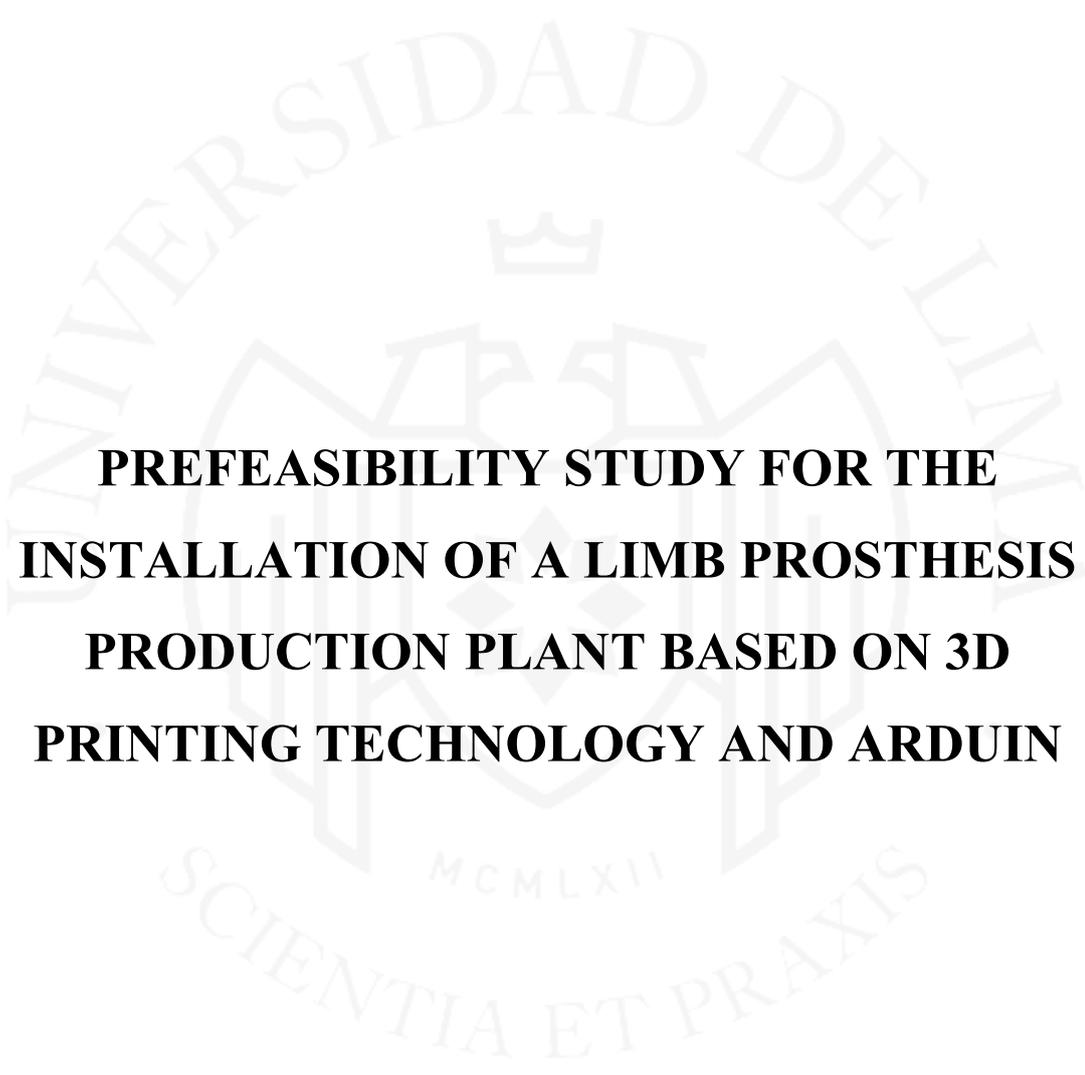
Código 20141069

Asesor

Fabricio Humberto Paredes Larroca

Lima – Perú

Mayo de 2021



**PREFEASIBILITY STUDY FOR THE
INSTALLATION OF A LIMB PROSTHESIS
PRODUCTION PLANT BASED ON 3D
PRINTING TECHNOLOGY AND ARDUIN**

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-------------|
| RESUMEN | xv |
| ABSTRACT..... | xvii |
| CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES..... | 1 |
| 1.1 Problemática | 1 |
| 1.2 Objetivos de la investigación..... | 2 |
| 1.2.1. Objetivo general | 2 |
| 1.2.2. Objetivos específicos..... | 2 |
| 1.3 Alcance de la investigación | 2 |
| 1.3.1. Unidad de análisis | 2 |
| 1.3.2. Población | 2 |
| 1.3.3. Espacio | 2 |
| 1.3.4. Tiempo..... | 3 |
| 1.3.5. Limitaciones de investigación | 3 |
| 1.4 Justificación del tema | 3 |
| 1.4.1. Técnica | 3 |
| 1.4.2. Económica | 4 |
| 1.4.3. Social..... | 4 |
| 1.4.4. De innovación..... | 4 |
| 1.4.5. De aplicación práctica | 4 |
| 1.5 Hipótesis de trabajo | 5 |
| 1.5.1. Hipótesis general | 5 |
| 1.5.2. Hipótesis específicas | 5 |
| 1.6 Marco referencial..... | 5 |
| 1.7 Marco conceptual..... | 8 |
| CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES | 12 |
| 2.1 Aspectos generales del estudio de mercado..... | 12 |
| 2.1.1. Definición comercial del producto | 12 |
| 2.1.2. Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios. | 13 |
| 2.1.3. Determinación del área geográfica que abarcará el estudio | 13 |
| 2.1.4. Análisis del sector | 14 |
| 2.1.5. Modelo de negocios (Canvas) | 16 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2. Determinación de la metodología que se empleará en la investigación de mercado... | 17 |
| 2.3. Demanda Potencial | 17 |
| 2.3.1. Patrones de consumo: incremento poblacional, consumo per cápita, estacionalidad | 17 |
| 2.3.2. Determinación de la demanda potencial | 17 |
| 2.4. Determinación de la demanda de mercado en base a fuentes secundarias o primarias | 18 |
| 2.4.1. Demanda del proyecto en base a data histórica..... | 18 |
| 2.4.1.3. Definición del mercado objetivo teniendo en cuenta criterios de segmentación..... | 20 |
| 2.5. Análisis de la oferta | 25 |
| 2.5.1. Competidores actuales y potenciales..... | 25 |
| 2.6. Definición de la estrategia de comercialización | 25 |
| 2.6.1. Políticas de comercialización y distribución | 25 |
| 2.6.2. Publicidad y promoción..... | 26 |
| 2.6.3. Análisis de precios..... | 26 |
| 2.7. Análisis de disponibilidad de los insumos principales | 27 |
| 2.7.1. Características principales de la materia prima | 27 |
| 2.7.2. Disponibilidad de la materia prima | 29 |
| 2.7.3. Costos de la materia prima | 29 |
| CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA | 30 |
| 3.1. Identificación y análisis detallado de los factores de localización | 30 |
| 3.1.1. Proximidad de materia prima. | 30 |
| 3.1.2. Disponibilidad de mano de obra..... | 30 |
| 3.1.3. Cercanía al mercado. | 31 |
| 3.1.4. Servicios de transporte. | 31 |
| 3.1.5. Abastecimiento de energía. | 32 |
| 3.1.6. Abastecimiento de agua..... | 33 |
| 3.1.7. Valor del terreno..... | 33 |
| 3.1.8. Condiciones de vida. | 34 |
| 3.1.9. Regulaciones legales | 35 |
| 3.2. Identificación y descripción de las alternativas de localización | 35 |
| 3.3. Evaluación y selección de localización | 38 |
| 3.3.1. Evaluación y selección de la macro localización | 38 |
| 3.3.2. Identificación y análisis detallado de factores de micro localización | 39 |
| 1.4. Evaluación y selección de micro localización | 43 |
| CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA | 45 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1. Relación tamaño-mercado | 45 |
| 4.2. Relación tamaño-recursos productivos..... | 45 |
| 4.3. Relación tamaño-tecnología | 47 |
| 4.4. Relación tamaño-punto de equilibrio..... | 47 |
| 4.5. Selección del tamaño de planta..... | 49 |
| CAPÍTULO V. INGENIERÍA DEL PROYECTO..... | 51 |
| 5.1. Definición técnica del producto..... | 51 |
| 5.1.1. Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto | 51 |
| 5.1.2. Marco regulatorio para el producto | 53 |
| 5.2. Tecnologías existentes y procesos de producción | 53 |
| 5.2.1. Naturaleza de la tecnología requerida | 53 |
| 5.2.2. Proceso de producción..... | 58 |
| 5.3. Características de las instalaciones y equipos | 64 |
| 5.3.1. Selección de la maquinaria y equipos | 64 |
| 5.3.2. Especificaciones de la maquinaria | 65 |
| 5.4. Capacidad instalada | 65 |
| 5.4.1. Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos..... | 65 |
| 5.4.2. Cálculo de la capacidad instalada..... | 67 |
| 5.5. Resguardo de la calidad | 67 |
| 5.5.1. Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto..... | 67 |
| 5.6. Estudio de impacto ambiental..... | 72 |
| 5.7. Seguridad y salud ocupacional | 73 |
| 5.8. Sistema de mantenimiento | 77 |
| 5.9. Diseño de cadena de suministro | 79 |
| 5.10. Programa de producción | 80 |
| 5.11. Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto..... | 82 |
| 5.11.1. Materia prima, insumos y otros materiales..... | 82 |
| 5.11.2. Servicios: Energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc..... | 83 |
| 5.11.3. Determinación del número de trabajadores indirectos. | 84 |
| 5.12. Disposición de planta..... | 84 |
| 5.12.1. Características físicas del proyecto..... | 84 |
| 5.12.2. Determinación de las zonas físicas requeridas | 84 |
| 5.12.3. Cálculo de áreas para cada zona | 86 |
| 5.12.4. Dispositivos de seguridad industrial y señalización | 87 |

| | |
|---|------------|
| 5.12.5. Disposición de detalle de la zona productiva..... | 90 |
| 5.12.6. Disposición general..... | 94 |
| 5.13. Cronograma de implementación del proyecto | 95 |
| CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN..... | 97 |
| 6.1. Formación de la organización empresarial | 97 |
| 6.2. Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios; y funciones generales de los principales puestos | 97 |
| 6.3. Esquema de la estructura organizacional..... | 100 |
| CAPÍTULO VII. PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO | 101 |
| 7.1. Inversiones..... | 101 |
| 7.1.1. Estimación de las inversiones de largo plazo (tangibles e intangibles). | 101 |
| 7.1.2. Estimación de las inversiones de corto plazo (Capital de trabajo)..... | 101 |
| 7.2. Costos de producción..... | 102 |
| 7.2.1. Costos de las materias primas. | 102 |
| 7.2.2. Costo de la mano de obra directa. | 103 |
| 7.2.3. Costo indirecto de fabricación..... | 103 |
| 7.3. Presupuesto operativo..... | 104 |
| 7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas..... | 104 |
| 7.3.2. Presupuesto operativo de costos..... | 104 |
| 7.3.3. Presupuesto operativo de gastos..... | 105 |
| 7.4. Presupuestos financieros..... | 106 |
| 7.4.1. Presupuesto de servicio de deuda..... | 106 |
| 7.4.2. Presupuesto de estado resultado..... | 107 |
| 7.4.3. Presupuesto de estado de situación financiera (apertura)..... | 108 |
| 7.4.4. Flujo de fondos netos. | 109 |
| 7.5. Evaluación económica y financiera. | 111 |
| 7.5.1. Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR. | 111 |
| 7.5.2. Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR. | 113 |
| 7.5.3. Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros del proyecto..... | 114 |
| 7.5.4. Análisis de sensibilidad del proyecto. | 116 |
| CAPÍTULO VIII. EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO | 122 |
| 8.1. Indicadores sociales | 122 |
| 8.2. Interpretación de indicadores sociales | 124 |

| | |
|------------------------------|------------|
| CONCLUSIONES | 125 |
| RECOMENDACIONES | 126 |
| REFERENCIAS..... | 128 |
| ANEXOS..... | 134 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 2.1 Descripción por niveles del producto | 13 |
| Tabla 2.2 Modelo Canvas aplicado al giro del negocio | 16 |
| Tabla 2.3 Importaciones y exportaciones | 18 |
| Tabla 2.4 Demanda interna aparente | 19 |
| Tabla 2.5 Proyección de la demanda | 20 |
| Tabla 2.6 Intención e intensidad de compra | 24 |
| Tabla 2.7 Determinación de demanda del proyecto | 25 |
| Tabla 2.8 Precios de las empresas Dianceht y Becker | 27 |
| Tabla 2.9 Importaciones de copolímeros de ABS en Kg | 29 |
| Tabla 2.10 Principales materiales y costos | 29 |
| Tabla 3.1 Distancia entre departamentos y proveedor | 30 |
| Tabla 3.2 Distancia del mercado objetivo | 31 |
| Tabla 3.3 Precio de transporte | 32 |
| Tabla 3.4 Valor del terreno. | 34 |
| Tabla 3.5 Población rural y urbana 2017 | 35 |
| Tabla 3.6 Licencia de construcción | 35 |
| Tabla 3.7 Determinación de ponderaciones | 39 |
| Tabla 3.8 Evaluación de alternativas de macrolocalización | 39 |
| Tabla 3.9 Distancia entre distritos y proveedor | 40 |
| Tabla 3.10 Población económicamente activa por distrito | 40 |
| Tabla 3.11 Precio del metro cuadrado en dólares | 40 |
| Tabla 3.12 Ranking de costos de licencias por distrito | 41 |
| Tabla 3.13 Determinación de ponderaciones | 43 |
| Tabla 3.14 Evaluación de alternativas de Micro Localización | 44 |
| Tabla 4.1 Demanda del proyecto | 45 |
| Tabla 4.2 Data histórica importaciones ABS (Kg) | 46 |
| Tabla 4.3 Importaciones estimadas ABS (Kg) | 46 |
| Tabla 4.4 Capacidad de producción anual por maquinaria | 47 |
| Tabla 4.5 Costos variables por prótesis | 48 |
| Tabla 4.6 Costos fijos | 49 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 4.7 Comparación tamaño planta | 50 |
| Tabla 5.1 Especificaciones técnicas del producto | 51 |
| Tabla 5.2 Composición del producto | 52 |
| Tabla 5.3 Ranking de factores | 57 |
| Tabla 5.4 Ranking de factores de la tecnología | 57 |
| Tabla 5.5 Especificaciones de replicator 5ta generación | 65 |
| Tabla 5.6 Niveles De calidad aceptable (NCA) | 69 |
| Tabla 5.7 NCA (Inspección Normal) | 70 |
| Tabla 5.8 NCA Aplicado (Inspección Normal) | 71 |
| Tabla 5.9 Matriz de aspecto e impactos | 72 |
| Tabla 5.10 La matriz de identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control | 74 |
| Tabla 5.11 Nivel de exposición | 76 |
| Tabla 5.12 Calificaciones de índices | 76 |
| Tabla 5.13 Matriz de consecuencia | 76 |
| Tabla 5.14 Tipos de mantenimiento a la maquinaria y/o equipo | 78 |
| Tabla 5.15 Programa de producción en unidades | 80 |
| Tabla 5.16 Plan maestro de producción | 81 |
| Tabla 5.17 Data de MRPII por material | 81 |
| Tabla 5.18 Planificador de las necesidades de material II | 82 |
| Tabla 5.19 Requerimiento de insumos por año en Kg | 83 |
| Tabla 5.20 Cálculo de áreas mediante Guerchett | 86 |
| Tabla 5.21 Tabla relacional de actividades | 90 |
| Tabla 5.22 Lista de motivos | 90 |
| Tabla 5.23 Resumen de la tabla relacional de actividades | 92 |
| Tabla 5.24 Cronograma del proyecto | 95 |
| Tabla 5.25 Duración del cronograma | 96 |
| Tabla 6.1 Requerimientos de personal | 98 |
| Tabla 7.1 Inversiones tangibles e intangibles | 101 |
| Tabla 7.2 Capital de trabajo | 101 |
| Tabla 7.3 Costos de producción | 102 |
| Tabla 7.4 Costo de MOD | 103 |
| Tabla 7.5 Costos del CIF | 103 |
| Tabla 7.6 Ingreso por Ventas | 104 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 7.7 Presupuesto operativo de costos | 104 |
| Tabla 7.8 Presupuestos operativos de gastos | 105 |
| Tabla 7.9 Datos de financiamiento | 106 |
| Tabla 7.10 Servicio de deuda con cuotas decrecientes | 106 |
| Tabla 7.11 Estados de resultados | 107 |
| Tabla 7.12 Estado de situación financiera | 108 |
| Tabla 7.13 Flujo de fondos económicos. | 109 |
| Tabla 7.14 Flujo de fondos financieros | 110 |
| Tabla 7.15 Evaluación económica | 112 |
| Tabla 7.16 Evaluación financiera | 113 |
| Tabla 7.17 Razones de liquidez | 114 |
| Tabla 7.18 Razones de solvencia | 114 |
| Tabla 7.19 Razones de rendimiento | 115 |
| Tabla 7.20 Datos tornado FNFE | 117 |
| Tabla 7.21 Datos tornado FNFF | 119 |
| Tabla 8.1 Cálculo del valor agregado en soles | 123 |
| Tabla 8.2 Indicadores sociales | 123 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 Tentativa del diagrama de bloques del proceso de producción | 10 |
| Figura 2.1 Niveles de producto | 12 |
| Figura 2.2 Regresión con modelo potencial | 19 |
| Figura 2.3 Encuesta 1 | 21 |
| Figura 2.4 Encuesta 2 | 21 |
| Figura 2.5 Encuesta 3 | 22 |
| Figura 2.6 Encuesta 4 | 22 |
| Figura 2.7 Encuesta 5 | 23 |
| Figura 2.8 Encuesta 6 | 23 |
| Figura 2.9 Precio | 26 |
| Figura 2.10 Bobina de filamento de PLA 3mm 1 kg | 28 |
| Figura 2.11 Bobinas de filamento ABS 1,75mm | 28 |
| Figura 3.1 Pea por ámbito geográfico | 31 |
| Figura 3.2 Principales centrales eléctricas | 32 |
| Figura 3.3 Acceso a agua de red pública | 33 |
| Figura 3.4 Búsqueda de atención de salud | 34 |
| Figura 3.5 Mapa geográfico de Lima | 36 |
| Figura 3.6 Mapa geográfico de Ica | 37 |
| Figura 3.7 Mapa geográfico de Arequipa | 37 |
| Figura 3.8 Mapa geográfico de San Borja | 42 |
| Figura 3.9 Mapa geográfico de la Molina | 42 |
| Figura 3.10 Mapa geográfico de la Victoria | 43 |
| Figura 4.1 Regresión lineal importaciones ABS (Kg) | 46 |
| Figura 5.1 Diseño del producto | 52 |
| Figura 5.2 Ejemplo de objeto impreso 3D | 54 |
| Figura 5.3 Fresadora CNS | 54 |
| Figura 5.4 Ejemplo de objeto mecanizado CNC | 55 |
| Figura 5.5 Plc Siemens Simatic S 7 1200 | 55 |
| Figura 5.6 Placa Arduino Uno | 56 |
| Figura 5.7 Diagrama de operaciones del proceso de producción de prótesis articuladas | 60 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figura 5.8 | Flujograma del proceso | 61 |
| Figura 5.9 | Balance de materia del proceso de producción de prótesis articuladas | 62 |
| Figura 5.10 | Balance de energía del proceso de producción de prótesis articuladas | 63 |
| Figura 5.10 | Diseño de la cadena de suministros | 79 |
| Figura 5.12 | Diagrama de Gozinto | 81 |
| Figura 5.13 | Equipos de seguridad | 87 |
| Figura 5.14 | Señalización de vías transitorias | 87 |
| Figura 5.15 | Señales de seguridad | 88 |
| Figura 5.16 | Señales de seguridad | 88 |
| Figura 5.17 | Señalización para personas discapacitadas | 88 |
| Figura 5.18 | Señalización para estacionamientos | 89 |
| Figura 5.19 | Señalización de baños | 89 |
| Figura 5.20 | Tabla relacional de actividades | 91 |
| Figura 5.21 | Diagrama relacional | 93 |
| Figura 5.22 | Plano de la planta | 94 |
| Figura 6.1 | Organigrama funcional de la empresa | 100 |
| Figura 7.1 | Tornado del FNFE | 116 |
| Figura 7.2 | Tornado del FNFF | 118 |
| Figura 7.3 | Simulación VAN Económico 1 | 119 |
| Figura 7.4 | Simulación VAN Económico 2 | 120 |
| Figura 7.5 | Simulación VAN Financiero 1 | 120 |
| Figura 7.6 | Simulación VAN Financiero 2 | 121 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo 1 Encuesta | 134 |
| Anexo 2 Flujo de Caja: Método déficit acumulativo máximo | 136 |



RESUMEN

En el presente estudio de prefactibilidad se analiza la viabilidad técnica, económica, de mercado y ambiental de la implementación de una planta productora de prótesis de extremidades impresas en 3D, integradas por componentes electrónicos. Se realizaron estudios de mercado para definir, observar, analizar y comprobar que una prótesis integrada con la tecnología mencionada será bien aceptada por los consumidores gracias a la innovación y a la relación calidad-precio del producto.

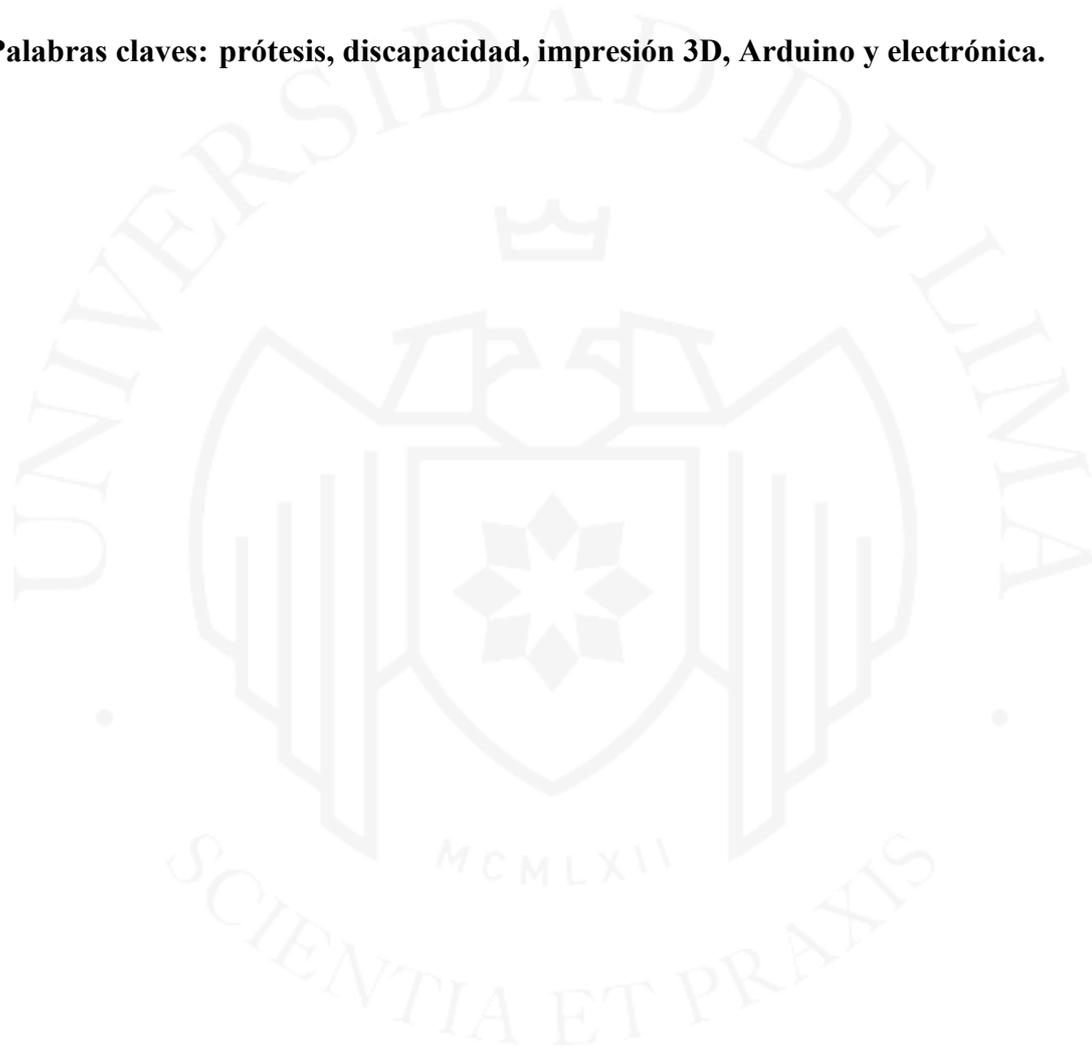
Posteriormente, se analizaron tendencias y patrones de consumo que busquen obtener la demanda del proyecto, para los cuales se utilizó como metodología la proyección de la demanda interna aparente a través de la regresión lineal de data histórica utilizando como modelo la ecuación potencial. La misma que nos permitió determinar la viabilidad comercial del presente estudio de prefactibilidad. Se segmentó nuestro mercado en personas de la ciudad de Lima Metropolitana, de 5 a 70 años que pertenezcan a los NSE A, B y C. Asimismo, aplicando la segmentación correspondiente a la demanda objetivo se proyecta un total de 1 248 prótesis vendidas para el primer año y 2 170 prótesis para el quinto año. Para obtener estos valores se utilizaron fuentes de información cuantitativa y cualitativa que se pueden apreciar en el capítulo y anexos correspondientes.

Por otro lado, para poder definir la viabilidad técnica, se realizó una investigación que determine mediante métodos de micro y macro localización la óptima ubicación de la planta. Se obtuvo como resultado, que la óptima localización de la planta será en La Victoria debido principalmente a la disponibilidad y precio de terrenos, además de la cercanía al mercado objetivo y por ser un distrito céntrico. Se analizaron los factores limitantes: tamaño del mercado, recursos productivos, tecnología, inversión y punto de equilibrio para poder definir el tamaño de planta óptimo. Así se obtuvo que el tamaño de mercado es el limitante del proyecto con 2 170 prótesis/año. Se realizó el análisis acerca de la ingeniería requerida por el proyecto, obteniendo como resultado las definiciones técnicas del producto, tecnologías necesarias, capacidades, servicios y métodos de aseguramiento de la calidad, seguridad y medio ambiente. Además, se determinó que serán necesarios 4 operarios y un área de instalación de la planta de 455,4 m².

Finalmente, se determinó la viabilidad económica, financiera y social del estudio de prefactibilidad. Para ello, se presupuestaron las inversiones, ingresos, gastos y costos

de producción, a efectos de elaborar los estados financieros que posteriormente fueron analizados para obtener ratios financieros y económicos. Luego del análisis financiero se obtuvo que el 40% de la inversión necesaria será financiada, mientras que el 60% será inversión propia. En el primer año se obtendría una utilidad neta de 1 047 014 soles y el último año de 1 832 321. En la evaluación económica se obtuvo un VAN de S/ 262 707,59 y un TIR de 31,01%. Por otro lado, en la evaluación financiera se obtuvo un VAN de S/ 538 139,67 y de TIR de 37,36%.

Palabras claves: prótesis, discapacidad, impresión 3D, Arduino y electrónica.



ABSTRACT

In this pre-feasibility study, the technical, economic, market and environmental feasibility of the implementation of a manufacturing plant for 3D printed limb prostheses, integrated by electronic components, is analyzed. Market studies were carried out to define, observe, analyze and verify that a prosthesis integrated with the aforementioned technology will be well accepted by consumers thanks to the innovation and the quality-price ratio of the product.

Subsequently, trends and patterns of consumption were analyzed in order to obtain the project's demand, for which the projection of apparent domestic demand was used as a methodology through the linear regression of historical data using the potential equation as a model. The same that allowed us to determine the commercial viability of the present pre-feasibility study. Our market was segmented into people from the city of Metropolitan Lima, from 5 to 70 years old who belong to the NSE A, B and C. Also, by applying the segmentation corresponding to the target demand, a total of 1 248 prostheses are estimated to be sold for the first year and 2 170 prostheses for the fifth year. To obtain these values, quantitative and qualitative information sources were used that can be seen in the corresponding chapter and annexes.

On the other hand, in order to define the technical viability, an investigation was carried out to determine the optimal location of the plant through micro and macro location methods. As a result, it was obtained that the optimal location of the plant will be in La Victoria, mainly due to the availability and price of land, in addition to its proximity to the target market and because it is a central district. Limiting factors were analyzed: market size, productive resources, technology, investment and equilibrium point to be able to define the optimal plant size. Thus, it was obtained that the market size is the limitation of the project with 2 170 prostheses / year. An analysis of the engineering required by the project was carried out, obtaining as a result the technical definitions of the product, necessary technologies, capacities, services and methods of quality, safety and environmental assurance. In addition, it was determined that 4 operators and an installation area of the plant of 455,4 m² will be necessary.

Finally, the economic, financial and social viability of the pre-feasibility study was determined. For this, investments, income, expenses and production costs were

budgeted, in order to prepare financial statements that were subsequently analyzed to obtain financial and economic ratios. After the financial analysis, it was obtained that 40% of the necessary investment will be financed, while 60% will be own investment. In the first year a net profit of S/ 1 047 014 would be obtained and the last year of S/ 1 832 321. In the economic evaluation, a NPV of S/ 262 707,59 and an IRR of 31,01%. On the other hand, in the financial evaluation a NPV of S/ 538 139,67 and an IRR of 37,36%.

Keywords: prostheses, disability, 3D-printing, Arduino and electronics.



CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Problemática

A lo largo de la historia, se ha manifestado algún tipo de discapacidad para cierto porcentaje de la población, en el caso de las físicas, el hombre siempre ha tratado de utilizar los recursos a su disposición para vencer estas adversidades, desde prótesis puntiagudas como garfios o pinzas inclusive réplicas de manos hechas de hierro con fines estéticos. (Norton, 2007)

Hoy en día, la tecnología ha evolucionado enormemente y es uno de los principales recursos para el ámbito de salud. Los softwares de fácil diseño y programación, acompañados de su ejecución en materiales ligeros y ecológicos otorgan a este rubro un fácil acceso, un costo bajo y una funcionalidad que permite compensar de gran manera las discapacidades físicas.

Según investigaciones llevadas a cabo en el año 2012 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en el Perú se estima que existe aproximadamente un 5,20% de la población total que sufre de algún tipo de discapacidad, lo cual representaría aproximadamente 1 575 402 personas. Además, un 59,20% de la cifra anteriormente mencionada, tiene una limitación permanente para utilizar brazos y piernas. La problemática consta en que actualmente en el mercado peruano, las prótesis elaboradas por la mayoría de las ortopedias tienen un costo muy elevado, así como una funcionalidad poco eficiente para el usuario, debido a que se siguen utilizando recursos tecnológicos convencionales, resaltando más el aspecto estético de la prótesis que la satisfacción por parte del usuario.

Entonces el acceso a estas prótesis es limitado y la funcionalidad no es buena, dejando vulnerable a una parte de la población con este tipo de discapacidad. Por lo que, al observar el mercado potencial y la tecnología existente, nos lleva a realizar la siguiente pregunta de investigación. ¿Será factible la implementación de una planta productora de prótesis de extremidades en base a tecnología de impresión 3D y Arduino?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Determinar la viabilidad de la implementación de una planta productora de prótesis en base a tecnología de impresión 3D y Arduino en términos técnicos, económicos y de mercado.

1.2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos del presente trabajo son los siguientes:

- Determinar la demanda de la prótesis en el mercado seleccionado.
- Seleccionar la mejor localización para la planta productora de prótesis en base a tecnología de impresión 3D y Arduino
- Definir el tamaño de planta óptimo para la implementación de la planta productora de prótesis en base a tecnología de impresión 3D y Arduino
- Establecer la mejor configuración tecnológica para el producto.
- Calcular la disposición de planta óptima para la planta productora de prótesis en base a tecnología de impresión 3D y Arduino.
- Determinar la rentabilidad de la implementación de la planta productora de prótesis en base a tecnología de impresión 3D y Arduino.

1.3 Alcance de la investigación

1.3.1. Unidad de análisis

En el presente trabajo la unidad de análisis para el capítulo de estudio de mercado, en el caso específico de la demanda serán las personas encuestadas y entrevistadas.

- Para la localización será la ciudad y el distrito donde se implementará la planta.
- Para la evaluación económica, financiera y social sería la rentabilidad.

1.3.2. Población

Personas con discapacidad de la Ciudad de Lima Metropolitana – Perú.

1.3.3. Espacio

Lima Metropolitana- Perú

1.3.4. Tiempo

Se toma como base de recopilación de la investigación 5 años antes de la implementación del proyecto y para efectos de proyección se toma 5 años después.

1.3.5. Limitaciones de investigación

Pacientes o estudiantes con discapacidad física de Nivel Socio Económico A, B, C. De edades de 5 a 70 años. Del colegio Alegría en el Señor, el hospital Guillermo Almenara y la clínica San Juan de Dios.

1.4 Justificación del tema

1.4.1. Técnica

La tecnología que se ha decidido usar es la de impresoras 3D MakerBot, utilizando cartuchos ABS, debido a que al ser un plástico ligero es fácil de pulir, lijar, limar, pintar, pegar, siempre manteniendo un buen acabado, además es resistente y un poco flexible, y una gran ventaja frente al resto de materiales es que se pueden reciclar las partes sobrantes. Esto acompañado de la licencia del software Inventor, que permitirá realizar diseños y exportarlos a la impresora MakerBot para ejecutar los diseños (Makerbot Industries, 2020).

Una vez terminada la parte biomecánica de la prótesis, se procede al diseño, fabricación y a la programación en lenguaje C++ Arduino o C, con el software proporcionado gratuitamente por la marca Arduino. Sin embargo, se requerirá una placa “Genuino Uno” por prótesis, para utilizarla como control lógico y enviar la señal de salida a los servomotores correspondientes para activar la biomecánica de la prótesis, permitiendo agarrar, sujetar, soltar y lanzar objetos. También se tendrán algunas funciones adicionales como la de reloj y de medición de temperatura y presión mediante una pantalla LCD.

En el país se cuenta con excelentes profesionales, capaces de desempeñarse óptimamente en los puestos necesarios para la empresa.

1.4.2. Económica

La viabilidad de la instalación de la planta es clara, en primer lugar, porque existe un mercado con una necesidad real por adquirir el producto, que aceptará fácilmente, debido a la gran ventaja que se proporciona respecto al resto de prótesis, y al fácil acceso económico, además de un bajo costo de producción. Además, se planea patentar el producto como modelo de utilidad, al cumplir los requisitos de novedad y ventaja técnica, obteniendo derecho de exclusividad a explotar comercialmente el invento por 10 años, impidiendo que terceros utilicen la invención sin autorización.

1.4.3. Social

Uno de los principales objetivos del proyecto se da en este rubro, mejorar directamente la calidad de vida de las personas, en el caso de los clientes, ofreciéndoles un fácil acceso y una funcionalidad superior. Logrando una disminución de la brecha para las personas con discapacidad y permitiendo acceder a mejores posiciones laborales, entre otras áreas. En el caso de los colaboradores, se brindan oportunidades laborales para personal calificado, promoviendo el empleo y calidad de vida.

1.4.4. De innovación

Además de la funcionalidad de los movimientos de la prótesis gracias a la combinación de la tecnología de impresión 3D en base polímeros ecológicos y la accesible programación que nos brinda Arduino, es posible utilizar los pines de variables analógicas para utilizar sensores que midan dichas variables, las prótesis tendrán un sensor de temperatura corporal, presión arterial y un reloj incorporado. Además del sensor muscular y de onda cerebral para el movimiento de las articulaciones de la prótesis. Y todo esto a un precio de venta accesible para todo público.

1.4.5. De aplicación práctica

Gracias a la tecnología de impresión 3D y de Arduino se hace más sencilla, práctica y eficaz la producción de prótesis funcionales. Este producto al tener una conveniente relación calidad-precio resuelve el problema de la mayoría de las prótesis ya existentes. De esta manera podremos abarcar un sector de mercado más amplio, generando así mayores ingresos.

También cabe mencionar que el modo de uso es muy sencillo y práctico, de manera que los niños sepan utilizarlo y poder explotar todas las funcionalidades de este incluyendo el monitoreo de funciones vitales.

1.5 Hipótesis de trabajo

1.5.1. Hipótesis general

La instalación de una planta productora de prótesis utilizando las tecnologías de impresión 3D y Arduino, en el distrito de la Victoria es viable y rentable en términos técnicos, económicos, de mercado y ambiental.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Existe una demanda del producto mayor al 4% de la población peruana.
- La mejor localización para la planta productora de prótesis en base a tecnología de impresión 3D y Arduino es Lima Metropolitana.
- El tamaño óptimo de la planta productora de prótesis en base a tecnología de impresión 3D y Arduino es el tamaño demanda.
- La mejor configuración técnica para el producto es una secuencia de medición, diseño, impresión, programación y ensamble de la parte mecánica y electrónica de la prótesis.
- La disposición de planta óptima abarca 600 metros cuadrados.
- Es rentable la instalación de una planta productora de prótesis en base a tecnología de impresión 3D y Arduino.
- El uso del PLA como materia prima para la producción de prótesis no compromete al medio ambiente.

1.6 Marco referencial

Como referencia se toman en cuenta los siguientes libros, papers y revistas a continuación mencionados:

Referencia 1:

- Título:
Diseño, construcción e implementación de prótesis biomecánica de mano derecha.

- Autor:
José Luis Vargas, Luis Fernando Yuga, Luis Fernando Cajamarca Guambaña y Jorge Luis Matute Salinas
- Año:
2015
- Resumen:
Diseño, construcción e implementación de prótesis biomecánica de mano derecha. (Vargas et al., 2015)
- Similitudes:
Ambos trabajos coinciden en la fuente de alimentación para la tarjeta electrónica, mediante una batería compuesta de pilas recargables suministrando una carga para el correcto funcionamiento de la prótesis por un tiempo continuo.
- Diferencias:
Se utilizará una tarjeta electrónica Arduino Uno, a diferencia del mencionado en el trabajo ya que se puede programar en el software Arduino, de manera gratuita y fácil con el lenguaje de programación C++.

Adicionalmente, la tarjeta de la mano a producir ya incluye un microprocesador, resistencias y 6 pins de salida que permitirán la interacción con los 5 servomotores para los 5 dedos. También cuenta con 3 puertos de entrada de voltaje (positivas) y el puerto vin permite una entrada de hasta 9 voltios lo cual permite utilizar como fuente de alimentación una batería de 9 voltios marca Duracell a diferencia del trabajo presentado.

Referencia 2:

- Título:
Toward 3D Printed Prosthetic Hands that Can Satisfy Psychosocial Needs: Grasping Force Comparisons Between a Prosthetic Hand and Human Hands. Social Robotics.
- Autor:
Ahmad Yaser Alhaddad, Sami Emad AlKhatib, Rahib Ahmed Khan, Salman Mohammad Ismail, Al-Sendibad Said Shehadeh, Abdellatif Mohammad Sadeq y John-John Cabibihan
- Año:

2017

- Resumen:

Este libro contiene 74 papers seleccionados de 110 trabajos presentados, los cuales contienen información acerca de la robótica, posturas, gestos y micro interacciones como modelos para la robótica social. (Alhaddad et al., 2017)

- Similitudes:

Muestra la producción de una mano robótica de bajo costo impresa en 3D.

- Diferencias:

Se enfoca en la sensibilidad táctica comparando con las sensaciones de la piel ante el contacto.

Referencia 3:

- Título:

PixedCorp, una empresa peruana creada en el año 2015 especializada en el desarrollo de tecnologías médicas inclusivas.

- Autor:

Stephany Chris Saavedra Herrera

- Año:

2015

- Resumen:

Empresa peruana creada en el año 2015 especializada en el desarrollo de tecnologías médicas inclusivas. Mediante la creación de dispositivos y prótesis en impresión 3D, accesibles a todo público, creando un impacto en más de 70 familias y 20 instituciones de salud. (PixedCorp, 2020)

- Similitudes:

El acabado personalizado y a la medida de las prótesis mioeléctricas que Pixed diseña, fabrica y distribuye. Además del uso de la tecnología de impresión 3D.

- Diferencias:

La principal diferencia es el servicio postventa de mantenimiento de las prótesis a los diferentes clientes que en esta tesis se presenta como parte del modelo de negocio.

1.7 Marco conceptual

Como marco conceptual se toman en cuenta los siguientes libros, papers y revistas a continuación mencionados:

Referencia 1:

- Título:
Estudio comparativo de piezas de ABS y PLA procesadas mediante modelado por deposición fundida. Proyecto de fin de carrera, Universidad Carlos III de Madrid.
- Autor:
Antonio Alberto Relaño Pastor y Javier Hidalgo García.
- Resumen:
Este estudio se centra sobre diferentes tipos de ABS (natural, rojo, cambio de color con la temperatura, fluorescente, transparente) y de PLA (natural y rojo) y como a la hora de realizar la impresión, diferentes parámetros como el patrón de mallado o el relleno de la pieza pueden ser controlados. (Hidalgo y Relaño, 2013)

Referencia 2:

- Título:
Robótica y Domótica básica con Arduino
- Autor:
Pedro Porcuna López
- Resumen:
Es un compendio de prácticas de robótica y domótica mediante la plataforma de Arduino. La estructura del bloque permite identificar tres partes. La primera dedicada a exponer conceptos sobre Arduino y las disciplinas que lo rodean. La segunda explica el lenguaje Arduino. El último bloque se dedica a las prácticas con Arduino, exponiéndose componentes electrónicos y sensores. (Porcuna, 2016)

Referencia 3:

- Título:
Biomecánica y patrones funcionales de la mano.
- Autor:
Luz Amparo Arias López

- Resumen:
Este artículo habla de la disposición anatómica de la mano lo cual permite entender su gran versatilidad en la manipulación de objetos y ajustes posicionales de acuerdo con las necesidades en la ejecución de patrones funcionales. Correlacionar sus unidades arquitectónicas con el complejo biomecánico de cada una de ellas, permite entender que la función prensil de la mano depende de la integridad de la cadena cinética de huesos y articulaciones extendida desde la muñeca hasta las falanges distales, y que el compromiso de sus arcos longitudinales o transversales altera la morfología de la mano e implica la ruptura de un ensamblaje coordinado necesario para la realización de agarres de fuerza y de precisión. (Arias, 2012)

Referencia 4:

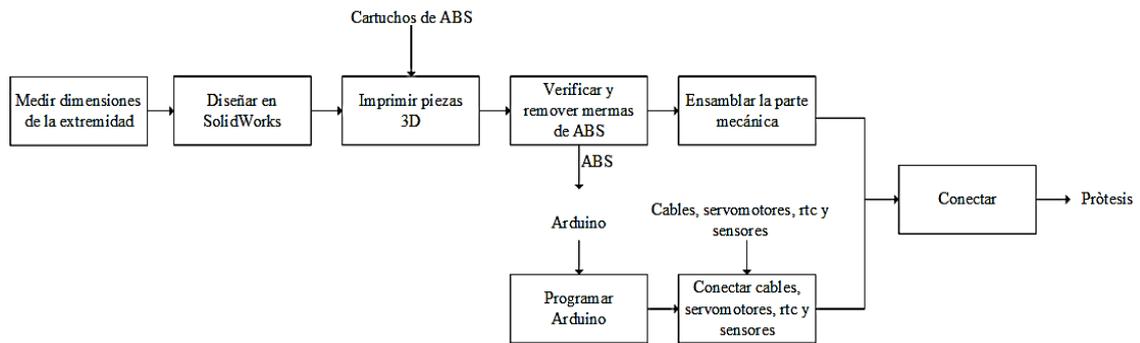
- Título:
Diseño de un Sistema de Retroalimentación Háptico para una prótesis Mioeléctrica Transradial de miembro superior.
- Autor:
Enzo Fernando Romero Muñiz
- Resumen:
En el presente documento se describe el diseño de un sistema de retroalimentación háptico para una prótesis mioeléctrica transradial de miembro superior que permita al usuario obtener la sensación de fuerza y deslizamiento para así controlar con mayor destreza su prótesis de mano. (Romero, 2018)

Referencia 5:

- Título:
Diagrama de bloques del proceso de producción.
- Autor:
Cesar Augusto Quinayás Burgos
- Resumen:

Figura 1.1

Tentativa del diagrama de bloques del proceso de producción



Nota. Adaptado de *Diseño y construcción de una prótesis robótica de mano funcional adaptada a varios agarres*, por C. A. Quinayás Burgos, 2010, Tesis de maestría, Universidad de Cauca. ([chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Frepositorio.unicauca.edu.co%3A8080%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F1269%2FDISE%25C3%2591O%2520Y%2520CONSTRUCCION%2520DE%2520UNA%2520PROTESIS%2520ROBOTICA%2520DE%2520MANO%2520FUNCIONAL%2520ADAPTADA%2520A%2520VARIOS%2520AGARRES.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&clen=3082260](http://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Frepositorio.unicauca.edu.co%3A8080%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F1269%2FDISE%25C3%2591O%2520Y%2520CONSTRUCCION%2520DE%2520UNA%2520PROTESIS%2520ROBOTICA%2520DE%2520MANO%2520FUNCIONAL%2520ADAPTADA%2520A%2520VARIOS%2520AGARRES.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&clen=3082260)).

Además, en la presente investigación se emplea las siguientes definiciones:

- PLC: Los PLC (Controlador lógico programable) o autómatas programables son dispositivos electrónicos que permiten programar una lógica para controlar todo tipo de máquinas y procesos industriales.
- Arduino: Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.
- Impresión 3D: Son máquinas que realizan sólidos en 3D, con un diseño previo, el proceso consiste en la extrusión de polímeros y en la adición capa por capa de estos filamentos.
- ABS: El acrilonitrilo butadieno estireno o ABS es un plástico muy resistente al impacto (golpes) muy utilizado en automoción y otros usos tanto industriales como domésticos.
- PLA: El ácido poli láctico o poliácido láctico (PLA) es un polímero constituido por moléculas de ácido láctico, con propiedades semejantes a las del tereftalato de polietileno (PET) que se utiliza para hacer envases, pero que además es biodegradable. Se degrada fácilmente en agua y óxido de carbono.
- Señal digital: Tipo de señal que se caracteriza por ser binaria, es decir solo posee 2 valores.

- Señal analógica: Tipo de señal caracterizada por poseer un rango de valores, por ejemplo, la temperatura, presión, humedad, etc.
- RTC: Módulo para Arduino, utilizado para adicionar la función de reloj, posee una pila interna.
- Sensor de electromiografía: Sensor utilizado para captar movimientos musculares mediante diodos, y acondiciona la señal como analógica, permitiendo la programación en Arduino.
- Pantalla LCD de 16x2: Es un monitor pequeño con 32 espacios, 16 columnas y 2 filas, en las que se pueden mostrar datos recolectados mediante programación.



CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES

2.1 Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1. Definición comercial del producto

Las prótesis funcionales para brazos y piernas son elaboradas mediante tecnología de impresión 3D y Arduino. El material del que están compuestas es ABS, lo que permite su presentación en variedad de colores y diseños, para el caso del público infantil se le proporcionará diseños basados en superhéroes como “Iron Man”, “Capitán América”, o el que sea de su preferencia.

Cabe resaltar que además de la funcionalidad para sujetar, soltar y levantar objetos, el producto cuenta con sensores de presión y temperatura, cuyos valores medidos se podrán observar en la pantalla LCD con la que cuenta la prótesis, además de la hora y fecha actual, es decir, el producto cuenta con un reloj integrado. La fuente de energía del producto será una pila o batería recargable de 9 voltios, lo que garantiza su funcionamiento por el resto del día, mientras se cargue por la noche.

Según Kotler y Armstrong (2008), podemos identificar los siguientes niveles de productos:

Figura 2.1

Niveles de producto



Nota. De *Fundamentos de Marketing* (p. 201), por Kotler y Armstrong, 2008, Pearson.

Tabla 2.1

Descripción por niveles del producto

| NIVEL DE PRODUCTO | DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO |
|--------------------------|--|
| CIU 3311 | Fabricación de equipo médico y quirúrgico y de aparatos ortopédicos. |
| Básico | Satisface la necesidad de sujetar, levantar, soltar objetos y realizar señales en personas con discapacidad. |
| Real | El producto cuenta con una pantalla LCD, donde se mostrará la hora y fecha actual, además de los valores medidos por el sensor de presión y temperatura. Cabe resaltar al diseño estético con el que cuenta el producto. |
| Aumentado | Servicio post - venta de seguimiento y mantenimiento del producto, así como renovación por el cambio de medidas por el desarrollo físico, garantías. |

2.1.2. Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios.

2.1.2.1 Usos y características del producto

Sostener, sujetar y levantar objetos, permite realizar señas, además de medir la temperatura y presión a través de los sensores con los que cuenta, presentando estos datos en una pantalla LCD, también muestra la fecha y hora actual. El diseño estético se ajusta a los gustos de los clientes, estos pueden optar por el color y forma de su preferencia, para los clientes niños a quienes se les brinda como opción diseños en base a superhéroes.

2.1.2.2. Bienes sustitutos y complementarios

- Bienes sustitutos: Prótesis mecánicas, prótesis estáticas y garfios.
- Bienes complementarios: Cable USB, Myo sensor, Mindwave NeuroSky.

2.1.3. Determinación del área geográfica que abarcará el estudio

Las localizaciones para el presente estudio de mercado serán las clínicas, hospitales y colegios de Lima Metropolitana. Además, la muestra específica será el NSE A, B y C, las edades a elegir serán de entre 5 a 70 años. Cabe resaltar, que las encuestas se realizarán en el colegio “La Alegría en el Señor”, el hospital “Guillermo Almenara” y la clínica hogar “San Juan de Dios”.

2.1.4. Análisis del sector

Para poder analizar el sector a estudiar nos realizaremos las siguientes preguntas:

1. ¿Quién compra prótesis?

- Personas con discapacidad de Lima Metropolitana de edades entre los 5 y 70 años de NSE A hasta C.
- Clínicas y Hospitales.
- Familiares de personas con discapacidad.

2. ¿Dónde se compra las prótesis?

- En las clínicas, hospitales o misma tienda.

3. ¿Cuántas unidades compra?

- Depende de la necesidad.

4. ¿Cuál es la frecuencia de compra?

- Ninguna, Muy Poca, Regular, Frecuente, Muy frecuente
- En la mayoría de los casos sería regular por persona.

5. ¿Cómo compra?

- Usa efectivo o al contado.

6. ¿Por qué compra?

- Por necesidad o para revender.

7. ¿Quién es el usuario del producto?

- Personas con discapacidad de Lima Metropolitana de edades entre los 5 y 70 años de NSE A hasta C.

8. ¿Cuál es la intensidad de compra?

- Poca, Regular, Muy fuerte.

Además, se realiza un análisis de las 5 fuerzas del sector que se pueden definir de la siguiente manera:

1. Rivalidad de competidores

Actualmente en el sector se encuentran liderando las siguientes empresas:

- Ortopedias Wong

- Ortopedia Juan Pablo II
- Ortopedia Fabian
- Ortopedia Moderna
- Ortopedia Santa Fe
- Viza Import Ortopedia
- Ortopedia Frías y del niño

Sin embargo, nuestro producto es diferenciado debido a su funcionalidad para sostener objetos, además de contar con un sensor de temperatura y de presión arterial. Cabe resaltar que el costo unitario de producción es bajo lo que permite brindar un precio accesible al público.

2. Poder de negociación de proveedores

El poder de negociación de los proveedores sería bajo, debido a la gran cantidad y variedad de proveedores de materiales en el mercado, un ejemplo de esto se observa en el requerimiento de los servomotores, placa Arduino Genuino Uno, etc. Además de los cartuchos de impresión como las máquinas a adquirir.

3. Poder de negociación de compradores

El bajo poder de negociación de los clientes se puede observar en la facilidad con la que son fijados los precios. Aunque hay muchas empresas que pueden satisfacer las necesidades, sus precios son muy elevados para la funcionalidad que ofrecen, dejando vulnerable a la población que no pueda acceder a dichos precios.

4. Amenaza de productos sustitutos

A pesar de tener un producto diferenciado, que en teoría sería difícil de sustituir por otro bien. Existen factores que aumentan la probabilidad de que sean sustituidos, esto se debe a que las prótesis estáticas básicas tienen un bajo precio, siendo más accesibles para parte de la población a estudiar.

5. Amenaza de nuevos ingresos

Es baja, debido a las actuales barreras que tendrían que superar, para este giro se encuentra la alta inversión que se necesita para la creación de una cadena, así como al alto costo de compra de los productos a ofrecer.

2.1.5. Modelo de negocios (Canvas)

Tabla 2.2

Modelo Canvas aplicado al giro del negocio

| Aliados Clave | Actividades Clave | Propuesta de Valor | Relaciones con los clientes | Segmentos de clientes |
|--|--|---|--|--|
| Se proveerá de arduino en el mercado Paruro. Además los hospitales y clínicas serán socios claves. | 1. Producción. 2. Venta. 3. Distribución a clínicas y hospitales. | 1. Producto novedoso. 2. Ecológico. 3. Cuenta con sensores para evaluar el entorno. 4. Reloj incorporado. 5. Personalizado a preferencia del cliente (colores, diseños y funcionalidades) | 1. Asistencia post-venta. 2. Capacitación personalizada a cada cliente. | - Edades de 5-70 años. - Población de Lima Metropolitana - NSE: A, B, C. - Personas con discapacidad física |
| | Recursos Clave | | Canales de Distribución | |
| | Personal especializado. | | 1. Ortopedias. 2. Hospitales. 3. Clínicas. 4. Tiendas propias. | |
| | Equipos | | Comunicación | |
| | 1. Impresora 3D. 2. Scanner. 3. Limatones. 4. Atornillador eléctrico. 5. Cautín. | | Medios de comunicación masiva. | |
| Estructura de Costos | | Flujo de Ingresos | | |
| Los costos más importantes son de materia prima, personal, terreno y maquinaria. | | Según las encuestas, los consumidores están dispuestos a pagar de S/. 50.00 a S/. 6,000.00 aproximadamente. | | |

2.2. Determinación de la metodología que se empleará en la investigación de mercado

Para el estudio del mercado de este trabajo se utilizará las encuestas como metodología para recabar información.

Para la recopilación de información en primer lugar, se definirán las preguntas para el cuestionario a utilizar.

En el caso de la encuesta se procederá a repartir las hojas de cuestionario a una muestra ya definida utilizando los siguientes parámetros.

$$n = \frac{Z_{(1-\frac{\alpha}{2})}^2 * \hat{p} * (1-\hat{p})}{E^2}$$

Donde:

z: valor z de $(1 - \frac{\alpha}{2})$ bajo la curva normal

α : Nivel de significancia

\hat{p} : Porcentaje de aceptación

E: Error absoluto

Por último, se ingresará los datos obtenidos en una hoja de cálculo para poder comparar las respuestas mediante gráficos y tendencias obteniéndose la intensidad e intensidad de compra como la frecuencia de esta. Una vez definidos estos, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 10%, podemos definir un tamaño de muestra de 97 personas.

2.3. Demanda Potencial

2.3.1. Patrones de consumo: incremento poblacional, consumo per cápita, estacionalidad

En España hay 90 000 personas con algún tipo de amputación de extremidad, de las cuales solo 350 adquirieron prótesis funcionales (Perez, 2016).

2.3.2. Determinación de la demanda potencial

En Perú más de 900 000 personas tienen una limitación permanente para usar las extremidades. Además, 2 143 personas anualmente sufren de algún tipo de amputación

debido a enfermedades no tratadas, como las úlceras de pie diabético. Por último, 918 personas sufren de amputación por algún tipo de accidente u otra causa (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2013).

Por ello nuestra demanda potencial en Perú es de: 0,0035 prótesis/persona * 903 061 personas = 3 160 prótesis/año.

Cabe mencionar que en la tabla 2.7 del presente trabajo se puede revisar la intensidad e intensidad de compra para poder hallar la demanda del proyecto.

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

2.4.1. Demanda del proyecto en base a data histórica

2.4.1.1. Demanda Interna Aparente Histórica tomando como fuente bases de datos de Producción, Importaciones y Exportaciones

- **Importaciones y Exportaciones:**

A continuación, se presentará un resumen en unidades por año de data del 2012 al 2017 (Véase tabla 2.3) tomando como referencia las prótesis articuladas.

Cabe mencionar que, debido a la poca información encontrada respecto a data histórica de importaciones y exportaciones, se obtuvo las unidades mediante la conversión del FOB de la partida arancelaria de las prótesis articulares por un factor estimado de costo por prótesis.

Tabla 2.3

Importaciones y exportaciones

| Año | Importaciones | Exportaciones |
|------------|----------------------|----------------------|
| 2012 | 14 425 | 0 |
| 2013 | 22 264 | 12 |
| 2014 | 29 342 | 0 |
| 2015 | 22 622 | 1 |
| 2016 | 31 611 | 375 |
| 2017 | 41 745 | 620 |

Nota. La tabla muestra todas las importaciones y exportaciones de prótesis articulares entre los años 2012 a 2017, Adaptado de *Base de datos Aduanet con partida: "9021310000", rango de años 2013 al 2019*, por SUNAT, 2019, (<http://www.aduanet.gob.pe/operatividadAduana/>).

- **Producción nacional**

Según la información encontrada, no existe producción nacional de prótesis articuladas entre los años considerados por el proyecto. Cabe resaltar que las empresas del sector importan y comercializan, pero no producen.

- **Demanda interna aparente (DIA)**

Tabla 2.4

Demanda interna aparente

| Año | Producción | Importación | Exportación | DIA Potencial |
|------|------------|-------------|-------------|---------------|
| 2012 | 0 | 14 425 | 0 | 14 425 |
| 2013 | 0 | 22 264 | 12 | 22 252 |
| 2014 | 0 | 29 342 | 0 | 29 342 |
| 2015 | 0 | 22 622 | 1 | 22 621 |
| 2016 | 0 | 31 611 | 375 | 31 236 |
| 2017 | 0 | 41 745 | 620 | 41 125 |

2.4.1.2. Proyección de la demanda

Una vez hallada la Demanda Interna Aparente histórica, se realizó una regresión lineal tomando como variable independiente los años futuros contemplados en el presente proyecto y como variable dependiente a la DIA.

Se optó por utilizar la ecuación, cuyo coeficiente de determinación o R cuadrado sea más cercano a 1, ya que este modelo sería el que represente de mejor manera la realidad, el modelo elegido fue el potencial.

Figura 2.2

Regresión con modelo potencial

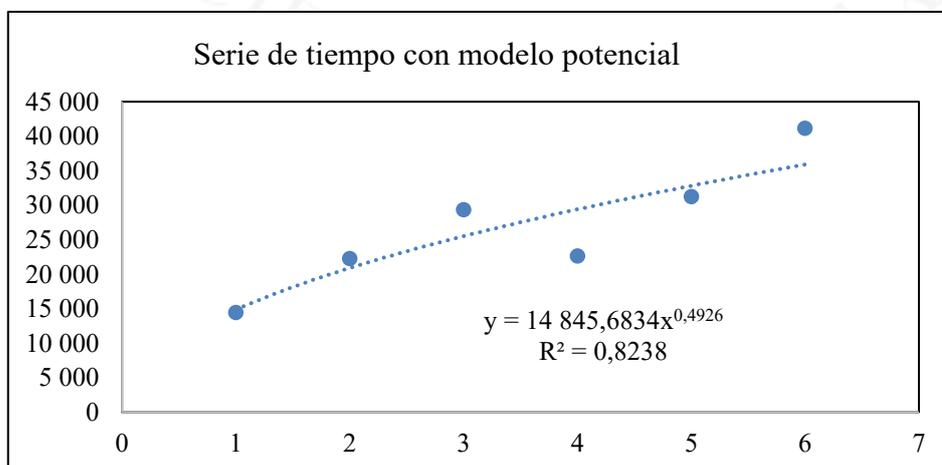


Tabla 2.5

Proyección de la demanda

| Años | DIA Potencial |
|-------------|----------------------|
| 2018 | 38 717 |
| 2019 | 41 349 |
| 2020 | 43 819 |
| 2021 | 46 154 |
| 2022 | 48 372 |
| 2023 | 50 490 |

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

2.4.1.3.1. Segmentación del mercado:

Para el presente estudio, se optó por realizar una segmentación demográfica y por nivel socioeconómico. Para el primer tipo de segmentación, se considera que la edad del público objetivo se encuentre en un rango de 5 a 70 años, ya que se requiere una edad mínima para comprender en su totalidad las funciones que ofrece la prótesis. Además, el nivel socioeconómico al que está dirigido el proyecto es para A, B y C. Debido a que el precio es accesible en comparación al resto de prótesis ofertadas en el sector. Esto sumado a que el nivel C representa la mayor proporción poblacional en Lima Metropolitana.

2.4.1.3.2. Selección de mercado meta

Como se pudo observar en el análisis de la oferta, las prótesis que actualmente se ofrecen en el sector tienen un precio muy elevado, por lo que teniendo como base la teoría de la demanda y la aplicación en las encuestas realizadas, esperamos que nuestro producto, debido a su bajo precio comparativo obtenga gran participación de mercado a lo largo de los años de vida útil del proyecto. Por lo que se asumirá un incremento proporcional anual en la participación de mercado.

2.4.1.4. Diseño y aplicación de encuestas u otras técnicas

Para este trabajo se utilizó las encuestas como técnica de recopilación de información, por lo que se encuestó a 82 personas de Lima Metropolitana, de las cuales 22 de ellas sufren de un tipo de discapacidad y de los 60 restantes, el 87,5% representan un potencial cliente ya que optarían por comprar una prótesis en caso de necesidad.

Esta encuesta tomó lugar en el Hospital Guillermo Almenara y el colegio La Alegría en el Señor con público de edades entre 5 y 70 años. Las respuestas de las encuestas nos mostraron el siguiente resultado:

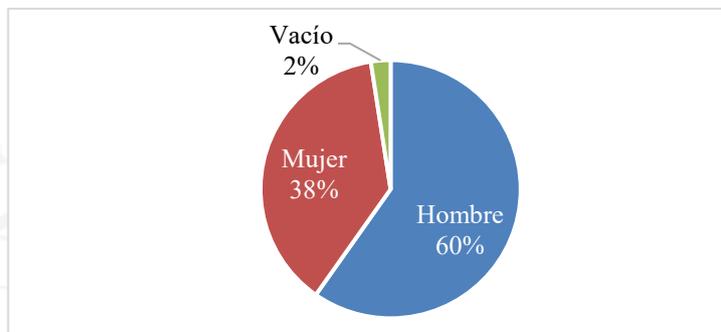
2.4.1.5. Resultados de la encuesta

Pregunta 1: Sexo: Mujer y Hombres

Se puede observar que el 60% de los encuestados son hombres y el 38% son mujeres con una edad promedio de 34 años.

Figura 2.3

Encuesta 1

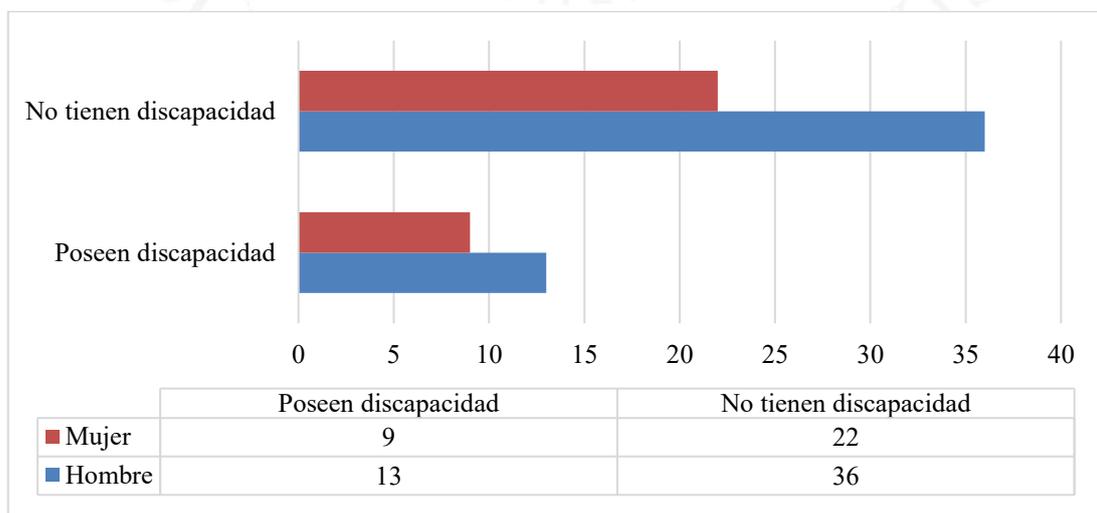


Pregunta 2: ¿Posee alguna discapacidad física?

Según el comportamiento de los encuestados, el 26,83% de estos presentan una discapacidad.

Figura 2.4

Encuesta 2

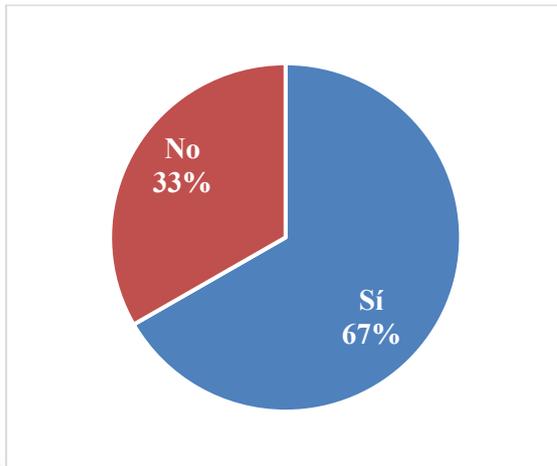


Pregunta 3: ¿Has oído hablar de prótesis funcionales?

Según los resultados de la encuesta el 67% de la muestra ha escuchado de prótesis funcionales.

Figura 2.5

Encuesta 3

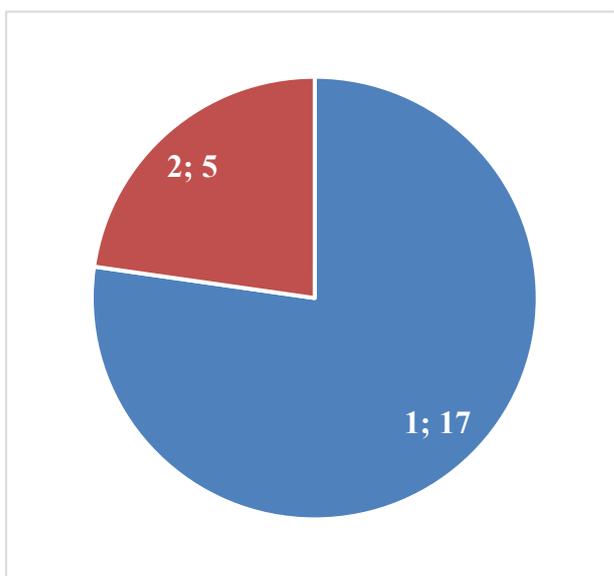


Pregunta 4 ¿Qué discapacidad física posee?

Como se puede ver 17 personas presentan una discapacidad física que implica la pérdida de una extremidad siendo el 77,27% de las personas con discapacidad física.

Figura 2.6

Encuesta 4

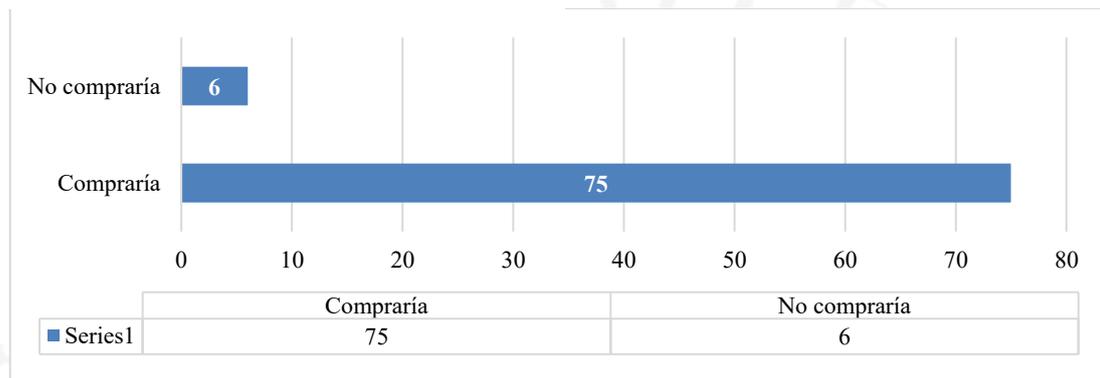


Pregunta 5: Si además de la funcionalidad por sensores musculares o neuronales y la estética, la prótesis tuviera una pantalla LCD donde se muestra la hora, la presión y temperatura, ¿estarías dispuesto a comprarla?

El 92,59% de los encuestados o 75 de estos representan la intención de compra de este producto.

Figura 2.7

Encuesta 5

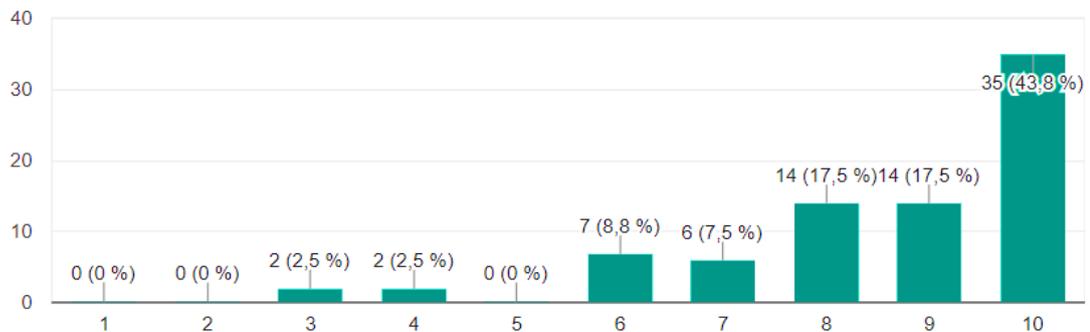


Pregunta 6: Si la respuesta anterior fue sí, ¿qué tan probable es que adquiera una prótesis de este tipo? Siendo (1) poco probable y (10) definitivamente lo compraría. Marcar el número correspondiente.

El 78,8% de las personas presentan una intensidad de compra muy elevada representando un 8,8 como promedio total.

Figura 2.8

Encuesta 6



Intención e Intensidad de Compra:

Tabla 2.6

Intención e intensidad de compra

| Intensidad de Compra | | | Intención | |
|----------------------|-----------|-------------|-----------|-------|
| 1 | 0 | 0,0% | 88,0% | 92,6% |
| 2 | 0 | 0,0% | | |
| 3 | 0 | 0,0% | | |
| 4 | 2 | 2,7% | | |
| 5 | 0 | 0,0% | | |
| 6 | 5 | 6,7% | | |
| 7 | 6 | 8,0% | | |
| 8 | 13 | 17,3% | | |
| 9 | 14 | 18,7% | | |
| 10 | 35 | 46,7% | | |
| Vacías | 6 | - | | |
| Total 1-10 | 75 | 100% | | |

Según la fórmula:

$$\frac{4(2,7\%) + 6(6,7\%) + 7(8\%) + 8(17,3\%) + 9(18,7\%) + 10(46,7\%)}{10}$$

Pudimos encontrar que la intensidad de compra es igual a 88%. Además, el 92,6% son las personas que tienen la intención de comprar este producto.

2.4.1.6. Determinación de la demanda del proyecto

Una vez definida la segmentación geográfica, psicográfica, así como la intención e intensidad de compra, las cuales fueron halladas mediante la recolección de fuentes primarias, se define la participación de mercado en el sector, para el presente estudio, se estimó empezar con 15% para el 2018, y cada año se incrementará en 1%, debido a los grandes beneficios que ofrece el producto, así como el grado de acceso, ya que el precio es bajo en comparación a los ofrecidos en el sector. A continuación, se presentará un cuadro con la estimación de la demanda del proyecto en unidades para los siguientes 5 años.

Tabla 2.7*Determinación de demanda del proyecto*

| Años | Población de Lima | Segmento A B y C | Intensidad de Compra | Intención de Compra | Participación del Mercado | Demanda Objetivo | Demanda del Proyecto (Unidades) |
|-------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------|--|
| 2018 | 38,21% | 69,00% | 88,00% | 92,60% | 15,00% | 8 318,52 | 1 248 |
| 2019 | 38,21% | 69,00% | 88,00% | 92,60% | 16,00% | 8 884,01 | 1 422 |
| 2020 | 38,21% | 69,00% | 88,00% | 92,60% | 17,00% | 9 414,70 | 1 601 |
| 2021 | 38,21% | 69,00% | 88,00% | 92,60% | 18,00% | 9 916,39 | 1 785 |
| 2022 | 38,21% | 69,00% | 88,00% | 92,60% | 19,00% | 10 392,94 | 1 975 |
| 2023 | 38,21% | 69,00% | 88,00% | 92,60% | 20,00% | 10 848,00 | 2 170 |

2.5. Análisis de la oferta**2.5.1. Competidores actuales y potenciales**

Actualmente en el sector se encuentran liderando las siguientes empresas:

- Ortopedias Wong
- Ortopedia Juan Pablo II
- Ortopedia Fabian
- Ortopedia Moderna
- Ortopedia Santa Fe
- Viza Import Ortopedia
- Ortopedia Frías y del niño

Todas estas empresas comercializadoras importan las prótesis funcionales.

2.6. Definición de la estrategia de comercialización**2.6.1. Políticas de comercialización y distribución**

Se utilizará tanto el canal de comercialización y distribución directo como el indirecto, debido a que la tienda física donde se fabricará las prótesis utilizará un canal directo con el cliente, mientras que cuando se vendan a clínicas y hospitales para que estos vendan a los pacientes, se realizará un canal indirecto. Además, se utilizará una cobertura de distribución selectiva, es decir, se elegirá un número de puntos de venta del producto. Al elegir un canal indirecto o corto, podemos tener mayor control de la distribución, pero un

costo no tan bajo de distribución ya que generalmente son más bajos cuando se utilizan intermediarios especializados.

2.6.2. Publicidad y promoción

Se busca llegar al cliente por diferentes medios de comunicación como periódicos y anuncios, por medio de la televisión y redes sociales. Y debido a los modelos tan llamativos como el de superhéroes se busca que el cliente se empodere y tenga un sentimiento de orgullo al usar el producto.

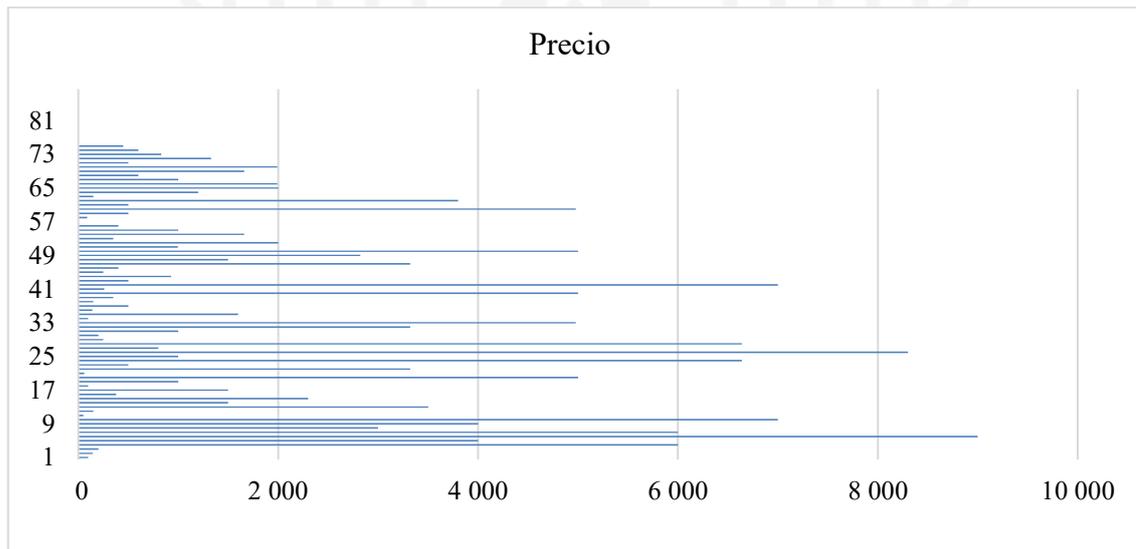
2.6.3. Análisis de precios

2.6.3.1. Tendencia histórica de los precios

Según la encuesta que se muestra en la imagen inferior, los precios que el consumidor está dispuesto a pagar varían desde 50 soles hasta 9 000 soles. Hallando un precio promedio de 2 044 soles; sin embargo, debido a que es un producto que recién se está lanzando al mercado se ha definido un precio de venta de 2 000 soles.

Figura 2.9

Precio



Nota. El gráfico muestra la percepción de precios del producto, por parte del público encuestado para fines de este estudio de investigación.

2.6.3.2. Precios actuales

Según el cuadro inferior podemos verificar como varían los precios en el mercado del día de hoy según la empresa Dianceht y Becker.

Tabla 2.8

Precios de las empresas Dianceht y Becker

| | Dianceht | Becker |
|-------------------|-----------------|---------------|
| Manos y Antebrazo | \$9 750,00 | \$470,00 |

Nota. Adaptado de *Precios de prótesis de Manos y Antebrazos*, por Tienda de Manos y Dedos, 2018, (<https://www.manosydedos.com/precios.html>) y por Tienda Online Becker, 2018, (<https://www.beckerorthopedic.com/Product/PrefabricatedOrthoses/UpperLimb>).

2.6.3.3. Estrategia de precio

Nuestra principal estrategia de precio será empezar con un precio mucho menor al del actual sector, aprovechando el bajo costo de producción característico del producto.

Además, se optó por la fijación de precios segmentada, esta estrategia consta de vender el producto a dos o más precios, sin la necesidad de tener costos distintos que sustenten la diferenciación. Además, según Nagle y Holden (1998) “suele ser la estrategia más rentable durante la etapa de crecimiento debido a que los consumidores se segmentan ellos mismos de forma natural, dividiéndose entre los que son recién llegados al mercado, y aquéllos que son compradores experimentados y con conocimiento”.

En conclusión, se le venderá al sector socioeconómico A un precio mayor que al sector al B o C.

2.7. Análisis de disponibilidad de los insumos principales

2.7.1. Características principales de la materia prima

Una de las principales materias primas requeridas para la elaboración del producto son los filamentos de polímeros ABS o PLA. Cada polímero tiene diferentes características:

- Filamento de PLA:

El Ácido Poli láctico, está hecho en base de recursos naturales, como es el caso del almidón del maíz, debido a su origen vegetal, es inherentemente biodegradable, y reciclable, por este motivo es considerado como el más

ecológico entre las opciones viables para el presente trabajo. Además, cabe resaltar que entre sus ventajas se encuentra un requerimiento de energía para su procesamiento menor al de muchos plásticos hechos a base de petróleo. Su rango de fusión se encuentra entre 95° C y 105° C.

Figura 2.10

Bobina de filamento de PLA 3mm 1 kg



Nota. De Precio de PLA, por PC Componentes, 2017, (<https://www.pccomponentes.com/buscar/?query=PLA%20&page=1&or-relevance>).

- Filamento de ABS:

Este polímero, con nomenclatura Acrilo Nitrilo Butadieno Estireno, es un compuesto de combustibles fósiles, por lo tanto, no es biodegradable a diferencia del PLA, pero sí es reciclable. Es recomendable para la producción de objetos con diseños mecánicos, o que posean piezas de encastre, esto se debe a su gran estabilidad dimensional y flexibilidad. Cabe resaltar que es más resistente al impacto y posee una vida útil mayor a la del PLA. Su punto de fusión es de 95°C a 105 °C.

Figura 2.11

Bobinas de filamento ABS 1,75mm



Nota. De Precio de ABS, por PC Componentes, 2017, (<https://www.pccomponentes.com/buscar/?query=PLA%20&page=1&or-relevance>).

2.7.2. Disponibilidad de la materia prima

Con la finalidad de conocer la disponibilidad de filamentos de ABS y PLA, se investigó las importaciones de copolímeros de ABS en los últimos 5 años en kilos, cabe resaltar que en cada rollo de filamento hay un peso aproximado de 1 kg del material.

Tabla 2.9

Importaciones de copolímeros de ABS en kg

| Año | Importaciones (Kg) |
|------|--------------------|
| 2012 | 233 985 |
| 2013 | 290 476 |
| 2014 | 313 352 |
| 2015 | 318 476 |
| 2016 | 221 734 |
| 2017 | 284 783 |

Nota. Adaptado de *Base de datos Veritrade con el filtro: "ABS"*, por Veritrade, 2018, (<https://www.veritrade.com/es/peru/importaciones-y-exportaciones/las-dem%C3%A1s-m%C3%A1quinas-y-aparatos/842699>).

2.7.3. Costos de la materia prima

Tabla 2.10

Principales materiales y costos

| Materiales | Costos |
|--|-----------|
| Rollo de Filamento ABS 1,75mm (1 kg) | S/ 99,00 |
| Rollo de Filamento ABS 1,75mm (1 kg) | S/ 99,00 |
| Arduino UNO R3 | S/ 106,20 |
| Sensor muscular EMG(Electromiografía) | S/ 210,04 |
| Cable Jumper Macho-Hembra 20cmx40unid | S/ 23,60 |
| Cable Jumper Macho-Macho 20cmx40unid | S/ 23,60 |
| Cable Jumper Hembra-Hembra 20cmx40unid | S/ 23,60 |
| Servomotor MG996R (12Kg/cm) | S/ 53,10 |

Nota. Adaptado de *Información de precios de ABS, Arduino UNO, Sensor muscular EMG, Cables Jumper y servomotores*, por DigitalZ, 2018, (<https://www.digitalz.pe/>).

CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

3.1. Identificación y análisis detallado de los factores de localización

3.1.1. Proximidad de materia prima.

Debido a que los insumos necesarios para poder producir una prótesis funcional se encuentran tanto en el mercado de Paruro situado en Lima se procederá a elegir el departamento que presente mejores ventajas de cercanía, costo de transporte y costo de materiales.

Tabla 3.1

Distancia entre departamentos y proveedor

| Distancia entre Departamentos y Proveedor | |
|---|-------|
| Proveedor | Km |
| Proveedor en Paruro-Arequipa | 1 015 |
| Proveedor en Paruro-Ica | 302 |
| Proveedor en Paruro-Lima | 10 |

Nota. Adaptado de *Información de Distancia entre los Departamentos de Arequipa, Lima e Ica y el mercado proveedor Paruro*, por Google Maps, 2018, (<https://www.google.com.pe/maps/>).

Como podemos observar en el cuadro superior, Arequipa es el departamento más alejado entre Ica y Lima. Además, cabe resaltar que este factor es de vital importancia por los costos de transporte que se deben establecer desde la planta hasta los proveedores. Por lo que se preferirá al factor de menos lejanía.

3.1.2. Disponibilidad de mano de obra.

La mayor mano de obra de edades entre 20 a 64 años se encuentra en Lima Metropolitana con aproximadamente 5 032 000 habitantes en edad apta para trabajar (Véase Figura 3.1) (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017).

Figura 3.1

PEA por ámbito geográfico

| Ámbito geográfico | 2017 |
|--------------------|------------------|
| Total | 6 160 800 |
| Arequipa | 708 700 |
| Ica | 419 900 |
| Lima Metropolitana | 5 032 000 |

Nota. Adaptado de *Población Económicamente Activa de Lima metropolitana, Arequipa e Ica, 2017*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (<https://www1.inei.gov.pe/estadisticas/indice-tematico/ocupacion-y-vivienda/>).

En este factor se elegirá al departamento que presente mayor PEA.

3.1.3. Cercanía al mercado.

Como se puede apreciar en el siguiente cuadro la distancia mayor entre el mercado objetivo y la construcción de la planta es de Arequipa con 1 012 km de distancia a comparación de Lima que se encuentra en el mismo lugar y espacio que nuestro mercado.

Tabla 3.2

Distancia del mercado objetivo

| Distancia del Mercado Objetivo | |
|--------------------------------|-------|
| Departamentos | Km |
| Lima-Arequipa | 1 012 |
| Lima-Ica | 305 |
| Lima-Lima | 0 |

Nota. Adaptado de *Información de distancia entre los Departamentos de Arequipa, Lima e Ica y el mercado objetivo Lima*, por Google Maps, 2018, (<https://www.google.com.pe/maps/>).

3.1.4. Servicios de transporte.

El costo del transporte es muy importante ya que nos conviene reducir costos y elegir el de menor precio, en este caso sería Lima.

Tabla 3.3*Precio de transporte*

| Precio por Tonelada de Transporte (S/) | |
|---|-------------|
| Lima-Arequipa | S/ 6 062,70 |
| Lima-Ica | S/ 2 114 |
| Lima-Lima | S/ 1 000 |

Nota. Adaptado de *Información de Tarifas de transporte entre los Departamentos de Arequipa, Lima e Ica y el mercado objetivo Lima*, por Transmec Group, 2014, (https://www.convencionminera.com/perumin33/docs/TARIFARIO_DE_FERIA_ENERO_LSREV.PDF)

3.1.5. Abastecimiento de energía.

Como podemos apreciar Lima cuenta con más centrales eléctricas que Arequipa además de producir mayor cantidad de Watts/hora, siendo más eficiente y logrando abastecer más lugares con mayor potencia.

Figura 3.2*Principales centrales eléctricas*

| Empresa | Central eléctrica | Ubicación (Departamento) | Potencia instalada | Producción |
|---|----------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | | | (Megawatts) | (Gigawatts hora) |
| Principales centrales hidráulicas | | | | |
| Edegel S.A.A. | Huinco | Lima | 258 | 1 307 |
| | Matucana | Lima | 120 | 890 |
| Compañía Eléctrica El Platanal S.A. | Platanal | Lima | 220 | 1 172 |
| Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A. 2/ | Charcani | Arequipa | 177 | 734 |
| Principales centrales térmicas | | | | |
| Edegel S.A.A. | Ventanilla 3/ | Lima | 524 | 2 890 |
| | Santa Rosa | Lima | 447 | 754 |
| Energía del Sur S.A. | Chilca 1 | Lima | 852 | 5 837 |
| Termochilca S.A.C. | Sto. Domingo de los Oteros | Lima | 210 | 379 |
| Kallpa Generación S.A. 4/ | Kallpa | Lima | 952 | 5 057 |
| | Las Flores | Lima | 193 | 108 |
| Fénix Power Perú S.A. | Fénix | Lima | 579 | 3 621 |

Nota. De *Información comparativa de las principales centrales eléctricas de Lima y Arequipa, 2015*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2015 (www.inei.gob.pe › Est › Lib1375 › cap16 › cap16009).

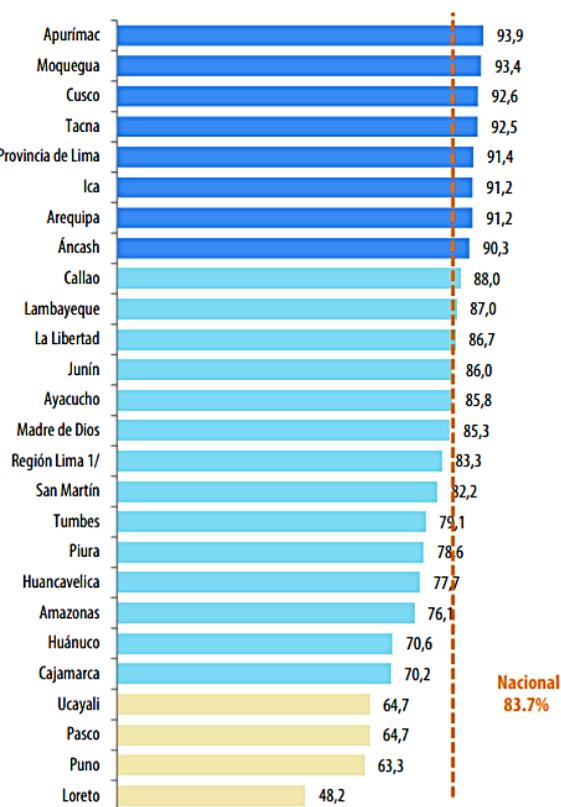
3.1.6. Abastecimiento de agua.

El abastecimiento de agua en los diferentes departamentos es similar al abastecimiento de los hogares por departamento como especifica el cuadro inferior. Esta muestra que Lima tiene mayor población que accede a agua por red pública en comparación de Ica y Arequipa, aunque varían en menos de 1%.

Figura 3.3

Acceso a agua de red pública

Población que accede a agua por red pública, según departamento 1/, 2015
(Porcentaje)



1/ Comprende: Red pública dentro de la vivienda y fuera de la vivienda pero dentro del edificio.
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática-Encuesta Nacional de Hogares.

Nota. De Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2015, (https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua.pdf).

3.1.7. Valor del terreno.

Lima al ser la capital y el área geográfica donde mayor comercio se realiza dentro del Perú, presenta costos de terrenos de fábricas industriales superiores a Ica, pero inferiores

a Arequipa. Según la página Urbania, hallamos un promedio de precio por metro cuadrado especificado en el siguiente cuadro.

Tabla 3.4

Valor del terreno.

| Promedio Precio por Terreno (\$ / m2) | |
|--|-----|
| Lima | 843 |
| Arequipa | 596 |
| Ica | 137 |

Nota. Adaptado de *Precios promedio de terrenos según los departamentos en estudio*, por Urbania, 2020, (<https://urbania.pe/>).

3.1.8. Condiciones de vida.

Para efectos de este trabajo es importante considerar la búsqueda de atención de salud, la cual es una característica de las condiciones de vidas del habitante peruano y está altamente relacionado con el producto que se presenta en este trabajo.

Figura 3.4

Búsqueda de atención de salud

| Condición de búsqueda de atención / Área de residencia | Ene-Feb-Mar 2017 | Ene-Feb-Mar 2018 P/ | Variación (Puntos Porcentuales) |
|---|-------------------------|----------------------------|--|
| Nacional | | | |
| Buscó atención | 35,90 | 36,10 | 0,20 |
| No buscó atención | 54,50 | 53,80 | -0,70 |
| Urbana | | | |
| Buscó atención | 35,90 | 35,90 | 0,00 |
| No buscó atención | 58,40 | 56,40 | -2,00 |
| Rural | | | |
| Buscó atención | 35,80 | 36,80 | 1,00 ** |
| No buscó atención | 45,30 | 46,70 | 1,40 |

*Existe una diferencia significativa, con nivel de confianza del 90%

**Existe una diferencia significativa, con nivel de confianza del 95%

***Existe una diferencia significativa, con nivel de confianza del 99%

P/Preliminar

Nota. De *Condiciones de Vida en el Perú respecto al Trimestre: Enero-febrero-Marzo 2018*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018, (https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/condiciones-de-vida-ene-feb-marz_2018.pdf).

Tabla 3.5*Población rural y urbana 2017*

| Habitantes | | | | | | |
|-------------------|---------------|--------------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | Urbana | Rural | Buscó Atención Urbana (35,9%) | No buscó Atención Urbana (58,4%) | Buscó Atención Rural (35,8%) | Buscó Atención Rural (45,3%) |
| Arequipa | 1 184 200,00 | 131 300,00 | 425 128,00 | 691 572,80 | 47 005,40 | 59 478,90 |
| Ica | 739 900,00 | 62 700,00 | 265 624,00 | 432 101,60 | 22 446,60 | 28 403,10 |
| Lima | 10 982 300,00 | 199 400,00 | 3 945 646,00 | 6 413 663,20 | 71 385,20 | 90 328,20 |

Nota. Se extrajo información de población urbana y rural de Arequipa, Ica y Lima, la cual se multiplicó por los índices de atención para obtener la población urbana y rural que busca o no atención médica. Adaptado de Perú: *Población Urbana Y Rural Según Departamentos 2017 – 2018*, por Compañía peruana de estudio de mercados y opinión pública [CPI], 2017 (http://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/26/mr_poblacion_peru_2017.pdf).

Según los porcentajes de personas que buscan de atención médica y considerando a Lima nuestro mercado podemos afirmar que 4 014 030 personas si buscan atención mientras que 6 503 991 personas no lo hacen. Presentándose una mayor disposición de atenderse en Lima que en Arequipa e Ica.

3.1.9. Regulaciones legales

Un factor importante son las licencias de construcción y el costo que estas significan además de si cada municipalidad deja que se construya en los diferentes distritos de esta.

Tabla 3.6*Licencia de construcción*

| Licencias de Fábricas | |
|------------------------------|-------|
| Arequipa | 156 |
| Ica | 1 084 |
| Lima | 1 616 |

Nota. Adaptado de *Base de datos de licencias de construcción a fábricas según departamentos*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2012 (https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1110/libro.pdf).

3.2. Identificación y descripción de las alternativas de localización

Para la macro localización de este trabajo hemos elegidos 3 departamentos, los cuales son: Lima, Arequipa e Ica.

En primer lugar, se eligió Lima, capital de Perú y donde se encuentra mayor PEA de entre los tres departamentos mencionados, debido a que las empresas competidoras mayormente ubican sus tiendas en la Victoria, la Molina y San Borja hemos elegido estos distritos para realizar la comparación de Micro localización de Lima.

En segundo lugar, se eligió Arequipa y a su vez a los distritos de Paucar Pata, Miraflores y Socavalla por ser los más céntricos.

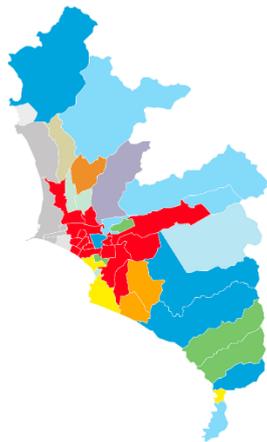
Por último, Ica al estar relativamente cerca a nuestro mercado objetivo y presentar los terrenos menos caros, se escogió los distritos de la Tinguña, Pueblo Nuevo y Santiago.

1. Lima

Este departamento es la capital de Perú, está situado en la costa central y a su vez es el departamento más poblado con aproximadamente 9 985 664 habitantes (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). Además, posee una extensión territorial de 34 801,59 km², 10 provincias y 141 distritos.

Figura 3.5

Mapa geográfico de Lima



Nota. De *Así quedó el mapa electoral en Lima tras comicios del 2014 y 2018*, (<https://larepublica.pe/politica/1334140-elecciones-2018-queda-mapa-electoral-lima-comicios-2014-2018-infografia/>).

2. Ica

Este departamento está ubicado en la costa peruana, se estima que su población es de 947 296 habitantes. (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). Posee una

extensión territorial de 21 327,83 km² y es el séptimo departamento con mayor densidad poblacional. Además, posee 5 provincias.

Figura 3.6

Mapa geográfico de Ica



Nota. De *Avance Del Plan Distrital De Seguridad Ciudadana*, por Municipalidad Provincial de Ica, 2018, (<http://www.muniica.gob.pe/wp-content/uploads/2019/04/PLAN-LOCAL-DE-SEGURIDAD-CIUDADANA-2019.pdf>).

3. Arequipa

El departamento de Arequipa se ubica en la zona sur del país, en el año 2017 se estimó una población aproximada 1 386 730 habitantes. (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). Cuenta con una extensión territorial de 63 345,39 km². Posee 8 provincias y 109 distritos.

Figura 3.7

Mapa geográfico de Arequipa



Nota. De *Datos Generales del Departamento de Arequipa*, por Saluda Arequipa, 2002, (<https://www.saludarequipa.gob.pe/epidemiologia/ASIS/docs/regional/DATOS%20GENERALES%20DEL%20DEPARTAMENTO.htm>).

3.3. Evaluación y selección de localización

La unidad de análisis estudiada para la localización de planta es o son las ciudades alternativas por evaluar. Además, se escogió un método de selección semi cualitativo, específicamente Ranking de Factores. La principal técnica utilizada fue el registro documental.

Después de una profunda investigación se elaboró una ficha de datos o matriz de datos con las diferencias por factor de cada ciudad.

El área geográfica del estudio contempla el territorio nacional; sin embargo, se seleccionará solo una ciudad que cumpla con los requisitos, se evaluarán los departamentos de Lima, Arequipa e Ica, así como los respectivos distritos del departamento seleccionado.

Primero, se realiza un análisis preliminar de cada factor que es considerado importante, después se determina la ponderación de cada factor en base a su importancia relativa, luego se procede a buscar alternativas a nivel de departamentos, posteriormente se realiza una evaluación detallada de las alternativas mediante la metodología semi cualitativa Ranking de Factores, donde se califica cada factor para cada localidad, finalmente se selecciona la opción que favorezca el desarrollo de operaciones, minimice costos y maximice la rentabilidad. Cabe resaltar que una vez culminada la Macrolocalización por departamento, se realiza la evaluación de micro localización a nivel de distrito. (Díaz-Garay et al., 2014)

3.3.1. Evaluación y selección de la macro localización

En primer lugar, se determina la ponderación según importancia relativa de cada factor. Para ello consideraremos como más importante a aquel que saque mayor ponderación.

Tabla 3.7*Determinación de ponderaciones*

| Factor | Cercanía al mercado | Valor del terreno | Condiciones de vida | Disponibilidad de mano de obra | Abastecimiento de energía | Total | Ponderación |
|--------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Cercanía al mercado | | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 33,33% |
| Valor del terreno | 1 | | 0 | 1 | 1 | 3 | 25,00% |
| Condiciones de vida | 0 | 1 | | 1 | 1 | 3 | 25,00% |
| Disponibilidad de mano de obra | 0 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 8,33% |
| Abastecimiento de energía | 0 | 0 | 0 | 1 | | 1 | 8,33% |
| | | | | | | 12 | 100,00% |

En segundo lugar, se procederá a calificar a los factores según su importancia, 10 con la mayor nota, seguido por 6 como nota intermedia y 2 como nota menos significativa.

Tabla 3.8*Evaluación de alternativas de macrolocalización*

| Factor | Ponderación | Lima | | Ica | | Arequipa | |
|--------------------------------|-------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | | Calificación | Puntuación | Calificación | Puntuación | Calificación | Puntuación |
| Cercanía de mercado | 33,33 | 10 | 333,3 | 6 | 199,98 | 4 | 133,32 |
| Valor del terreno | 25 | 4 | 100 | 10 | 250 | 6 | 150 |
| Condiciones de vida | 25 | 10 | 250 | 4 | 100 | 6 | 150 |
| Disponibilidad de mano de obra | 8,33 | 10 | 83,3 | 2 | 16,66 | 6 | 49,98 |
| Abastecimiento de energía | 8,33 | 10 | 83,3 | 2 | 16,66 | 8 | 66,64 |
| Total | | | 849,90 | | 583,3 | | 549,94 |

Por último, se escoge a Lima como mejor alternativa para macro localización.

3.3.2. Identificación y análisis detallado de factores de micro localización**3.3.2.1. Proximidad de la materia prima**

La proximidad entre el mercado ya elegido que es Paruro con los tres distritos se elegirá al que menor lejanía presente.

Tabla 3.9*Distancia entre distritos y proveedor*

| Distancia entre Distritos y Proveedor | |
|---------------------------------------|------|
| Proveedor - Distrito | Km |
| Paruro-La Molina | 18,3 |
| Paruro-San Borja | 9,5 |
| Paruro-La Victoria | 3,5 |

Nota. Adaptado de *Información de distancia entre los distritos de La Molina, San Borja y La Victoria al mercado Paruro*, por Google Maps, 2014, (<https://www.google.com.pe/maps/>).

3.3.2.2. Disponibilidad de mano de obra

Se elegirá el distrito que tenga mayor mano de Obra, en este caso a San Borja como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 3.10*Población económicamente activa por distrito*

| PEA por distrito | |
|------------------|------------|
| Distrito | Habitantes |
| La Molina | 63 599 |
| San Borja | 91 045 |
| La Victoria | 50 853 |

Nota. Adaptado de *Censos Nacionales 2007*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2007, (https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1136/libro.pdf).

3.3.2.3. Valor del terreno

El valor de terreno menor será el que presente mayor preferencia, en este caso La Molina como se ve en el siguiente cuadro con costos promedios por metro cuadrado según Distrito.

Tabla 3.11*Precio del metro cuadrado en dólares*

| Promedio Precio por Terreno (\$. / m2) | |
|--|-------|
| La Molina | 1 719 |
| San Borja | 4 467 |
| La Victoria | 1 813 |

Nota. Adaptado de *Precios promedio de terrenos según los departamentos en estudio*, por Urbana, 2018 (<https://urbana.pe/>).

3.3.2.4. Costo de licencia de funcionamiento por distritos

El costo de Licencia según distrito será tomado como un factor decisivo para la micro localización. Según los distritos elegidos se puede notar que San Borja tiene un costo de emisión de Licencia mayor a los otros dos distritos, por lo que se preferirá a La Victoria por ser el que tiene un menor costo.

Tabla 3.12

Ranking de costos de licencias por distrito

| RANKING | MUNICIPALIDAD | COSTO (S/) | RANKING | MUNICIPALIDAD | COSTO (S/) |
|---------|----------------------------|------------|---------|----------------------|------------|
| 1 | Chorrillos | 1 426,00 | 26 | San Miguel | 242,60 |
| 2 | San Borja | 816,70 | 27 | Barranco | 232,80 |
| 3 | Pucusana | 756,90 | 28 | Pachacámac | 231,17 |
| 4 | San Bartolo | 680,70 | 29 | Jesús María | 221,90 |
| 5 | Santiago de Surco | 612,40 | 30 | Villa El Salvador | 215,20 |
| 6 | La Molina | 578,66 | 31 | Bellavista | 193,63 |
| 7 | San Juan de Miraflores | 560,19 | 32 | El Agustino | 187,10 |
| 8 | Punta Hermosa | 520,33 | 33 | Comas | 182,00 |
| 9 | Ancón | 481,30 | 34 | La Victoria | 181,90 |
| 10 | Chaclacayo | 479,38 | 35 | Callao | 177,30 |
| 11 | Magdalena del Mar | 444,55 | 36 | Cieneguilla | 172,35 |
| 12 | La Punta | 435,96 | 37 | Lince | 169,20 |
| 13 | Lurín | 421,55 | 38 | Breña | 157,80 |
| 14 | Rímac | 405,31 | 39 | Santa Anita | 151,00 |
| 15 | Miraflores | 392,20 | 40 | Ventanilla | 149,40 |
| 16 | Punta Negra | 381,20 | 41 | Surquillo | 139,30 |
| 17 | Mi Perú | 373,45 | 42 | Ate | 135,00 |
| 18 | San Isidro | 370,20 | 43 | Santa María del Mar | 130,00 |
| 19 | San Juan de Lurigancho | 348,90 | 44 | Santa Rosa | 126,80 |
| 20 | Carmen de la Legua Reynoso | 342,55 | 45 | San Martín de Porres | 121,70 |
| 21 | Villa María del Triunfo | 336,39 | 46 | San Luis | 108,30 |
| 22 | Independencia | 331,80 | 47 | Los Olivos | 103,00 |
| 23 | Lima | 308,80 | 48 | La Perla | 100,00 |
| 24 | Lurigancho - Chosica | 298,75 | 49 | Puente Piedra | 53,80 |
| 25 | Pueblo Libre | 243,50 | 50 | Carabayllo | 0,00 |

Nota. De *Licencias de funcionamiento: ¿Dónde es más caro y más barato para poner un negocio* (2016), (<https://gestion.pe/tu-dinero/licencias-funcionamiento-carobarato-poner-negocio-147510-noticia/>).

3.3.2.5. Descripción de alternativas de micro localización

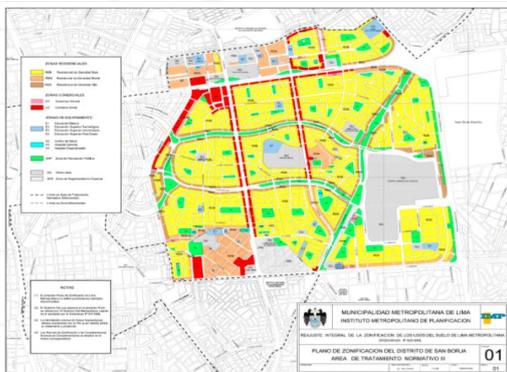
Las alternativas para la micro localización son:

- **San Borja**

El distrito de San Borja está ubicado en el departamento de Lima, tiene una superficie de 9,96 km² y en el 2017 tiene una población de 112 712 habitantes, es un lugar céntrico, considerando que limita con los distritos de La Victoria, San Luis, Ate, Santiago de Surco, Surquillo y San Isidro. (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017)

Figura 3.8

Mapa geográfico de San Borja



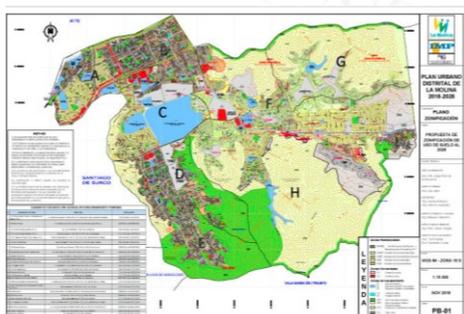
Nota. De *Plano de Zonificación del distrito de San Borja*, por Municipalidad Metropolitana de Lima, 2018, (<https://pdfslide.net/documents/plano-zonificacion-san-borja.html>).

- **La Molina**

Este distrito está ubicado en el departamento de Lima, tiene una superficie de 65,75 km² y una población estimada de 179 785 habitantes. Limita principalmente con Santiago de Surco, Cieneguilla y Ate. (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017)

Figura 3.9

Mapa geográfico de la Molina



Nota. De *Plano de Zonificación del distrito de La Molina*, 2018, (<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ordenanza-que-aprueba-el-plan-urbano-distrital-de-la-molina-ordenanza-no-375-1723088-1/>).

- **La Victoria**

El distrito de La Victoria está ubicado en Lima y cuenta con una superficie total de 8,74 km² y una población estimada de 166 657 habitantes, limita con el Cercado, Lince, San Isidro, San Luis y San Borja. (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017).

Figura 3.10

Mapa geográfico de La Victoria



Nota. De *Plano de Zonificación del distrito de La Victoria*, por Municipalidad de la Victoria, 2016, (<https://www.munilavictoria.gob.pe/index.php/la-victoria?v=plano-zonificacion-distrito>).

1.4. Evaluación y selección de micro localización

En primer lugar, se determina la ponderación según importancia relativa de cada factor. (Díaz-Garay et al., 2014) Para ello consideraremos como más importante a aquel que saque mayor ponderación.

Tabla 3.13

Determinación de ponderaciones

| Factor | Proximidad de las Materias Primas | Valor del terreno | Disponibilidad de Mano de Obra | Costo de Licencia de Funcionamiento | Total | Ponderación |
|---|-----------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------|-------------|
| Proximidad de las Materias primas | | 1 | 1 | 1 | 3 | 37,50% |
| Valor del terreno | 0 | | 1 | 0 | 1 | 12,50% |
| Disponibilidad de Mano de Obra | 0 | 1 | | 1 | 2 | 25,00% |
| Costo de Licenciamiento de Funcionamiento | 0 | 1 | 1 | | 2 | 25,00% |
| | | | | | 8 | 100,00% |

En segundo lugar, se procederá a calificar a los factores según su importancia, 10 con la mayor nota, seguido por 6 como nota intermedia y 2 como nota menos significativa.

Tabla 3.14

Evaluación de alternativas de micro localización

| Factor | Ponderación | La Molina | | San Borja | | La Victoria | |
|-------------------------------------|-------------|-----------|------------|-----------|------------|-------------|------------|
| | | Calif. | Punt. | Calif. | Punt. | Calif. | Punt. |
| Proximidad de las Materias primas | 37,50% | 2 | 75 | 6 | 225 | 10 | 375 |
| Disponibilidad de Mano de Obra | 25,00% | 6 | 150 | 10 | 250 | 2 | 50 |
| Costo de Licencia de Funcionamiento | 25,00% | 6 | 150 | 2 | 50 | 10 | 250 |
| Valor del terreno | 12,50% | 10 | 125 | 2 | 25 | 6 | 75 |
| | | | 500 | | 550 | | 750 |

Por último, se escoge a La Victoria como mejor alternativa para micro localización.

CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

4.1. Relación tamaño-mercado

Para definir el tamaño de planta se analiza el pronóstico de la demanda realizado en el capítulo anterior con la DIA. Una vez hallada aplicando los porcentajes de segmentación y de la encuesta se halla la demanda del Proyecto. Esta se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.1

Demanda del proyecto

| Años | Demanda del Proyecto (Unidades) |
|-------------|--|
| 2018 | 1 248 |
| 2019 | 1 422 |
| 2020 | 1 601 |
| 2021 | 1 785 |
| 2022 | 1 975 |
| 2023 | 2 170 |

El año 2023, limitará el tamaño máximo de la planta, obteniendo una relación Tamaño- mercado de 2 170 prótesis/año.

4.2. Relación tamaño-recursos productivos

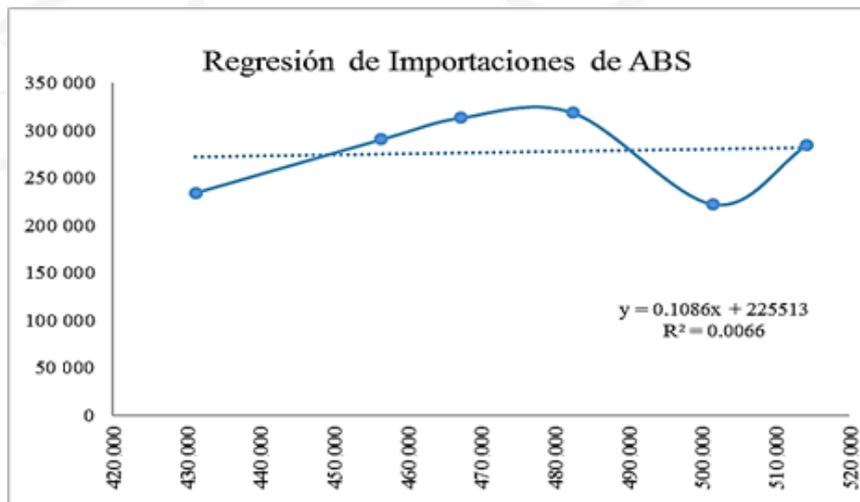
El principal recurso productivo es la materia prima, en la presente investigación se utilizarán filamentos de PLA y ABS como base del producto. Para el cálculo de la disponibilidad de estos recursos, se procedió a realizar una regresión lineal entre las importaciones en kilogramos de copolímeros de ABS y el tiempo, estimando las importaciones para los siguientes 5 años.

Tabla 4.2*Data histórica importaciones ABS (Kg)*

| Año | PBI (miles de millones) | Importaciones (Kg) |
|------|-------------------------|--------------------|
| 2012 | 431 199,00 | 233 985 |
| 2013 | 456 435,00 | 290 476 |
| 2014 | 467 280,00 | 313 352 |
| 2015 | 482 473,00 | 318 476 |
| 2016 | 501 537,00 | 221 734 |
| 2017 | 514 210,84 | 284 783 |

Nota. Debido a la falta de data histórica, se procedió a proyectar las importaciones de ABS. Adaptado de *Reporte de PBI*, por Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público, 2017,

(https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:WaUIxXHpv48J:https://www.ositran.gob.pe/wp-content/uploads/2020/04/CAPITULO_I_2017.xlsx+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe).

Figura 4.1*Regresión lineal importaciones ABS (Kg)***Tabla 4.3***Importaciones estimadas ABS (Kg)*

| Año | PBI (miles de millones) | Importaciones (Kg) |
|-------------|-------------------------|--------------------|
| 2018 | 533 236,64 | 283 422 |
| 2019 | 547 634,03 | 284 986 |
| 2020 | 561 872,52 | 286 532 |
| 2021 | 579 290,56 | 288 424 |
| 2022 | 596 669,28 | 290 311 |
| 2023 | 614 569,36 | 292 255 |

Ya que en promedio se requieren 250 gramos de filamento de PLA o ABS para la elaboración de una prótesis, se calculará la disponibilidad de este recurso en kilogramos por hora.

$$\frac{1 \text{ prótesis}}{250 \text{ gr. PLA}} \times \frac{1000 \text{ gr.}}{1 \text{ kg}} \times \frac{292 \ 255 \text{ kg}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{365 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 133,45 \frac{\text{kg}}{\text{hora}}$$

Como se observa en los cálculos, se tiene una disponibilidad de 133,45 kilogramos por hora, y al ser el único material cuya capacidad puede ser determinable, limitará la relación tamaño-recurso productivo.

4.3. Relación tamaño-tecnología

Para determinar la relación tamaño tecnología se procederá a evaluar la capacidad de producción anual de cada una de las maquinarias que se utilizarán en el proceso de producción y se escogerá la menor.

Tabla 4.4

Capacidad de producción anual por maquinaria

| Máquina | Capacidad de producción anual |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Impresora 3D MakerBot Replicator+ | 584 prótesis/Año |
| Scanner 3D EinScan-Pro+ | 17 520 prótesis/Año |

Nota. De *Stratasys*, por *Stratasys*, 2017, (<https://www.stratasys.com/>).

Como se puede observar en el cuadro comparativo, el cuello de botella es la impresora 3D MakerBot, con una capacidad de 584 prótesis por año, motivo por el cual se optará por adquirir varias, para que trabajen en paralelo, de esta manera se imprimirán diferentes partes de la prótesis.

4.4. Relación tamaño-punto de equilibrio

En el presente capítulo se determinará el punto de equilibrio, es decir la cantidad mínima que se debe vender para cubrir los costos fijos y variables. Se utilizará la siguiente fórmula.

$$Q_{\text{mín.}} = \frac{CF}{p - u}$$

Donde:

$Q_{\text{mín.}}$: Cantidad mínima

CF : Costos fijos

p : Precio de venta unitario

u : Costo unitario

(Díaz-Garay et al., 2014)

Para determinar el costo unitario de producir una prótesis, es necesario calcular el costo de cada componente o material, así como su requerimiento por unidad.

Tabla 4.5

Costos variables por prótesis

| Materiales | Unidad de medida | Costo (\$/ / unidad) |
|-----------------------|------------------|----------------------|
| Filamento PLA | Kg | 100 |
| Tornillo | Unidades | 0,10 |
| Cuerda de nylon | Metros | 0,20 |
| Pantalla LCD | Unidades | 15 |
| Poleas | Unidades | 1 |
| Servomotores | Unidades | 16 |
| Arduino | Unidades | 90 |
| Cables jumper | Unidades | 0,20 |
| Baterías de litio | Unidades | 16 |
| Resistencias | Unidades | 0,30 |
| RTC | Unidades | 6 |
| Protoboard | Unidades | 12 |
| Estaño | Kg | 30 |
| Decapante | Kg | 10 |
| Sensor de temperatura | Unidades | 15 |
| Sensor de presión | Unidades | 16 |
| Sensor EMG | Unidades | 80 |
| Cajas | Unidades | 2 |

Tabla 4.6*Costos fijos*

| Número de personas | Nombre del puesto | Tipo de personal | Sueldo bruto mensual (S/) | Salario Anual total (S/) |
|--------------------|--|------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | Gerente general | Directivo | 8 000 | 112 000 |
| 1 | Secretaria | Administrativo | 1 800 | 25 200 |
| 1 | Coordinador comercial y de marketing | Administrativo | 2 800 | 39 200 |
| 1 | Coordinador de logística | Administrativo | 2 800 | 39 200 |
| 1 | Coordinador de proyectos y TI | Administrativo | 2 800 | 39 200 |
| 1 | Coordinador de RRHH | Administrativo | 2 800 | 39 200 |
| 1 | Coordinador de contabilidad | Administrativo | 2 800 | 39 200 |
| 1 | Coordinador de servicios generales | Administrativo | 2 800 | 39 200 |
| 3 | Vigilante | De servicio | 1 000 | 42 000 |
| 1 | Cocinero | De servicio | 1 000 | 14 000 |
| 1 | Operario de limpieza | De servicio | 1 000 | 14 000 |
| 1 | Médico ocupacional | De servicio | 4 000 | 56 000 |
| 4 | Operario | Operativo | 1 100 | 61 600 |
| 1 | Jefe de producción | Administrativo | 5 000 | 70 000 |
| 1 | Operario de calidad | Operativo | 1 100 | 15 400 |
| 1 | Operario de mantenimiento | Operativo | 1 100 | 15 400 |
| 1 | Encargado de seguridad y salud ocupacional | Administrativo | 2 500 | 35 000 |
| 1 | Asistente social | Administrativo | 2 300 | 32 200 |
| 1 | Recepcionista | Administrativo | 1 800 | 25 200 |
| Total | | | | 753 200 |

$$Q_{\text{mín.}} = \frac{753\,200}{2\,000 - 320} = 449 \text{ prótesis}$$

Una vez determinado el punto de equilibrio, podemos concluir que es necesario vender 449 prótesis como mínimo para recuperar el dinero invertido en costos fijos y variables.

4.5. Selección del tamaño de planta

Para determinar la solución óptima del tamaño de la planta para obtener el mejor resultado económico favorable para el proyecto se pueden utilizar los siguientes indicadores.

$U = \text{utilidad}$

$I = C + U$

$$P \times Qu = CF + u \times Qp + U$$

$$Q_{\text{óptimo}} = \frac{CF + U}{p - u}$$

(Garay, 2017)

$$I = S/ 4\ 340\ 000,00$$

$$C = S/ 1\ 389\ 547,00$$

$$U = S/ 1\ 001\ 830,00$$

Sin embargo, se realizará una comparación entre el tamaño de Mercado, Recurso Productivos, de tecnología y punto de equilibrio en el siguiente cuadro:

Tabla 4.7

Comparación tamaño planta

| Comparación Tamaño | Prótesis/Año |
|--------------------------------------|--------------|
| Relación Tamaño-Mercado | 2 170 |
| Relación Tamaño-Recursos productivos | 2 743 |
| Relación Tamaño-Tecnología | 9 344 |
| Relación Tamaño-Punto de equilibrio | 449 |

Como podemos observar se elegirá tamaño de planta a el Tamaño-Mercado como cuello de botella para la implementación de esta planta productora.

CAPÍTULO V. INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. Definición técnica del producto

El principal insumo del que está compuesto el producto es ácido poliláctico o PLA, el cual será extruido y termo formado por la impresora 3D para obtener las falanges, palma, brazo y antebrazo, se utilizarán cuerdas de nylon de 0,75 mm de diámetro para simular los tendones. Se utilizará un sistema de poleas y 7 servomotores MG996 para accionar las cuerdas, las cuales permitirán flexionar los dedos y retornarlos a su posición, a través de un sistema de control efectuado por una placa programable Arduino UNO, la cual tomará como señales de entrada aquellas medidas por los diferentes sensores que el producto contiene, es decir a los sensores electro miógrafos, de temperatura, presión y el módulo RTC. Permitiendo accionar el sistema de control con un movimiento de pecho, además de ver los parámetros mencionados en una pantalla LCD, además de la fecha y hora.

5.1.1. Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto

Algunas especificaciones técnicas dependerán de las medidas antropométricas del cliente, además de sus propios gustos, en la siguiente tabla se muestran algunas especificaciones del prototipo que desarrollamos en el laboratorio CIM de la universidad y datos recolectados mediante ensayos en el laboratorio de materiales industriales.

Tabla 5.1

Especificaciones técnicas del producto

| Producto | Prótesis de extremidad |
|-------------|------------------------------|
| Peso total | 1,2 kg |
| Color | Variados |
| Humedad | 3% |
| Empaque | Caja de cartón de 15x50x15cm |
| Temperatura | 23° C |
| Dureza | 20 HB |

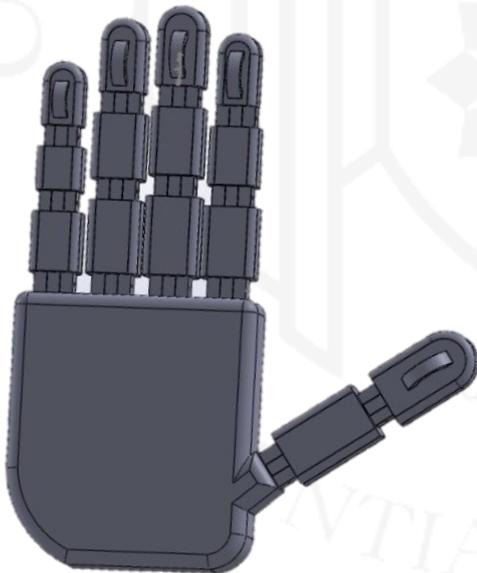
Tabla 5.2

Composición del producto

| Material | Cantidad | Unidad |
|-------------------------|-----------------|---------------|
| Ácido poliláctico (PLA) | 250 | Gramos |
| Cuerda de nylon | 4 | Metros |
| Servomotor | 7 | Unidad |
| Sensor EMG | 1 | Unidad |
| Sensor de temperatura | 1 | Unidad |
| Pantalla LCD 16x2 | 1 | Unidad |
| Sensor de presión | 1 | Unidad |
| Módulo RTC | 1 | Unidad |
| Cajas de 15x50x15 | 1 | Unidad |
| Batería de litio | 2 | Unidad |
| Placa Arduino UNO | 1 | Unidad |

Figura 5.1

Diseño del producto



5.1.2. Marco regulatorio para el producto

En Perú, las prótesis a desarrollar no cuentan con NTPS; sin embargo, existen las Normas de ortoprotésica de la OMS, así como una Guía de implementación para normas ortopédicas y de prótesis en colaboración con la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (United States Agency for International Development, USAID) y la Sociedad Internacional de prótesis y órtesis (International Society for Proshetics and Orthotics, ISPO), según el Área 2 de la guía, Productos, se destacan métodos de trabajo y productos que deben ser apropiados para el ámbito, en el capítulo 2.3 Normas Técnicas, se comenta sobre la ausencia de normas nacionales sobre productos protésicos u ortésicos, haciendo énfasis en como la regulación estatal es fundamental para ampliar el acceso a prótesis y órtesis seguras y de alta calidad. Y se recomienda que el sistema de regulación de estos productos, componentes y materiales utilizados en ellos se de en el marco de una reglamentación nacional de atención de la salud. Asimismo, se menciona que mediante pruebas estructurales de los componentes y materiales ortoprotésicos se demuestra si cumplen con las normas ISO o requisitos equivalentes, y si garantizan que sean fuertes, duraderos y seguros. También se detalla que se pueden realizar ensayos clínicos de campo para verificar que los productos sean adecuados a su propósito, concluyendo que el empleo de métodos científicos reconocidos a nivel nacional o internacional garantiza la fiabilidad, validez y comparabilidad de los resultados de las pruebas en todo el mundo. Lo antes expuesto se encuentra contenido los números N.º 21 y 22 de la Norma glosada. Cabe resaltar que las regulaciones de las materias primas serán especificadas en el capítulo 5.5.1 Calidad de materia prima, de los insumos, del proceso y del producto. (Organización Mundial de la Salud, 2017)

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 el siguiente capítulo se describirán las tecnologías a utilizar para la fabricación de la prótesis.

Impresión 3D: La presente tecnología permite generar cuerpos físicos sólidos tridimensionales, mediante la adición capa a capa de un material. Todo basado en el diseño CAD de cualquier software de modelamiento en 3D, como Autodesk Inventor,

SolidWorks, AutoCAD, etc. La tecnología consiste en la extrusión del filamento de un polímero conociendo su temperatura de fusión, y las coordenadas del diseño elaborado. Esta alternativa se caracteriza por la practicidad que ofrece, así como un gran ahorro en costos, puesto que cada filamento de 1 kg cuesta aproximadamente 100 soles.

Figura 5.2

Ejemplo de objeto impreso 3D



Nota. De Impresión 3D, La revolución de la Manufactura, por Instituto de Investigación sobre Evolución Humana A.C., 2018, (<https://www.iih.com/evolucion/evolucion/impresion-3d-la-revolucion-de-la-manufactura>)

Fresadora CNC: Es una máquina cuya finalidad es realizar trabajos mecanizados por arranque de viruta, mediante la fresa, la cual es una herramienta rotativa. Esta tecnología se caracteriza por tener un software de control numérico computarizado, la cual permite elaborar piezas de manera automática, a partir del diseño o modelamiento 3D y un lenguaje computarizado conocido como código G, el cual contiene funciones y coordenadas que, al encontrarse simultáneamente, permite el funcionamiento y elaboración de piezas de metal.

Figura 5.3

Fresadora CNC



Nota. De Maquinaria de 5 ejes para el mercado Latinoamericano, por Metal Mecánica, 2018, (<https://www.metalmecanica.com/temas/Maquina-de-5-ejes-para-el-mercado-latinoamericano+125102>).

Figura 5.4

Ejemplo de objeto mecanizado CNC



Nota. De *Taza cónica mecanizada*, por AliExpress, 2018, (<https://es.aliexpress.com/item/32814895914.html>).

PLC: Cuyas siglas significan controlador lógico programable, es un dispositivo electrónico utilizado para controlar de forma automático diversos procesos industriales, el lenguaje en el que se programa es ladder, el cual es un lenguaje de programación gráfico, el cual permite establecer secuencias entre sensores y actuadores, existen diferentes modelos y marcas de PLC. (Siemens, 2017).

Figura 5.5

PLC Siemens Simatic S 7 1200



Nota. De *World Industrial Information*, por WIA, 2018, (https://pe.wiautomation.com/siemens/plcsistemas/6AG12141AF405XB0?utm_source=shopping_free&utm_medium=organic&utm_content=PE136061&gclid=Cj0KCQiA1KiBBhCcARIsAPWqoSr6nqWfcv-M9Jzke9mLAXvzvVkp5dUqHcyL51pQN_aE145NTr2Y0aAnWdEALw_wcB).

Arduino: Esta tecnología trata sobre una placa con sistema de control, que permite crear algoritmos y secuencias entre sensores y actuadores, el lenguaje de programación utilizado está basado en C, la mayoría de las placas poseen un microcontrolador AVR tmel-8 bits. Una de las ventajas de Arduino es su adaptabilidad a los distintos módulos, esto incluye librerías para programar distintos sensores, como por ejemplo de temperatura, presión, humedad, ultrasónicos, bluetooth, etc. Cabe resaltar que las placas en su mayoría se alimentan con 5 voltios. Arduino, (2016).

Figura 5.6

Placa Arduino UNO



Nota. De ARDUINO UNO REV 3 [A000066], por Amazon, 2018, (<https://www.amazon.es/Arduino-UNO-A000066-microcontrolador-ATmega328/dp/B008GRTSV6>).

5.2.1.2. Selección de la tecnología

Para la óptima configuración técnica del producto, se optó por seleccionar la tecnología de impresión 3D y Arduino mediante la metodología de ranking de factores según la tabla 5.3 y 5.4.

La primera tecnología se escogió, debido a la practicidad que brinda, además de ser atractiva económicamente, cabe resaltar que el polímero a utilizar será el PLA, ya que como proviene del almidón de maíz, esto le da propiedades ecológicas como la biodegradación en agua u óxidos de carbono, además de poderse reciclar fácilmente.

En segundo lugar, se optó por la tecnología que brinda Arduino, ya que el software es de uso gratuito, a diferencia de las licencias de alto precio que ofrece la marca Siemens y Festo para PLC. Además, posee un lenguaje de programación práctico y fácil de aprender, basado en C++. El modelo Arduino UNO, ofrece las entradas y salidas analógicas y digitales suficientes para el producto.

Tabla 5.3*Ranking de factores*

| | Precio | Facilidad de uso | Disponibilidad | Total | Ponderación |
|------------------|--------|------------------|----------------|----------|-------------|
| Precio | | 1 | 1 | 2 | 50% |
| Facilidad de uso | 0 | | 1 | 1 | 25% |
| Disponibilidad | 1 | 0 | | 1 | 25% |
| | | | | 4 | 100% |

| Calificación | |
|--------------|------------|
| 10 | Muy óptimo |
| 8 | Óptimo |
| 6 | Bueno |
| 4 | Promedio |
| 2 | Malo |

Tabla 5.4*Ranking de factores de la tecnología*

| Factor | Ponderación | Impresora 3D | | Mecanizado CNC | |
|------------------|-------------|--------------|------------|----------------|------------|
| | | Calificación | Puntuación | Calificación | Puntuación |
| Precio | 50% | 10 | 5 | 6 | 3 |
| Facilidad de uso | 25% | 10 | 2,5 | 4 | 1 |
| Disponibilidad | 25% | 8 | 2 | 6 | 1,5 |
| | | | 9,5 | | 5,5 |

| Factor | Ponderación | Arduino | | PLC | |
|------------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|
| | | Calificación | Puntuación | Calificación | Puntuación |
| Precio | 50% | 8 | 4 | 6 | 3 |
| Facilidad de uso | 25% | 10 | 2,5 | 6 | 1,5 |
| Disponibilidad | 25% | 8 | 2 | 6 | 1,5 |
| | | | 8,5 | | 6 |

5.2.2. Proceso de producción

5.2.2.1. Descripción del proceso

Nuestro estudio abarca tanto el proceso de producción, como el proceso de servicio, ya que nuestra modalidad de operación es la de una ortopedia.

El proceso comienza con el ingreso del cliente al local, seguido de esto se le atenderán sus solicitudes, al requerir de uno de nuestros productos, se le mostrará un prototipo del producto para que evalúe la funcionalidad que este ofrece, además se le entregará un catálogo con los diferentes diseños de la parte estética, entre ellos se encuentran diseños de superhéroes para niños y gran gama de colores. Se le cotizará dependiendo nuestra evaluación. Una vez efectuado el contrato, nuestro personal procederá evaluar las mediciones antropométricas del cliente. Estos datos serán entregados al área de diseño, para elaborar el modelo 3D.

- Imprimir piezas: Una vez obtenido el diseño de la prótesis, se enviará a la impresora 3D, que, a través el proceso de extrusión del filamento de PLA, mediante la adición capa por capa elaborará las piezas diseñadas.
- Verificar y remover mermas: Ya que para el óptimo modelamiento de las piezas se requiere de bases y soportes construidos por la misma impresora, se procederá a remover estas, una vez que las piezas estén listas, evitando imperfecciones.
- Ensamblar: Se ensamblarán las falanges, mano, brazo y antebrazo, utilizando tornillos para lograr la movilidad requerida por las articulaciones.
- Verificar y pulir: Después del ensamblado, podría haber fricción en las articulaciones, así como restos de PLA, con el fin de eliminar estos defectos se procederá a limar y pulir las piezas.
- Ensamblar: En este proceso se unirán las falanges con las cuerdas de nylon, para simular el trabajo de los tendones de la mano, además de adicionar un sistema de poleas que permite aprovechar el torque ejercido por los servomotores, también se colocará una pantalla LCD donde se podrá visualizar la fecha y hora, así como los parámetros captados por los sensores del sistema, es decir presión y temperatura.
- Verificar: Se realizará una inspección para garantizar la movilidad de las articulaciones, así como la correcta sujeción de todos los componentes.
- Verificar continuidad: Esta inspección se realiza para asegurar la correcta operatividad de la placa arduino genuino UNO.

- Conectar componentes: Se conectará la placa Arduino a la alimentación eléctrica, es decir a las baterías de litio, mediante cables jumpers. Además, se procederá a efectuar la conexión con el módulo RTC, protoboard y resistencias.
- Verificar continuidad: Esta inspección es imprescindible, ya que demuestra la capacidad del sistema de transferir corriente eléctrica y voltaje, lo cual es sumamente importante para la operatividad de la prótesis.
- Soldar y verificar: Una vez garantizada la continuidad, se procede a soldar con estaño y decapante la placa electrónica en su totalidad, para impedir que el sistema se desconecte o se mueva.
- Ensamblar: La siguiente operación combina el sistema electrónico con el brazo mecánico, permitiendo la funcionalidad a través de un sensor de electromiografía, el cual captará los pulsos del usuario, acondicionando la señal analógica para el sistema de control, y de esta forma accionar los servomotores que efectuarán el movimiento de las articulaciones del brazo. En esta operación también se incluye la unión de los sensores de temperatura y presión, cuyos parámetros serán mostrados en la pantalla LCD de la prótesis.
- Controlar calidad: Mediante esta inspección se evalúa la operatividad del producto, tanto en la parte mecánica como en la electrónica.
- Embalar y encajar: Se envuelve el producto en un plástico especial con burbujas y se guarda en una caja de 15x50x15 cm, para la entrega al cliente.

5.2.2.2. Diagramas del proceso:

Figura 5.7

Diagrama de operaciones del proceso de producción de prótesis articuladas

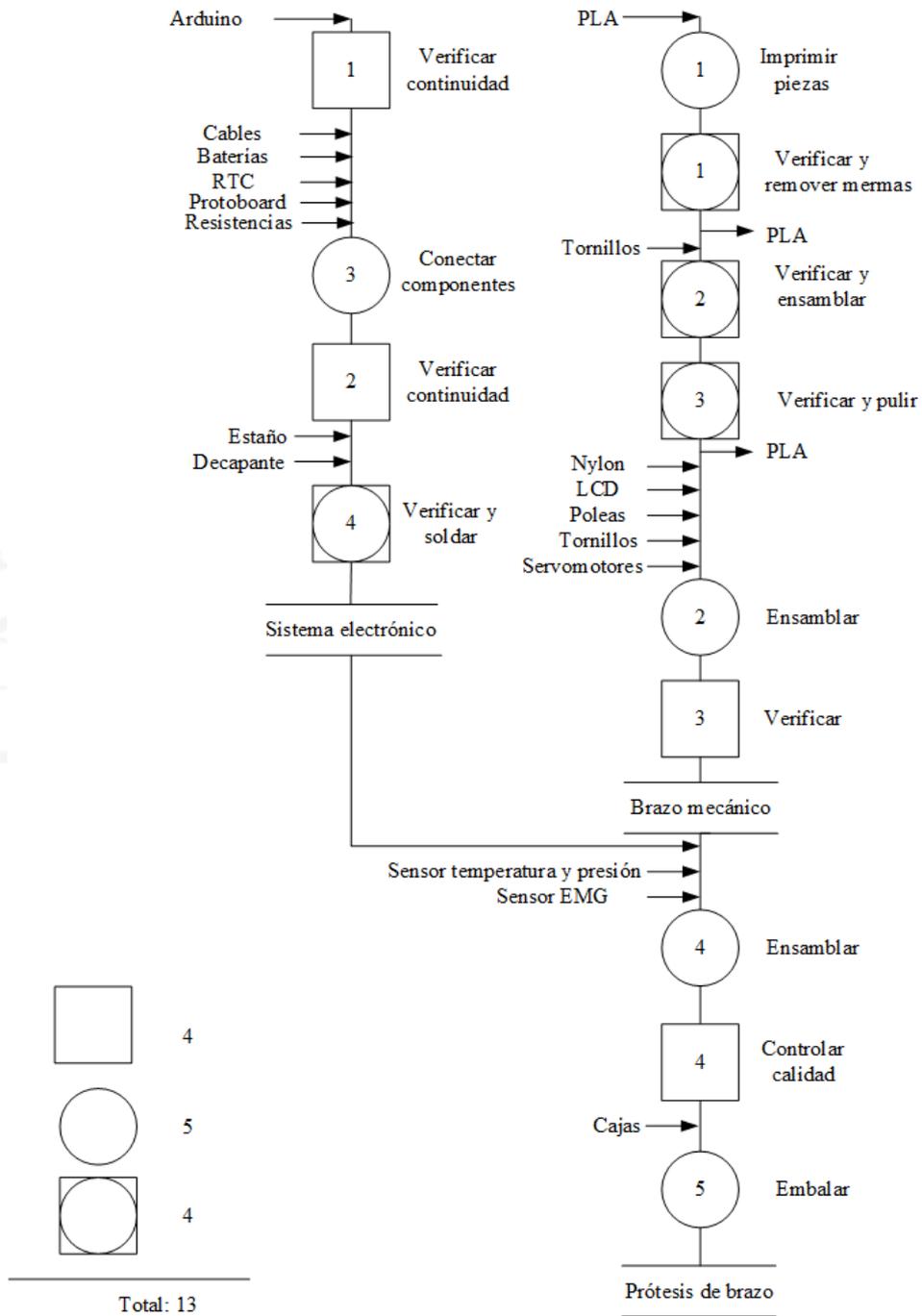
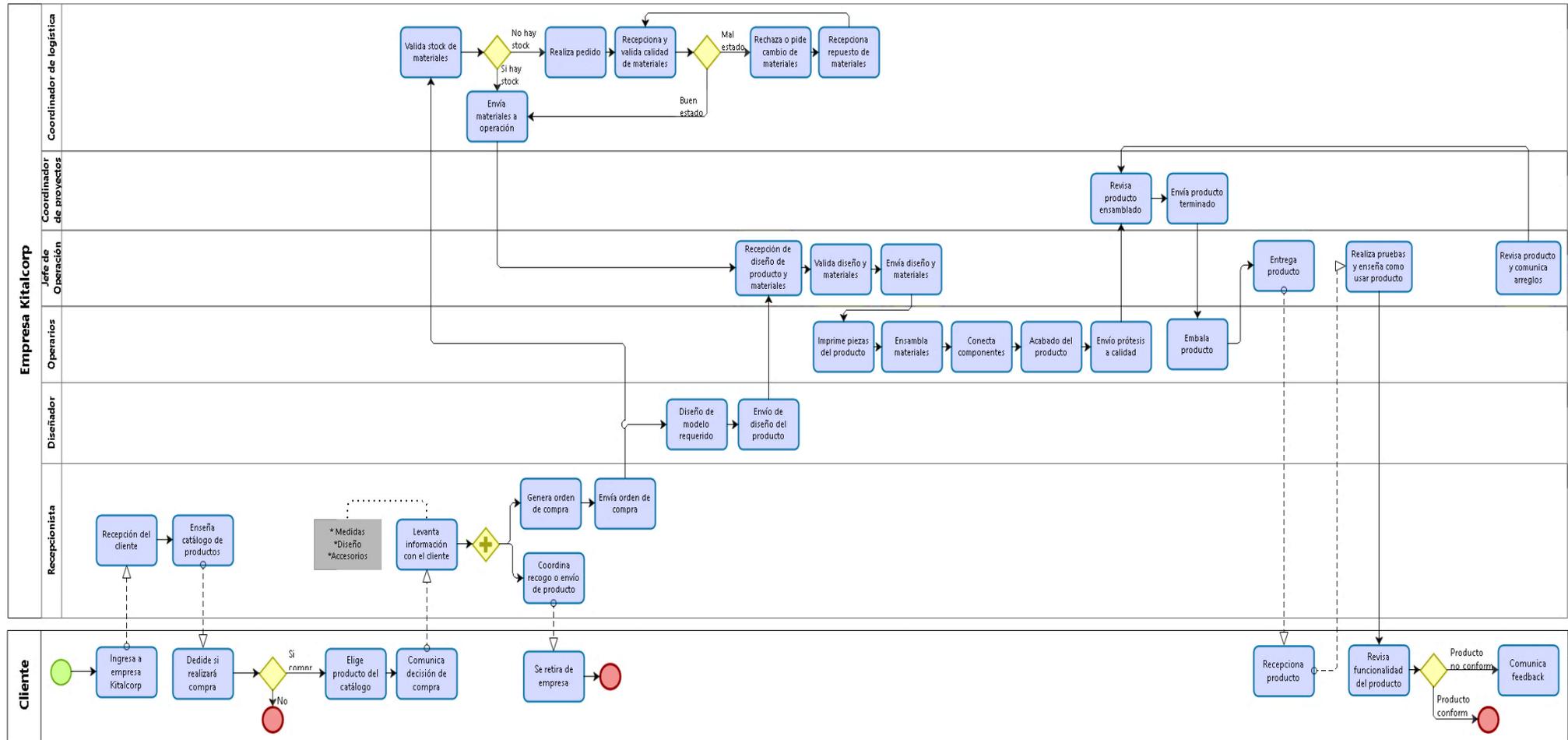


Figura 5.8

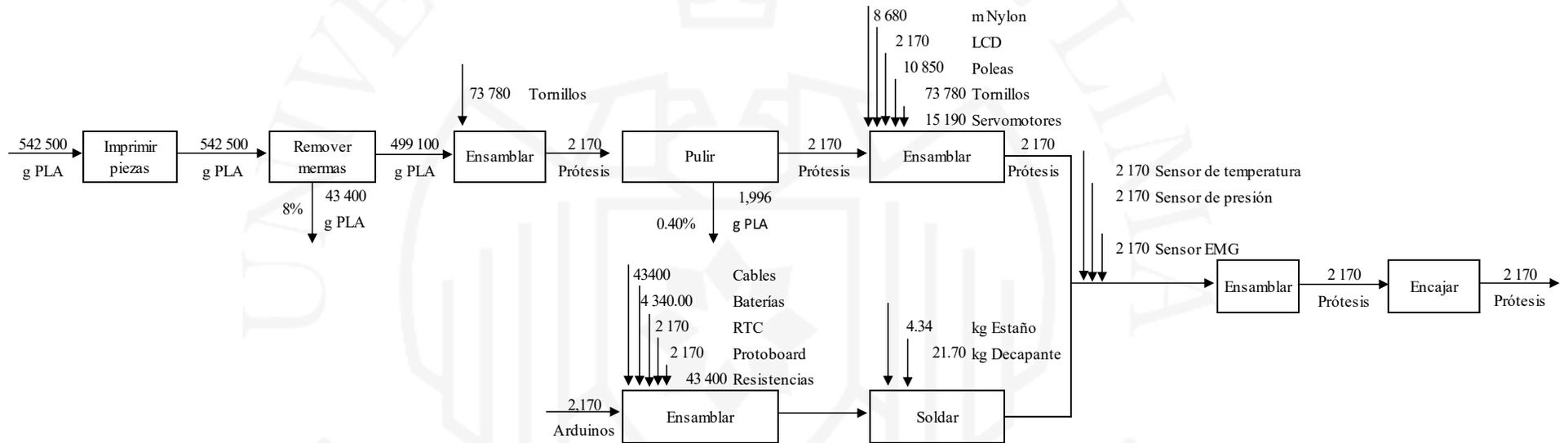
Flujograma del proceso



5.2.2.3. Balance de materia

Figura 5.9

Balance de materia del proceso de producción de prótesis articuladas

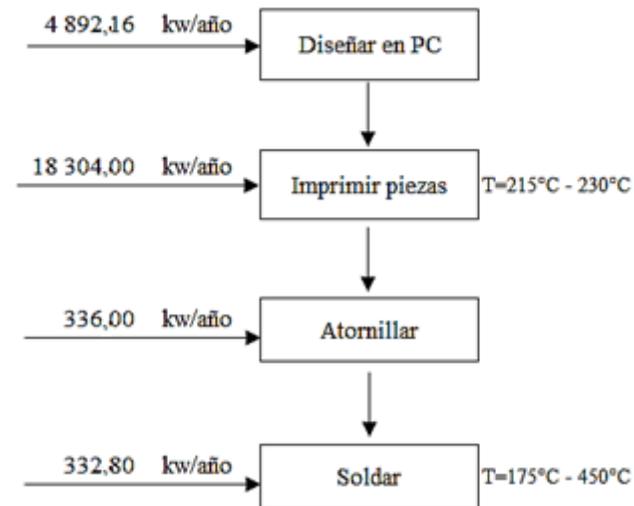


5.2.2.4. Balance de energía

En el siguiente diagrama se detalla el consumo eléctrico equivalente para la producción de 2 170 prótesis, cantidad de la demanda proyectada del último año del proyecto la cual haciende a 23 528,96 KW por año.

Figura 5.10

Balance de energía del proceso de producción de prótesis articuladas



Nota. La presente figura muestra el consumo anual de electricidad por operación.

5.3. Características de las instalaciones y equipos

5.3.1. Selección de la maquinaria y equipos

Maquinaria:

- Replicador de 5ta Generación (MakerBot): Se eligió esta impresora 3D por el precio accesible de 3 225,79 euros a comparación de otros modelos sin la necesidad de adquirir una DIY que implicaría el montaje propio del producto. Además, esta impresora plug&play trabaja con materiales como PLA, ABS, Nylon, etc. (3D Natives, 2017)

Herramientas:

- Limatones CON Mango 100mm (Würth): Se elegirá este conjunto de 6 limatones debido al precio accesible de 27,06 euros. Además, son especializadas para el acabado de bases de plástico. (Würth, 2017).
- Cautín SP80 (Weller): Se elegirá esta herramienta para soldar los circuitos eléctricos y electrónicos del producto ya que posee un mango ergonómico de suave agarre que facilita el posicionamiento y el control de la punta. Además, tiene una luz que indica cuando el cautín esta energizado y el material del que está hecho es de acero inoxidable. Cuesta 35,95 euros. (Vidri, 2018).

Equipos:

- Taladro Atornillador GSR120LI Profesional 12 V + Set 21 Piezas + 2 Baterías de 1,5 Ah (Bosch): Se eligió este equipo por ser liviano y compacto para trabajos en áreas de difícil acceso además de tener un puño antideslizante ergonómico que genera mayor confort al usarlo. Cuesta S/ 350. (Sodimac, 2017).
- Scanner 3D EinScan-Pro+: Este equipo se eligió por la excelente calidad de escaneado que presenta. Además, con este se puede escanear hasta 550 puntos específicos por segundo. Cuesta 5 300 \$. (Shining 3D, 2016).
- HP OMEN 15: Se eligió esta computadora debido al procesador i7 que posee. También, posee una tarjeta gráfica NVIDIA de 1 050 pascal, tecnología Intel Turbo Boost, 6 MB de caché, 4 núcleos, Almacenamiento de datos SATA de 1 TB 7 200 rpm y un sistema operativo Windows 10 Home 64 lo que la hace adecuada para trabajar programas de diseño como SolidWorks. Cuesta 992,50 euros. (Davis, 2017).

5.3.2. Especificaciones de la maquinaria

Tabla 5.5

Especificaciones de replicador 5ta generación

| Replicador de 5ta Generación | |
|-------------------------------------|---|
| Marca: | Makerbot |
| Capacidad: | 7 522 200 mm cúbicos |
| Alimentación: | 100–240V, 50–60 HZ ~1,75A Max, 150W |
| Precio: | 3 225,79 € |
| Velocidad: | 120 mm/s |
| Peso: | 16 kg |
| Diametro de extrusora: | 0,4 mm |
| Tamaño de filamento: | 1,75 mm |
| Precisión: | XY: 11 µm - Z: 2,5 µm |
| Sistemas operativos | Windows (7+), Mac (10, 7+), Linux (Ubuntu 12 , 04+) |
| Conectividad : | Wi-Fi, Cable USB, Ethernet |
| Tamaño: | 528x441x410 |
| Adicionales: | Cámara integrada, Pantalla de control, Aplicación móvil |

Nota. De *Principales características del Replicador 5ta Generación*, por Imprimalia 3D, 2018, (<http://imprimalia3d.com/services/makerbot-replicador-5-generaci-n>).

5.4. Capacidad instalada

5.4.1. Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos

Para el cálculo del número de máquinas, se utilizó el siguiente método encontrado en el manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios.

$$N = \frac{T \times P}{H \times U}$$

$$U = \frac{\text{Total de horas de funcionamiento}}{\text{Total de horas reales de funcionamiento}}$$

$$P = \frac{D}{1 - f}$$

Donde:

N = Número de máquinas requeridas

T = Tiempo estándar de operación por unidad de producto

H = Horas disponibles al años ajustadas por el factor eficiencia

U = Grado de utilización

P = Cantidad por procesar (entradas del proceso)

f = Fracción de defectuosos de la operación

D = Demanda anual en unidades

$$P = \frac{2\,170}{1 - 8,4\%} = 2\,368,96 \text{ prótesis}$$

$$U = \frac{\frac{8H}{T} \times \frac{1T}{d} \times \frac{6d}{S} \times \frac{52s}{\text{año}}}{\frac{8H}{T} \times \frac{1T}{d} \times \frac{6d}{S} \times \frac{52s}{\text{año}} + 8 \times 12} = 0,9630$$

$$N = \frac{15 \times 2\,368,96}{2\,296,32 \times 0,9630} \approx 16 \text{ impresoras 3D}$$

En conclusión, se requieren 16 impresoras 3D MakerBot, para cumplir con la demanda.

El número de operarios requeridos se determinó mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Número de operarios}(N) = \frac{\text{Requerimiento de } h - h \text{ por periodo}}{h - h \text{ disponibles por periodo}}$$

Donde:

$$h - h = \text{horas hombre}$$

Además, el periodo será de 1 año.

$$N = \frac{4 \frac{h - h}{\text{prótesis}} \times 2\,170 \text{ prótesis}}{8H/T \times 1T/D \times 6D/S \times 52S/\text{año}} \approx 4 \text{ operarios}$$

En conclusión, se requieren de 4 operarios para cumplir con los proyectos.

5.4.2. Cálculo de la capacidad instalada

Ya que el sistema de fabricación es “Make to order”, se utilizó el método para capacidad instalada por proyecto. (Díaz-Garay et al., 2014)

$$\text{Capacidad instalada} = \frac{\text{Tiempo disponible anual} \times S \times D \times E \times U}{\text{Tiempo requerido por proyecto}}$$

Donde:

S = Número de productos que se pueden fabricar simultáneamente

D = Factor de disponibilidad de equipos o personal

E = Factor de eficiencia

$$\begin{aligned} \text{Capacidad instalada} &= \frac{2\,496 \text{ horas} \times 16 \times 0,9 \times 0,92 \times 0,96}{9,5 \text{ horas}} \\ &= 3\,331 \frac{\text{prótesis}}{\text{año}} \end{aligned}$$

5.5. Resguardo de la calidad

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

- **Alcance:**

Venta y producción de prótesis de extremidades superiores.

- **Responsables:**

El sistema de Gestión de calidad implica el involucramiento de todas las partes de la organización incluida las áreas administrativas, operativas y de dirección estratégica.

- **Objetivos Generales:**

- Incrementar el nivel de satisfacción de los clientes.
- Disminuir el número de reclamos y no conformes.
- Proponer e implementar permanentemente mejoras a los procesos de la organización y de los clientes.
- Gestionar adecuadamente los riesgos.
- Asegurar el Cumplimiento a entidades reguladoras.
- Mejorar el porcentaje de Rentabilidad neta.
- Incrementar Porcentualmente las Ventas Netas.
- Reducir el Nivel de Rotación del Personal.
- Desarrollar las competencias de los colaboradores.
- Afianzar la cultura organizacional.
- Asegurar la seguridad y salud en el trabajo de los colaboradores.

- **Auditorías Internas:**

Las auditorías internas se realizan 2 veces por año para asegurar y validar la correcta ejecución y control del Sistema de gestión de la calidad.

- **Control de los procesos:**

- **Proceso de compras:**

1. En primer lugar, algunos de los insumos como las resistencias presentan un código de marcado donde se codifican los valores nominales, tolerancias, coeficientes de temperatura, fechas de fabricación, y materiales dieléctricos (Cámara, 2016).
2. También se utiliza el circuito integrado de tipo U, Mixto (analógico/digital), Arduino que también posee códigos de marcado que especifican características como las de: Fabricante, margen de temperatura, subfamilia y nº de serie (Cámara, 2016).

- **Proceso de Producción:**

1. Mediante un multímetro se puede comprobar las magnitudes eléctricas activas del Arduino de manera que se compruebe su buen funcionamiento.
2. En el proceso de producción 8 operaciones son de verificación, de los cuales 4, son operaciones combinadas. Esto se debe a que al ser un proceso que implica gran aporte de los operarios se necesita suma precisión y cuidado.
3. Adicionalmente, se hace uso del método de AQL con inspección Normal explicados en las tablas 5,4 y 5,5 para obtener los niveles de rechazo según el tamaño de lote de los materiales y productos terminados de este estudio asegurando la Calidad total del mismo.

Tabla 5.6

Niveles de calidad aceptable

| Tamaño de Pedido (Número de productos ordenados) | | | Niveles Generales de Inspección | | |
|--|---|---------|---------------------------------|----|-----|
| | | | I | II | III |
| 2 | a | 8 | A | A | B |
| 9 | a | 15 | A | B | C |
| 16 | a | 25 | B | C | D |
| 26 | a | 50 | C | D | E |
| 51 | a | 90 | C | E | F |
| 91 | a | 150 | D | F | G |
| 151 | a | 280 | E | G | H |
| 281 | a | 500 | F | H | J |
| 501 | a | 1 200 | G | J | K |
| 1 201 | a | 3 200 | H | K | L |
| 3 201 | a | 10 000 | J | L | M |
| 10 001 | a | 35 000 | K | M | N |
| 35 001 | a | 150 000 | L | N | P |
| 150 001 | a | 500 000 | M | P | Q |
| 500 001 | a | más | N | Q | R |

Nota. De ISO 2859-1:2009. Procedimiento de muestreo para Inspección por Atributos, por ISO, 2009, (<https://es.slideshare.net/Gissseeella/iso2859-1-muestreo-inspeccion>).

Tabla 5.7

NCA (Inspección normal)

| Letra código de tamaño de muestra | Tamaño de muestra | Nivel aceptable de calidad, NAC, en porcentaje de ítems no conformes o no conformidades por 100 ítems (inspección normal) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|---|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|----|
| | | 0,010 | 0,015 | 0,025 | 0,040 | 0,065 | 0,10 | 0,15 | 0,25 | 0,40 | 0,65 | 1,0 | 1,5 | 2,5 | 4,0 | 6,5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 | 1 000 | |
| | | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac |
| A | 2 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| B | 3 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| C | 5 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| D | 8 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| E | 13 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| F | 20 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| G | 32 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| H | 50 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| J | 80 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| K | 125 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| L | 200 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| M | 315 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| N | 500 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| P | 800 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| Q | 1 250 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| R | 2 000 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |

- ↓ = use el primer plan de muestreo debajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o excede el tamaño del lote lleve a cabo inspección 100 %.
- ↑ = use el primer plan de muestreo arriba de la flecha
- Ac = Número de aceptación
- Re = Número de rechazo

Nota. De ISO 2859-1:2009. Procedimiento de muestreo para Inspección por Atributos, por ISO, 2009, (<https://es.slideshare.net/Gissseeella/iso2859-1-muestreo-inspeccion>).

Según estos lineamientos, se aplicó tanto para las principales materias primas como para los productos terminados del presente estudio obteniendo la cantidad de productos aceptables y rechazables por lote según inspección normal.

Tabla 5.8

NCA Aplicado (Inspección normal)

| Materia Prima | Demanda de prótesis semanal (unidad) | Requerimiento para 1 prótesis | Lote (Unidades) | Pedido Semanal (Unidades) | Nivel General de Inspección | Tamaño de muestra (unidades) | AQL (Nivel Aceptable de Calidad) | Cantidad Aceptable (unidades) | Cantidad Rechazable (unidades) |
|----------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| PLA (kg) | 45 | 0,25 | 10 | 12 | C | 5 | 2,5 | 0 | 1 |
| Servomotores (unid.) | | 7 | 2 | 315 | J | 80 | 0,65 | 1 | 2 |
| Arduino (unid.) | | 1 | 10 | 45 | E | 13 | 1 | 0 | 1 |

| Producto terminado | Lote (Unidades) | Nivel General de Inspección | Tamaño de muestra (unidades) | NAC (Nivel Aceptable de Calidad) | Cantidad Aceptable (unidades) | Cantidad Rechazable (unidades) |
|---------------------|-----------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Prótesis Ensamblada | 45 | E | 13 | 1 | 0 | 1 |

5.6. Estudio de impacto ambiental

En la siguiente realizaremos la matriz de aspectos e impactos para poder determinar las principales causas de contaminación ambiental que podría ser causado por los residuos generados del producto a elaborar en el presente trabajo.

Tabla 5.9

Matriz de aspecto e impactos

| Entradas | Procesos | Salidas | Aspectos Ambientales | Impactos Ambientales | Componente Afectado |
|-----------------------------|-----------|-------------------|--------------------------------|--|---------------------|
| PLA | Impresión | PLA no requerido | Generación de residuos solidos | Contaminación de los suelos | Suelos |
| Piezas de PLA | Pulir | Partículas de PLA | Generación de residuos solidos | Contaminación de los suelos y del aire | Suelos y Aire |
| Placas, estaño y decapante. | Soldar | Humo de Soldadura | Generación de gases | Contaminación del aire | Aire |

Una vez identificados las principales causas de contaminación, podemos establecer medidas para poder mitigar las consecuencias causadas según el siguiente Plan de manejo ambiental:

Plan de manejo ambiental

Identificado los aspectos e impactos ambientales, se puede formular un plan desde un enfoque preventivo, para el caso de las mermas de PLA provenientes el soporte y base residuales de la extrusión del polímero, se decidió almacenarlos en un depósito el cuál será entregado mensualmente a una planta de compostaje industrial, ya que al provenir del almidón de maíz y otros aditivos, en condiciones adecuadas de humedad y temperatura, este se puede degradar en mucho menor tiempo en comparación a condiciones normales, además del compostaje también puede ser nuevamente fundido y moldeado como filamento para que se pueda extruir de nuevo, por lo que se podría proveer de manera mensual, tanto a plantas de compostaje industrial como a empresas

recicladoras de filamentos, cabe resaltar que dichas instituciones deben ser autorizadas por DIGESA como Empresas Prestadoras de Residuos Sólidos (EPS-RS).

En cuanto a la operación de pulido, se dispondrá del extractor de humo portátil con campana magnética Python Portable Floor Sentry Modelo N. ° SS-300-PYT en las mesas de trabajo, de tal manera que las partículas residuales sean absorbidas, y depositadas en el tanque, para posteriormente ser almacenadas y darle el mismo tratamiento que las mermas de PLA, es decir, ser entregadas mensualmente a EPS-RS.

Respecto a la operación de soldadura, de manera preventiva, se optó por adquirir un extractor de humo de soldadura con estaño para superficies, en concreto se escogió Stainless Steel Solder Sentry modelo N.° SS-100-SS-ST, el cual cuenta con un sistema de extracción y filtración HEPA, logrando una eficiencia de hasta 99,97% de partículas (SAS, 2020).

5.7. Seguridad y salud ocupacional

En el presente apéndice se tiene como objetivo general minimizar o mitigar los posibles riesgos y/o peligros en la implementación de la empresa para así lograr disminuir el riesgo ocasionado a los colaboradores, optimizar los recursos, disminuir costos y promover un ambiente de trabajo más seguro y saludable.

En la siguiente matriz se realizará el análisis de peligros, la evaluación de riesgos y medidas de Control a implementar.

Tabla 5.10

La matriz de identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control

| N° | Ubicación Física | Proceso | Tipo de Actividad | | Peligro | Riesgo | Requisito Legal | H | M |
|----|--------------------|--|-------------------|--------------|--|--|-----------------|---|---|
| | | | Rutinario | No Rutinario | | | | | |
| 1 | Área de producción | Impresión 3D de las piezas que conforman la prótesis en las Impresoras 3D Replicator 5ta generación. | X | | Impresoras 3D Replicator 5ta generación. | Probabilidad de quemarse por las altas temperaturas de extrusión | Ley N° 29783 | 2 | 2 |
| 2 | Área de producción | Pulido y acabado final a las piezas con los limatones. | X | | Limatones. | Probabilidad de raspase con los limatones | Ley N° 29784 | 2 | 2 |
| 3 | Área de producción | Soldadura de piezas con el cautín. | X | | Cautín. | Probabilidad de quemarse | Ley N° 29785 | 2 | 2 |

Nota. Adaptado de *TR Formatos Referenciales*, por Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, 2013, Parte 1 de 2. (https://www.mimp.gob.pe/files/programas_nacionales/pncvfs/ccst/RM-050-2013-TR-Formatos-referenciales.pdf)

| Probabilidad | | | | | Índice de Severidad | Probabilidad x Severidad | Nivel de Riesgo | Riesgo Significativo | Medida de Control |
|----------------------------------|---|----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|---|
| Índice de personas expuestas (A) | Índice de procedimientos existentes (B) | Índice de capacitación (C) | Índice de exposición al riesgo (D) | Índice de Probabilidad (A+B+C+D) | | | | | Acciones |
| 4 | 1 | 1 | 3 | 9 | 2 | 18 | Importante | Si | No abrir la impresora cuando está en procesamiento. |
| 4 | 1 | 1 | 3 | 9 | 2 | 18 | Importante | Si | Sostener fijamente la pieza a pulir |
| 4 | 1 | 1 | 3 | 9 | 2 | 18 | Importante | Si | No tocar la punta del caudín y mantenerlo alejado de la piel. Puede usarse guantes que resistan altas temperaturas para evitar cualquier incidente. |

Nota. Adaptado de *TR Formatos Referenciales*, por Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, 2013, Parte 2 de 2. (https://www.mimp.gob.pe/files/programas_nacionales/pncvfs/ccst/RM-050-2013-TR-Formatos-referenciales.pdf)

Según la TDI (2021), las fábricas que tengan procesos de soldadura necesitan tener grandes espacios de ventilación para que los gases generados no afecten la salud del colaborador.

Para la elaboración de la IPERC se ha tomado en consideración el nivel de exposición, calificaciones de índices y matriz de consecuencia.

Tabla 5.11

Nivel de exposición

| Nivel de Exposición | | |
|------------------------|--------------|--|
| Detalle | Calificación | Explicación |
| ESPORADICAMENTE | 1 | Alguna vez su jornada laboral y con periodo corto de tiempo. Al menos una vez al año |
| EVENTUALMENTE | 2 | Varias veces en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos. Al menos una vez al mes. |
| PERMANENTEMENTE | 3 | Continuamente o varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado. Al menos una vez al día. |

Nota. De *TR Formatos Referenciales*, por Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, 2013, (https://www.mimp.gob.pe/files/programas_nacionales/pncvfs/ccst/RM-050-2013-TR-Formatos-referenciales.pdf).

Tabla 5.12

Calificaciones de índices

| Nota | Índice de procedimientos existentes (B) | Índice de capacitación (C) | Índice de exposición al riesgo (D) | Índice de Severidad |
|------|--|--|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Existen son satisfactorios y suficientes | Personal entrenado. Conoce el peligro y lo previene | Al menos una vez al año | Lesión sin incapacidad |
| 2 | Existen parcialmente y no son satisfactorios o suficientes | Personal parcialmente entrenado, conoce el peligro, pero no toma acciones de control | Al menos una vez al mes | Lesión con incapacidad temporal |
| 3 | No existen | Personal no entrenado, no conoce el peligro, no toma acciones de control | Al menos una vez al día | Lesión con incapacidad permanente |
| 4 | - | - | Permanente | - |

Nota. De *TR Formatos Referenciales*, por Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, 2013, (https://www.mimp.gob.pe/files/programas_nacionales/pncvfs/ccst/RM-050-2013-TR-Formatos-referenciales.pdf).

Tabla 5.13*Matriz de consecuencia*

| | | Matriz de Consecuencia | | |
|---------------------|--|------------------------|-----------------------|------------------------|
| | | Ligeramente Dañino | Dañino | Muy Dañino |
| Probabilidad | BAJA (El daño ocurrirá raras veces) | Trivial 4 | Tolerable 5 - 8 | Moderado 9 - 16 |
| | MEDIA (El daño ocurrirá en algunas ocasiones) | Tolerable 5 - 8 | Moderado 9 - 16 | Importante 17 - 24 |
| | ALTA (El daño ocurrirá siempre o casi siempre) | Moderado 9 - 16 | Importante 17 - 24 | Intolerable 25 - 36 |

Nota. De *TR Formatos Referenciales*, por Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, 2013, (https://www.mimp.gob.pe/files/programas_nacionales/pncvfs/ccst/RM-050-2013-TR-Formatos-referenciales.pdf).

5.8. Sistema de mantenimiento

De acuerdo con la información brindada por los colaboradores del laboratorio CIM de la Universidad de Lima, se establecerá un programa de mantenimiento preventivo para los equipos críticos del proceso.

- Impresora 3D: Se realizará un diagnóstico cada 20 días, el primer paso es la inspección visual, de ser detectado algún defecto, se desarmará las piezas afectadas, se someterá a evaluación si estas pueden ser corregidas o si se requiere una sustitución preventiva. Además de cambiar la pieza, se le lubricará con grasa, cuya composición dependerá del tipo de pieza, ya sea faja, extrusor o motor paso a paso. Posteriormente se armará la impresora y se realizarán pruebas para garantizar el correcto funcionamiento de esta.
- Computadora: Para el caso de los equipos computacionales, se realizará una inspección al mes, comprobando que no exista la presencia de virus o defectos en los drivers y softwares, además de que las licencias estén al día. El encargado de mantenimiento debe eliminar todo rastro de virus en caso exista, además deberá tener discos con los drivers y licencias que se requieran. También se tendrá Backup con los diseños y principales softwares.

- Scanner 3D: Ya que este equipo requiere de alta especialización, se utilizará el servicio posventa del proveedor, el cual cobrará una tarifa acorde al mantenimiento realizado.

Tabla 5.14

Tipos de mantenimiento a la maquinaria y/o equipo

| Maquinaria/Equipo | Tipo de mantenimiento | Método utilizado | Frecuencia (días) |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Impresora 3D | Preventivo | Recambio | 20 |
| Computadora | Preventivo | Diagnóstico interno | 30 |
| Scanner 3D | Preventivo | Diagnóstico de terceros | 60 |

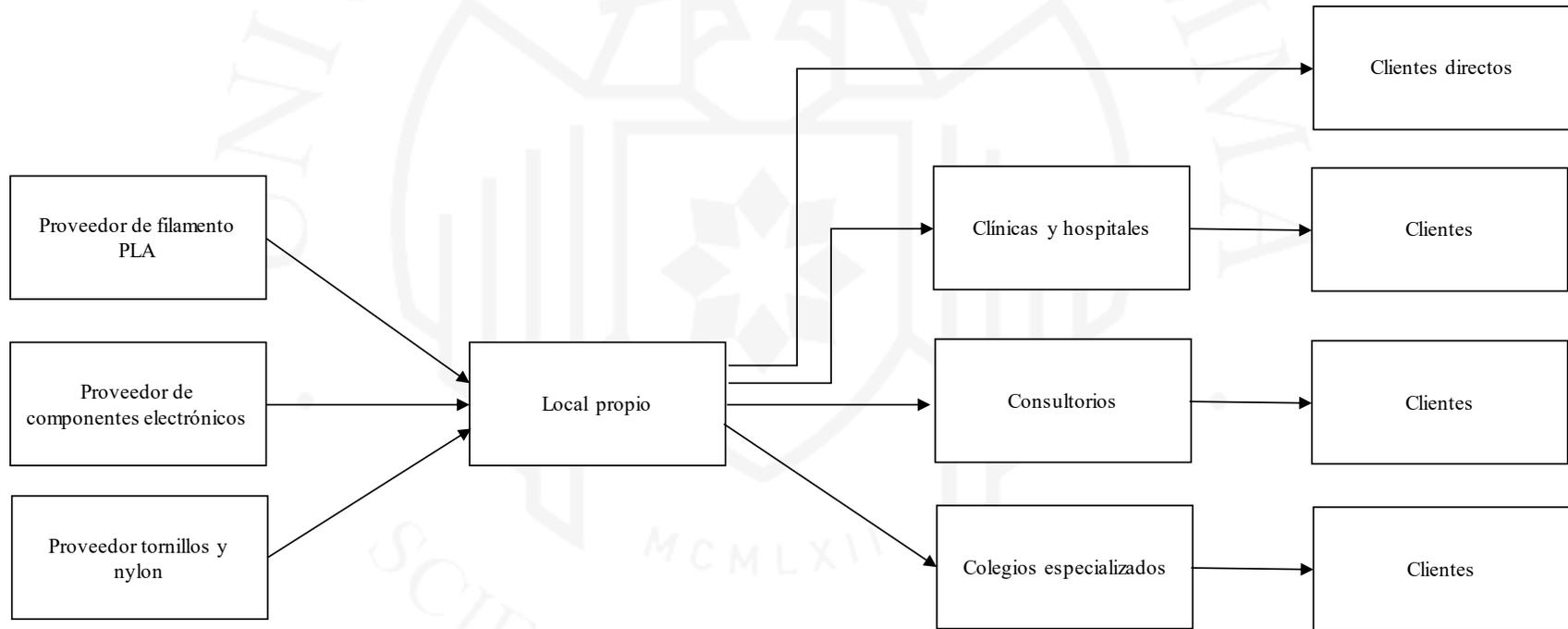
Todos los mantenimientos se efectuarán los domingos, ya que de esta forma no se ve afectado el tiempo disponible.

5.9. Diseño de cadena de suministro

Para una adecuada visualización de la cadena de suministros a implementar, se elaboró un esquema gráfico.

Figura 5.11

Diseño de la cadena de suministros



Ya que el sistema de fabricación es “Make to order” o MTO, es decir, se produce de acuerdo con el pedido del cliente, se diseñó la cadena de suministros para una máxima capacidad de respuesta, es decir alto grado de nivel de servicio. Empieza por el proceso de abastecimiento, en el cual participan 3 principales proveedores de los materiales imprescindibles, es decir PLA, componentes electrónicos, cuerdas de nylon y tornillos.

Posteriormente, los materiales son entregados al local propio, donde se realizará el proceso de producción, de acuerdo con el proyecto solicitado por el cliente, nuestra red principal de clientes consta de clínicas, hospitales, consultorios médicos, colegios especializados y también clientes o usuarios directos.

5.10. Programa de producción

Como el sistema de producción es Made To Order, se produce en función a lo que el cliente solicita o requiere, es decir que para el presente estudio se asume que todo lo que se produce se vende, no habrá inventarios.

Tabla 5.15

Programa de producción en unidades

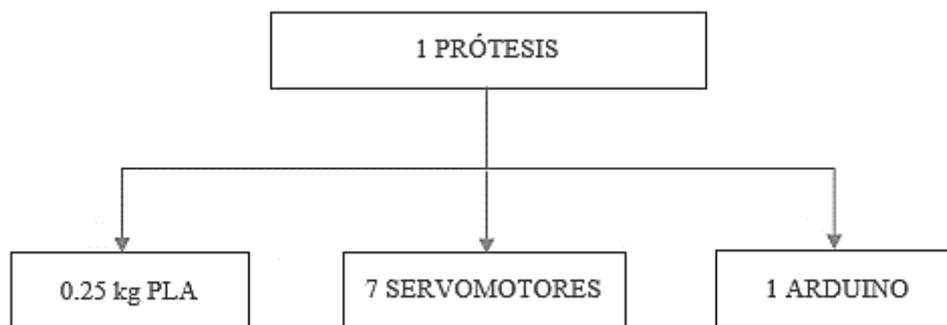
| Año | Demanda del Proyecto (unidades) | Producción Anual (unidades) | Producción Mensual (unidades) |
|-------------|--|------------------------------------|--------------------------------------|
| 2018 | 1 248 | 1 248 | 104 |
| 2019 | 1 422 | 1 422 | 119 |
| 2020 | 1 601 | 1 601 | 134 |
| 2021 | 1 785 | 1 785 | 149 |
| 2022 | 1 975 | 1 975 | 165 |
| 2023 | 2 170 | 2 170 | 181 |

Según el programa de producción anual establecido, se realiza el Plan Maestro de Producción por semanas y meses considerando los inventarios, unidades y pedidos planificados.

Tabla 5.16*Plan maestro de producción*

| Año 2023 | Ene-23 | | | | Feb-23 | | | | Mar-23 | | | |
|-----------------------------|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 |
| Inventario Inicial | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ft (Unidades pronosticadas) | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Ot (Pedidos de clientes) | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Inventario Final | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

A partir de la generación del Plan Maestro, se realiza el diagrama de Gozinto para identificar los materiales a requerir por una unidad producida.

Figura 5.12*Diagrama de Gozinto*

Además, se establecerá el tamaño de lote, lead time, stock de seguridad, recepciones programadas e inventario disponible de los materiales principales diagramados en la figura 5.12.

Tabla 5.17*Data de MRPII por material*

| | Recepciones programadas | Lote | SS | LT | Inventario Disponible |
|--------------|-------------------------|------|----|----------|-----------------------|
| PLA | 0 | 10 | 1 | 1 Semana | 0 |
| SERVOMOTORES | 0 | 2 | 7 | 1 Semana | 0 |
| ARDUINO | 0 | 10 | 1 | 1 Semana | 0 |

Con esta información se realizará el MRPII por semanas y se obtendrá el requerimiento neto de materiales por prótesis.

Tabla 5.18

Planificador de las necesidades de material II

| Año 2023 PLA (rollos) | Dic-22 | Ene-23 | | | | Feb-23 | | | | Mar-23 | | | |
|--------------------------|--------|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 |
| MPS | | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Requerimientos Brutos | | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Recepciones programadas | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inventario Disponible | | 8 | 6 | 4 | 2 | 10 | 8 | 6 | 4 | 2 | 10 | 8 | 6 |
| Requerimientos Netos | | 20 | 10 | 10 | 10 | 20 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 10 | 10 |
| Lanzamiento | 20 | 10 | 10 | 10 | 20 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 10 | 10 | 10 |

| Año 2023 Servomotores (UND) | Dic-22 | Ene-23 | | | | Feb-23 | | | | Mar-23 | | | |
|--------------------------------|--------|--------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|
| | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 |
| MPS | | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 |
| Requerimientos Brutos | | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 |
| Recepciones programadas | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inventario Disponible | | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 |
| Requerimientos Netos | | 322 | 316 | 314 | 316 | 314 | 316 | 314 | 315 | 314 | 316 | 314 | 316 |
| Lanzamiento | 322 | 316 | 314 | 316 | 314 | 316 | 314 | 316 | 314 | 316 | 314 | 316 | 314 |

| Año 2023 Arduino (UND) | Dic-22 | Ene-23 | | | | Feb-23 | | | | Mar-23 | | | |
|---------------------------|--------|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 |
| MPS | | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Requerimientos Brutos | | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Recepciones programadas | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inventario Disponible | | 5 | 10 | 5 | 10 | 5 | 10 | 5 | 10 | 5 | 10 | 5 | 10 |
| Requerimientos Netos | | 50 | 50 | 40 | 50 | 40 | 50 | 40 | 50 | 40 | 50 | 40 | 50 |
| Lanzamiento | 50 | 50 | 40 | 50 | 40 | 50 | 40 | 50 | 40 | 50 | 40 | 50 | 40 |

5.11. Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto.

5.11.1. Materia prima, insumos y otros materiales.

La principal materia prima por utilizar es el filamento de PLA, el cual tiene el siguiente requerimiento durante toda la vida del proyecto. A partir del año 2021 es constante debido a que tiene un límite por la capacidad instalada.

Tabla 5.19*Requerimiento de insumos por año en kg*

| Requerimientos / año | Unidad | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|-----------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Filamento PLA | Kg | 312,00 | 355,50 | 400,25 | 446,25 | 493,75 | 542,50 |
| Tornillo | Unidades | 42 432,00 | 48 348,00 | 54 434,00 | 60 690,00 | 67 150,00 | 73 780,00 |
| Cuerda de nylon | Metros | 4 992,00 | 5 668,00 | 6 404,00 | 7 140,00 | 7 900,00 | 8 680,00 |
| Pantalla LCD | Unidades | 1 248,00 | 1 422,00 | 1 601,00 | 1 785,00 | 1 975,00 | 2 170,00 |
| Poleas | Unidades | 6 240,00 | 7 110,00 | 8 005,00 | 8 925,00 | 9 875,00 | 10 850,00 |
| Servomotores | Unidades | 8 736,00 | 9 954,00 | 11 207,00 | 12 495,00 | 13 825,00 | 15 190,00 |
| Cables jumper | Unidades | 24 960,00 | 28 440,00 | 32 020,00 | 35 700,00 | 39 500,00 | 43 400,00 |
| Baterías de litio | Unidades | 2 496,00 | 2 844,00 | 3 202,00 | 3 570,00 | 3 950,00 | 4 340,00 |
| Resistencias | Unidades | 24 960,00 | 28 440,00 | 32 020,00 | 35 700,00 | 39 500,00 | 43 400,00 |
| Arduino | Unidades | 1 248,00 | 1 422,00 | 1 601,00 | 1 785,00 | 1 975,00 | 2 170,00 |
| RTC | Unidades | 1 248,00 | 1 422,00 | 1 601,00 | 1 785,00 | 1 975,00 | 2 170,00 |
| Protoboard | Unidades | 1 248,00 | 1 422,00 | 1 601,00 | 1 785,00 | 1 975,00 | 2 170,00 |
| Estaño | Kg | 2,50 | 2,84 | 3,20 | 3,57 | 3,95 | 4,34 |
| Decapante | Kg | 12,48 | 14,22 | 16,01 | 17,85 | 19,75 | 21,70 |
| Sensor de temperatura | Unidades | 1 248,00 | 1 422,00 | 1 601,00 | 1 785,00 | 1 975,00 | 2 170,00 |
| Sensor de presión | Unidades | 1 248,00 | 1 422,00 | 1 601,00 | 1 785,00 | 1 975,00 | 2 170,00 |
| Sensor EMG | Unidades | 1 248,00 | 1 422,00 | 1 601,00 | 1 785,00 | 1 975,00 | 2 170,00 |
| Cajas | Unidades | 1 248,00 | 1 422,00 | 1 601,00 | 1 785,00 | 1 975,00 | 2 170,00 |

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

Los servicios con los cuales contará la empresa son:

- **Energía:** La energía eléctrica es imprescindible para el funcionamiento de las computadoras, impresoras 3d y scanner, microondas, refrigeradora, así como para la iluminación de las oficinas y de toda la planta.
- **Gas:** Debido a que las cocinas del comedor funcionan a base de gas.
- **Agua:** Se requiere agua potable para los servicios higiénicos.

5.11.3. Determinación del número de trabajadores indirectos.

Personal Indirecto:

- Se requiere de personal de vigilancia, por motivos de seguridad se dispondrá de 1 vigilante cada 8 horas, es decir, 3 personas dedicadas a seguridad.
- Para el comedor, sólo se dispondrá de 1 cocinero.
- Para las oficinas, el comedor y la planta se contará con 1 colaborador para limpiar las estaciones de trabajo.

Servicios de terceros:

- Traslado de materia prima e insumos: Se adquirirá el servicio de algún operador logístico para el traslado de materiales en grandes volúmenes.
- Distribución del producto terminado a clientes corporativos.
- Como se observó en el programa de mantenimiento, el scanner 3D y las impresoras 3D requieren de alto grado de especialización para su mantenimiento, por lo cual se recurre a las mismas empresas, ya que cuentan con un servicio posventa.

5.12. Disposición de planta

5.12.1. Características físicas del proyecto

Este proyecto cuenta con un área administrativa que se subdividirá en área de proyectos, procesos y T.I, área de logística, área comercial y de marketing, área de recursos humanos, área de contabilidad, gerencia general, secretaría y oficina del asesor legal.

Además, tiene un tópico, un comedor con cocina, una recepción, vigilancia, estacionamientos, baños administrativos y de uso de los clientes, baños de producción y vestidores.

Por último, el área de producción se subdividirá en almacén de Materia Prima y de EPPS, almacén de productos terminados, zona productiva, área de mantenimiento, área de calidad y área de diseño.

5.12.2. Determinación de las zonas físicas requeridas

- **Servicios higiénicos:** La planta cuenta con baños de uso de administrativos y de clientes y baños para el área de producción. Estos contarán con lavaderos para manos, secadores, inodoros, urinarios para el de hombres y tachos de basura. Cabe

mencionar que contarán con las medidas reglamentarias mínimas de 2,3 m por 1,6 m para el uso de personas con discapacidad. Para el resto de los baños medirán como mínimo 1,2 m por 0,9 m.

- **Oficinas:** Se construirán 6 subáreas en el área administrativa, contarán con teléfonos, impresoras, escritorios, estantes, computadoras, etc.
- **Estacionamiento:** En primer lugar, se utilizará esta área para la recepción de materiales e insumos. En segundo lugar, servirá para el uso de los trabajadores que cuenten con movilidad propia y también para clientes y socios. Habrá espacios limitados de 5 espacios y tendrán medidas de 2,6 m por 2,8 m por espacio. Además, se tendrá 2 espacio de 3,9 m por 5 m para el uso de personas con discapacidad.
- **Vías de acceso y Señalización:** La edificación contará con las señales adecuadas y requeridas para la entrada y salida de esta, asimismo, las puertas de acceso tendrán las medidas reglamentarias para evitar tumultos y accidente en casos de emergencia. Cabe resaltar que se contará con tipos de señalización de prevención, información, obligación y prohibición.
- **Comedor:** Este será construido para el uso de los colaboradores de la empresa, invitados y clientes, donde podrán comprar comida, calentarla y tomar su refrigerio. Mide 7,8 m de largo por 5,4 m de ancho.
- **Servicios de salud:** La edificación contará con un tópico en el que se atenderá a los colaboradores que sufran algún tipo de accidente menor, como caídas, pinchazos, cortes y quemaduras de menor grado.
- **Vigilancia:** Se contará con personal de seguridad, para monitorear las entradas y salidas de la empresa.
- **Sala de muestra, medición y capacitación:** Esta servirá para el uso del cliente, en el cual podrá probar los nuevos prototipos, elegir el que más le guste y proceder a que le tomen las medidas. Además, servirá cuando el cliente recoja el producto y se capacite para su correcto uso.

5.12.3. Cálculo de áreas para cada zona

Tabla 5.20

Cálculo de áreas mediante Guerchett

| ELEMENTOS ESTÁTICOS | L o Diámetro | A | h | N | n | SS | SG | SS*n | SS*n*h | SE | ST |
|---------------------------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-------------|---------------|-----------|-----------|
| Replicator 5ta Gen. | 0,528 | 0,441 | 1,53 | 1 | 16 | 0,23 | 0,23 | 3,73 | 5,70 | 0,189 | 10,48 |
| Mesa de soldado | 0,5 | 0,5 | 1,12 | 1 | 4,00 | 0,25 | 0,25 | 1,00 | 1,12 | 0,203 | 2,81 |
| Mesa de pulido | 0,5 | 0,5 | 1,12 | 1 | 4,00 | 0,25 | 0,25 | 1,00 | 1,12 | 0,203 | 2,81 |
| Mesa de ensamble | 0,5 | 0,5 | 1,12 | 1 | 4,00 | 0,25 | 0,25 | 1,00 | 1,12 | 0,203 | 2,81 |
| Mesa de scanner 3D EinScan-Pro+ | 0,4 | 0,07 | 1,12 | 1 | 1,00 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,023 | 0,08 |
| Computadoras | 0,4 | 0,3 | 1,23 | 1 | 2,00 | 0,12 | 0,12 | 0,24 | 0,30 | 0,098 | 0,68 |
| ELEMENTOS MÓVILES | L | A | h | N | n | SS | SG | SS*n | SS*n*h | SE | ST |
| Operarios | 0,5 | 0,5 | 1,65 | | 4 | 0,25 | | 1 | 1,65 | 0,1017 | 1,407 |

| | | | |
|------------|-------|------------------|------------------|
| Hem | 1,342 | Largo (m) | Ancho (m) |
| Hee | 1,65 | | |
| k | 0,407 | 6,493 | 3,247 |

Según el método Guerchett la zona de producción medirá 6,058 m de largo por 3,029 m de ancho. Junto con todas las áreas tanto administrativas, de vigilancia, de recepción, comedor, tópico y demás, la planta medirá 22 m de largo por 20,7 m de ancho en total.

5.12.4. Dispositivos de seguridad industrial y señalización

a. Dispositivos de seguridad industrial

En la figura adjunta se muestra los EPP que los operarios deben usar antes de entrar al área productiva. Estos se encuentran en el almacén de materia prima.

Figura 5.13

Equipos de seguridad



Nota. De Determina el Equipo de Protección Personal, por CESE Consultores, 2014, (<https://ceseconsultores.com/estudio-determinar-equipo-de-proteccion-personal/>).

b. Señalización

La señalización tendrá 3 funciones:

- Para indicar los lugares por donde se puede y debe transitar

Figura 5.14

Señalización de vías transitorias

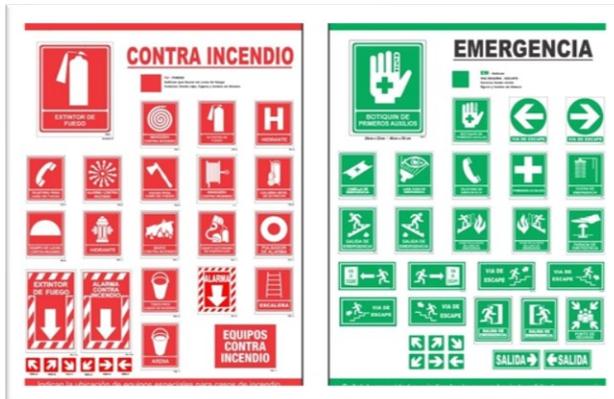


Nota. De Fabricación y Suministro de Señales, por CCIMA, 2015, (<https://www.ccimasenalizaciones.pe/>).

- Para indicar seguridad, advertencia y contra incendios

Figura 5.15

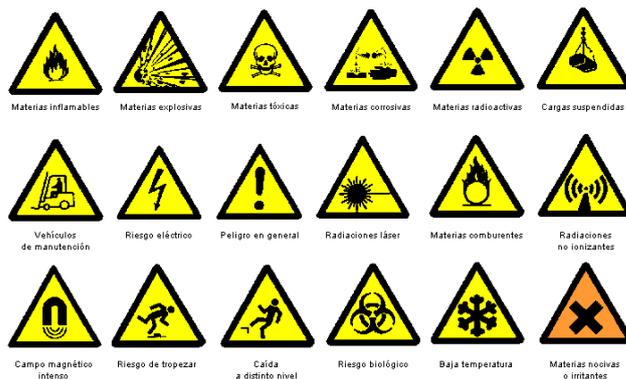
Señales de seguridad



Nota. De *Fabricación y Suministro de Señales*, por CCIMA, 2015, (<https://www.ccimasenalizaciones.pe/>).

Figura 5.16

Señales de seguridad



Nota. De *Fabricación y Suministro de Señales*, por CCIMA, 2015, (<https://www.ccimasenalizaciones.pe/>).

- Para personas discapacitadas:

Figura 5.17

Señalización para personas discapacitadas



Nota. De *Fabricación y Suministro de Señales*, por CCIMA, 2015, (<https://www.ccimasenalizaciones.pe/>).

- Para los estacionamientos:

Figura 5.18

Señalización para estacionamientos



Nota. De *Señalización de Parques*, por Impexa Peru, 2016, (<http://www.impexaperu.com.pe/categoria/senalizacion-parques>).

- Baños:

Figura 5.19

Señalización de baños



Nota. De *Señalización de Baños*, por Pinterest, 2019, (<https://www.pinterest.com/pin/679199187537999766/>).

5.12.5. Disposición de detalle de la zona productiva

Para la correcta distribución de las áreas se realizó un estudio mediante el método de diagrama relacional.

Tabla 5.21

Tabla relacional de actividades

| Tabla relacional de actividades | |
|---------------------------------|---------------------------|
| Código | Valor de la Proximidad |
| A | Absolutamente necesario |
| E | Específicamente necesario |
| I | Importante |
| O | Normal u ordinario |
| U | Sin importancia |
| X | No deseable |
| XX | Altamente no deseable |

Tabla 5.22

Lista de motivos

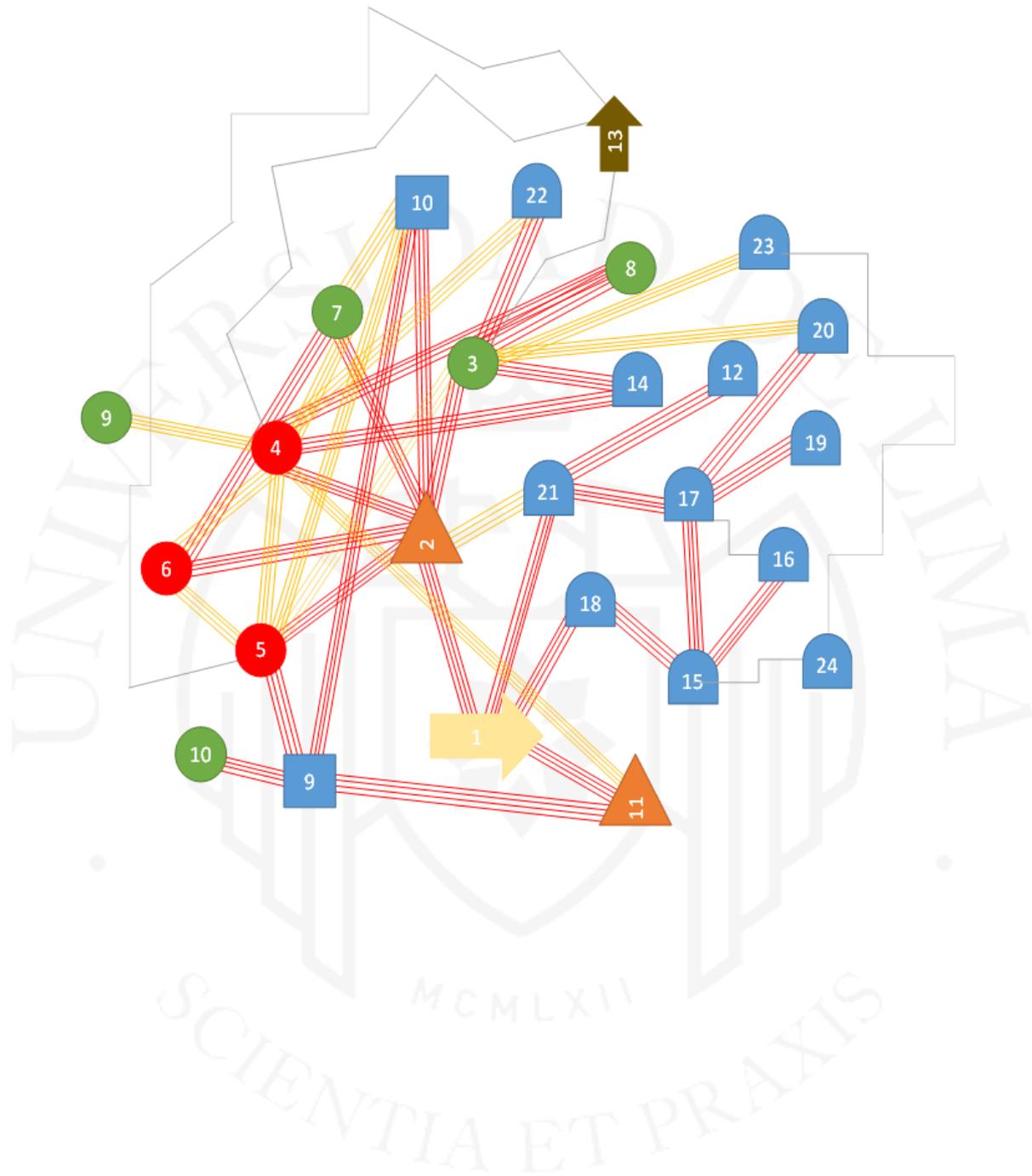
| Número | Motivos |
|--------|-----------------------------------|
| 1 | Flujo de materiales en el proceso |
| 2 | Mantener inocuidad alimentos |
| 3 | Ruidos y olores |
| 4 | Recepción y despacho |
| 5 | Conveniencia |
| 6 | Mismo personal |
| 7 | Coordinaciones |
| 8 | Verificación de Calidad |
| 9 | Control Continuo |
| 10 | Servicios para el personal |

Tabla 5.23*Resumen de la tabla relacional de actividades*

| A | | E | | X | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 1-2 | 6-10 | 2-21 | 13-15 | 1-23 | 10-12 |
| 1-11 | 6-14 | 3-5 | 13-20 | 2-12 | 10-13 |
| 1-18 | 7-9 | 3-20 | 21-22 | 2-22 | 9-12 |
| 1-21 | 4-14 | 3-23 | 22-23 | 2-24 | 9-13 |
| 2-3 | 8-14 | 4-5 | 23-24 | 3-12 | 7-12 |
| 2-4 | 9-10 | 4-6 | 21-23 | 3-13 | 7-13 |
| 2-5 | 9-11 | 4-7 | 21-24 | 4-12 | 6-12 |
| 2-6 | 9-14 | 4-9 | 22-24 | 4-13 | 6-13 |
| 2-7 | 10-11 | 4-10 | 10-20 | 5-12 | 14-17 |
| 2-10 | 13-17 | 4-11 | 7-11 | 5-13 | 14-18 |
| 3-8 | 13-18 | 4-20 | 7-20 | 18-19 | 14-19 |
| 3-14 | 14-16 | 4-22 | 8-20 | 16-17 | 13-16 |
| 4-8 | 15-16 | 5-6 | 9-20 | 15-24 | 13-19 |
| 4-14 | 15-17 | 5-7 | 6-8 | | |
| 5-8 | 15-18 | 5-10 | 6-20 | | |
| 5-9 | 15-19 | 5-20 | 7-10 | | |
| 5-14 | 16-18 | | | | |
| 6-7 | 16-19 | | | | |
| 6-9 | 17-19 | | | | |
| 3-22 | 12-21 | | | | |
| 17-23 | 17-20 | | | | |
| 17-24 | 17-21 | | | | |
| 17-22 | | | | | |

Figura 5.21

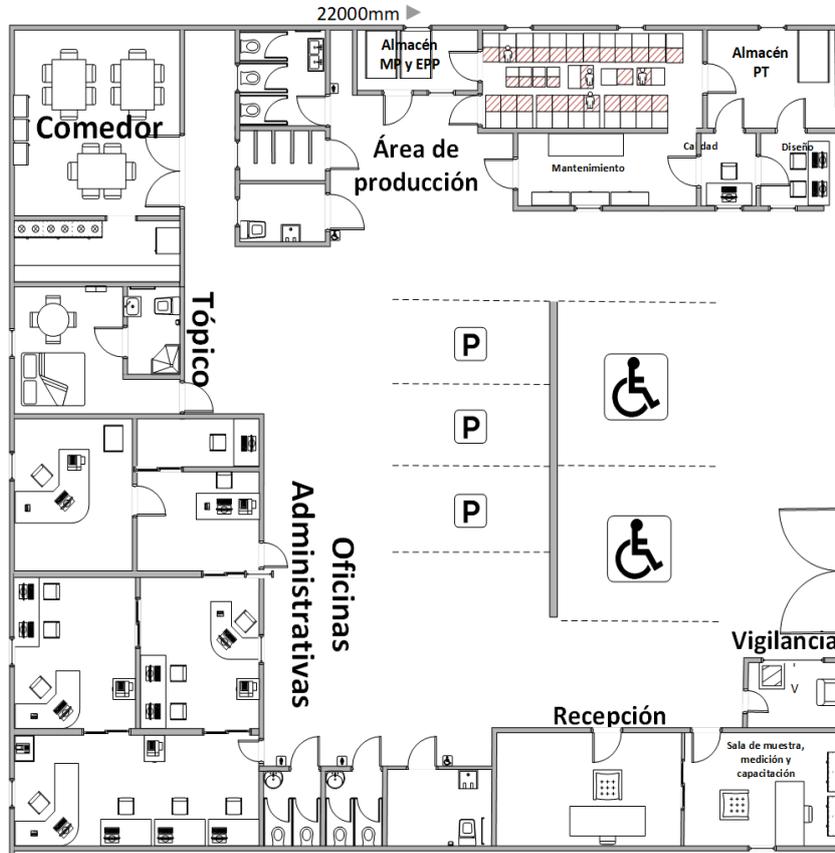
Diagrama relacional



5.12.6. Disposición general

Figura 5.22

Plano de la Planta



| PLANO DE DISTRIBUCIÓN: | | | |
|--|---|------------------------|--|
| PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PRÓTESIS DE EXTREMIDADES EN BASE A TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN 3D Y ARDUINO | | | |
| Universidad de Lima Facultad de Ingeniería y Arquitectura | Dibujantes: Krystel Arrue Italo Pratolongo | Escala: 1:50 | Área total: 456 m ² |

5.13. Cronograma de implementación del proyecto

Tabla 5.24

Cronograma del proyecto

| Tiempo de Implementación | Cantidad de días | Fecha de inicio | Fecha de fin |
|---|-------------------------|------------------------|---------------------|
| Descripción | | | |
| 1. Estudio de Mercado : Viabilidad del proyecto en el mercado | 11 | 1/08/2018 | 15/08/2018 |
| 2. Estudio de Impacto Ambiental: Evaluación y Correcciones a implementar con los posibles daños ambientales. | 6 | 16/08/2018 | 23/08/2018 |
| 3. Estudio Económico y Financiero: Búsqueda de la rentabilidad y de la tasa más factible y proyectar Amortizaciones e Interés a pagar en la vida del proyecto. | 7 | 16/08/2018 | 24/08/2018 |
| 4. Constitución de la Empresa | 10 | 27/08/2018 | 7/09/2018 |
| 5. Estudio de Pago a Mano de Obra: Especificación de sueldos con CTS. | 3 | 10/09/2018 | 12/09/2018 |
| 6. Constitución de la empresa: Adopción de personalidad jurídica | 10 | 13/09/2018 | 26/09/2018 |
| 7. Adquisición de terreno: Evaluación de zonas y de licencias necesaria. | 12 | 27/09/2018 | 12/10/2018 |
| 8. Planos de Planta: Diseño Acotado. | 4 | 15/10/2018 | 18/10/2018 |
| 9. Construcción de Edificios: Planta Industrial | 14 | 19/10/2018 | 7/11/2018 |
| 10. Construcción de Oficinas: Administrativas | 11 | 19/10/2018 | 2/11/2018 |
| 11. Instalaciones eléctricas: Y ensayos o pruebas. | 9 | 5/11/2018 | 15/11/2018 |
| 12. Pago y Llegada de Maquinas: Desembolso del precio de las máquinas y transporte hasta la planta. | 2 | 16/11/2018 | 19/11/2018 |
| 13. Instalación de Máquinas: Según orden específico | 3 | 20/11/2018 | 22/11/2018 |
| 14. Adquisición de Muebles: Pago por muebles de zona administrativa. | 3 | 22/11/2018 | 26/11/2018 |
| 15. Pruebas de máquinas: Tanto unitarias como en conjunto. | 4 | 27/11/2018 | 30/11/2018 |
| 16. Control: De correcto funcionamiento de máquinas. | 3 | 3/12/2018 | 5/12/2018 |
| 17. Corregir errores: De instalación de máquinas, de instalación eléctrica, etc. | 7 | 6/12/2018 | 14/12/2018 |
| 18. Contratar Personal: Contratar operarios capacitados también personal administrativo, de marketing, logística, calidad, mantenimiento, etc. Además capacitarlos. | 20 | 3/12/2018 | 28/12/2018 |

CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

6.1. Formación de la organización empresarial

Como se ha observado en el capítulo anterior, la distribución de la edificación está en función a las necesidades y requerimientos del proyecto, dentro de los cuales se encuentra la cantidad de personal, y el espacio que requieran para el correcto desempeño de sus funciones. Para el presente proyecto se requerirá personal directivo, operativo, administrativo y de servicios.

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

A continuación, se presenta un cuadro con el número de personas requeridas por puesto y tipo de puesto.

Tabla 6.1*Requerimientos de personal*

| Número de personas | Nombre del puesto | Tipo de personal | Sueldo bruto mensual |
|--------------------|--|------------------|----------------------|
| 1 | Gerente general | Directivo | S/ 8 000,00 |
| 1 | Asesor legal | Administrativo | S/ 4 500,00 |
| 1 | Secretaria | Administrativo | S/ 1 800,00 |
| 1 | Coordinador comercial y de marketing | Administrativo | S/ 2 800,00 |
| 1 | Coordinador de logística | Administrativo | S/ 2 800,00 |
| 1 | Coordinador de proyectos y TI | Administrativo | S/ 2 800,00 |
| 1 | Coordinador de RRHH | Administrativo | S/ 2 800,00 |
| 1 | Coordinador de contabilidad | Administrativo | S/ 2 800,00 |
| 1 | Coordinador de servicios generales | Administrativo | S/ 2 800,00 |
| 3 | Vigilante | De servicio | S/ 1 000,00 |
| 1 | Cocinero | De servicio | S/ 1 000,00 |
| 1 | Operario de limpieza | De servicio | S/ 1 000,00 |
| 1 | Médico ocupacional | De servicio | S/ 4 000,00 |
| 4 | Operario | Operativo | S/ 1 100,00 |
| 1 | Jefe de producción | Administrativo | S/ 5 000,00 |
| 1 | Diseñador | Operativo | S/ 1 100,00 |
| 1 | Operario de mantenimiento | Operativo | S/ 1 100,00 |
| 1 | Encargado de seguridad y salud ocupacional | Administrativo | S/ 2 500,00 |
| 1 | Asistente social | Administrativo | S/ 2 300,00 |
| 1 | Recepcionista | Administrativo | S/ 1 800,00 |

Funciones generales de los principales puestos:

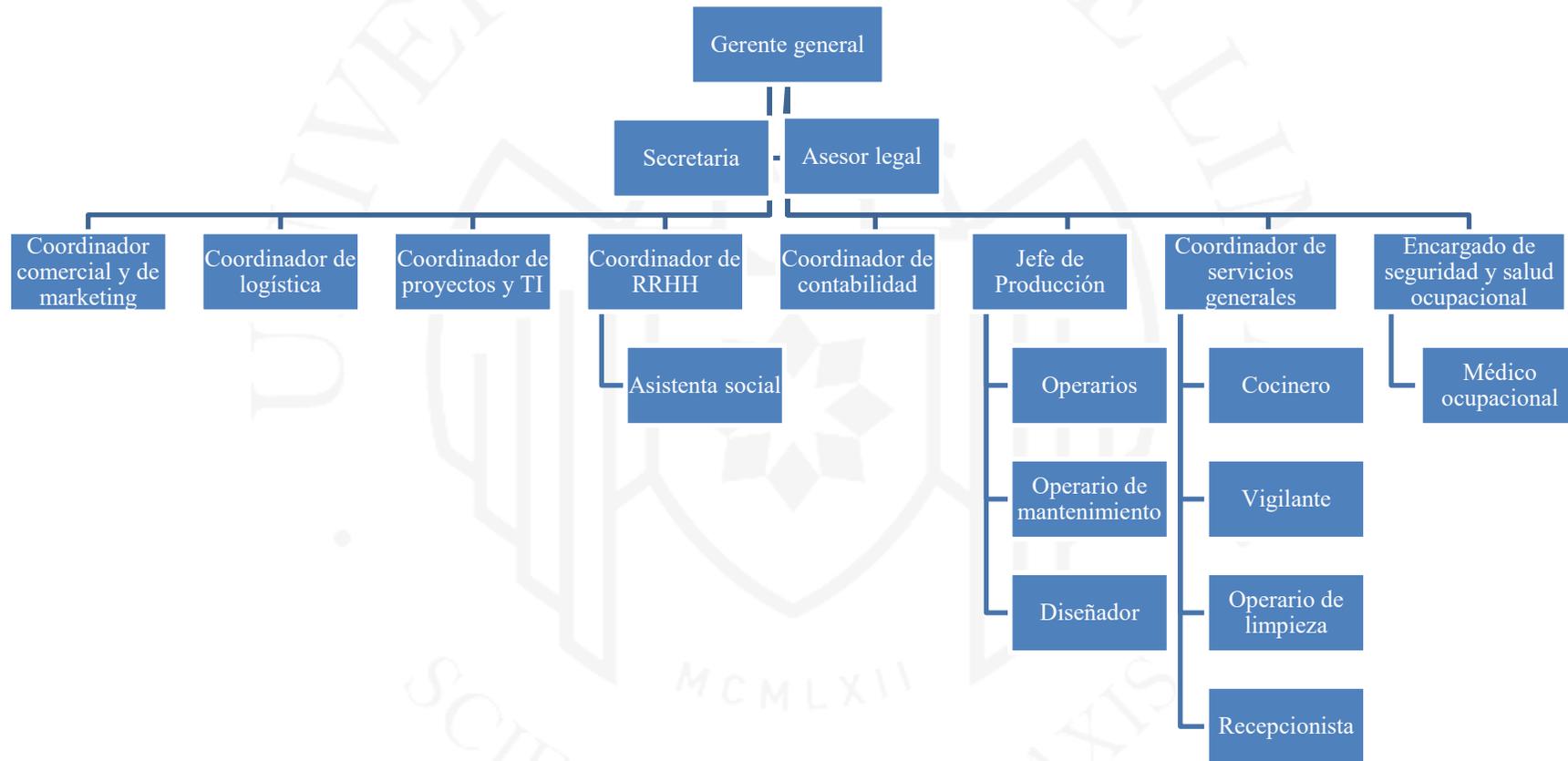
- Gerente general: Planificar, proponer, aprobar, dirigir y coordinar las actividades administrativas, comerciales, operativas y financieras de la empresa, además de resolver asuntos que el directorio solicite.
- Asesor legal: Coordinar, dirigir y controlar las actividades de índole legal, además de brindar asesoría legal a todas las áreas de la empresa.
- Secretaria: Apoyar y asistir al gerente general en la gestión de la agenda de actividades, atención al público y manejar información confidencial.
- Coordinador comercial y de marketing: Coordinar y realizar propuestas comerciales para los clientes, además de aprobar el plan de marketing.
- Analista: Analizar la información concerniente a su área para elaborar informes según requerimientos.

- Coordinador de logística: Planificar la estrategia para las actividades de la cadena de suministros de la empresa.
- Coordinador de proyectos y TI: Gestionar la adecuada implementación de diversos proyectos concernientes a cualquier área de la empresa.
- Coordinador de RRHH: Aprobar la planilla mensual, además de velar por el clima organizacional y los procesos de selección.
- Coordinador de contabilidad: Llevar a cabo la contabilidad general de la empresa, produciendo informes para la gerencia.
- Coordinador de servicios generales: Coordinar y dirigir al personal de servicio para una adecuada atención según el requerimiento de todas las áreas.
- Médico ocupacional: Revisar periódicamente a los colaboradores con el fin de detectar cualquier posible amenaza a la salud, además atenderá inmediatamente a los usuarios que tengan algún tipo de accidente menor.
- Jefe de planta: Implementar y ejecutar las políticas de calidad, medio ambiente, es responsable directo de todas las actividades concernientes al proceso productivo.
- Encargado de seguridad y salud ocupacional: Elaborar e implementar el plan de prevención contra riesgos. Brindar capacitaciones.
- Recepcionista: Atender al cliente de manera óptima, asegurando comodidad y buen trato durante todo el servicio brindado.
- Asistente social: Brindar información sobre beneficios adquiridos por el seguro, velar por que se cumplan los descansos médicos.

6.3. Esquema de la estructura organizacional

Figura 6.1

Organigrama funcional de la empresa



CAPÍTULO VII. PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

7.1. Inversiones.

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

Tabla 7.1

Inversiones tangibles e intangibles

Inversión Fija Tangible

| | |
|---------------|------------------------|
| Terreno | S/ 2 610 000,00 |
| Obras Civiles | S/ 54 000,00 |
| Maquinaria | S/ 240 226,00 |
| Total | S/ 2 904 226,28 |

Inversión Fija Intangible

| | |
|------------------------|----------------------|
| Estudios Previos | S/ 6 500,00 |
| Asesoría Legal Inicial | S/ 4 500,00 |
| Puesta en Marcha | S/ 100 000,00 |
| Capacitación | S/ 8 000,00 |
| Total | S/ 119 000,00 |

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

El Capital de trabajo se estimó con el método de máximo déficit acumulado. Este trabaja con el menor monto del Flujo Neto del mes más bajo en el primer año y trata de cubrir el déficit de este. Sin embargo, en este caso, al no ser negativo se necesita un Capital de Trabajo mínimo, el que se consideró como S/1,000.

Tabla 7.2

Capital de trabajo

| Flujo de Caja | Enero | Febrero | Marzo |
|----------------------|---------------|----------------|---------------|
| Ingreso | S/ 142 200,00 | S/ 189 600,00 | S/ 237 000,00 |
| Egreso | S/ 105 116,79 | S/ 115 174,05 | S/ 125 231,32 |
| Flujo Neto | S/ 37 083,21 | S/ 74 425,95 | S/ 111 768,68 |
| Caja Inicial | S/ 1 000,00 | S/ 38 083,21 | S/ 112 509,16 |
| Caja Final | S/ 38 083,21 | S/ 112 509,16 | S/ 224 277,84 |

7.2. Costos de producción

7.2.1. Costos de las materias primas.

En el siguiente cuadro se muestra los costos de los materiales a necesitar en los 5 años del proyecto.

Tabla 7.3

Costos de producción

| Costos/Año | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| PLA | S/ 35 550,00 | S/ 40 025,00 | S/ 44 625,00 | S/ 49 375,00 | S/ 54 250,00 |
| Tornillos | S/ 4 834,80 | S/ 5 443,40 | S/ 6 069,00 | S/ 6 715,00 | S/ 7 378,00 |
| Cuerda de nylon | S/ 1 133,60 | S/ 1 280,80 | S/ 1 428,00 | S/ 1 580,00 | S/ 1 736,00 |
| Pantalla LCD | S/ 21 330,00 | S/ 24 015,00 | S/ 26 775,00 | S/ 29 625,00 | S/ 32 550,00 |
| Poleas | S/ 7 110,00 | S/ 8 005,00 | S/ 8 925,00 | S/ 9 875,00 | S/ 10 850,00 |
| Servomotores | S/ 159 264,00 | S/ 179 312,00 | S/ 199 920,00 | S/ 221 200,00 | S/ 243 040,00 |
| Cables jumper | S/ 5 688,00 | S/ 6 404,00 | S/ 7 140,00 | S/ 7 900,00 | S/ 8 680,00 |
| Baterías de litio | S/ 45 504,00 | S/ 51 232,00 | S/ 57 120,00 | S/ 63 200,00 | S/ 69 440,00 |
| Resistencias | S/ 8 532,00 | S/ 9 606,00 | S/ 10 710,00 | S/ 11 850,00 | S/ 13 020,00 |
| RTC | S/ 8 532,00 | S/ 9 606,00 | S/ 10 710,00 | S/ 11 850,00 | S/ 13 020,00 |
| Protoboard | S/ 17 064,00 | S/ 19 212,00 | S/ 21 420,00 | S/ 23 700,00 | S/ 26 040,00 |
| Estaño | S/ 85,20 | S/ 96,00 | S/ 107,10 | S/ 118,50 | S/ 130,20 |
| Decapante | S/ 142,20 | S/ 160,10 | S/ 178,50 | S/ 197,50 | S/ 217,00 |
| Sensor de temperatura | S/ 21 330,00 | S/ 24 015,00 | S/ 26 775,00 | S/ 29 625,00 | S/ 32 550,00 |
| Sensor de presión | S/ 22 752,00 | S/ 25 616,00 | S/ 28 560,00 | S/ 31 600,00 | S/ 34 720,00 |
| Arduino | S/ 127 980,00 | S/ 144 090,00 | S/ 160 650,00 | S/ 177 750,00 | S/ 195 300,00 |
| Sensor EMG | S/ 113 760,00 | S/ 128 080,00 | S/ 142 800,00 | S/ 158 000,00 | S/ 173 600,00 |
| Costo Materia Prima | S/ 600 591,80 | S/ 676 198,30 | S/ 753 912,60 | S/ 834 161,00 | S/ 916 521,20 |
| Cajas | S/ 2 844,00 | S/ 3 202,00 | S/ 3 570,00 | S/ 3 950,00 | S/ 4 340,00 |
| Costo Embalaje | S/ 2 844,00 | S/ 3 202,00 | S/ 3 570,00 | S/ 3 950,00 | S/ 4 340,00 |
| Material Directo | S/ 603 435,80 | S/ 679 400,30 | S/ 757 482,60 | S/ 838 111,00 | S/ 920 861,20 |

7.2.2. Costo de la mano de obra directa.

En el siguiente cuadro se muestra el MOD del proyecto que se mantendrá constante durante los 5 años.

Tabla 7.4

Costo de MOD

| Número de personas | Nombre del puesto | Tipo de personal | Sueldo bruto mensual | Salario Anual total |
|--------------------|-------------------|------------------|----------------------|---------------------|
| 4 | Operario | Operativo | S/ 1 100,00 | S/ 61 600,00 |

7.2.3. Costo indirecto de fabricación

En el siguiente cuadro se muestran los costos del Jefe de Producción como CIF y de los servicios requeridos para laborar en un año. Se estima que el comportamiento es el mismo en los siguientes 5 años.

Tabla 7.5

Costos del CIF

| Costo Fijo | Planta |
|------------------|---------------------|
| Sueldos | S/ 70 000,00 |
| Electricidad | S/ 13 200,00 |
| Agua | S/ 8 400,00 |
| Teléfono | S/ 7 200,00 |
| CIF Total | S/ 98 800,00 |

7.3. Presupuesto operativo.

7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas.

Debido a que se venderá la misma cantidad que se produce se ha estimado los siguientes ingresos en los 5 años del proyecto.

Tabla 7.6

Ingreso por ventas

| Requerimientos / Año | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Demanda del Proyecto (Prótesis) | 1 422,00 | 1 601,00 | 1 785,00 | 1 975,00 | 2 170,00 |
| Precio Unitario (S// Prótesis) | S/ 2 000,00 |
| Ingresos (S// Año) | S/ 2 844 000,00 | S/ 3 202 000,00 | S/ 3 570 000,00 | S/ 3 950 000,00 | S/ 4 340 000,00 |

7.3.2. Presupuesto operativo de costos.

Tabla 7.7

Presupuesto operativo de costos

| Requerimientos / Año | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| Material Directo | S/ 603 435,80 | S/ 679 400,30 | S/ 757 482,60 | S/ 838 111,00 | S/ 920 861,20 |
| MOD | S/ 61 600,00 |
| CIF | S/ 98 800,00 |
| Costo Total de Producción | S/ 763 835,80 | S/ 839 800,30 | S/ 917 882,60 | S/ 998 511,00 | S/ 1 081 261,20 |
| Costo Unitario de Producción | S/ 612,048 | S/ 590,577 | S/ 573,318 | S/ 559,390 | S/ 547,474 |

7.3.3. Presupuesto operativo de gastos.

Tabla 7.8

Presupuestos operativos de gastos

| Gastos / Año | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Gastos de administración | S/ 696 100,00 |
| Gastos de ventas | S/ 42 840,00 | S/ 46 420,00 | S/ 50 100,00 | S/ 53 900,00 | S/ 57 800,00 |
| Gastos financieros | S/ 151 461,54 | S/ 168 425,23 | S/ 126 318,92 | S/ 84 212,62 | S/ 42 106,31 |
| Gastos Totales | S/ 890 401,54 | S/ 910 945,23 | S/ 872 518,92 | S/ 834 212,62 | S/ 796 006,31 |

7.4. Presupuestos financieros

7.4.1. Presupuesto de servicio de deuda.

En los datos se toma en consideración la TEA promedio brindada por la SBS para las pequeñas empresas con préstamos a más de 360 días.

Tabla 7.9

Datos de financiamiento

| Datos para Financiamiento | | |
|---------------------------|------------------------|-----------------|
| Aporte | Inversión Total | S/ 3 380 837,90 |
| 60% | Aporte propio | S/ 2 028 502,74 |
| 40% | Financiamiento | S/ 1 352 335,16 |
| | TEA | 17,78% |

Tabla 7.10

Servicio de deuda con cuotas decrecientes

| Años | Saldo inicial | Amortización | interés | Cuota | Saldo Final |
|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| 2019 | S/ 1 352 335,16 | S/ - | S/ 151 461,54 | S/ - | S/ 1 503 796,70 |
| 2020 | S/ 1 503 796,70 | S/ 375 949,17 | S/ 168 425,23 | S/ 544 374,40 | S/ 1 127 847,52 |
| 2021 | S/ 1 127 847,52 | S/ 375 949,17 | S/ 126 318,92 | S/ 502 268,10 | S/ 751 898,35 |
| 2022 | S/ 751 898,35 | S/ 375 949,17 | S/ 84 212,62 | S/ 460 161,79 | S/ 375 949,17 |
| 2023 | S/ 375 949,17 | S/ 375 949,17 | S/ 42 106,31 | S/ 418 055,48 | S/ - |

7.4.2. Presupuesto de estado resultado.

El presupuesto del E.E.R.R en los 5 años del proyecto y en el año pre- operativo, toma en consideración una tasa de 29,5% de impuesto a la renta. Además, no presenta gastos financieros porque presenta un servicio de deuda con gracia total.

Tabla 7.11

Estados de resultados

| Año | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Ventas | | S/ 2 844 000,00 | S/ 3 202 000,00 | S/ 3 570 000,00 | S/ 3 950 000,00 | S/ 4 340 000,00 |
| (-) Costo de ventas | | S/ 763 835,80 | S/ 839 800,30 | S/ 917 882,60 | S/ 998 511,00 | S/ 920 861,20 |
| (=) Utilidad bruta | | S/ 2 080 164,20 | S/ 2 362 199,70 | S/ 2 652 117,40 | S/ 2 951 489,00 | S/ 3 419 138,80 |
| (-) Gastos administración | | S/ 696 100,00 |
| (-) Gastos de ventas | | S/ 42 840,00 | S/ 46 420,00 | S/ 50 100,00 | S/ 53 900,00 | S/ 57 800,00 |
| (-) Depreciación | | S/ 39 275,17 |
| (-) Amortización de intangibles | | S/ 11 900,00 |
| (=) Utilidad operativa | | S/ 1 290 049,03 | S/ 1 568 504,53 | S/ 1 854 742,23 | S/ 2 150 313,83 | S/ 2 614 063,63 |
| (-) Gastos financieros | | | S/ 168 425,23 | S/ 126 318,92 | S/ 84 212,62 | S/ 42 106,31 |
| (=) Utilidad antes de impuestos | | S/ 1 290 049,03 | S/ 1 400 079,30 | S/ 1 728 423,31 | S/ 2 066 101,21 | S/ 2 571 957,32 |
| (-) Impuestos (29,5%) | | S/ 380 564,46 | S/ 413 023,39 | S/ 509 884,88 | S/ 609 499,86 | S/ 758 727,41 |
| (=) Utilidad Neta | | S/ 909 484,56 | S/ 987 055,91 | S/ 1 218 538,43 | S/ 1 456 601,36 | S/ 1 813 229,91 |
| (-) Reserva legal | | S/ 90 948,46 | S/ 98 705,59 | S/ 121 853,84 | S/ 94 192,66 | |
| (=) Utilidad de libre disposición | | S/ 818 536,11 | S/ 888 350,31 | S/ 1 096 684,59 | S/ 1 362 408,70 | S/ 1 813 229,91 |

7.4.3. Presupuesto de estado de situación financiera (apertura).

Tabla 7.12

Estado de situación financiera

| Activos | | |
|-------------------------|-----------|---------------------|
| Caja | S/ | 1 537 544,89 |
| Cuentas por cobrar | S/ | 142 200,00 |
| Inventarios | S/ | - |
| Activo Fijo Total | S/ | 3 072 489,00 |
| Depreciación Acumulada | -S/ | 51 175,17 |
| Total de Activos | S/ | 4 701 058,72 |

| Pasivos y Patrimonio | | |
|--------------------------------------|-----------|---------------------|
| Cuentas por pagar a proveedores | S/ | 30 171,79 |
| Deuda por pagar | S/ | 1 352 335,16 |
| Tributos por pagar | S/ | 380 564,46 |
| Capital Social | S/ | 2 028 502,74 |
| Reserva Legal | S/ | 90 948,46 |
| Utilidades Retenidas | S/ | 818 536,11 |
| Total de Pasivos y Patrimonio | S/ | 4 701 058,72 |

7.4.4. Flujo de fondos netos.

7.4.4.1. Flujo de fondos económicos.

Tabla 7.13

Flujo de fondos económicos.

| | |
|------------|--------|
| COK | 21,91% |
|------------|--------|

Los inversionistas están dejando de invertir en otros proyectos por una ganancia del 21,91%

| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---|-------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Utilidad Neta | | S/ 818 536,11 | S/ 909 484,56 | S/ 987 055,91 | S/ 1 218 538,43 | S/ 1 456 601,36 |
| Depreciación de Activos Tangible | | S/ 39 275,17 | S/ 39 275,17 | S/ 39 275,17 | S/ 39 275,17 | S/ 39 275,17 |
| Amortización | | S/ 11 900,00 | S/ 11 900,00 | S/ 11 900,00 | S/ 11 900,00 | S/ 11 900,00 |
| Valor en libros | | | | | | S/ 2 816 613,14 |
| Capital de Trabajo | | | | | | S/ 1 000,00 |
| (-) Inversión Inicial | -S/ 3 380 837,90 | | | | | |
| Flujo Neto de Fondos Económicos | -S/ 3 380 837,90 | S/ 869 711,28 | S/ 960 659,74 | S/ 1 038 231,08 | S/ 1 269 713,60 | S/ 4 325 389,67 |

7.4.4.2. Flujo de fondos financieros.

Tabla 7.14

Flujo de fondos financieros

| | |
|------|--------|
| CPPC | 18,16% |
|------|--------|

| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| UDI | | S/ 818 536,11 | S/ 888 350,31 | S/ 1 096 684,59 | S/ 1 362 408,70 | S/ 1 813 229,91 |
| UAI Económica | | S/ 1 161 044,13 | S/ 1 260 071,37 | S/ 1 555 580,98 | S/ 1 932 494,61 | S/ 2 571 957,32 |
| (-) Interés | | | S/ 168 425,23 | S/ 126 318,92 | S/ 84 212,62 | S/ 42 106,31 |
| UAI | | S/ 1 161 044,13 | S/ 1 091 646,14 | S/ 1 429 262,05 | S/ 1 848 281,99 | S/ 2 529 851,01 |
| IMPUESTO | | S/ 342 508,02 | S/ 322 035,61 | S/ 421 632,31 | S/ 545 243,19 | S/ 746 306,05 |
| UNETA | | S/ 818 536,11 | S/ 769 610,53 | S/ 1 007 629,75 | S/ 1 303 038,80 | S/ 1 783 544,96 |
| Depreciación de Activos Tangibles | | S/ 39 275,17 |
| Amortización | | S/ 11 900,00 |
| Valor en Libros | | | | | | S/ 2 816 613,14 |
| Capital de Trabajo | | | | | | S/ 1 000,00 |
| Inversión Inicial | -S/ 3 380 837,90 | | | | | |
| Préstamo | S/ 1 352 335,16 | | | | | |
| (-) Amortización de Deuda | | S/ - | S/ 375 949,17 | S/ 375 949,17 | S/ 375 949,17 | S/ 375 949,17 |
| Flujo Neto de Fondos Financieros | -S/ 2 028 502,74 | S/ 869 711,28 | S/ 444 836,53 | S/ 682 855,74 | S/ 978 264,80 | S/ 4 276 384,10 |

7.5. Evaluación económica y financiera.

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

Para la evaluación económica y financiera fue necesario obtener el Costo Capital del inversionista (COK), utilizando la metodología del Capital Asset Pricing Model (CAPM), donde:

$$CAPM = Rf + \beta \times (Rm - Rf) + Rp$$

Tasa Libre de Riesgo (Rf): Se obtiene del rendimiento de los bonos del tesoro americano a 10 años. En los últimos períodos fue de 2,11%.

Beta sectorial (β): El beta apalancado del proyecto es de 1,29.

Beta no apalancada: se utilizó el valor del sector de Tecnología e información de cuidado de la salud, que es de 0,88 (Damodaran, 2018).

Rendimiento de mercado (Rm): En el último año, el rendimiento del mercado fue de 16,43%.

Riesgo país (Rp): Mide como está categorizado el riesgo de inversión en un país determinado. El Perú al cierre del mes anterior fue catalogado con 1,33%.

Luego de todos estos cálculos y con un COK de 21,91%, se determinaron los principales indicadores del flujo de fondos económico.

Tabla 7.15*Evaluación económica*

| | |
|----------------------|---------------|
| VAN Económico | S/ 732 805,45 |
| TIR | 29,27% |
| R B/C | 1,22 |

El proyecto es conveniente porque el VAN es mayor a 0 y la TIR es mayor al COK.

| Acumulado para el periodo de Recupero | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Flujo Neto de Fondos Económicos | -S/ 3 380 837,90 | S/ 69 711,28 | S/ 960 659,74 | S/ 1 038 231,08 | S/ 1 269 713,60 | S/ 4 325 389,67 |
| Presente | -S/ 3 380 837,90 | S/ 713 388,00 | S/ 646 354,80 | S/ 572 988,77 | S/ 574 789,13 | S/ 1 606 122,66 |
| Acumulado | -S/ 3 380 837,90 | -S/ 2 667 449,90 | -S/ 2 021 095,10 | -S/ 1 448 106,34 | -S/ 873 317,21 | S/ 732 805,45 |
| Periodo de Recupero | 4,54 | Años | | | | |

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

Tabla 7.16

Evaluación financiera

| | |
|-----------------------|------------------------|
| VAN Financiero | S/ 1 798 356,90 |
| TIR | 42,54% |
| R B/C | 1,89 |

El proyecto es conveniente solicitando un préstamo debido a que el TIR financiero es mayor al económico.

| Acumulado para el periodo de Recupero | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| Flujo Neto de Fondos Financieros | -S/ 2 028 502,74 | S/ 869 711,28 | S/ 444 836,53 | S/ 682 855,74 | S/ 978 264,80 | S/ 4 276 384,10 |
| Presente | -S/ 2 028 502,74 | S/ 736 035,21 | S/ 318 601,21 | S/ 413 903,82 | S/ 501 822,80 | S/ 1 856 496,59 |
| Acumulado | -S/ 2 028 502,74 | -S/ 1 292 467,52 | -S/ 973 866,32 | -S/ 559 962,49 | -S/ 58 139,69 | S/ 1 798 356,90 |
| Periodo de Recupero | 4,03 | Años | | | | |

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

Tabla 7.17

Razones de liquidez

| Razones de Liquidez Año 2019 | | | |
|-------------------------------------|---|--|--------------|
| Razón Corriente | | | |
| Fórmula | $\frac{\text{Activo Corriente}}{\text{Pasivo Corriente}}$ | S/ $\frac{1\,679\,744,89}{410\,736,25}$ | 4,09 |
| Explicación | Por cada sol del pasivo corriente la empresa cuenta con 4,09 soles de respaldo en el activo corriente. | | |
| Razón de Efectivo | | | |
| Fórmula | $\frac{\text{Efectivo}}{\text{Pasivo Corriente}}$ | S/ $\frac{1\,537\,544,89}{410\,736,25}$ | 3,74 |
| Explicación | El efectivo cubre 3,74 veces las deudas corrientes. | | |
| Capital Neto de Trabajo | | | |
| Fórmula | Activo Corriente - Pasivo Corriente | S/ | 1 269 008,64 |
| Explicación | Son los excedentes de los activos corrientes que quedan como fondos permanentes para atender cualquier necesidad de la operación. | | |
| Rotación de Activos Fijos | | | |
| Fórmula | $\frac{\text{Ventas}}{\text{Activos Fijos}}$ | S/ $\frac{2\,844\,000,00}{3\,072\,489,00}$ | 0,93 |
| Explicación | La rotación del activo se realiza 0,93 veces al año. Lo que significa que las ventas cubren los Activos Fijos. | | |

Tabla 7.18

Razones de Solvencia

| Razones de Liquidez Año 2019 | | | |
|--|---|---|------|
| Solvencia Total | | | |
| Fórmula | $\frac{\text{Pasivo Total}}{\text{Activo Total}}$ | S/ $\frac{1\,763\,071,41}{4\,701\,058,72}$ | 0,38 |
| Explicación | La empresa posee cubre los pasivos en un 37,5% con sus activos. | | |
| Cobertura de Gastos Financieros | | | |
| Fórmula | $\frac{\text{UAI}}{\text{Gastos Financieros}}$ | S/ $\frac{1\,290\,049,03}{\text{GRACIA TOTAL}}$ | |
| Explicación | Se cubren los gastos financieros en 0 veces. | | |

Tabla 7.19*Razones de rendimiento*

| Razones de Rendimiento Año 2019 | | | |
|--|---|-----------------|--------|
| Margen Bruto | | | |
| Fórmula | <u>Utilidad Bruta</u> | S/ 2 080 164,20 | 73,14% |
| | Ventas | S/ 2 844 000,00 | |
| Explicación | El margen bruto es de 73,14%. | | |
| Margen Neto | | | |
| Fórmula | <u>Utilidad Neta</u> | S/ 909 484,56 | 31,98% |
| | Ventas | S/ 2 844 000,00 | |
| Explicación | El margen Neto es de 31,98%. | | |
| Rendimiento de la Inversión | | | |
| Fórmula | <u>Utilidad Neta</u> | S/ 909 484,56 | 0,19 |
| | Activo Total | S/ 4 701 058,72 | |
| Explicación | Los activos totales se cubren en 0,19 veces con las utilidades siendo rentable. | | |

7.5.4. Análisis de sensibilidad del proyecto.

A. Análisis de Tornado del FNFE

Según el reporte las variables E24, E5 y D34 son las que tienen mayor relación directa con el VAN.

Figura 7.1

Tornado FNFE

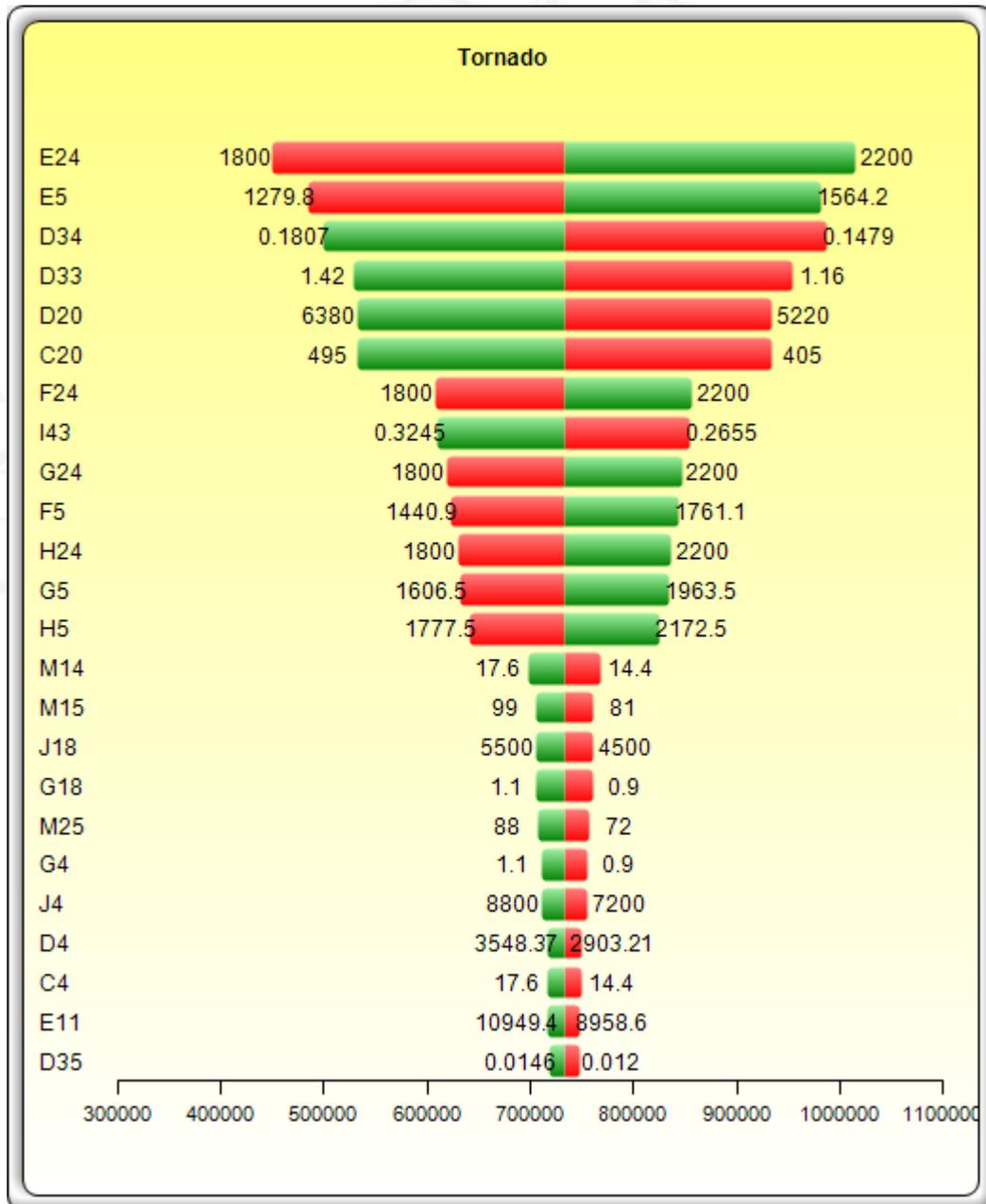


Tabla 7.20*Datos del Tornado FNFE*

| Celda Precedente | Valor Base: 732805.451128656 | | | Cambio de Ingreso | | |
|----------------------------|------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| | Resultado Inferior | Resultado Superior | Rango de Efectividad | Ingreso Inferior | Ingreso Superior | Valor Caso Base |
| Estado de Resultados!(E24) | 449885.813 | 1015725.089 | 565839.28 | S/ 1,800.00 | S/ 2,200.00 | S/ 2,000.00 |
| Estado de Resultados!(E5) | 483694.7098 | 981916.1925 | 498221.48 | 1,279.80 | 1,564.20 | 1,422.00 |
| Cálculo COK!(D34) | 988427.085 | 498929.5836 | 489497.50 | 14.79% | 18.07% | 16.43% |
| Cálculo COK!(D33) | 954295.1765 | 527829.9499 | 426465.23 | 1.161 | 1.419 | 1.29 |
| DATOS INV.!(D20) | 933850.2732 | 531760.6291 | 402089.64 | S/5,220.00 | S/6,380.00 | S/5,800.00 |
| DATOS INV.!(C20) | 933850.2732 | 531760.6291 | 402089.64 | 405 | 495 | 450 |
| Estado de Resultados!(F24) | 608221.3776 | 857389.5246 | 249168.15 | S/ 1,800.00 | S/ 2,200.00 | S/ 2,000.00 |
| Estado de Resultados!(I43) | 855013.8636 | 610597.0386 | 244416.83 | 26.55% | 32.45% | 29.50% |
| Estado de Resultados!(G24) | 618869.6765 | 846741.2258 | 227871.55 | S/ 1,800.00 | S/ 2,200.00 | S/ 2,000.00 |
| Estado de Resultados!(F5) | 621863.3337 | 843747.5686 | 221884.23 | 1,440.90 | 1,761.10 | 1,601.00 |
| Estado de Resultados!(H24) | 629400.893 | 836210.0092 | 206809.12 | S/ 1,800.00 | S/ 2,200.00 | S/ 2,000.00 |
| Estado de Resultados!(G5) | 631345.6438 | 834265.2584 | 202919.61 | 1,606.50 | 1,963.50 | 1,785.00 |
| Estado de Resultados!(H5) | 640723.6921 | 824887.2101 | 184163.52 | 1,777.50 | 2,172.50 | 1,975.00 |
| Estado de Resultados!(M14) | 767796.7176 | 697814.1846 | 69982.53 | 14.4 | 17.6 | 16 |
| Estado de Resultados!(M15) | 760923.4331 | 704687.4691 | 56235.96 | 81 | 99 | 90 |
| DATOS INV.!(J18) | 760312.7682 | 705298.1341 | 55014.63 | S/ 4,500.00 | S/ 5,500.00 | S/ 5,000.00 |
| DATOS INV.!(G18) | 760312.7682 | 705298.1341 | 55014.63 | 0.9 | 1.1 | 1 |
| Estado de Resultados!(M25) | 757799.2129 | 707811.6894 | 49987.52 | 72 | 88 | 80 |
| DATOS INV.!(G4) | 754811.3048 | 710799.5975 | 44011.71 | 0.9 | 1.1 | 1 |
| DATOS INV.!(J4) | 754811.3048 | 710799.5975 | 44011.71 | S/ 7,200.00 | S/ 8,800.00 | S/ 8,000.00 |
| DATOS INV.!(D4) | 749870.283 | 715740.6193 | 34129.66 | 2,903.21 € | 3,548.37 € | 3,225.79 € |
| DATOS INV.!(C4) | 749870.283 | 715740.6193 | 34129.66 | 14.4 | 17.6 | 16 |
| Estado de Resultados!(E11) | 748648.9509 | 716961.9514 | 31687.00 | 8,958.60 | 10,949.40 | 9,954.00 |
| Cálculo COK!(D35) | 748181.3456 | 717515.0821 | 30666.26 | 1.20% | 1.46% | 1.33% |

B. Análisis de Tornado del FNFF

Según el reporte las variables C20, D20 y N7 son las que tienen mayor relación directa con el VAN.

Figura 7.2

Tornado del FNFF

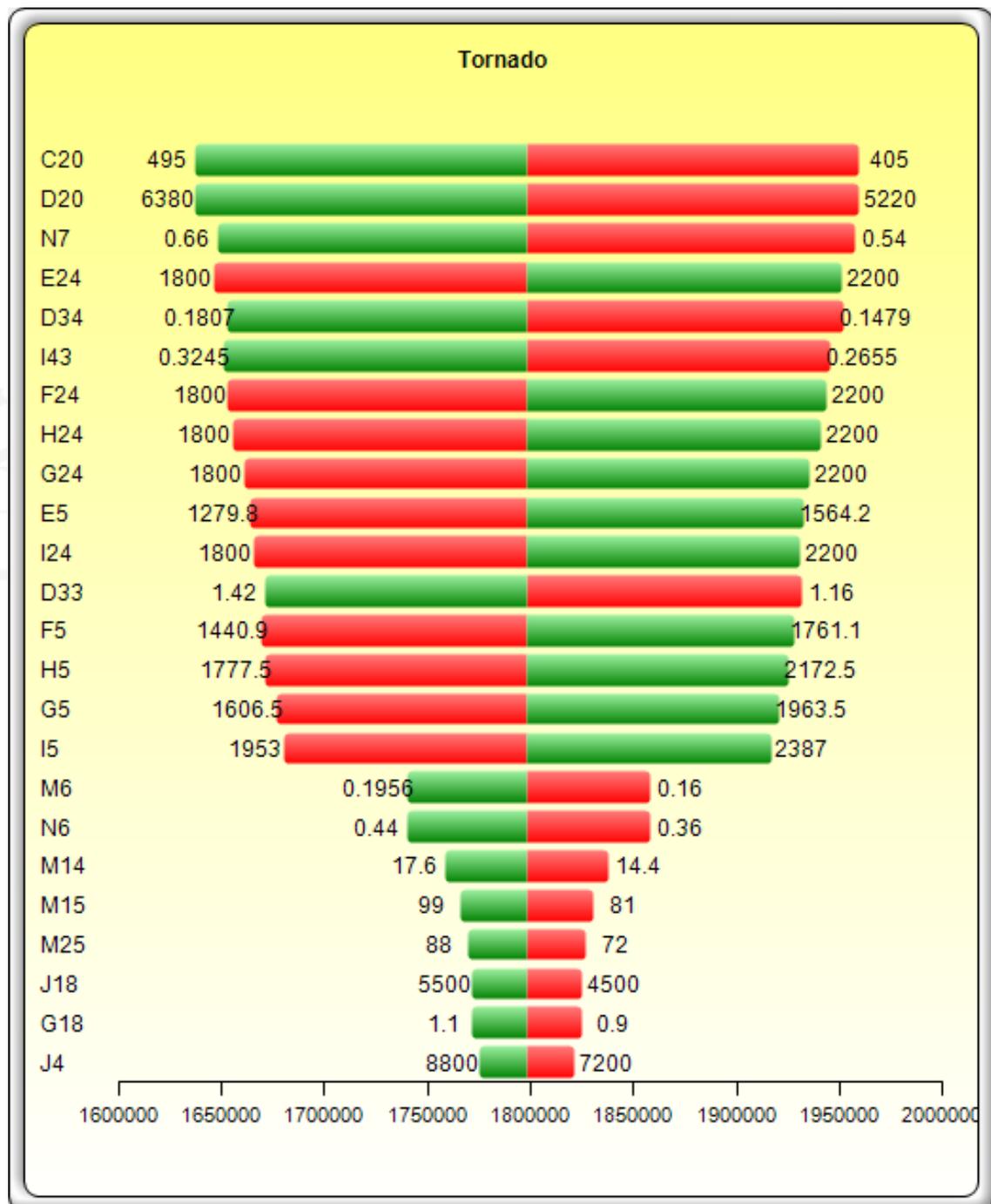


Tabla 7.21

Datos Tornado FNFF

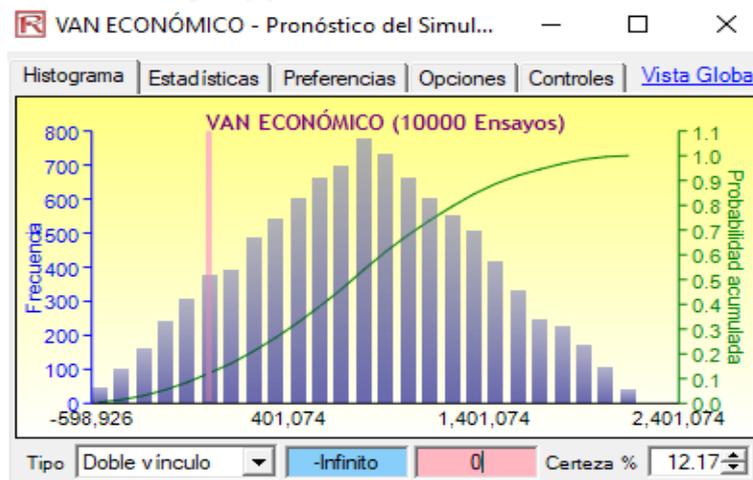
| Celda Precedente | Valor Base: 1798356.89578898 | | | Cambio de Ingreso | | |
|----------------------------|------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| | Resultado Inferior | Resultado Superior | Rango de Efectividad | Ingreso Inferior | Ingreso Superior | Valor Caso Base |
| DATOS INV.!(C20) | 1959555.476 | 1637158.316 | 322397.16 | 405 | 495 | 450 |
| DATOS INV.!(D20) | 1959555.476 | 1637158.316 | 322397.16 | S/5,220.00 | S/6,380.00 | S/5,800.00 |
| Evaluación Social!(N7) | 1957772.978 | 1648117.455 | 309655.52 | 54% | 66% | 60% |
| Estado de Resultados!(E24) | 1645640.837 | 1951072.955 | 305432.12 | S/ 1,800.00 | S/ 2,200.00 | S/ 2,000.00 |
| Cálculo COK!(D34) | 1952396.228 | 1652902.319 | 299493.91 | 14.79% | 18.07% | 16.43% |
| Estado de Resultados!(I43) | 1945986.23 | 1650727.561 | 295258.67 | 26.55% | 32.45% | 29.50% |
| Estado de Resultados!(F24) | 1652844.519 | 1943869.272 | 291024.75 | S/ 1,800.00 | S/ 2,200.00 | S/ 2,000.00 |
| Estado de Resultados!(H24) | 1655506.92 | 1941206.872 | 285699.95 | S/ 1,800.00 | S/ 2,200.00 | S/ 2,000.00 |
| Estado de Resultados!(G24) | 1661056.967 | 1935656.825 | 274599.86 | S/ 1,800.00 | S/ 2,200.00 | S/ 2,000.00 |
| Estado de Resultados!(E5) | 1663890.406 | 1932823.386 | 268932.98 | 1,279.80 | 1,564.20 | 1,422.00 |
| Estado de Resultados!(I24) | 1665526.858 | 1931186.934 | 265660.08 | S/ 1,800.00 | S/ 2,200.00 | S/ 2,000.00 |
| Cálculo COK!(D33) | 1932111.899 | 1671122.498 | 260989.40 | 1.161 | 1.419 | 1.29 |
| Estado de Resultados!(F5) | 1668778.124 | 1927935.667 | 259157.54 | 1,440.90 | 1,761.10 | 1,601.00 |
| Estado de Resultados!(H5) | 1671148.992 | 1925564.8 | 254415.81 | 1,777.50 | 2,172.50 | 1,975.00 |
| Estado de Resultados!(G5) | 1676091.309 | 1920622.482 | 244531.17 | 1,606.50 | 1,963.50 | 1,785.00 |
| Estado de Resultados!(I5) | 1680071.747 | 1916642.044 | 236570.30 | 1,953.00 | 2,387.00 | 2,170.00 |
| Evaluación Social!(M6) | 1858032.09 | 1740015.695 | 118016.40 | 16.00% | 19.56% | 17.78% |
| Evaluación Social!(N6) | 1858032.09 | 1740015.695 | 118016.40 | 36% | 44% | 40% |
| Estado de Resultados!(M14) | 1838184.565 | 1758529.227 | 79655.34 | 14.4 | 17.6 | 16 |
| Estado de Resultados!(M15) | 1830361.273 | 1766352.519 | 64008.75 | 81 | 99 | 90 |
| Estado de Resultados!(M25) | 1826805.231 | 1769908.561 | 56896.67 | 72 | 88 | 80 |
| DATOS INV.!(J18) | 1824826.522 | 1771887.269 | 52939.25 | S/ 4,500.00 | S/ 5,500.00 | S/ 5,000.00 |
| DATOS INV.!(G18) | 1824826.522 | 1771887.269 | 52939.25 | 0.9 | 1.1 | 1 |
| DATOS INV.!(J4) | 1821246.533 | 1775467.259 | 45779.27 | S/ 7,200.00 | S/ 8,800.00 | S/ 8,000.00 |

C. Simulación de Riesgo con variación de precios del FNFE

Con 10 000 iteraciones se calculó que el nivel de certeza para que el riesgo sea menor a 0 es de 12,17%

Figura 7.3

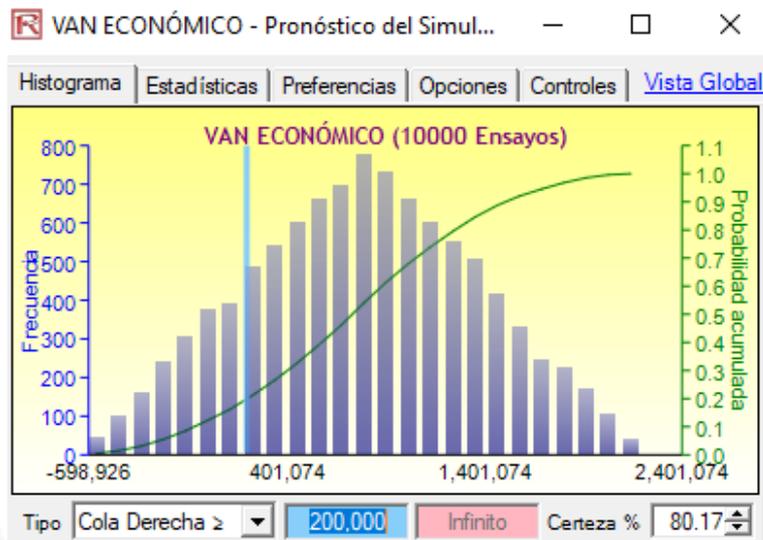
Simulación VAN Económico 1



Además, existe una probabilidad de 80,17 % de que el VAN sea mayor o igual que S/ 200 000,00.

Figura 7.4

Simulación de VAN Económico 2

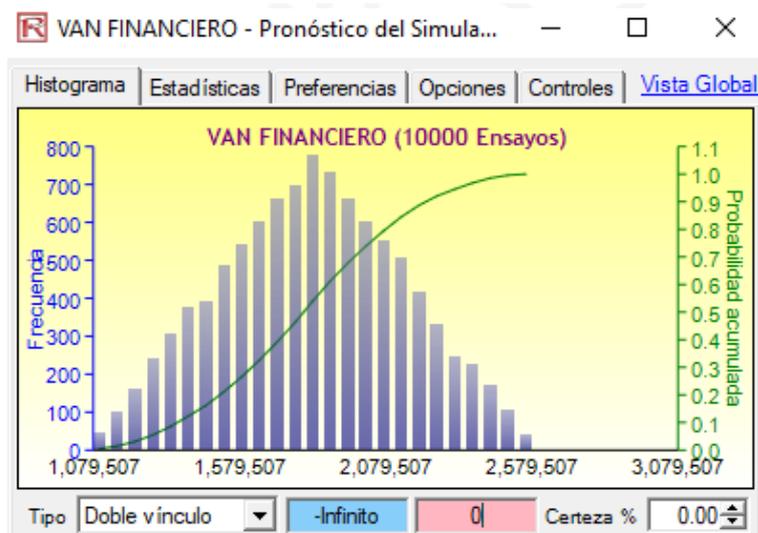


D. Simulación de Riesgo con variación de precios del FNFF

Según la simulación existe una probabilidad de 0% de que el riesgo sea menor a 0.

Figura 7.5

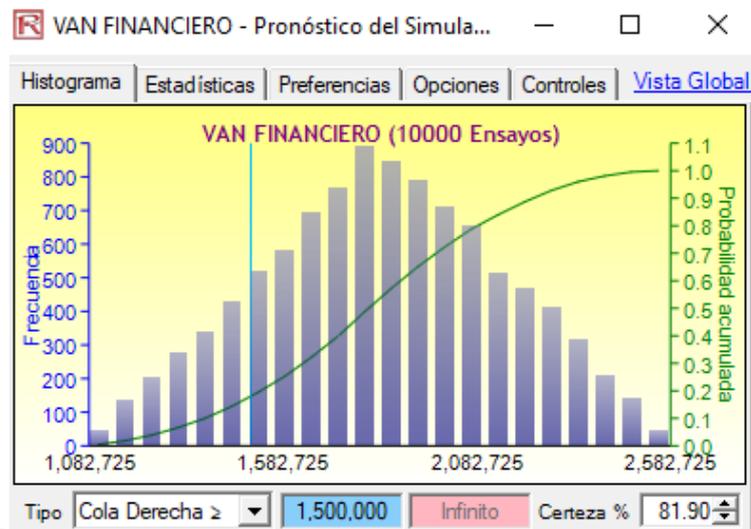
Simulación VAN Financiero 1



Existe una probabilidad de 81,90% de que el VAN supere el valor de S/ 200 000,00.

Figura 7.6

Simulación VAN Financiero 2



CAPÍTULO VIII. EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

8.1. Indicadores sociales

En el presente capítulo, se dará a conocer la evaluación social del proyecto, cabe resaltar que para el cálculo del valor agregado actual se utilizó como tasa el CPPC o Costo Promedio Ponderado de Capital de 18,16%.

Los indicadores sociales se hallarán a partir de los siguientes datos:

- Inversión total: S/ 3 380 838,00
- Número de trabajadores: 24
- CPPC: 18,16%

Tabla 8.1*Cálculo del valor agregado en soles*

| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| Ingresos | S/ 2 844 000,00 | S/ 3 202 000,00 | S/ 3 570 000,00 | S/ 3 950 000,00 | S/ 4 340 000,00 |
| Costo de materiales | S/ 603 435,80 | S/ 679 400,30 | S/ 757 482,60 | S/ 838 111,00 | S/ 920 861,20 |
| Valor Agregado anual | S/ 2 240 564,20 | S/ 2 522 599,70 | S/ 2 812 517,40 | S/ 3 111 889,00 | S/ 3 419 138,80 |
| Valor agregado anual actualizado | S/ 1 896 185,77 | S/ 1 806 738,59 | S/ 1 704 769,58 | S/ 1 596 313,03 | S/ 1 484 342,70 |
| Valor agregado acumulado | S/ 1 896 185,77 | S/ 3 702 924,35 | S/ 5 407 693,94 | S/ 7 004 006,96 | S/ 8 488 349,66 |
| Valor agregado actual neto | S/ | | | | 8 488 349,66 |

Como se puede apreciar, se obtuvo un Valor Agregado de S/ 8 488 349,66. A partir de los datos obtenidos procedemos a calcular los siguientes indicadores:

Tabla 8.2*Indicadores sociales*

| Indicador | Valor | Unidades |
|-----------------------------------|---------------|-----------------|
| Densidad de capital | S/ 177 938,84 | S// Empleado |
| Productividad mano de obra | 66,93 | Cajas/empleado |
| Intensidad de Capital | 39,83% | Porcentaje |
| Coefficiente de Capital | 2,51 | S/ |

8.2. Interpretación de indicadores sociales

La densidad de capital obtenida determina que por cada empleo brindado se realizó una inversión de 177 938,84 soles.

La productividad de mano de obra es de 66,93 prótesis, lo cual demuestra que la empresa tiene una capacidad de mano de obra de 66,93 unidades por cada puesto que ha sido generado.

La intensidad de capital presenta la relación de la inversión del proyecto frente al valor agregado, este fue proyectado hasta el Año 5 del proyecto y traído al presente, como resultado se obtuvo un 39,83%, lo que quiere decir que ese es el aporte de la inversión para generar valor agregado sobre los insumos.

Por último, la relación producto capital indica que por cada sol invertido en el proyecto se obtuvo 2,51 soles de valor agregado.



CONCLUSIONES

A continuación, mencionaremos las principales conclusiones:

- Se concluyó que el proyecto es viable en términos de mercado, ya que se determinó una demanda específica para el proyecto de 2 170 unidades para el 2023.
- Se halló la mejor localización de la planta, esta deberá estar situada en el distrito de La Victoria en Lima Metropolitana.
- Se determinó el tamaño de planta, el cual será limitado por la demanda del proyecto.
- Se determinó la distribución óptima de la planta, ocupando 455 m². Además de demostrar que el proyecto es viable en términos técnicos, debido a que existe la tecnología para producir los productos.
- Se determinó el número de colaboradores y puestos necesarios para el funcionamiento de la empresa, obteniendo un total de 24 personas.
- Se determinó que el proyecto es rentable obteniendo un VAN financiero de S/ 1 798 356,90 y una TIR financiera de 42,54%.

RECOMENDACIONES

A continuación, mencionaremos las principales recomendaciones:

- En el presente estudio se determinó la viabilidad en términos de mercado considerando como producto prótesis de brazos funcionales impresas en 3D controladas mediante componentes electrónicos ; sin embargo en los últimos años se ha recopilado información sobre casos de éxito como el de la empresa peruana Pixed Corp, priorizando la venta de prótesis impresas en 3D funcionales sin los componentes electrónicos, o proyectos presentados en la conferencia Fab 15 celebrada en Egipto, en la que los bachilleres que elaboraron el presente estudio fueron partícipes, en esta conferencia se apreció el caso de prótesis de brazo modulares, cuyo valor agregado es que permite intercambiar la mano por diversas herramientas de acuerdo a la actividad que el usuario realizará, por ejemplo: pintura, cocina, útiles para limpieza personal, etc. Por ello, como recomendación del proyecto se propone diversificar la cartera de productos, incluyendo estos casos de éxito. Para lo cual, se recomienda ampliar el número de encuestas realizadas, para obtener una muestra más representativa para el estudio de mercado y abarcar diversas opciones de la nueva cartera, así como aplicar otras herramientas de investigación, como el focus group, para obtener más detalles sobre el diseño del producto, ya que este es un factor importante que impacta en la satisfacción del cliente, así como otras necesidades que puedan ser solucionadas mediante la tecnología que ofrece la electrónica y la impresión 3D.
- Si bien se determinó la viabilidad técnica del proyecto en el presente estudio, en los últimos años se investigó y desarrolló en el programa Fab Academy 2019 diseños propios de placas electrónicas, usando componentes SMD (Tecnología de montaje superficial), los cuales permiten diseñar y fabricar placas de menores dimensiones y dedicadas al proyecto específico, por lo que ocuparían menos espacio en el producto, lo que permitiría reducir costos en comparación a utilizar una placa comercial de mayor tamaño y número de componentes, por lo que se recomienda realizar una evaluación específica de los impactos de esta tecnología en los diversos ámbitos del proyecto.

- Si bien se determinó la rentabilidad del proyecto, se recomienda ver alternativas de entidades financieras para el préstamo requerido, ya que en los últimos años ha ocurrido una variación en la economía con respecto al año en el que se realizó el presente estudio, por lo cual se pueden encontrar mejores valores de TEA.
- También es recomendable investigar sobre proveedores de materias primas en el extranjero, ya que como se comprará en volumen, se podrían obtener beneficios económicos de la importación directa, en vez de adquirirlos mediante comerciantes en Perú, a su vez, investigar sobre la posibilidad de obtener un régimen aduanero de reposición de mercancías con franquicia arancelaria, a fin de evitar costos por aranceles, mejorando la rentabilidad del proyecto.



REFERENCIAS

- Alhaddad, A., AlKhatib, S., Khan, R., Ismail, S., Shehadeh, A., Sadeq, A., & Cabibihan, J. (2017). *Toward 3D Printed Prosthetic Hands that Can Satisfy Psychosocial Needs: Grasping Force Comparisons Between a Prosthetic Hand and Human Hands*. *Social Robotics*. Springer International Publishing.
- AliExpress. (2018). *Taza cónica mecanizada*.
<https://es.aliexpress.com/item/32814895914.html>
- Amazon. (2018). *Arduino Uno Rev 3 [A000066]*. <https://www.amazon.es/Arduino-UNO-A000066-microcontrolador-ATmega328/dp/B008GRTSV6>
- Arduino. (2016). *Getting Started with Arduino UNO*.
<https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>
- Arias López, L.A. (2012). Biomecánica y patrones funcionales de la mano. *Revista Morfolia*, 4 (4), 14 – 23.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfolia/article/view/31373/31379>
- Así quedó el mapa electoral en Lima tras comicios del 2014 y 2018. (2018).
<https://larepublica.pe/politica/1334140-elecciones-2018-queda-mapa-electoral-lima-comicios-2014-2018-infografia/>
- Becker Orthopedic. (2018). *Precios de prótesis de Manos y Antebrazos*.
<https://www.beckerorthopedic.com/Product/PrefabricatedOrthoses/UpperLimb>
- Cámara Nebreda, J.M. (2016). *Normativa electrónica* [Presentación de PowerPoint].
Repositorio Universidad de Burgos.
<https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259/3589/Normativa.pdf;jsessionid=AF2E3412F96729207D5C0341FEC187A9?sequence=1>
- CCIMA. (2015). *Fabricación y Suministro de Señales*.
<https://www.ccimasenalizaciones.pe/>
- CESE Consultores. (2014). *Determina el Equipo de Protección Personal*.
<https://ceseconsultores.com/estudio-determinar-equipo-de-proteccion-personal/>
- CPI. (2017). *Perú Población 2017*.
http://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/26/mr_poblacion_peru_2017.pdf
- Davis. (2017). *HP OMEN 15*. <http://portatilespana.com/mejor-portatil-para-autocad-y-solidworks/>
- Díaz-Garay, B., Jarufe-Zedán, B., Noriega-Araníbar, M.T. (2014). *Disposición de Planta*. Universidad de Lima, Fondo editorial.

- Dianceht. (2018). *Precios de prótesis de Manos y Antebrazos*.
<https://www.manosydedos.com/precios.html>
- Digitalz Perú. (2018). *Información de precios de ABS, Arduino UNO, Sensor muscular EMG, Cables Jumper y servomotores*. <https://www.digitalz.pe/>
- Google Maps. (2018). *Distancia entre Departamentos*.
<https://www.google.com.pe/maps/>
- Impexa Peru. (2016). *Señalización de Parquesos*.
<http://www.impexaperu.com.pe/categoria/senalizacion-parqueos>
- Imprimalia 3D. (2018). *Especificaciones de Impresora Replicator 5ta generación*.
<http://imprimalia3d.com/services/makerbot-replicator-5-generaci-n>
- Instituto de Investigación sobre Evolución Humana A.C. (2018). *Impresión 3D, La revolución de la Manufactura*.
<https://www.iiih.com/evolucion/evolucion/impresion-3d-la-revolucion-de-la-manufactura>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2013). *En el Perú 1 millón 575 mil personas presentan algún tipo de discapacidad*.
<https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/en-el-peru-1-millon-575-mil-personas-presentan-alg/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2007). *Censos Nacionales 2007*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1136/libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2012). *Base de datos de licencias de construcción a fábricas según departamentos*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1110/libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2015). *Formas de acceso al agua y saneamiento básico*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2015). *Información comparativa de las principales centrales eléctricas de Lima y Arequipa*. www.inei.gob.pe › Est › Lib1375 › cap16 › cap16009
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). *El Perú tiene una población de 31 millones 488 mil 625 habitantes*. <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/el-peru-tiene-una-poblacion-de-31-millones-488-mil-625-habitantes-9196/#:~:text=EI%20departamento%20de%20Lima%20alberga,0%25%20de%20la%20poblaci%C3%B3n%20total>.

- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Compendio Estadístico Lima Provincias* 2016. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1521/Libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Compendio Estadístico Lima Provincias* 2017. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1477/libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Condiciones de Vida en el Perú respecto al Trimestre: Enero-febrero-Marzo* 2018. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/condiciones-de-vida-ene-feb-marz_2018.pdf
- Kotler y Armstrong. (2008). *Fundamentos de Marketing (edición n°8)*. Pearson Educación.
- Licencias de funcionamiento: ¿Dónde es más caro y más barato para poner un negocio?. (2016).. <https://gestion.pe/tu-dinero/licencias-funcionamiento-carobarato-poner-negocio-147510-noticia/>
- MakerBot Industries. (2020). *Learn the Basics of 3D Printing*. <https://www.makerbot.com/learn/>
- Metal Mecánica. (2018). *Maquinaria de 5 ejes para el mercado Latinoamericano*. <https://www.metalmecanica.com/temas/Maquina-de-5-ejes-para-el-mercado-latinoamericano+125102>
- Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables. (2013). *TR Formatos Referenciales*. https://www.mimp.gob.pe/files/programas_nacionales/pncvfs/ccst/RM-050-2013-TR-Formatos-referenciales.pdf
- Municipalidad de la Victoria. (2016). *Plano de Zonificación del distrito de La Victoria*. <https://www.munilavictoria.gob.pe/index.php/la-victoria?v=plano-zonificacion-distrito>
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2018). *Plano de Zonificación del distrito de San Borja*. <https://pdfslide.net/documents/plano-zonificacion-san-borja.html>
- Municipalidad Provincial de Ica. (2018). *Avance Del Plan Distrital De Seguridad Ciudadana*. <http://www.muniica.gob.pe/wp-content/uploads/2019/04/PLAN-LOCAL-DE-SEGURIDAD-CIUDADANA-2019.pdf>
- Nagle y Holden. (1998). *Estrategia y tácticas para la fijación de precios*. Ediciones Granica S.A.
- Norton, K. (2007). Un breve recorrido por la historia de la protésica. *Revista inMotion*, 17 (7), 1-5. <https://www.yumpu.com/es/document/read/14258321/un-breve-recorrido-por-la-historia-de-la-protsica-amputee-coalition>

- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Normas de ortoprotésica de la OMS. Parte I. Normas*. Organización Mundial de la Salud.
- TDI. (2021). *Safety at Work - Soldadura*. www.txssafetyatwork.com
- Ositrán. (2017). *Reporte de PBI*.
https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:WaUIxXHpv48J:https://www.ositrán.gob.pe/wp-content/uploads/2020/04/CAPITULO_I_2017.xlsx+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe
- PC Componentes. (2017). *Precio de ABS*.
<https://www.pccomponentes.com/buscar/?query=PLA%20&page=1&or-relevance>
- PC Componentes. (2017). *Precio de PLA*.
<https://www.pccomponentes.com/buscar/?query=PLA%20&page=1&or-relevance>
- Pinterest. (2019). *Señalización de Baños*.
<https://www.pinterest.com/pin/679199187537999766/>
- PixedCorp. (2020). *Trabajamos de la mano de la tecnología para lograr una mayor inclusión en nuestra sociedad*. <https://pixedcorp.com/>
- Pérez, N. (30 de diciembre, 2016). *Prótesis para todo: para caminar, nadar, correr, andar en bicicleta... y hasta para 'sentir'. 20 minutos*, [https://www.20minutos.es/noticia/2900121/0/avances-protesis-piernas-brazos/sensitivas-oseointegracion-max-ortiz-catalan/#:~:text=A%20causa%20de%20accidentes%20de,Amputados%20de%20Espa%C3%B1a%20\(Andade\)](https://www.20minutos.es/noticia/2900121/0/avances-protesis-piernas-brazos/sensitivas-oseointegracion-max-ortiz-catalan/#:~:text=A%20causa%20de%20accidentes%20de,Amputados%20de%20Espa%C3%B1a%20(Andade))
- Plano de Zonificación del distrito de La Molina. (2018).
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ordenanza-que-aprueba-el-plan-urbano-distrital-de-la-molina-ordenanza-no-375-1723088-1/>
- Porcuna López, P. (2016). *Robótica y Domótica básica con Arduino*. RA-MA S.A.
- Quinayás Burgos, C. A. (2010). *Diseño y Construcción de una Prótesis Robótica de mano funcional adaptada a varios agarres*. [Tesis de Maestría, Universidad del Cauca].
<http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/1269/DISE%C3%91O%20Y%20CONSTRUCCION%20DE%20UNA%20PROTESIS%20ROBOTICA%20DE%20MANO%20FUNCIONAL%20ADAPTADA%20A%20VARIOS%20AGARRES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Relaño Pastor, A., Hidalgo García, J. (2013). *Estudio comparativo de piezas de ABS y PLA procesadas mediante modelado por deposición fundida*. [Proyecto fin de carrera Ingeniería Industrial, Universidad Carlos III MAdrid]. E-archivo. <https://e->

archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/18015/PFC_Antonio_Relano_Pastor.pdf?sequence=1

- Romero Muñiz, E.F. (2018). *Diseño de un Sistema de Retroalimentación Háptico para una prótesis Mioeléctrica Transradial de miembro superior*. [Tesis para optar por el Título de Ingeniero Mecatrónico, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Tesis PUCP. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13015>
- Saluda Arequipa. (2002). *Datos Generales del Departamento de Arequipa*. <https://www.saludarequipa.gob.pe/epidemiologia/ASIS/docs/regional/DATOS%20GENERALES%20DEL%20DEPARTAMENTO.htm>
- SAS Sentry Air Sysrems, Inc. (2020). *Stainless Steel Solder Sentry*. <https://www.sentryair.com.mx/brochures/ss-100-ss-st.pdf>
- Shining 3D. (2016). *Scanner 3D EinScan-Pro+*. <https://www.einscan.com/einscan-pro-plus>
- Slideshare. (2009). *ISO 2859-1:2009. Procedimiento de muestreo para Inspección por Atributos*. <https://es.slideshare.net/Gisseeeella/iso2859-1-muestreo-inspeccion>
- Sodimac (2017). *Taladro Atornillador GSR120LI Profesional 12 V + Set 21 Piezas + 2 Baterías de 1.5Ah*. https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/249292X/Taladro-Atornillador-GSR120LI-Profesional-12-V-+-Set-21-Piezas/249292X?gclid=CjwKCAjw54fdBRBbEiwAW28S9j87SnLfppE9yPt11vSXUrJeMFzsIJA22TkmBSIGojlyU0sCB7KtbhoCv9MQAvD_BwE&kid=bnnext1437&s_kwid=AL!867!3!
- Stratasys. (2017). *Detalle técnico de maquinaria de impresión y escaneo*. <https://www.stratasys.com/>
- SUNAT. (2019). *Importaciones y exportaciones de prótesis articulares*. <http://www.aduanet.gob.pe/operatividadAduana/>
- Transmec Group. (2014). *Precio de transporte de mercancía*. https://www.convencionminera.com/perumin33/docs/TARIFARIO_DE_FERIA_ENERO_LSREV.PDF
- UNED DIEEC. (2019). *Controladores Industriales Inteligentes*. http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_2.pdf
- Urbania. (2020). *Precios promedio de terrenos*. <https://urbania.pe/>
- Vargas Pérez, J., Yunga Patiño, L., Cajamarca Guambaña, L., Matute Salinas, J. (2015). *Diseño, construcción e implementación de prótesis biomecánica de mano derecha* [Trabajo previo a la obtención del Título, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]. UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8872/1/UPS-CT005070.pdf>

- Veritrade. (2018). *Importaciones de copolímeros de ABS*. <https://www.veritradecorp.com/es/peru/importaciones-y-exportaciones/las-dem%C3%A1s-m%C3%A1quinas-y-aparatos/842699>
- Vidri. (2018). *Cautín SP80*. <https://www.vidri.com.sv/producto/13721/SOLDADOR-CAUT%C3%8DN-80-WATTS.html>
- World Industrial Information. (2018). *PLC Siemens Simatic S 7 1200*. https://pe.wiautomation.com/siemens/plcsistemas/6AG12141AF405XB0?utm_source=shopping_free&utm_medium=organic&utm_content=PE136061&gclid=Cj0KCQiA1KiBBhCcARIsAPWqoSr6nqWfcv-M9Jzke9mLAXVzvVkp5dUqHcyL51pQN_aE145NTr2Y0aAnWdEALw_wcB
- Würth. (2017). *Limatones CON Mango 100mm*. <https://www.wurth.es/conjunto-limatones-con-mango-1-100mm>
- 3D Natives. (2017). *Replicator 5ta Generación*. <https://www.3dnatives.com/es/3D-compare/imprimante/replicator-5eme-generation>

ANEXOS

Anexo 1

Encuesta

Indicación: Complete el siguiente cuestionario según su criterio.

1. Sexo.....

2. Edad.....

3. Distrito donde vive.....

4. ¿Posee alguna discapacidad física?

.....

5. ¿Qué discapacidad física posee?

.....

6. ¿Posees o has utilizado alguna prótesis?

.....

1. ¿Si la respuesta a la anterior pregunta fue sí, con qué frecuencia adquirirías una?

- 1 vez al año
- 2 veces al año
- 3 veces al año
- 4 o más veces al año

8. ¿Has oído hablar de prótesis funcionales?

.....

Si no se ha oído hablar, son prótesis que permiten realizar las funciones básicas de las extremidades perdidas, caminar, sujetar objetos, realizar señales, etc.

9. Si además de la funcionalidad por sensores musculares o neuronales y la estética, la prótesis tuviera una pantalla LCD donde se muestra la hora, la presión y temperatura, ¿estarías dispuesto a comprarla?

.....

10. ¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por adquirir una prótesis de este tipo?

.....

11. ¿Recomendarías incluir modelos con diseños de superhéroes (Hulk, Ironman, Capitán América, ¿Soldado de invierno)?

.....

12. Si la respuesta 8 fue sí, ¿qué tan probable es que adquiriera una prótesis de este tipo? Siendo (1) poco probable y (10) definitivamente lo compraría. Marcar el número correspondiente.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Anexo 2

Flujo de caja: Método déficit acumulativo máximo

| Ingresos | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Precio unitario | S/ 2 000 |
| Venta en unidades | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 |
| Presupuesto de ingreso | S/ 237 000 |
| 60% contado | S/ 142 200 |
| 20% en 30 días | | S/ 47 400 |
| 20% en 60 días | | | S/ 47 400 |
| Ingreso mensual | S/ 142 200 | S/ 189 600 | S/ 237 000 |

| Egresos | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| Costo de material directo | S/ 50 286 | S/ 50 286 | S/ 50 286 | S/ 50 286 |
| Material directo contado 60% | S/ 30 172 | S/ 30 172 | S/ 30 172 | S/ 30 172 |
| Material directo en 30 días | | S/ 10 057 | S/ 10 057 | S/ 10 057 | S/ 10 057 |
| Material directo en 60 días | | | S/ 10 057 | S/ 10 057 | S/ 10 057 | S/ 10 057 |
| Total de costo | S/ 30 172 | S/ 40 229 | S/ 50 286 | S/ 50 286 | S/ 50 286 | S/ 50 286 |

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Planilla de jefatura de planta | S/ 5 833 | S/ 5 833 | S/ 5 833 | S/ 5 833 |
| Costo de Adm. de planta | S/ 2 400 | S/ 2 400 | S/ 2 400 | S/ 2 400 |
| Total CIF | S/ 8 233 | S/ 8 233 | S/ 8 233 | S/ 8 233 |

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Planilla de planta | S/ 5 133 |
| Total MOD | S/ 5 133 |

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Planilla Administrativa | S/ 57 633 |
| Materiales | S/ 375 |
| Total Gastos Adm. | S/ 58 008 |

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| G. Ventas variables | S/ 2 370 |
| G. Ventas fijos | S/ 1 200 |
| Total Gastos Ventas | S/ 3 570 |

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Egreso mensual | S/ 105 117 | S/ 115 174 | S/ 125 231 |

| Flujo de Caja | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| Ingreso | S/ 142 200 | S/ 189 600 | S/ 237 000 | S/ 237 000 | S/ 237 000 |
| Egreso | S/ 105 117 | S/ 115 174 | S/ 125 231 | S/ 125 231 | S/ 125 231 |
| FN | S/ 37 083 | S/ 74 426 | S/ 111 769 | S/ 111 769 | S/ 111 769 |
| Caja Inicial | S/ 1 000 | S/ 38 083 | S/ 112 509 | S/ 224 278 | S/ 336 047 | S/ 447 815 | S/ 559 584 | S/ 671 353 | S/ 783 121 | S/ 894 890 | S/ 1 006 659 | S/ 1 118 427 |
| Caja Final | S/ 38 083 | S/ 112 509 | S/ 224 278 | S/ 336 047 | S/ 447 815 | S/ 559 584 | S/ 671 353 | S/ 783 121 | S/ 894 890 | S/ 1 006 659 | S/ 1 118 427 | S/ 1 230 196 |