

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería Industrial
Carrera de Ingeniería Industrial



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UN SERVICIO DE LIMPIEZA CRIOGÉNICA CON HIELO SECO PARA EL SECTOR DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Tesis para optar el título profesional en Ingeniería Industrial

Jimena Josceline Suárez Koch

20102736

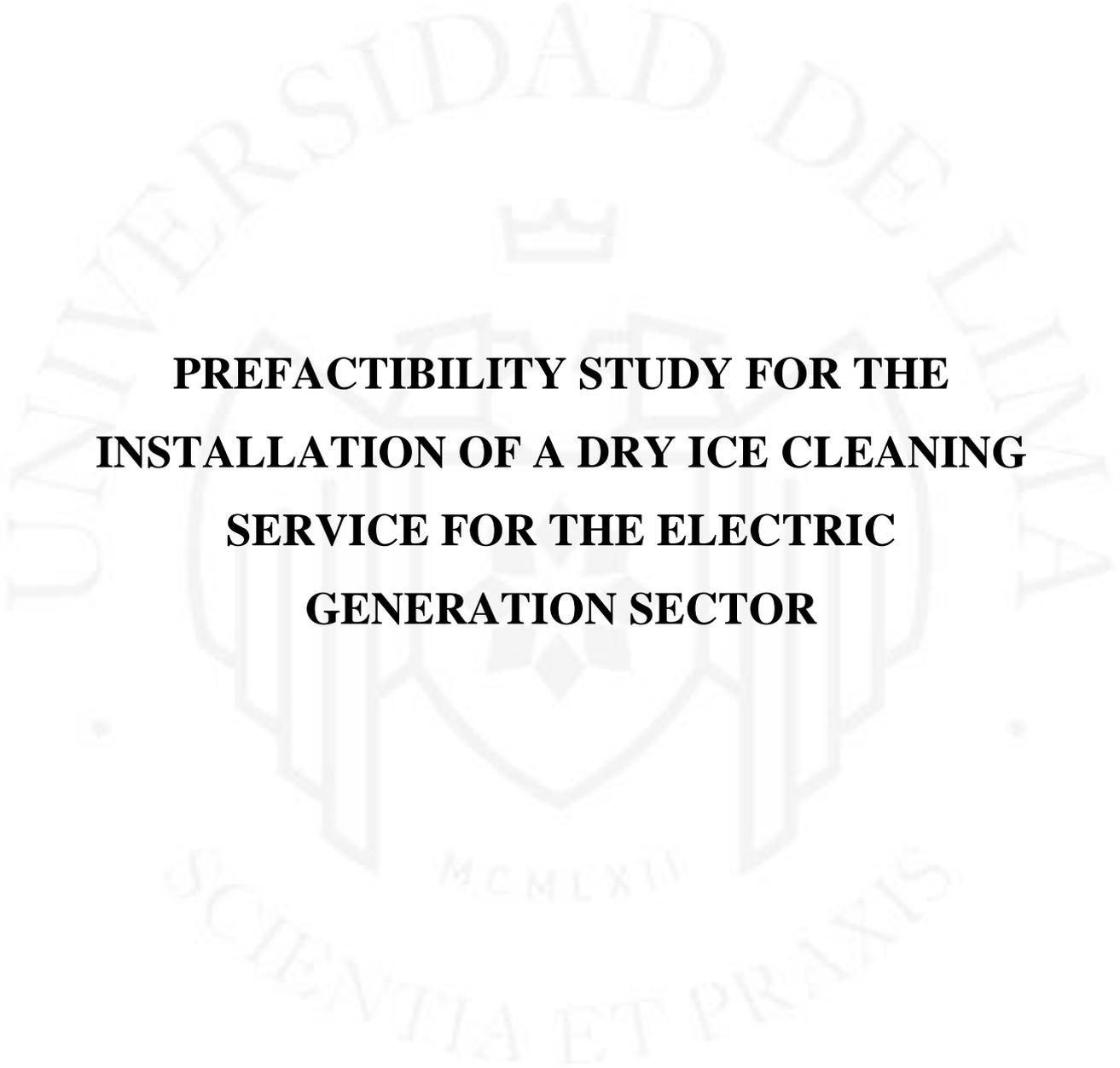
César Sebastián Gonzales Túpac Yupanqui

20100487

Asesor

Wilfredo Hernández Gorriti

Lima – Perú
Enero del 2020



**PREFACTIBILITY STUDY FOR THE
INSTALLATION OF A DRY ICE CLEANING
SERVICE FOR THE ELECTRIC
GENERATION SECTOR**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Problemática.....	1
1.2. Objetivos de la investigación	1
1.2.1. Objetivos específicos	2
1.3. Justificación del tema	2
1.3.1. Técnica	2
1.3.2. Económica.....	2
1.3.3. Social.....	3
1.4. Hipótesis de trabajo.....	3
1.5. Marco referencial de la investigación	4
1.6. Marco conceptual	6
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO	8
2.1 Aspectos generales del estudio de mercado	8
2.1.1. Definición comercial del servicio.....	8
2.1.2. Principales características del servicio	9
2.1.2.1. Usos y características del servicio	9
2.1.2.2. Servicios sustitutos y complementarios.....	10
2.1.3. Determinación del área de influencia del servicio.....	11
2.1.4. Análisis del sector.....	12
2.1.5. Determinación de la metodología que se empleará en la investigación	14
2.2. Análisis de la demanda	15
2.2.1. Demanda histórica	15
2.2.2. Demanda potencial	15
2.2.2.1. Patrones de consumo	15
2.2.2.2. Determinación de la demanda potencial.....	17
2.2.3. Demanda mediante fuentes primarias.....	18
2.2.3.1. Diseño y aplicación de encuestas u otras técnicas.....	18
2.2.3.2. Determinación de la demanda	19

2.2.4. Proyección de la demanda	19
2.3. Análisis de la oferta	20
2.3.1. Análisis de la competencia	20
2.3.2. Características del servicio ofertado por los principales competidores.....	20
2.3.3. Planes de ampliación existentes	21
2.4. Determinación de demanda para el proyecto	21
2.4.1. Segmentación de mercado	21
2.4.2. Selección de mercado meta	21
2.4.3. Demanda específica para el proyecto	21
2.5. Definición de la estrategia de comercialización	23
2.5.1. Políticas de plaza	23
2.5.2. Publicidad y promoción.....	23
2.5.3. Análisis de precios.....	23
2.5.3.1. Tendencia histórica de precios	23
2.5.3.2. Precios actuales y niveles de servicio.....	24
CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DEL SERVICIO	25
3.1. Identificación y análisis detallado de los factores de localización	25
3.2. Identificación y descripción de las alternativas de localización	26
3.3. Evaluación y selección de localización	26
CAPÍTULO IV: DIMENSIONAMIENTO DEL SERVICIO	29
4.1. Relación Tamaño-Mercado	29
4.2. Relación Tamaño-Recursos	29
4.3. Relación Tamaño-Tecnología.....	31
4.4. Relación Tamaño-Inversión	32
4.5. Relación Tamaño-Punto de equilibrio.....	32
4.6. Selección de la dimensión del servicio.....	33
CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO	34
5.1. Definición del servicio basada en sus características de operación.....	34
5.1.1. Especificaciones técnicas del servicio	34
5.2. Proceso para la realización del servicio.....	35
5.2.1. Descripción del proceso del servicio	35
5.2.2. Diagrama de flujo del servicio.....	37
5.3. Tecnología, Instalaciones y equipo	38

5.3.1. Selección de la tecnología, instalaciones y equipo	38
5.3.2. Descripción de la tecnología.....	39
5.4. Capacidad instalada	40
5.4.1. Cálculo de la capacidad instalada del servicio	40
5.4.2. Cálculo detallado del número de recursos para el servicio	41
5.5. Resguardo de la calidad.....	41
5.5.1. Calidad del proceso del servicio	41
5.5.2. Niveles de satisfacción del cliente.....	43
5.5.3. Medidas del resguardo de la calidad.....	46
5.6. Estudio de Impacto ambiental	48
5.7. Seguridad y salud ocupacional	51
5.8. Sistemas de mantenimiento	57
5.9. Programa de operaciones del servicio	57
5.9.1. Consideraciones sobre la vida útil del proyecto	57
5.9.2. Programa de operaciones del servicio durante la vida útil del proyecto	58
5.10. Requerimientos de materiales, personal y servicios	59
5.10.1. Materiales para el servicio	59
5.10.2. Determinación del requerimiento de personal de atención al cliente.....	61
5.10.3. Servicios de terceros	61
5.10.4. Otros: Energía eléctrica, agua, transporte, etc.....	62
5.11. Soporte físico del servicio	63
5.11.1. Factor edificio.....	63
5.11.2. Ambiente del servicio.....	64
5.12. Disposición de la instalación del servicio.....	65
5.12.1. Disposición general	66
5.12.2. Disposición de detalle.....	71
5.13. Cronograma de implementación del proyecto.....	73
CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA.....	74
6.1. Formación de la organización empresarial.....	74
6.2. Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios	76
6.3. Esquema de la estructura organizacional y funciones generales de los principales puestos	76

CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO	77
7.1. Inversiones.....	77
7.1.1. Estimación de las inversiones de largo plazo	77
7.1.2. Estimación de las inversiones de corto plazo	77
7.2. Costos de las operaciones del servicio	78
7.2.1. Costos de materiales del servicio.....	78
7.2.2. Costo de los servicios	79
7.2.3. Costo del personal.....	81
7.2.3.1. Personal de atención al cliente.....	81
7.2.3.2. Personal de soporte interno del servicio	81
7.3. Presupuesto de ingresos y egresos.....	81
7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas.....	81
7.3.2. Presupuesto operativo de costos	82
7.3.3. Presupuesto operativo de gastos administrativos	83
7.4. Flujo de fondos netos.....	84
7.4.1. Flujo de fondos económicos.....	84
7.4.2. Flujo de fondos financieros	85
CAPÍTULO VIII: EVALUACION ECONÓMICA Y FINANCIERA	86
DEL PROYECTO	
8.1. Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR	88
8.2. Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR.....	89
8.3. Análisis de los resultados económicos y financieros del proyecto.....	89
8.4. Análisis de sensibilidad del proyecto	90
CAPÍTULO IX: CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL	97
9.1. Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto.....	97
9.2. Impacto en la zona de influencia	97
9.3. Impacto social del proyecto.....	98
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES	102
REFERENCIAS	103
BIBLIOGRAFÍA	105
ANEXOS	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Comparación de sistemas de limpieza en diferentes aplicaciones	6
Tabla 2.1. Comparación entre métodos de limpieza	11
Tabla 2.2. Número de plantas de energía	18
Tabla 2.3. Número de operaciones de limpieza al año	20
Tabla 2.4. Datos utilizados para el cálculo de la demanda del proyecto	22
Tabla 2.5. Demanda específica anual de limpieza a centrales de energía	22
Tabla 2.6. Precios de limpieza criogénica en Latinoamérica	24
Tabla 3.1. Número de oficinas de centrales ubicadas en los departamentos	26
Tabla 3.2. Distancia y tiempo de transporte en tierra entre departamentos.....	27
Tabla 3.3. Número de empresas que alquilan compresores	27
Tabla 3.4. PEA urbana de hombres de 30 a 59 años	27
Tabla 3.5. Cuadro de enfrentamiento	28
Tabla 3.6. Ranking de factores	28
Tabla 4.1. Demanda anual del proyecto mostrado en horas	29
Tabla 4.2. Hielo seco requerido por el proyecto.....	30
Tabla 4.3. Hielo seco ofertado por proveedores	30
Tabla 4.4. Especificaciones de la tecnología	31
Tabla 4.5. Inversión requerida para el proyecto	32
Tabla 4.6. Cálculo del punto de equilibrio	33
Tabla 5.1. Especificaciones técnicas y precios de máquinas criogénicas	38
Tabla 5.2. Promedio de horas requeridas por servicio	40
Tabla 5.3. EGE: Eficiencia global de los equipos	40
Tabla 5.4. Dimensiones, variables, descripción y LMP del servicio.....	43
Tabla 5.5. 5S de la calidad total.....	47
Tabla 5.6. Matriz de impacto ambiental	51
Tabla 5.7. Matriz de Severidad y probabilidad	55
Tabla 5.8. Matriz de Valoración de riesgos.....	55
Tabla 5.9. Matriz de identificación de peligros y riesgos (IPERC).....	56
Tabla 5.10. Mantenimiento de la máquina criogénica.....	57

Tabla 5.11. Vida útil y depreciación lineal de equipos	58
Tabla 5.12. Utilización, relación entre demanda y capacidad instalada.....	58
Tabla 5.13. Materiales requeridos por servicio	59
Tabla 5.14. Requerimiento de materia prima por limpieza	60
Tabla 5.15. Cálculo de contenedores.....	60
Tabla 5.16. Costos del servicio de terceros	62
Tabla 5.17. Cargos de personal por categoría	65
Tabla 5.18. Determinación de superficies para hem por Método Guerchet.....	67
Tabla 5.19. Determinación de superficies para hee por Método Guerchet	67
Tabla 5.20. Identificación de actividades	68
Tabla 5.21. Código de proximidades.....	68
Tabla 5.22. Análisis relacional de actividades	69
Tabla 5.23. Listado de motivos	69
Tabla 6.1. Planilla.....	76
Tabla 7.1. Costos de nacionalización	77
Tabla 7.2. Capital de trabajo.....	78
Tabla 7.3. Costo total de herramientas	79
Tabla 7.4. Consumo y costo de artefactos eléctricos.....	79
Tabla 7.5. Costo de energía eléctrica anual	80
Tabla 7.6. Cálculo del costo de consumo de agua.....	80
Tabla 7.7. Costo de consumo de agua anual para el proyecto.....	80
Tabla 7.8. Costo telefonía anual	80
Tabla 7.9. Egreso anual a recepcionista	81
Tabla 7.10. Egreso anual para servicios contables	81
Tabla 7.11. Ingreso por ventas anuales.....	82
Tabla 7.12. Costos directos anuales.....	82
Tabla 7.13. Costos indirectos anuales	82
Tabla 7.14. Egreso anual por sueldos a gerentes	83
Tabla 7.15. Gastos administrativos por artículos de oficina.....	83
Tabla 7.16. Estado de resultados	84
Tabla 7.17. Flujo de fondos económico	85
Tabla 7.18. Flujo de fondos financiero.....	85
Tabla 8.1. Rendimiento de los bonos entre 3 y 5 años	86

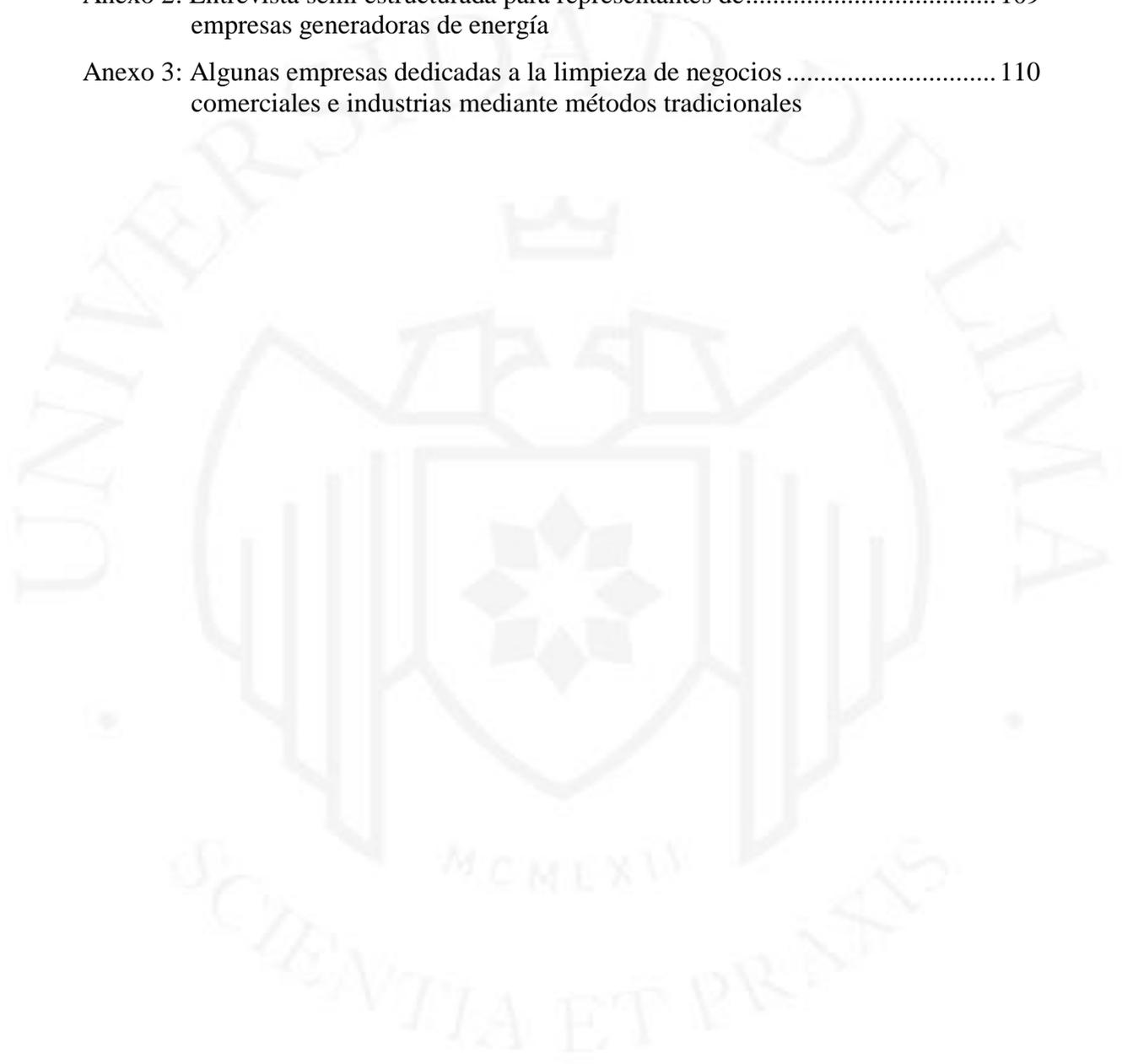
Tabla 8.2. Rendimiento de los bonos a 4 años	87
Tabla 8.3. Cálculo de Beta del proyecto.....	87
Tabla 8.4. Ratio de apalancamiento financiero	87
Tabla 8.5. Prima de riesgo de mercado	87
Tabla 8.6. Rendimiento de mercado.....	88
Tabla 8.7. Cálculo de CPPC	88
Tabla 8.8. Evaluación de flujo económico	89
Tabla 8.9. Evaluación de flujo financiero.....	89
Tabla 8.10. Escenario I Efecto en VAN económico por variación en el costo de materia prima	91
Tabla 8.11. Escenario II Efecto en VAN financiero por variación en el costo de materia prima	91
Tabla 8.12. Escenario III B/C económico en relación a la variación de 1 sol..... en el costo de hielo seco	93
Tabla 8.13. Escenario IV B/C financiero en relación a la variación de 1 sol..... en el costo de hielo seco	93
Tabla 8.14. Escenario V VAN económico en relación a la variación de 1 sol..... en el costo de hielo seco	95
Tabla 8.15. Escenario VI VAN financiero en relación a la variación de 1 sol..... en el costo de hielo seco	95
Tabla 9.1. Valor agregado anual.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Demanda en MW vs PBI.....	12
Figura 2.2 Nuevos proyectos de oferta 2013 - 2018.....	16
Figura 2.3 Demanda de MW y proyección.....	18
Figura 5.1. Diagrama de flujo del servicio de limpieza	37
Figura 5.2. Funcionamiento de máquina Aero 40 FP.....	39
Figura 5.3. Vistas de máquina Aero 40FP	39
Figura 5.4. Diagrama relacional	70
Figura 5.5. Plano de oficinas y almacén.....	71
Figura 5.5. Cronograma de implementación	73
Figura 6.1. Organigrama.....	76
Figura 8.1. Efecto en VAN económico por variación en el costo de materia prima	92
Figura 8.2. Efecto en VAN financiero por variación en el costo de materia prima	92
Figura 8.3. B/C económico en relación a la variación de 1 sol en el costo.....	94
de hielo seco	
Figura 8.4. B/C financiero en relación a la variación de 1 sol en el costo	94
de hielo seco	
Figura 8.5. VAN económico en relación a la variación de 1 sol en el costo.....	96
de hielo seco	
Figura 8.6. VAN financiero en relación a la variación de 1 sol en el costo	96
de hielo seco	

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Entrevista semi estructurada para representantes de.....	108
empresas extranjeras de limpieza criogénica	
Anexo 2: Entrevista semi estructurada para representantes de.....	109
empresas generadoras de energía	
Anexo 3: Algunas empresas dedicadas a la limpieza de negocios	110
comerciales e industrias mediante métodos tradicionales	



RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo es determinar la viabilidad tecnológica, económica, financiera y de mercado, respecto a la implementación de un servicio de limpieza criogénica con hielo seco dirigido al sector de generación de energía peruano.

Se realizó un estudio del análisis de la oferta actual y de los posibles competidores. La demanda obtenida fue de 656,25 horas anuales, las cuales se mantienen constantes durante el periodo de vida del proyecto.

En este proyecto se realizaron los cálculos respectivos para determinar la localización del local y almacén de la empresa. Se escogió a Lima como el mejor lugar para realizar la instalación del centro de operaciones del servicio, por ser la región con mayor número de plantas de generación de energía y por estar más cerca de otras plantas en distintas regiones.

En el desarrollo del proyecto, se detallan las especificaciones técnicas del servicio, accesorios y tecnologías requeridas. Luego de realizar el cálculo de los recursos del proyecto, el resultado indica la necesidad de contar con 01 máquina de limpieza.

En el proyecto se muestran los presupuestos relacionados a los materiales, sueldos, servicios e ingresos del proyecto. Se determinó que los ingresos son de S/1.279.687,50 mientras que los costos directos e indirectos del primer año son S/655.796,75 y S/ 63.116,00 respectivamente. Asimismo, la inversión requerida para el proyecto es de S/ 235.527,63 considerando como capital de trabajo un estimado de S/131.562,38 y la diferencia como un financiamiento parcial para la compra de maquinaria.

Finalmente, se realizaron los cálculos del costo de oportunidad del accionista y el CPPC. Estos cálculos realizados ayudaron a determinar que el proyecto es financieramente viable, y utilizando el método del financiamiento parcial se logró obtener un VAN de S/ 240.519,64 y una TIR de 87,83%, corroborando la alta rentabilidad que tiene el proyecto.

Palabras clave: Limpieza criogénica / Hielo seco / Dióxido de carbono / Centrales de energía / Métodos de limpieza tradicionales

ABSTRACT

The main objective of this work is to determine the technological, economic, financial and market viability for the implementation of a cryogenic cleaning service with dry ice for the energy generation sector.

A study of the analysis of the current offer and potential competitors was carried out. The demand obtained was 656.25 hours per year, which remains constant during the life of the project.

In this project, calculations were made to determine the location of the company and the warehouse. Lima was chosen as the best place to install the service operations center because it is the region with the largest number of power generation plants and because it is closer to other plants in different regions.

In the development of the project, the technical specifications of the service, accessories and required technologies are detailed. After calculating the project resources, the result indicates the need for 01 cleaning machine.

The project shows the budgets related to the materials, salaries, services and income of the project. The income was determined to be S/ 1.279.687,50 while the direct and indirect costs of the first year are S/ 655.796,75 and S/ 63.116,00 respectively. Likewise, the investment required for the project is S/ 235.527,63 considering as working capital an estimate of S/ 131.562,38 and the difference as a partial financing for the purchase of machinery.

Finally, the opportunity cost calculations of the shareholder and the CPPC were made. These calculations helped to determine that the project is financially viable, and using the partial financing method, a NPV of S/ 240.519,64 and an IRR of 87.83%, corroborating the high profitability of the project.

Keywords: Cryogenic cleaning / Dry ice / Carbon dioxide / Power stations / Traditional cleaning methods

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Problemática

El Perú es un país con gran cantidad de industrias en distintos rubros como energía, alimentación, pesquería e hidrocarburos; sin embargo, no ha avanzado a la par con la tecnología aplicada a la limpieza y mantenimiento industrial de otros países en Latinoamérica, como Ecuador, México, Chile y Brasil. En la industria peruana, el mantenimiento preventivo enfocado en la limpieza y acondicionamiento de la maquinaria para la producción de las plantas, e incluso los dispositivos eléctricos, son realizados con baja frecuencia, y en muchos casos, de una calidad deficiente debido a la aplicación de métodos tradicionales que no se adecuan a las nuevas máquinas, procesos y metodologías en la limpieza y mantenimiento industrial. Bajo este contexto, se pueden mejorar los servicios de limpieza industriales especializados que satisfagan la necesidad de un público objetivo.

Habiendo definido la problemática de esta investigación, el presente estudio preliminar propone la instalación de un servicio de limpieza criogénica con pellets de dióxido de carbono que se expulsan a bajas temperaturas y altas presiones para realizar la limpieza de máquinas o equipos industriales.

En la actualidad, en el país aún no existe un servicio similar que obtenga los mismos resultados en tiempo y eficiencia; las empresas subcontratan a otras empresas formales o informales que les brindan el servicio de limpieza con métodos tradicionales como chorreado de agua, arenado, limpieza con químicos o granallado; lo cual, genera pérdidas económicas debido al tiempo destinado a la limpieza que trae como consecuencia, la detención de la producción.

1.2. Objetivos de la investigación

Demostrar la viabilidad de mercado, económica, financiera, tecnológica, y social de la instalación de un servicio de limpieza criogénica con hielo seco para el sector industrial.

1.2.1. Objetivos específicos:

- Determinar la demanda del servicio de limpieza criogénica para el mercado de generación eléctrica.
- Evaluar y determinar la localización del servicio de limpieza criogénica.
- Identificar y evaluar la viabilidad económica, financiera y tecnológica del proyecto.
- Identificar los sectores industriales más rentables para ofrecer el servicio.
- Identificar las dimensiones y localización del almacén y contenedores.
- Elegir el mejor método de financiamiento para el desarrollo del proyecto.

1.3. Justificación del tema

1.3.1. Técnica

El servicio de limpieza criogénica resuelve problemas frecuentes desde una perspectiva técnica ya que remueve diferentes tipos de impurezas (grasas, aceites, pintura, alquitran, polvo, sarro, moho, ollín) sin dañar las máquinas o equipos. La limpieza criogénica es un método mucho más rápido y eficaz que los métodos tradicionales, por lo que es la opción ideal para contrarrestar el tiempo perdido y los costos producidos en las operaciones de limpieza en las industrias (Sherman R. , 2007).

Los proveedores de la máquina criogénica están dispuestos a vender el modelo elegido (Obregon, 2014), además, existen proveedores de hielo seco en el Perú que lo venden en pellets o en nieve, existen contenedores para almacenar el hielo seco y así poder transportarlo (Mas, 2015), se posee un almacén y un camión transportador de peso y por último, se mantiene comunicación con los jefes de mantenimiento de diferentes industrias (López Castro, 2015).

1.3.2. Económica

Se afirma que el proyecto es económicamente viable debido a que la tecnología requerida tiene un costo accesible y la rentabilidad que se obtiene con el servicio es alta (Posada, 2015). Las industrias ya no deben destinar una excesiva cantidad de tiempo para la

limpieza de sus equipos o maquinaria, por lo cual, las paradas de producción son mínimas (Escala, 2014).

El servicio de limpieza criogénica propone mayor rapidez, efectividad y eficiencia. Se espera recuperar la inversión y obtener una rentabilidad debido a los beneficios. Además, se desea formar una empresa sólida económicamente, que sea solvente y pueda expandirse.

1.3.3. Social

Por medio de la instalación del servicio de limpieza industrial se generarán puestos de trabajo tanto para el sector administrativo como en el sector operativo.

Los operarios no se exponen a condiciones de inseguridad o insalubridad y cuentan con equipos de protección (Murillo, 2015). Por otro lado, son capacitados y pueden desarrollar experiencias que los forman en el ámbito laboral.

De la misma manera, se beneficia al principal proveedor de hielo seco pues se establecen lazos estratégicos (Mas, 2015).

Además, la limpieza criogénica es un método de limpieza ambientalmente sostenible ya que no se genera residuos contaminantes en la fabricación de hielo seco debido a que éste se obtiene de una fuente de dióxido de carbono pura, por lo cual no contribuye a la contaminación ni daño a la capa de ozono (Sherman R. , 2007).

1.4. Hipótesis de trabajo

La instalación de un servicio de limpieza criogénica para la industria nacional es factible pues existe un mercado general que empleará este servicio y, además, es económica, financiera, tecnológica, y socialmente viable.

1.5. Marco referencial de la investigación

Para el desarrollo del estudio preliminar se requieren de fuentes de información que sirvan de sustento. A continuación, se presentan las fuentes utilizadas para este trabajo de investigación.

Sherman, Robert. Carbon Dioxide Snow Cleaning (2007) menciona las propiedades y características únicas que tiene el dióxido de carbono para limpiar y remover partículas de suciedad.

Además, explica que el efecto que produce el CO₂ cuando impacta sobre una superficie, es la remoción de partículas de todos los tamaños desde las visibles hasta aquellas de escala nanométrica. Las características mencionadas convierten a la limpieza con hielo seco en una alternativa excelente ya que satisfacen la demanda industrial y el cuidado ambiental. Por otro lado, el CO₂ es no tóxico, no inflamable, no daña la capa de ozono y expone de manera mínima al operario por si este se encuentra en un ambiente confinado o si tiene contacto directo con la piel, el proceso de limpieza está libre de residuos, es no destructivo y el hielo seco al sublimarse (de sólido a gas) es inerte y no se mezcla con otros componentes, razón por la cual es amigable al ambiente.

Maruyama, Hiroyuki; Yi-Hung, Liu; Shuji, Martsusaka. Effect of Particle Impact on Surface Cleaning Using Dry Ice Jet (2011), concluyen en el artículo experimental, que la eficiencia de remoción de partículas aumenta con el tiempo, mientras la temperatura disminuye. Las micro-partículas se remueven a -10°C y las nano-partículas se remueven a -70°C por la colisión con las partículas aglomeradas de hielo seco.

El efecto del impacto del hielo seco sobre los contaminantes puede ser observado. Se hizo la prueba con resina la cual al ser impactada por el CO₂ a altas presiones se fragmentó y pudo ser removida.

Liu, Yi-Hung; Matsusaka, S. Characteristics of a Dry Ice Particles Produced by expanding Liquid Carbon Dioxide and its Application for Surface Cleaning (2012) destacan que la limpieza con hielos seco es una técnica de limpieza muy conocida en el ambiente industrial pues puede ser aplicada en la limpieza de superficies de aparatos semi-conductivos, equipos de procesamiento de alimentos, piezas de automóviles, así como también en la refrigeración de alimentos y la industria farmacéutica, debido a las bajas temperaturas. La rápida expansión de dióxido de carbono a través de una boquilla puede producir partículas de hielo seco por el efecto Joule-Thompson.

Asimismo, menciona que Hoenig demostró que, en el chorreado de hielo seco, las partículas que penetran la superficie son las que remueven la capa de contaminantes, además, en comparación con el chorreado de aire, el impacto del hielo seco puede remover incluso los disolventes orgánicos.

Zorn, Michael; Tompkins, Dean; Zeltner, Walter; Anderson, Marc; Etter, John. In-Line Catalytic Purification of Carbon Dioxide Used in Precision Cleaning Applications (2012) concuerdan en que una ventaja importante de la limpieza de precisión con CO₂ en comparación con disolventes tradicionales se debe a la inexistencia de residuos (considerando que el CO₂ es un precursor limpio). Además, el CO₂ es inerte, relativamente abundante, y no inflamable.

Uhlmann, Eckart; Hollan, Robert; Veit, Robert; El Mernissi, Adil. 13th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering (2006), presentan una nueva alternativa en la cual combinan la limpieza con hielo seco y láser. Explican que generalmente los procesos de limpieza se basan en métodos convencionales y enfatizan que el chorreado de hielo seco y el procesamiento láser, son dos alternativas ambientalmente amigables con diferentes ventajas. La limpieza criogénica puede ser utilizada para decapado, limpieza y tratamiento previo, mientras que el procesamiento láser realiza una extracción definida de revestimientos o contaminantes y un tratamiento de la superficie.

Las ventajas que ofrece la limpieza con hielo seco en comparación a los métodos tradicionales son: la reducción del tiempo y el aumento de la eficiencia (Ver Tabla 1.1.)

Tabla 1.1.

Comparación de sistemas de limpieza en diferentes aplicaciones.

Imprenta	Tradicional	Criogénica
Horas de limpieza	14	4
Personas	2	1
Uso de tóxicos	Sí	No
Nivel de limpieza	75%	90%
Costo aproximado (\$)	60,00	700,00
Turbomotor	Tradicional	Criogénica
Horas de limpieza	5	0,25
Personas	1	1
Uso de tóxicos	Sí	No
Nivel de limpieza	85%	95%
Costo aproximado (\$)	20,00	45,00
Turbina a gas	Tradicional	Criogénica
Horas de limpieza	32	8
Personas	2	1
Uso de tóxicos	No	No
Nivel de limpieza	60%	90%
Costo aproximado (\$)	250,00	1200,00

Fuente: Red Repositorios de Acceso abierto del Ecuador, Tesis de Grado en Escuela Superior Politécnica del Litoral. (2011)

Elaboración propia.

1.6. Marco Conceptual

Moreira y Coello mencionan la existencia de tres factores presentes en la expulsión de hielo seco: el efecto cinético, el efecto térmico y el efecto explosivo. En el efecto cinético, los pellets son expulsados a velocidades de 300 m/s en un rango de presiones entre 60 y 150 psi por medio de una compresora y el flujo de aire; como el dióxido de carbono pasa inmediatamente de sólido a gas sin pasar por el estado líquido, la energía que se desprende en el impacto es mucho menor a la energía desprendida con otros métodos lo que ocasiona que no sea abrasivo con el material con el que tiene contacto. En el efecto térmico, debido a la baja temperatura del hielo seco se produce una transferencia de calor con la impureza que se quiere remover causando una fisura y contracción en la misma por lo cual se desprende. Por último, en el efecto explosivo, el gas al impactar la superficie a una velocidad muy alta se expande aproximadamente 800 veces su tamaño generando mini explosiones debido a la baja temperatura que permiten remover la suciedad.

A continuación, se muestra un glosario de términos que serán utilizados y recurrentes en la investigación:

- Pellets: pequeña porción de material aglomerado o comprimido.
- psi: unidad de presión, libra-fuerza por pulgada cuadrada
- Dióxido de carbono: gas inerte también llamado bióxido de carbono y anhídrido carbónico.
- Sublimación: cambio de fase de estado sólido a gaseoso
- Hielo seco: dióxido de carbono en estado sólido usado para diferentes aplicaciones.
- Chorreado de agua: método de limpieza que expulsa agua a alta presión.
- Arenado: método de limpieza que expulsa arena a alta presión.
- Granallado: método de limpieza que expulsa metales o metaloides reducidos a granos pequeños a presión.
- Limpieza criogénica: método de limpieza con hielo seco a presión y baja temperatura.
- Disolventes orgánicos: compuestos orgánicos volátiles que se utilizan en la limpieza para remover o disolver la suciedad.

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1. Definición comercial del servicio

Es un servicio de limpieza industrial que utiliza como materia prima el hielo seco que es dióxido de carbono en estado sólido.

CIIU: 8129 “Actividades de limpieza de edificios e instalaciones industriales”

- Servicio básico: limpieza criogénica empleando un flujo de aire a alta presión para impulsar pellets de hielo seco e impactar con las partículas para remover cualquier elemento no deseado de distintas superficies.
- Servicio real: la limpieza se hace in situ, se trabaja a $-78,5^{\circ}\text{C}$ por lo que desinfecta superficies y se puede graduar la fuerza del impacto con las partículas a limpiar, con ello, se garantiza la seguridad y cuidado de las máquinas. Esta limpieza es capaz de remover suciedad, grasa, aceites, proteína, pintura, sarro, moho, hollín y otros de paredes, cerámicos, metales, piedra y madera. Este método empleado es seco, no abrasivo, no conductivo, no corrosivo, no inflamable y no tóxico.
- Servicio aumentado: el cliente interesado será atendido a la mayor brevedad posible, ya sea respondiendo a su correo electrónico, contestando su llamada telefónica o devolviendo la llamada recibida por parte de él. El precio se cobrará por hora de trabajo, 50% adelantado y 50% luego de haber terminado el trabajo y se incluirá la garantía (no daño) de las máquinas. Se contará con un supervisor para que revise y controle la calidad del trabajo de los dos operarios y estado de las máquinas. Se usarán distintas boquillas especiales para llegar a los lugares más difíciles de las máquinas. Durante la limpieza, se documentará fotográficamente el avance. Terminado el trabajo, se realizará un informe final, el cual se presentará detalladamente al cliente acerca de todos los factores involucrados en la limpieza realizada. El servicio estará

enfocado a brindar una calidad de limpieza excepcional mediante instrumentos de alta tecnología adaptándonos a las necesidades y requerimientos de cada cliente.

2.1.2. Principales características del servicio

2.1.2.1. Usos y características del servicio

El método de limpieza criogénica provee una variedad de beneficios que lo distinguen como la principal opción al momento de realizar trabajos de mantenimiento o remoción de sustancias no deseadas de máquinas, instalaciones o herramientas (Sherman, Hirt, & Vane, 1994). Estas características convierten a este método en la opción ideal para trabajos en:

- Industria automotriz.
- Remoción de moho y sarro.
- Restauración de monumentos históricos.
- Limpieza de dispositivos médicos.
- Industria alimentaria.
- Imprentas.
- Limpieza en líneas de soldadura.
- Industria de plástico.
- Industria de generación de energía.
- Otros

Las características de este método son:

- Es seco
- No abrasivo
- No corrosivo
- No inflamable
- No tóxico
- No conductivo
- No contaminante
- No explosivo

Además, como este método trabaja a $-78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (temperatura en la que se encuentra el hielo seco), las superficies limpiadas quedan desinfectadas en casi un 100%, eliminando bacterias como la salmonella, *E. Coli* y *Listeria* (Murillo, 2015).

2.1.2.2. Servicios sustitutos y complementarios

Los servicios sustitutos usados actualmente en la industria son los siguientes:

- Limpieza con agua a presión
- Limpieza con soda caustica
- Limpieza con disolventes químicos
- Limpieza con herramientas manuales
- Limpieza Láser

Así también existen servicios complementarios que sirven para otras tareas que no están necesariamente relacionadas a la limpieza:

- Arenado
- Granallado

Estos métodos son considerados complementarios a la limpieza pues suelen ser usados para remover óxido de las partes metálicas de las máquinas o estructuras muchas veces ocasionada por la suciedad, pintura desgastada, moho, etc. Sin embargo, estos métodos se diferencian mucho de la limpieza criogénica, ofreciendo menos beneficios y eficiencia a la hora de realizar los trabajos (ver tabla 2.1.).

Tabla 2.1

Comparación entre métodos de limpieza

Método de Limpieza	Residuos Secundarios	Conducción Eléctrica	Abrasivo	Tóxico	Eficacia
Hielo Seco	No	No	No	No	Excelente
Limpieza por chorro de arena	Sí	No	Sí	*	Bueno
Limpieza por chorro de sosa	Sí	No	Sí	*	Bueno
Limpieza por chorro de agua	Sí	Sí	No	*	Correcto
Disolventes/Productos químicos	Sí	N/D	No	Sí	Limitado
Granallado	Sí	N/D	Sí	N/D	Limitado
Herramientas manuales	No	N/D	Sí	N/D	Limitado

Fuente: Cold Jet LLC (2015)

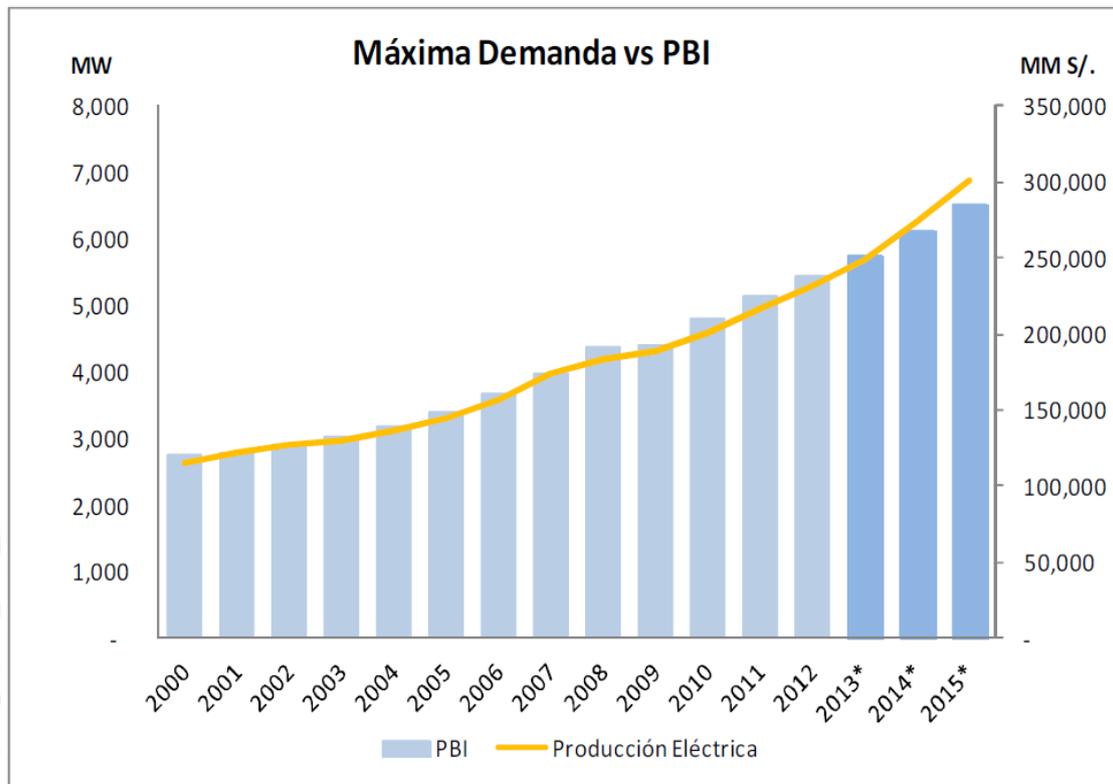
Elaboración propia

2.1.3. Determinación del área de influencia del servicio

Se planea brindar este servicio a todo el sector de generación de energía peruana, abarcando empresas privadas y estatales. Se escogió este sector debido a que es uno de los más grandes e importantes en el país; asimismo, es uno de los sectores donde los procesos de limpieza son más costosos e indispensables para el desarrollo del servicio. Sin embargo, debido a las características y beneficios del método criogénico, es probable que otras compañías distintas al sector de energía también estén interesadas en la contratación del servicio y sean influenciadas por este. También, se puede argumentar que muchas organizaciones suelen relacionar la producción y demanda de energía con el PBI del país pues es reflejo del uso de industrias, oficinas, transporte, etc. (ver figura 2.1.).

Figura 2.1.

Demanda en MW vs PBI



Fuente: COES, BCRP (2012)

2.1.4. Análisis del sector

- **Amenaza de servicios sustitutos**

El servicio sustituto más conocido por las industrias y con el resultado final más cercano al deseado es la limpieza manual con químicos y herramientas. Sin embargo, este método brinda muy pocos beneficios en comparación con la limpieza criogénica, el cual es un método más limpio, rápido, efectivo y eficiente (Obregon, 2014).

La amenaza por la sustitución de métodos manuales depende también del tamaño de la planta y las máquinas que se deseen limpiar debido al tema de costos, pues si la planta es pequeña con un reducido número de equipos, la limpieza criogénica puede ser costosa, pero si es una planta grande con muchos o grandes equipos, la limpieza con hielo seco resulta ser la más adecuada (Prunés, 2015). Es por esto que esta amenaza se considera baja.

- **Amenaza de nuevos ingresos**

A pesar de que el servicio está enfocado a un mercado industrial que es poco accesible, requiere experiencia y un fuerte capital de trabajo, es a la vez un sector muy atractivo y altamente rentable que se puede explotar (Minas, Anuario Ejecutivo de Electricidad 2013, 2013).

Las grandes empresas capaces de realizar una inversión de este tipo ya cuentan con un rubro especializado y el incursionar en este campo les generaría una serie de requerimientos que influirían en sus tiempos y costos (Murillo, 2015); sin embargo, para un inversionista independiente puede ser una idea de negocio ideal, por lo que la amenaza de nuevos ingresos se considera moderada.

- **Poder negociador de los proveedores**

Existen 2 grandes proveedores de hielo seco: Praxair y Tecnogas, los cuales se dedican a la generación de gases industriales como nitrógeno u oxígeno que a la vez son la mayor fuente de ingreso de estas empresas; sin embargo, solo Tecnogas y otra pequeña empresa llamada Ice Power, son los únicos que cuentan con máquinas para producir hielo seco en pellets (Mas, 2015).

No existen muchos proveedores de hielo seco en pellets y la demanda de éste es muy baja llegando a un promedio de solo 1000 kg al año debido al poco uso que tienen los pellets aparte de la limpieza criogénica, por lo que se considera un poder de negociación de proveedores moderado.

- **Poder de negociación de los clientes**

Debido a que este es un nuevo método aplicado en la industria, se debe demostrar su efectividad y los resultados en el campo para que las empresas del sector decidan subcontratar el servicio de limpieza criogénica.

La costumbre de los clientes potenciales al uso de los métodos de limpieza tradicionales es un factor que puede influenciar la decisión de contratación del servicio (Quezada, 2015). Es necesario ofrecer un servicio diferenciado, con las posibilidades de asistir un servicio en la fecha, hora y lugar solicitado por el cliente, con una limpieza más efectiva y rápida a los métodos tradicionales. El servicio de limpieza no solo será más efectivo y

rápido que los métodos ofrecidos por la competencia, sino que también podrá realizarse in situ sin necesidad de desmantelar la máquina o instalación a limpiar. De esta manera, se podrá revertir el poder de negociación que tienen las industrias en la actualidad y por lo que se determina que el poder de negociación de los clientes es moderado.

- **Rivalidad entre los competidores**

Los competidores existentes son las empresas que ofrecen el servicio de limpieza tradicional como la limpieza manual con químicos y servicios complementarios como el granallado y el chorreado de agua a presión.

En el Perú, hay muchas empresas que brindan el servicio de limpieza dirigidas al mercado de consumo, pero muy pocas se orientan a el mercado industrial de generación eléctrica. Por esta razón, se considera que la rivalidad entre competidores con respecto a este servicio es baja.

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

Debido a la naturaleza de esta investigación y que el servicio en estudio está dirigido a un mercado industrial de complicado acceso y no de consumo, la recolección de datos e información se basaron más en un aspecto cualitativo que cuantitativo.

- **Fuentes primarias**

Como fuentes primarias se entrevistaron a dueños de empresas que brindan limpieza criogénica en países latinoamericanos, para desarrollar y estudiar las estrategias de planeamiento que usaron para determinar y convencer a su mercado meta.

Por otro lado, se realizó una investigación de mercado a través de entrevistas con jefes de mantenimiento de distintas plantas en el sector industrial nacional para captar opiniones más cercanas sobre la posible instalación del servicio.

- **Fuentes secundarias**

Se cuenta con artículos de revistas de investigación y tesis disponibles para su lectura, sirviendo de apoyo para distintos puntos del presente trabajo.

- **Fuentes terciarias**

Son principalmente páginas web en Internet con información de interés para esta investigación, incluye blogs o páginas de empresas que sean proveedores de la máquina o servicio.

2.2. Análisis de la demanda

2.2.1. Demanda histórica

No se lograron encontrar registros históricos sobre la demanda u oferta del servicio de limpieza criogénica debido a que este servicio aún no existe en el mercado peruano. Además, tampoco se cuenta con algún registro estadístico sobre el uso de métodos sustitutos empleados en el sector de generación de energía o en la industria en general.

2.2.2. Demanda potencial

2.2.2.1. Patrones de consumo

Para la proyección de la demanda potencial, sólo se consideraron las centrales generadoras de energía actuales, pero no las posibles nuevas hidroeléctricas y termoeléctricas que se podrían ser consideradas en un futuro debido a los distintos factores, tales como, los cambios en la economía peruana y extranjera, los problemas políticos nacionales, las protestas y malestar de la sociedad frente a proyectos con impacto ambiental. Por otra parte, la cantidad de centrales de generación de energía construidas actualmente en el país poseen una capacidad de cubrir la demanda de energía durante los próximos 10 años sin la necesidad de expandir o repotenciar este sector (El Comercio, 2015).

“El sector (energía eléctrica) viene creciendo de una manera importante en los últimos años. Actualmente, tenemos alrededor de 6,000 MW de potencia de máxima demanda en el sistema y estamos hablando de una capacidad instalada de 8,000 MW. En

nuestros cálculos, hacia el 2024, la demanda se situaría entre 13000 y 14000 MW de potencia instalada”. (Pérez-Reyes, SIEE, 2015).

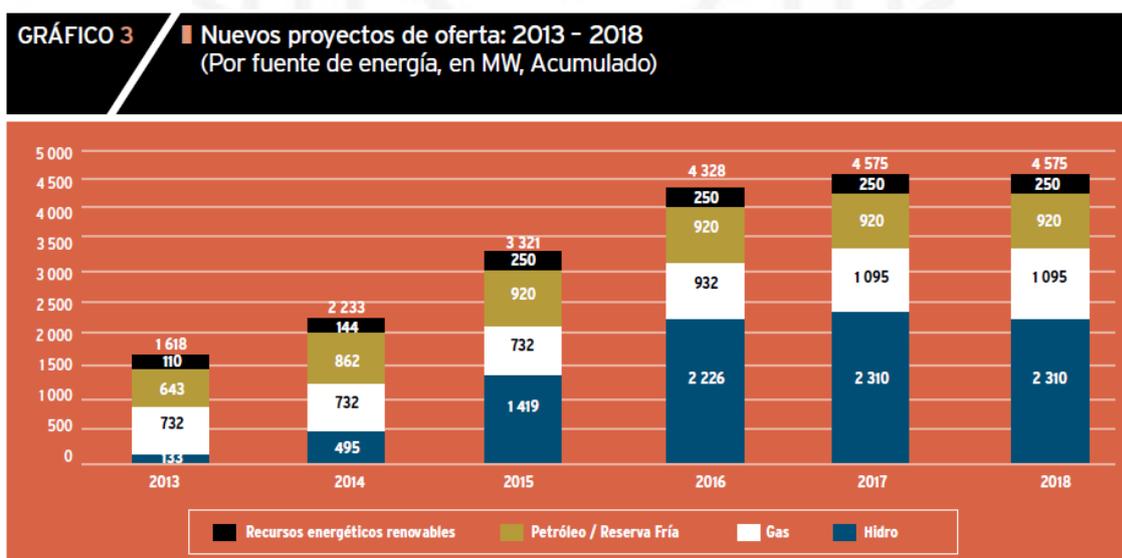
Asimismo, mediante otras fuentes, se logró confirmar que el número de centrales eléctricas para el 2017 y 2018 se va a mantener constante. (Ver figura 2.4).

Con respecto a la limpieza en centrales eléctricas, se logró determinar que la frecuencia con la que realizan trabajos de mantenimiento y limpieza en empresas de generación de energía se programa entre cada 2 y 6 años (Rojas, 2014), dependiendo mucho de la utilización de las instalaciones y las características ambientales en la que operan.

En cuanto a la estacionalidad, se determinó que no existe una estación o temporada específica en la cual se realicen mantenimientos y limpiezas en plantas de generación eléctrica, pero algunas empresas de generación pueden optar por realizarlas a fines de primavera, antes del inicio del verano o durante este, ya que las capas de polvo, aceites, suciedad, etc., depositadas en las máquinas genera el calentamiento de estas que combinadas con las altas temperaturas del verano pueden generar un mayor desgaste de las máquinas y pérdida de eficiencia en ellas (López Castro, 2015)

Figura 2.2.

Nuevos proyectos de oferta 2013-2018 por tipo de recurso



Fuente: COES y Ministerio de Energía y Minas (2013)

2.2.2.2. Determinación de la demanda potencial

Utilizando la información obtenida para determinar los patrones de consumo, se estableció que las operaciones de limpieza en la mayoría de las centrales hidroeléctricas y termoeléctricas en el Perú, se realizan con un promedio de 4 años, por lo que esta información se utilizará para elaborar los futuros cálculos con respecto a la demanda potencial y del proyecto.

Estas grandes operaciones de mantenimiento se enfocan principalmente en la limpieza y remoción de sustancias no deseadas depositadas en las instalaciones y maquinaria (turbinas, generadores y estatores). Esta limpieza se realiza debido a que polvo y aceites ingresan a los componentes internos de los generadores y transformadores depositándose en sus paredes y provocando un incremento en la temperatura de la máquina ocasionando una menor eficiencia y desgaste de ella (Liza, 2015).

Se ha considerado que el Perú cuenta con 165 centrales hidroeléctricas y 256 plantas térmicas en total (Minas, Anuario Ejecutivo de Electricidad 2013, 2013), que actualmente se encuentran operativas y abastecen el consumo nacional.

Con la información proporcionada en la Tabla 2.2, se elaboró una estimación del número de centrales que podrían requerir de un servicio de limpieza criogénica por año (ver Tabla 2.3.) con una frecuencia de 4 años.

Por otra parte, cabe reforzar que las demandas proyectadas de años pasados se han ido cumpliendo hasta la fecha (ver figura 2.3), lo que nos brinda seguridad que, en los próximos años, la demanda y utilización de capacidad de las plantas generadoras de energía irán incrementando. Asimismo, a medida que la utilización de las plantas generadoras se incrementa, los planes de mantenimiento consecuentemente aumentarán en frecuencia, lo que impacta directamente en el incremento de paradas y realización de limpieza de turbinas y generadores.

Figura 2.3.

Demanda de MW y Proyección



Fuente: COES (2017)

Tabla 2.2.

Número de plantas de energía

Planta de Energía	Número de plantas
Plantas Hidroeléctricas	165
Plantas Termoeléctricas	256

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2010)

Elaboración propia

2.2.3. Demanda mediante fuentes primarias

2.2.3.1. Diseño y Aplicación de Encuestas u otras técnicas

Debido a la escasa cantidad de datos estadísticos y fuentes escritas sobre los mantenimientos en centrales de energía, se recurrió a realizar entrevistas con expertos y personas relacionadas al sector de generación de energía y también se entrevistó a representantes de empresas extranjeras dedicadas a brindar el servicio de limpieza criogénica.

Las entrevistas realizadas a empresas de limpieza criogénica en países extranjeros (ver anexo 1), se mantuvieron en países de Latinoamérica donde el comportamiento de

las industrias es similar al del Perú, es decir, son variadas y se encuentran en constante crecimiento.

Por otro lado, las entrevistas realizadas a jefes o gerentes de mantenimiento fueron realizadas a empresas hidroeléctricas y/o termoeléctricas, se llevaron a cabo con el fin de determinar las máquinas principales que limpian, el método actual que usan para limpiar, el tiempo que requieren en la limpieza y los costos o pérdidas experimentadas por estas operaciones (Ver anexo 2).

La información y comentarios obtenidos de las entrevistas fueron positivos, confirmando la necesidad de un servicio de limpieza criogénica en el Perú, aunque se experimentó un caso de escepticismo frente a los beneficios y características de este servicio por parte de un jefe de mantenimiento entrevistado (Rojas, 2014).

2.2.3.2. Determinación de la Demanda

Para poder determinar la demanda de este servicio, se tomó como referencia los cálculos de la demanda potencial y el promedio de operaciones de limpieza que se hacen anualmente, considerando que las centrales de energía realizan la limpieza de sus máquinas cada 4 años.

2.2.4. Proyección de la Demanda

Para la proyección de la demanda se utilizaron los datos considerados en la proyección de la demanda potencial. Se tomaron las 165 centrales hidroeléctricas y 256 plantas térmicas a nivel nacional y la limpieza estimada se realiza cada 4 años. Con estos datos se procedió a determinar el número de operaciones de limpieza en centrales hidroeléctricas y termoeléctricas al año.

Tabla 2.3

Número de operaciones de limpieza al año

Año	Número de operaciones		Número de operaciones de limpieza	
	Centrales Hidroeléctricas	Centrales Termoeléctricas	Centrales Hidroeléctricas	Centrales Termoeléctricas
2013	165	256	41	64
2014	165	256	41	64
2015	165	256	41	64
2016	165	256	41	64
2017	165	256	41	64
2018	165	256	41	64

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (s.f.)

Elaboración propia

2.3. Análisis de la oferta

2.3.1. Análisis de la competencia. Número de operadores y ubicaciones

No existe competencia directa de este servicio de limpieza criogénica. Actualmente, las empresas de energía emplean a sus propios operarios para realizar las operaciones de limpieza en la planta, utilizando disolventes químicos.

Por otra parte, existen empresas de limpieza especializadas en la desinfección y conservación de establecimientos como oficinas, colegios, hospitales y ocasionalmente instalaciones industriales; sin embargo, los servicios de limpieza industrial que ofrecen son limitados pues solo emplean el chorreado de agua a presión para limpiar paredes, pisos o maquinaria simple que no se vaya a ver afectada por el agua o la corrosión (Ver anexo 3). La gran mayoría de estas empresas de limpieza se concentran en Lima, llegando solo unas cuantas a brindar sus servicios en provincias.

2.3.2. Características del servicio ofertado por los principales competidores

Debido a que no existen competidores directos ni con un servicio similar al ofertado, sólo se analizaron las características de las empresas que se enfocan en la limpieza de edificios y establecimientos. Estas empresas usan las herramientas y máquinas básicas de limpieza como escobas, aspiradoras y trapos. También emplean desinfectantes químicos para

eliminar hongos y bacterias. Por último, dependiendo de la necesidad, a veces usan máquinas de chorreado de agua a presión.

2.3.3. Planes de ampliación existentes

Se desconoce si alguna de las empresas mencionadas anteriormente está interesada en incursionar en un servicio de limpieza criogénica pero la probabilidad es baja, pues las mismas ya se encuentran posicionadas y con un mercado objetivo definido.

2.4. Determinación Demanda para el proyecto

2.4.1. Segmentación de mercado

Después de haber elaborado un análisis de las distintas empresas de energía a nivel nacional, se decidió enfocar el servicio a todas las centrales de generación eléctrica dedicadas a abastecer el sector industrial y comercial del Perú excluyendo a empresas privadas con centrales de energía para el abastecimiento propio.

2.4.2. Selección de mercado meta

Se realizó un mayor análisis del segmento del mercado tomado y se seleccionó como mercado meta el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) que es el compendio principal de centrales eléctricas que alimentan al país. En la actualidad, se cuenta con 48 centrales hidráulicas, 27 centrales térmicas y 4 centrales solares (Ing. Jané La Torre & Ing. Olivera Castañeda, 2013), pero solo se enfocará en servicio a hidroeléctricas y termoeléctricas, obviándose las plantas solares debido a que abastecen un bajo porcentaje de la demanda nacional y la limpieza criogénica no aporta mayores cambios o beneficios a este campo (Obregon, 2014).

2.4.3. Demanda Específica para el Proyecto

Tomando el número de centrales de generación (Termoeléctricas e Hidroeléctricas) que conforman el SEIN, se realizó un análisis numérico de la cantidad de Grupos¹ que estas

¹ Término normalmente utilizado en centrales de energía para referirse a la combinación de Turbina-Generador, principales componentes para generar energía.

poseen. Se concluyó que existen un número de 121 Grupos en total en las centrales hidroeléctricas y 68 grupos en total en las centrales termoeléctricas, lo que nos daría un promedio de 2,52 generadores por central.

El número de centrales estimado como demanda anteriormente fue multiplicado por la participación estimada de este servicio que se obtuvo como resultado de las diversas entrevistas elaboradas a jefes y gerentes de mantenimiento de generadoras de energía, obteniendo una participación del 100%. Asimismo, se procedió a multiplicar el número de posibles empresas interesadas por la cantidad promedio de grupos de generación, dividiendo el resultado entre una frecuencia de limpieza de 4 años, como en el punto 2.2.4 se mencionó. Este último dato obtenido, fue multiplicado por el número promedio de horas de limpieza requeridas por cada generador (Posada, 2015).

Tabla 2.4.

Datos utilizados para el cálculo de la demanda del proyecto

Tipo de Central	Cantidad Centrales	Número de generadores	Promedio de generadores	Promedio utilizado
Hidroeléctrica	48	121	2,52	2
Termoeléctrica	27	68	2,52	2

Elaboración propia

Se considera que, de los 2 generadores, solo se realizará el servicio de limpieza a 1 de ellos, pues las centrales de energía no pueden tener ambos generadores sin funcionar ya que desabastecerían de energía a la población.

Tabla 2.5.

Demanda específica anual de limpieza a centrales de energía

Tipo de Central	Cantidad	Participación	Promedio generadores	Horas de limpieza promedio	Frecuencia de limpieza x generador (años)	Demanda anual del proyecto (horas-año)
Hidroeléctrica	48	100%	1	35	4	420,00
Termoeléctrica	27	100%	1	35	4	236,25

Elaboración propia

Asimismo, se debe resaltar que la cantidad de centrales eléctricas que conforman el SEIN se mantendrá constante durante los próximos años, siendo los únicos proyectos de crecimiento los enfocados a la expansión de la red de transferencia eléctrica

(Osinergmin,2015). Por tal motivo, se ha decidido realizar una proyección de la demanda constante los años establecidos para el proyecto.

2.5. Definición de la Estrategia de Comercialización

2.5.1. Políticas de plaza

Se brindará el servicio a empresas eléctricas pertenecientes al SEIN, al igual que todas las demás centrales de energía que lo requieran alrededor del país. El punto de partida es Lima, se estudiará la ruta hacia la central que ha contratado el servicio, se programará la cantidad de materia prima que se requiere para abarcar la limpieza de todos los equipos y se procederá a seguir con el itinerario.

2.5.2. Publicidad y promoción

El principal medio inicial para la publicidad y promoción del servicio será una página web donde se vean las características y beneficios del método de limpieza con hielo seco; así como también, la misión, visión y objetivos de la empresa. Además, se enviarán correos a jefes de mantenimiento de las centrales elegidas y se programarán entrevistas para mostrarles pruebas del funcionamiento del servicio.

2.5.3. Análisis de precios

2.5.3.1. Tendencia histórica de precios

No existe un registro histórico de precios sobre este servicio en Perú y debido a las grandes diferencias que existen en ventajas y beneficios de este método en comparación a otros, los precios empleados por los métodos sustitutos no pueden ser aplicados como puntos de referencia. Sin embargo, la información recopilada en la investigación de mercado nos ayudó a determinar los precios de un servicio como este en otros países.

Las empresas estudiadas en otros países poseen un promedio de 7 años (Prunés, 2015) en el mercado y han logrado desarrollarse abarcando total las ramas en las que la limpieza criogénica puede aplicarse, esto también los ha llevado a poseer precios distintos dependiendo de diversos factores como la distancia al área de trabajo, herramientas extras a emplear, número de máquinas a emplear, riesgos para los operarios, etc. Sin embargo,

para trabajos en empresas de generación de energía, todas las empresas manejan un precio base muy similar.

Solo empezaremos informando que los precios utilizados en estas empresas extranjeras en el mercado de energía se iniciaron en un promedio de \$ 400.00 por hora de trabajo, incrementando a un promedio de \$ 500.00 una vez posicionadas en el mercado y experimentando mayor demanda (Escala, 2014). Este lapso de posicionamiento de estas empresas fue de aproximadamente 1 año.

2.5.3.2. Precios actuales y niveles de servicio

En la actualidad, el precio promedio base por hora que las empresas emplean es de \$500.00, pudiendo aumentar o reducir este precio considerando los diversos factores del trabajo como distancia, herramientas extras, etc. Se ha analizado con mayor detenimiento a 4 empresas, todas ellas representantes de su país en Latinoamérica.

Tabla 2.6.

Precios de limpieza criogénica en Latinoamérica

País	Colombia	Chile	Chile
Empresa	Cryotech	Cryo Clean	Jet Cold
Precio (\$/hora)	500	450-500	520

Elaboración propia

Asimismo, el servicio que estas empresas brindan, empieza desde el primer contacto que éstas establecen con el cliente. Se efectúa una reunión en las instalaciones del cliente y si éste desea que se realice una demostración, se efectúa una prueba semi-gratuita (solo se considera la mitad del precio de realizar la prueba).

Luego de haber aceptado el cliente para que se proceda con el trabajo, se efectúa la limpieza, haciendo solo el cobro a partir del momento en que encienden la máquina de limpieza y empiezan a efectuar el servicio. A parte de la limpieza, no efectúan ningún trabajo adicional, siendo responsabilidad del cliente el recoger los residuos consecuencia de la limpieza y realizar la correcta disposición de los mismos.

CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DEL SERVICIO

3.1. Identificación y análisis detallado de los factores de localización

La instalación de una empresa de limpieza criogénica enfocada al sector de energía se encuentra sujeta a distintos factores de los cuales se seleccionaron los más importantes para definir la localización:

- Disponibilidad del hielo seco en pellets: el hielo seco es el principal recurso necesitado para la limpieza. Este puede ser obtenido de plantas que producen gases industriales; sin embargo, existen pocas plantas a nivel nacional que fabriquen este producto. El hielo seco es de baja densidad y se encuentra a muy baja temperatura, por lo que su exposición a temperatura ambiente o lugares húmedos genera su rápida sublimación.
- Disponibilidad de Compresora de aire: La limpieza criogénica es un método que requiere una alta presión y flujo de aire, principalmente obtenido de compresores de tornillo mayores a 2000 cc con por lo menos 70 HP, cuyas dimensiones y peso son de considerar; por lo que tener un suministro de aire adecuado y oportuno, es importante para realizar las operaciones de limpieza. Para esto se necesita un compresor móvil de aire de entre 185 - 240 pies³/min.
- Cercanía con el cliente: es importante poder realizar reuniones y demostraciones de campo con los jefes y gerentes de las centrales generadoras de energía se encuentran distribuidas alrededor del país; las cuales en su mayoría poseen sus oficinas administrativas en la misma ubicación de la planta o sus cercanías.
- Servicios básicos: luz, agua, desagüe, telefonía e internet, son importantes para el desarrollo del negocio y el contacto con los clientes.

- Disponibilidad de mano de obra: se debe contar con personal competente y responsable para cumplir eficientemente las operaciones de la empresa.

3.2. Identificación y descripción de las alternativas de localización

Alternativas de localización:

Para elegir las alternativas de localización, se usó como criterio la conglomeración de centrales eléctricas en los departamentos del Perú según el compendio del 2013 y como resultado se obtuvo:

Lima: Capital del Perú, con 11 centrales hidroeléctricas y 7 centrales térmicas; donde se encuentra la única empresa proveedora de hielo seco en pellets a nivel nacional, Tecnogas. Asimismo, en Lima se pueden encontrar las oficinas administrativas de las más importantes empresas generadoras de energía en el país, así como el mayor número de empresas de transporte y de alquiler de máquinas compresoras.

Arequipa: Uno de los departamentos más importantes del Perú. Cuenta con 11 centrales hidroeléctricas y 2 centrales térmicas. Sin embargo, en este departamento solo se pueden encontrar las oficinas administrativas de EGASA. También, en este departamento es muy difícil poder alquilar máquinas compresoras de la capacidad requerida.

Junín: Departamento ubicado en el centro del país con 8 centrales hidroeléctricas y ninguna central térmica. No cuenta con empresas que alquilen compresoras. Tampoco cuenta con oficinas administrativas de las centrales. Se tiene un buen acceso vial.

3.3. Evaluación y selección de localización

Tabla 3.1.

Número de oficinas de centrales ubicadas en los departamentos

Departamento	Ubicación Oficinas
Lima	31
Arequipa	8
Junín	0

Fuente: Compendio de Centrales de Generación Eléctrica del SEIN (2013)
Elaboración propia

Tabla 3.2. Distancia y tiempo de transporte en tierra entre departamentos

Departamento	Distancia km	Tiempo
Lima - Arequipa	1.014,60	14 h 31 min
Lima - Junín	348,70	6 h 51 min
Junín - Arequipa	1.276,50	18 h 47 min

Fuente: Google Maps (s.f.)
Elaboración propia

Tabla 3.3. Distancia y tiempo de transporte en tierra entre departamentos

Departamento	# Empresas de alquiler de compresoras
Lima	22
Arequipa	3
Junín	0

Fuente: Páginas Amarillas (s.f.)
Elaboración propia

Tabla 3.4. PEA urbana de hombres de 30 a 59 años

Departamento	Sexo	Rango Edad	PEA urbana
Lima	Hombre	30-59 años	1.639.930,00
Arequipa			200.282,00
Junín			138.915,00

Fuente: INEI (2015)
Elaboración propia

La disponibilidad de hielo seco es de igual importancia que la disponibilidad de un compresor tornillo y ambos más prioritarios que la cercanía al cliente; sin embargo, cercanía al cliente es más trascendental que la disponibilidad de mano de obra y, por último, el acceso a servicios básicos es el factor menos significativo.

Tabla 3.5.

Cuadro de enfrentamiento

Factores	Disp. de hielo seco	Disp. Compresor	Cerc. al cliente	Acc. a serv. básicos	Disp. MO	Puntaje	Proporción
Disp. de hielo seco		1	1	1	1	4	36,36%
Disp. Compresor	1		1	1	1	4	36,36%
Cerc. al cliente	0	0		1	1	2	18,18%
Acc. a serv. básicos	0	0	0		0	0	0,00%
Disp. MO	0	0	0	1		1	9,09%
						11	100%

Elaboración propia

Tabla 3.6.

Ranking de factores

Factores	Proporción	Lima		Arequipa		Junín	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Disp. de hielo seco	0,3636	4	1,45	0	0,00	0	0,00
Disp. Compresor	0,3636	4	1,45	2	0,73	0	0,00
Cerc. al cliente	0,1818	4	0,73	0	0,00	2	0,36
Acc. a serv. básicos	0,0000	4	0,00	4	0,00	4	0,00
Disp. MO	0,0909	4	0,36	2	0,18	0	0,00
			4,00		0,91		0,36

Elaboración propia

El departamento elegido para la ubicación de las oficinas administrativas es Lima. Se decidió no elaborar un análisis de microlocalización para establecer el distrito en el cual se instalará el servicio debido a que esta limpieza se realizará in situ y en plantas de generación que se encuentran fuera de Lima Metropolitana y fuera del Departamento de Lima. El distrito en el que se alquilará una oficina administrativa se considera un factor poco importante que no genera un impacto significativo en el ejercicio de la operación ni en los procesos de atención al cliente, así como la accesibilidad a este.

CAPÍTULO IV: DIMENSIONAMIENTO DEL SERVICIO

Este capítulo tiene como objetivo determinar la capacidad o tamaño de planta; ya que, esta es de alta relevancia en todo el proyecto.

Para cumplir con este objetivo, se deben analizar los factores materia prima, mercado, inversión, financiamiento y punto de equilibrio

4.1. Relación Tamaño – Mercado

Se tomó la demanda específica del proyecto elaborada en el capítulo II, la cual se mantiene constante a lo largo de los años, por ello, el tamaño del servicio se dimensiona en 656,25 horas anuales, obtenidas de la suma de horas de limpieza en centrales hidroeléctricas y térmicas.

Tabla 4.1.

Demanda anual del proyecto mostrada en horas

Año	Demanda anual del proyecto (horas)
2015	656,25
2016	656,25
2017	656,25
2018	656,25
2019	656,25

Elaboración Propia

4.2. Relación Tamaño – Recursos

A pesar de que los recursos indispensables para realizar este servicio son poseer un flujo de aire a presión y hielo seco en pellets, este último, es el único capaz de ser un limitante del servicio pues existen numerosos compresores en el Perú; sin embargo, en cuanto a la materia prima, Tecnogas es el único proveedor de hielo seco en pellets a nivel nacional. Teniendo en cuenta lo mencionado, se procedió a hacer un análisis de la capacidad de oferta que Tecnogas tiene contra el requerimiento de hielo seco anual del proyecto.

Se estimó la cantidad de hielo seco anual que se necesitaría para efectuar 656,25 horas de trabajo anuales. Este número, multiplicado por el consumo máximo de hielo seco por hora que las máquinas criogénicas suelen tener y que es de 90 kg, da como resultado la masa de hielo seco requerida (Obregon, 2014) (ver Tabla 4.2).

Tecnogas posee una máquina pelletizadora² de la marca Cold Jet modelo P1500, con una capacidad de producción de 250 kg de hielo seco en pellets por hora (Mas, 2015). En base a estos datos, se elaboró una estimación numérica de su capacidad de producción considerando 24 horas de operación por día, 360 días del año (ver Tabla 4.3).

Tabla 4.2.

Hielo seco requerido por el proyecto

Año	Demanda de limpieza	Hielo seco requerido (kg)
2015	656,25	59.062,5
2016	656,25	59.062,5
2017	656,25	59.062,5
2018	656,25	59.062,5
2019	656,25	59.062,5

Elaboración propia

Tabla 4.3.

Hielo seco ofertado por proveedores

Año	Producción de hielo seco (kg/h)	Producción total de hielo seco
2015	250,00	2.160.000,00
2016	250,00	2.160.000,00
2017	250,00	2.160.000,00
2018	250,00	2.160.000,00
2019	250,00	2.160.000,00

Elaboración propia

Se posee la certeza que Tecnogas, a pesar de ser el único proveedor de hielo seco en pellets, brinda la disponibilidad y garantías necesarias para asegurar un correcto y continuo abastecimiento de hielo seco, pues su maquinaria, de alta calidad, funciona bajo

² Máquina que mediante el suministro de CO₂ gaseoso y la compresión de éste con pistones es capaz de producir tiras delgadas de hielo seco de 3mm.

parámetros adecuados de operación y cumple con un mantenimiento preventivo puntual (Mas, 2015) a la vez que la atención y cumplimiento el proyecto de limpieza criogénica significa un crecimiento y mayor aprovechamiento de su negocio secundario que es la venta de hielo seco.

Cabe tener presente que la capacidad de producción de la máquina peletizadora de Tecnogas es de 250 kg/h, lo que brinda un abastecimiento de 2,000 kg en una jornada de trabajo de 8 horas (Mas, 2015).

Por otra parte, en cuanto a la mano de obra requerida para efectuar estas operaciones de limpieza, solo se necesitan 2 operarios para utilizar esta máquina (Prunés, 2015) por lo que este recurso no es limitante.

4.3. Relación Tamaño – Tecnología

Se logró determinar y contactar diferentes empresas alrededor del mundo que fabrican máquinas de limpieza criogénica por lo que se concluyó que el adquirir una máquina de limpieza no es un factor de tecnología limitante.

Por otra parte, para la correcta utilización de estas máquinas, se requiere de un flujo de aire a presión determinado (Escala, 2014).

Tabla 4.4.

Especificaciones de la tecnología

Máquina	Pie ³ /min
Limpieza criogénica	50 – 240
Compresor Tornillo	185 – 240

Elaboración propia

La máquina de limpieza consume como máximo un caudal de 240 CFM³ que puede ser provisto por un compresor tornillo, el cual puede ser comprado o alquilado de distintas empresas en el país, por lo cual no es un factor limitante.

³ Del inglés Cubic Feet per Minute (Pies cúbicos por minuto). Es una unidad de medida anglosajona que mide caudal de un gas o líquido.

4.4. Relación Tamaño – Inversión

Para la determinación de la inversión solo se consideró la compra, importación y nacionalización de una máquina criogénica ya que los otros costos (local, compresor, transporte, etc.) serán por alquiler.

Tabla 4.5.

Inversión requerida para el proyecto

Rubro	Inversión (Dólares)
Limpieza criogénica	30000-40000
Gastos de constitución	800
Alquiler/gastos Oficina	5000-6500
Personal Adm. y Oper.	25000-30000
Servicios básicos	2000
Gastos Financieros	2000

Elaboración propia

Analizando el monto de la inversión, y los posibles adicionales o inversiones menores que se deban hacer, se concluyó que es posible conseguir el capital mediante un financiamiento o capital propio.

4.5. Relación Tamaño – Punto de equilibrio

Después de evaluar el punto de equilibrio, se determinará la cantidad mínima que se debería producir para recuperar la inversión anual. Es por esto por lo que es crucial calcularlo, ya que la capacidad de planta no debe ser nunca menor a este.

Ahora, se mostrará el punto de equilibrio para el primer año del proyecto. Se ha considerado como costos fijos, costos de mano de obra indirecta, directa y servicios requeridos.

Tabla 4.6.

Cálculo del punto de equilibrio

Mano de obra indirecta	S/	266,000.00
Gastos administrativos	S/	3,000.00
Servicios Externos	S/	6,000.00
Alquiler de Oficina	S/	54,400.00
Depreciación	S/	11,920.53
Equipo Personal	S/	3,116.00
Servicios Básicos	S/	17,842.20
Gastos de venta y Publicidad	S/	6,360.00
Total costo fijo	S/	368,638.73

Costo de transporte	S/	20.00
Alquiler de compresor	S/	34.58
Hielo seco	S/	725.00
Mano de obra directa	S/	219.73
Costo variable Unitario	S/	999.31

Precio del servicio (Hora)	S/	1,950.00
-----------------------------------	-----------	-----------------

Punto de equilibrio (Horas)	388
------------------------------------	------------

Elaboración propia

4.6. Selección de la dimensión del servicio

Se concluye de manera preliminar que la dimensión del servicio será de definida por la relación tamaño – mercado de 656,25 horas. Debido a que hay los suficientes recursos productivos para el proyecto, así como la posibilidad de adquirir la máquina criogénica, el alquiler del compresor, los equipos y, por último, la compra de la materia prima.

CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. Definición del servicio basada en sus características de operación

5.1.1. Especificaciones técnicas del servicio

General

Este servicio de limpieza criogénica está enfocado a suplir las necesidades de limpieza en centrales de generación de energía, para componentes o maquinaria como turbinas, compresoras, estatores, generadores, conductos de ventilación y transporte de gases, etc., utilizando una máquina móvil de expulsión de hielo seco y sin causar abrasión, desgaste o abolladuras en la estructura.

Funcionamiento de la limpieza

El proceso de limpieza se realiza mediante la aceleración de pellets de CO₂ sólido en un flujo de aire a presión y rociándolos sobre la superficie a limpiar. El choque cinético y la transferencia de calor realizada en forma rápida entre los pellets de hielo y la superficie provocan la sublimación instantánea del hielo seco. Este se expande casi 800 veces su tamaño en un tiempo de milisegundos y remueve la suciedad. Asimismo, debido a las bajas temperaturas del hielo seco, el rociado de éste genera un fenómeno de choque térmico (fracking) con la superficie a tratar. Esto vuelve más frágil el recubrimiento o impureza a eliminar y genera su fácil ruptura y separación (Moreira & Coello, 2011).

Hielo seco

El hielo seco que se necesita para las operaciones de limpieza ha de ser de 3 mm con una densidad de 1562 kg/m³ a -78,5 °C (Liu & Matsusaka, Characteristics of a Dry Ice Particles Produced by expanding Liquid Carbon Dioxide and its Application for Surface Cleaning, 2012) y con una pureza de 99,95%. Debido a su rápida sublimación a temperatura ambiente, se requiere almacenarlo en contenedores isotérmicos correctamente sellados para su transporte o almacenaje. Aun así, este se sublima con un aproximado de 5% por día, lo cual cambia su densidad y después de 5 o más días lo

convierte en inapropiado para operaciones de limpieza, pues su nueva densidad lo vuelve ineficiente para la limpieza criogénica (Posada, 2015).

Maquinaria y herramientas

Para generar el impulso del hielo seco a altas velocidades se requiere de una máquina compresora tornillo, cuya capacidad requerida respecto al flujo de aire expulsado puede variar dependiendo de la limpieza a realizar. Si es la limpieza de impurezas sencillas como polvo o lodo, es suficiente contar con una compresora de 185 CFM, pero si es la limpieza de sustancias pesadas como grasas o brea, se podrá requerir de un compresor de 240 CFM o 375 CFM para lograr suministrar el flujo de aire necesario y llegar a las presiones adecuadas que permitan al hielo seco penetrar y remover la suciedad.

La utilización de boquillas es un factor importante en la limpieza. Se pueden emplear boquillas con un diámetro de 7,6 mm para la limpieza de impurezas como grasa o suciedad o se pueden emplear boquillas fragmentadoras de pellets de 3 mm de diámetro para realizar limpieza de superficies delicadas o, incluso, trabajos de decapado.

En cuanto a la máquina de limpieza, ésta debe ser capaz de soportar presiones entre el rango de 2 a 16 bares con el fin de asegurar una correcta adaptación a los distintos tipos de limpieza que se pueden requerir (Ansaldo Energía, 2014).

Por otro lado, el uso de un secador o filtro de humedad y aceites puede ser indispensable en la mayoría de trabajos para evitar el depósito de hielo dentro de la máquina de limpieza debido a la humedad en el flujo de aire y la contaminación de la superficie con aceite transportado en el flujo de aire proveniente del interior del compresor de aire.

5.2. Proceso para la realización del servicio

5.2.1 Descripción del proceso del servicio

El proceso inicia con la recepción del correo, llamada o visita del cliente realizando consultas o solicitando cotizaciones respecto a la operación de limpieza. En ese instante se procederá a recolectar sus datos y la información necesaria para la cotización, confirmando el lugar de la limpieza, el sustrato a eliminar, la fecha de la operación, las características de la superficie, etc. Se procederá a separar una visita al lugar y aclarar las

dudas. Una vez recopilada la información necesaria se empezará a elaborar la cotización del trabajo y estimación de la duración de este servicio.

Una vez que el cliente envíe la orden de compra, se coordinará la fecha de inicio de la limpieza. Se contactará al proveedor de la compresora y al proveedor de hielo seco en pellets a quien se le indicará la cantidad y fecha del hielo seco requerido. Se les comunicará a los operarios el trabajo a realizar, se les informará sobre las características de la estructura a limpiar y se continuará con la separación de las herramientas y accesorios para dicha operación. En paralelo, se empezará el trámite de los seguros especiales (de ser requeridos) para elaborar la limpieza y se empezará la elaboración del informe de resultados que se presentará al cliente una vez finalizado el trabajo.

Llegado el día de la limpieza criogénica, se cargará la máquina, accesorios, contenedores de hielo seco, documentos y demás al vehículo de transporte y se irá al lugar. Los operarios y el supervisor también se transportarán al lugar de la limpieza. Se empezará el ensamble de la máquina y la descarga de la materia prima. Se realizará una breve charla por parte del supervisor hacia los operarios recordando la seguridad y los procedimientos de operación.

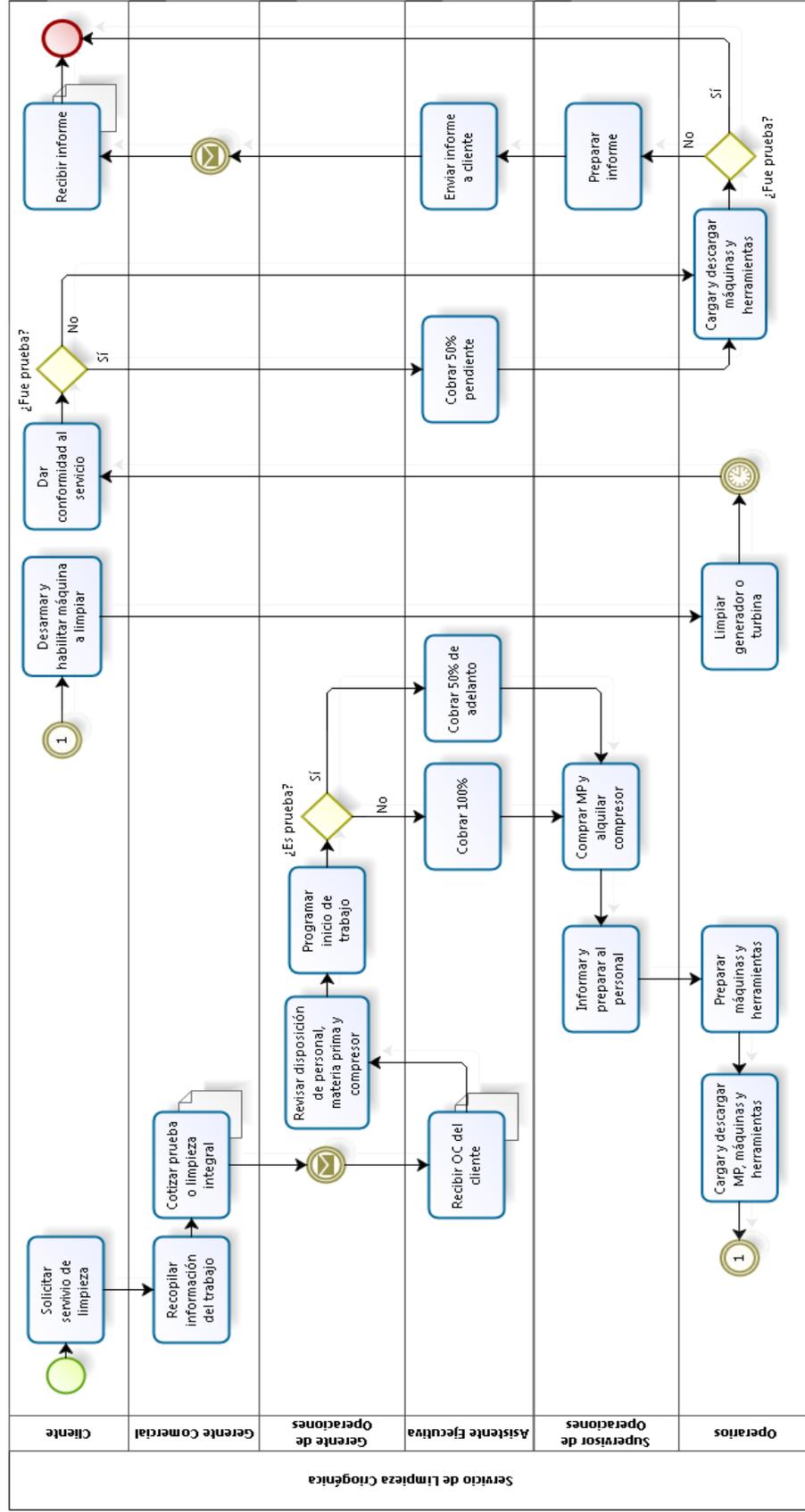
Se realizará la limpieza bajo una constante supervisión y una continua comunicación entre los operarios y el supervisor. Terminado el trabajo, se procederá a esperar el visto bueno por parte del cliente y se continuará con el desensamble de la máquina de limpieza y la carga de los accesorios y otros componentes utilizados.

El servicio finalizará con la entrega del informe de resultados al cliente.

5.2.2. Diagrama de flujo del servicio

Figura 5.1.

Diagrama de flujo del servicio de limpieza



Elaboración propia

5.3. Tecnología, Instalaciones y equipo

5.3.1. Selección de la tecnología, instalaciones y equipo

Para la selección de la máquina de limpieza criogénica se solicitaron diferentes cotizaciones a distintas empresas del extranjero; sin embargo, para fines de la investigación se han considerado las principales marcas con sus respectivas especificaciones técnicas (Ver Tabla 5.1.).

Tabla 5.1.

Especificaciones técnicas y precios de máquinas criogénicas

	Z.H. Machinery Co	MPA	Buse Gastek	Cold Jet
Modelo	HTO-750W	Triblast	Booster 20 DP	Aero 40 FP
Voltaje (V)	220	220	220	220
Presión de entrada (Bar)	4-12	1-14	1-16	4,4-17,2
Consumo de aire (m ³ /min)	4	2-12	3-6	1,4-4,7
Consumo de hielo (kg/min)	1-4	0,5-1,33	0-1	0-2
Capacidad (kg)	14	23	14,5	18
Dimensiones (cm)	58x46x110	70x53x110	66,5x54x100	91x51x102
Peso (kg)	150	88	75	117
Precio (\$)	14997,00	15728,00	11457,00	27850,00

Elaboración propia

Se realizó un análisis técnico y económico de las máquinas criogénicas cotizadas, se recopiló experiencias sobre su utilización y por último, se evaluó el servicio post-venta ofrecido; por lo cual se determinó que a pesar de que la Aero 40 FP de la empresa Cold Jet, es la máquina más costosa, es la mejor para ofrecer el servicio.

Asimismo, Cold Jet fue la única empresa que ofreció otorgar una certificación para la aplicación de limpieza criogénica en el Perú, a la vez de un asesoramiento personalizado para la puesta en marcha del proyecto y descuentos para la compra de próximas máquinas o accesorios.

5.3.2. Descripción de la tecnología

El Aero 40FP es un sistema de limpieza con hielo seco a presión que incluye la nueva tecnología de alimentación radial que es una tecnología que sirve para reducir el desgaste en las almohadillas y el rotor; asimismo, utiliza un motor compacto que reduce el peso y reduce el consumo de energía. Por otra parte, la Aero 40FP incluye un rotor mejorado que proporciona voladura sin pulsaciones y control de velocidad de alimentación de precisión; y tiene un regulador de presión. Personalizado con los accesorios que proporcionarán la mejor limpieza.

Figura 5.2.

Funcionamiento de máquina Aero 40FP



Fuente: Cold Jet, LLC (2015)

Figura 5.3.

Vistas de máquina Aero 40FP



Fuente: Cold Jet, LLC (2015)

5.4. Capacidad instalada

5.4.1. Cálculo de la capacidad instalada del servicio

Primero, se determinó cual es la cantidad de horas de viaje que se pueden aceptar como máximo para dar el servicio, la cual fue 16 horas. Luego, se adicionó la duración del servicio de limpieza para un grupo electrógeno (Turbina-Generador) y el viaje de retorno (Ver Tabla 5.2.).

Tabla 5.2.

Promedio de horas requeridas por servicio

	Horas
Lima - Central más lejana	16
Central más lejana – Lima	16
Duración promedio del servicio de limpieza	35
Total	63

Elaboración propia

Luego, para determinar la eficiencia se usó el método de la eficiencia global de los equipos, el cual indica los porcentajes mínimos que se debe tener en la disponibilidad, el rendimiento y calidad (Ver Tabla 5.3.).

Tabla 5.3.

EGE: Eficiencia Global de los Equipos

Disponibilidad	90%
Eficiencia de rendimiento	95%
Tasa de calidad	99%
Eficiencia global del equipo	85%

Nota: Mínimo porcentaje aceptados
Elaboración propia

Por último, se multiplicó el promedio de horas requeridas por un servicio, el número de turnos (2) y la EGE para un año y se obtuvo una capacidad instalada con 1 máquina de 12852 horas de servicio al año.

$$\frac{63 \text{ hr servicio}}{1 \text{ máquina}} \times \frac{2 \text{ turnos}}{\text{día}} \times \frac{8 \text{ horas}}{\text{turno}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} \times \frac{360 \text{ días}}{\text{año}} \times 0,85$$

$$= \frac{12852 \text{ horas servicio}}{\text{año} - \text{máquina}}$$

5.4.2. Cálculo detallado del número de recursos para el servicio

La demanda de servicio al año es 656,25 horas y la capacidad instalada es de 12852 horas por lo cual se requiere solo una máquina de limpieza criogénica para abastecer la demanda, de la misma manera un solo compresor, 2 operarios y un supervisor.

$$\frac{656,25 \frac{\text{horas demandadas}}{\text{año}}}{12852 \frac{\text{horas servicio}}{\text{año} - \text{máquina}}} = 0,1022 = 1 \text{ máquina}$$

5.5. Resguardo de la calidad

5.5.1. Calidad del proceso y del servicio

La calidad del proceso se verá reflejada en la gestión que se detalla a continuación:

Estricto control en la recepción del insumo principal, hielo seco, tomando muestras del lote recibido; además de una inspección visual, un adecuado estado de transporte y pesado de la cantidad solicitada. Cumplimiento de estándares de calidad del proveedor como el hielo seco en forma de pellets, el tiempo de producción y cumplimiento de fechas de entrega.

Se debe recalcar que los procesos que forman este servicio recaen principalmente sobre el conjunto de interacciones humanas y debido a que este es un servicio enfocado a grandes empresas industriales, la calidad del servicio y los procesos internos de la empresa deben ser de alto nivel con el fin de asegurar un desempeño eficiente y la satisfacción completa del cliente. Para empezar, la calidad del servicio se inicia en la presentación de este por parte del vendedor o por la puesta en contacto del cliente interesado.

Este proceso requerirá poseer empatía, actitud de servicio, cumplimiento y puntualidad con el fin de poder aclarar y registrar las expectativas, necesidades y

problemas del cliente y concretar un contrato. Asimismo, estos factores deberán ser empleados para los siguientes pasos, tales como, la compra de materia prima, preparación del personal y transporte con los proveedores seleccionados. También, se valorará los residuos, fallas y reprocesos que se den a lo largo del servicio puesto que estos no aportan valor al cliente y son consecuencia de factores externos o ineficiencias en el servicio.

En cuanto a la calidad del proceso de limpieza, debido a que ésta es la etapa más importante, se utilizará la documentación textual y gráfica (imágenes y vídeos) de los pasos a seguir para el manejo correcto de la máquina de limpieza y el desarrollo de la limpieza.

Por otra parte, debido a la gran cantidad de empresas en el Perú dedicadas a la limpieza y a la dificultad de hacer que grandes empresas opten por experimentar con un nuevo método de limpieza, diferente a sus métodos tradicionales empleados, se necesita elaborar y aplicar un nivel de servicio que no solo satisfaga por completo al cliente, sino que supere sus expectativas para convertirlo en un cliente leal y fiel.

Tabla 5.4.

Dimensiones, variables, descripción y LMP del servicio

Dimensión	Variable	Descripción	LMP
Instalaciones	Aspecto interno y externo del local	Apariencia interna y externa de la oficina percibida por el cliente.	—
	Accesibilidad vehicular	Local con un acceso fácil y seguro para peatones y vehículos.	—
	Comodidad	Muebles y asientos cómodos para trabajadores y visitantes.	—
	Limpieza.	Un local limpio interna y externamente.	—
	Iluminación	Una iluminación interior adecuada.	—
Personal	Rapidez	Rapidez y cordialidad con la que se atiende las solicitudes del cliente.	—
	Presentación	Correcta vestimenta del personal en las visitas al cliente y al momento de la limpieza.	—
	Trato empático	Entendimiento de necesidades, respeto, actitud.	—
	Disposición para el trabajo	Dedicación, emprendimiento, voluntad.	—
Hielo seco	Densidad	Determina la suavidad del pellet	1.2-1.6 kg/m ³
	Temperatura	Garantiza la desinfección de la superficie	-75,5 °C
	Pureza	Garantiza una limpieza sin residuos	99,5%
Proceso	Efectividad	La limpieza debe ser completa y pareja.	—
	Puntualidad	El trabajo debe ser finalizado el día y hora programada.	—
	Costo	Debe ser inferior al costo y pérdida del cliente.	—
	Estado de máquina	La máquina debe quedar en perfecto estado.	—
Servicio post venta	Atención	Una respuesta pronta y acertada sobre las consultas posteriores del cliente.	—
	Cordialidad	Un trato cálido y abierto hacia el cliente.	—
	Tiempo	Rapidez en cumplir con las solicitudes y problemas del cliente.	—

Nota: Adaptación a servicio de limpieza criogénica

Fuente: Trujillo a. and Vera J. Fact (2007).

Elaboración propia

5.5.2. Niveles de satisfacción del cliente

Teniendo en cuenta que la principal operación de la empresa es brindar servicios de limpieza criogénica a componentes industriales sensibles, la medición de la satisfacción del cliente es un factor importante para el continuo desarrollo del servicio y fidelización de los clientes. La medición está relacionada con la calidad del servicio enfocado al cliente iniciando desde sus necesidades, expectativas y deseos y finalizando con el resultado del servicio.

La satisfacción de cliente dependerá de la percepción final que este respecto al servicio, sea basada en expectativas propias o experiencias pasadas con otros métodos de limpieza. Por esto mismo, la satisfacción del cliente no solo debe evaluarse al finalizar el servicio, sino desde el primer contacto entre cliente – proveedor y a lo largo del trabajo de limpieza realizado.

Para iniciar esta propuesta, se debe establecer cuáles son los momentos u operaciones que están directamente relacionadas con el cliente y que pueden generar efectos emocionales o tangibles en él. Todo inicia desde que el cliente se contacta con la empresa, sea a través del portal web o a través de una llamada telefónica o correo, continúa con la atención a las consultas del cliente y el levantamiento de las necesidades y expectativas que éste posee, puede proseguir con la atención de una visita al cliente y continuar con el cumplimiento de su requerimiento. El trabajo realizado culmina con la conformidad del cliente.

Este procedimiento, será reforzado con la elaboración de un plan de calidad que inicialmente se concentre en la atención al cliente y recopilación de necesidades o requisitos de este. En base a estos objetivos a cumplir, la empresa utilizará sus fortalezas y capacidades para brindar la mejor solución en el tiempo adecuado, manteniendo una constante retroalimentación por parte del cliente para mantenerlo integrado en el proceso principal y brindarle la sensación de atención y compromiso por parte de la empresa en cumplir con sus expectativas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se decide emplear 10 dimensiones básicas de calidad de Servicio (Gobierno de Navarra, 2009), para categorizar y determinar los factores a considerar sobre la satisfacción del cliente respecto al servicio y servir de base para la formulación de un plan de calidad enfocado en el cliente.

1. Accesibilidad: Facilidad para que el cliente establezca contacto.
2. Tiempo de respuesta: Velocidad de respuesta ante las preguntas o requerimientos del cliente.
3. Cortesía: Respeto, educación, empatía y amabilidad del personal con trato directo al cliente.

4. **Fiabilidad:** Capacidad de llevar a cabo el servicio ofrecido de manera correcta y continua.
5. **Competencia técnica:** Conocimiento y capacidad de los recursos humanos necesarios para ejecutar el servicio, así como el conocimiento técnico del trabajo requerido por el cliente.
6. **Comunicación:** Mantener informado al cliente en un lenguaje simple que pueda entender, asimismo, escuchar sus necesidades y explicar la situación.
7. **Credibilidad:** Transparencia y honestidad de la persona que ofrece el servicio.
8. **Confianza:** Seguridad en no caer bajo riesgo alguno en las transacciones con la empresa, sea de tipo financiero o de información confidencialidad.
9. **Compresión de los requerimientos del cliente:** Capacidad de la organización para entender a sus clientes y necesidades.
10. **Aspectos físicos tangibles:** Aspecto de las estructuras, equipo y personal.

Por otra parte, el desarrollo de un plan y política de calidad debe estar respaldada en el uso de herramientas que permitan conocer y re-direccionar, de ser necesario, el enfoque y pasos del plan de calidad, para así garantizar un desarrollo continuo e ir perfeccionando el proceso de limpieza criogénica que garantice la completa satisfacción del cliente. Por ello mismo, se propone como método principal para la medición del nivel de satisfacción del cliente, la encuesta directa; por ser herramienta fácil de elaborar y de modificar en el transcurso del tiempo, el cual puede ser realizado en el mismo momento de finalización del servicio o a través de una encuesta virtual (Asociación española para la calidad, 2003)

Asimismo, el plan de calidad debe contemplar que existen momentos en los que se puede generar una diferencia entre lo que el cliente expresa y necesita sobre lo que la empresa entiende e interpreta (Asociación española para la calidad, 2003).

Mientras mayores sean las diferencias, mayor será el grado de insatisfacción del cliente, por lo que la encuesta para conocer el nivel de satisfacción también debe recaudar información sobre el dónde o en qué momento se generó el tipo de diferencia que no cumplió con las expectativas del cliente.

Teniendo en cuenta la información anterior, se procederá a realizar un cuestionario mediante el cual se realizará una pregunta por cada dimensión de la calidad

con el fin de medir la calidad básica del servicio para determinar el nivel de satisfacción del cliente. Para ello se le otorgará un peso de 5 a cada pregunta, en las cuales tendrán un rango de respuesta de Muy Insatisfecho (1), Insatisfecho (2), Aceptable (3), Satisfecho (4) y Muy Satisfecho (5). Este cuestionario se complementará con una respuesta abierta por parte del cliente, para buscar elementos no considerados en la evaluación o plan inicial y que han influido en su percepción de la satisfacción y calidad del servicio. Se calificará con el criterio que ningún trabajo deberá tener una calificación menor a 3 en ninguna de las dimensiones de calidad (Guía para medir la satisfacción de los servicios prestados, 2009).

Esta clasificación de los niveles de satisfacción busca una diferenciación del servicio con respecto a otros métodos de limpieza y empresas. Serán utilizados de manera interna y se emplearán para evaluar y desarrollar la calidad dentro de la empresa.

5.5.3. Medidas de resguardo de la calidad

Con el fin de resguardar la calidad, se deben supervisar y controlar constantemente los procesos de limpieza, para lo cual se emplear diversas técnicas:

- Implementación de “las 5S” de la calidad total, método japonés para optimizar la calidad de la producción a fin de reducir riesgos de accidentes, tiempos, energía y lograr mayor productividad (Ver Tabla5.5.).

Tabla 5.5.

Las 5S de la calidad total

Denominación		Concepto	Objetivo Particular
En español	En japonés		
Clasificación	Seiri	Separar innecesarios	Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil
Orden	Seiton	Situar necesarios	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz
Limpieza	Seiso	Suprimir suciedad	mejorar el nivel de limpieza de los lugares
Estandarización	Seiketsu	Señalizar anomalías	Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden, establecer normas y procedimientos
Mantener la disciplina	Shitsuke	Seguir mejorando	Fomentar los esfuerzos en este sentido

Fuente: Díaz, B. (2007)
Elaboración propia

- Redacción de un manual de procedimientos detallados con respecto a la limpieza criogénica.
- Identificación de los puntos críticos del proceso. Identifica, evalúa y previene todos los riesgos de contaminación a nivel físico y biológico, favorece relaciones internacionales ya que aumenta confianza de clientes.
- Designar un supervisor a cargo de controlar y verificar que la limpieza se esté haciendo correctamente.
- Auditorías internas para controlar que los procedimientos se estén ejecutando según lo establecido.
- Designar un supervisor a cargo de controlar y verificar que la limpieza se esté haciendo correctamente.
- Auditorías internas para controlar que los procedimientos se estén ejecutando según lo establecido.

Por otra parte, se han identificado los puntos críticos del servicio de limpieza:

- Compra de insumos, es muy importante contar con hielo seco recién fabricado y de la densidad apropiada.
- Preparación y acondicionamiento de máquinas, es crucial contar con una apropiada y segura instalación de las mangueras, pistola de blasteo, compresor móvil y otros accesorios, para evitar el desenganche o desprendimientos de partes de la máquina de limpieza.
- Servicio de limpieza, es importante supervisar la correcta limpieza de la superficie y dejarla libre de restos de suciedad o residuos de agua o aceite que puedan haber quedado después de la limpieza.

Asimismo, como guía para garantizar la calidad en la realización del servicio, usaremos la Norma ISO 9001: 2015. En ella se encuentra todos los lineamientos de gestión que el operador deberá cumplir, incluyendo la toma, el uso de documentación y registros para el control de los procesos.

5.6. Estudio de Impacto ambiental

El proveedor contará con un sistema de gestión ambiental basado en la Norma ISO 14001, con la cual podrá operar sin afectar negativamente al ambiente y resaltará nuestra posición de empresa responsable. Asimismo, se cumplirá y seguirá los principios y normas básicas que establece la Ley General del Ambiente N° 28611.

Por otra parte, es importante resaltar las características medio ambientales que son propias del método de limpieza criogénica (Cold Jet, 2017):

- La limpieza criogénica que emplea hielo seco es un método aprobado por la U.S. Environmental Protection Agency⁴, U.S. Department of Agriculture⁵ y Food and Drugs Administration⁶, siendo demostrado no tóxico, sin riesgos para la salud e inhibe el desarrollo de moho y bacterias.

⁴ En castellano: Agencia de protección medio ambiental estadounidense.

⁵ En castellano: Departamento de agricultura estadounidense.

⁶ En castellano: Administración de alimentos y medicamentos estadounidense.

- La limpieza criogénica ha sido usada efectivamente inspeccionada y certificada por las entidades American Institute of Baking⁷ y Global Food Safety Initiative⁸, y es segura para emplear con equipos de alimentos.
- La limpieza con CO₂ no produce gases nocivos para la atmósfera, pues el material empleado es CO₂ reciclado del medio ambiente o de otros procesos industriales.
- La limpieza criogénica no genera residuos secundarios. Las sustancias removidas son recogidas y colocadas en contenedores de residuos que el cliente posee.
- La limpieza criogénica no genera sustancias o agentes tóxicos. Una vez que el CO₂ sólido impacta sobre la superficie se disipan en la atmósfera en forma de gas.
- La limpieza criogénica elimina el uso y la exposición del trabajador a productos de limpieza químicos peligrosos.

Por otra parte, la limpieza con hielo seco es una alternativa respetuosa con el medio ambiente ya que el dióxido de carbono es un subproducto de la industria química; por lo tanto, el método de limpieza no contribuye adicionalmente al efecto invernadero. (Uhlmann, Hollan, El Mernissi, 2009). El hielo seco no es solo un material que se produce de un gas reciclado del medio ambiente, sino que también su método de fabricación es un proceso inherente a la obtención de gases principales como Oxígeno, Argón, Hidrógeno. Por ende, podemos concluir que la producción de hielo seco es consecuencia del reciclado de excedentes o productos secundarios obtenidos a partir de un proceso principal (European Industrial Gases Associatio AISBL, 2016).

⁷ En castellano: Instituto americano de horneado.

⁸ En castellano: Iniciativa mundial de seguridad alimentaria.

Es por lo que, en la industria mundial, cada vez más compañías utilizan el hielo seco como recurso para realizar sus operaciones de limpieza; no solo por la gran eficacia que provee, sino por el bajo impacto que produce en el medio ambiente y que permite mantener las emisiones de gases por debajo de los límites regulados por ley (Jon Wikstrom, 2015).

Paralelo a esta información, se ha tratado de determinar numéricamente el impacto que genera la utilización de CO₂ reciclado. El consumo promedio de un vehículo de 1600 CC es de 5,2 L/100 km (IDEA, 2018). Este promedio, multiplicado por el factor promedio de emisión de CO₂ de 2,3 kg/L (DOT, 2017), determina que un vehículo puede generar un promedio de 11,96 kg de CO₂ cada 100 km de recorrido.

Tomando en cuenta que el recorrido promedio de un taxi en la ciudad de Lima es de 250 km diarios (Gestión, 2015) se puede concluir que, en un día, un auto promedio en la ciudad de Lima genera 29,9 kg de CO₂. Este dato, en comparación del consumo promedio por hora de una máquina criogénica de 50 kg de Hielo seco por hora brinda un cálculo cercano a estar reciclando el CO₂ producido por casi 2 automóviles en un día por cada hora de trabajo de limpieza criogénica realizado.

Tabla 5.6.

Matriz de Impacto Ambiental

Etapas del Proceso	Salidas	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas Preventivas
Compra de materia prima y almacenamiento	Gas CO ₂ sublimado	- Generación de CO ₂	Potencial contaminación del medio ambiente	Compra eficiente de materia prima Uso adecuado de cajas térmicas para la lenta sublimación del hielo seco
Transporte	Aceite Emisión de gases nocivos Ruido	- Potencial derrame de aceite	Contaminación de suelos	Mantenimiento preventivo a las partes mecánicas y motor del vehículo
		-Generación de gases (CO, CO ₂ , NO _x , SO ₂)	Potencial contaminación del medio ambiente y contribución al efecto invernadero	Mantenimiento preventivo del vehículo
		-Ruido generado por medio de transporte (camión)	Potencial contaminación sonora	Capacitación para uso prudente de claxon
Servicio de limpieza	Residuos, restos de grasa, aceite, brea, mugre u otros	- Generación de residuos de grasa, aceite y suciedad	Potencial contaminación de suelo y agua	Colocación de malla para protección de suelos y correcta disposición de los residuos Uso de EPP para personal

Fuente: Díaz, B. (2007)
Elaboración propia

5.7. Seguridad y salud ocupacional

Se desarrollará un plan de seguridad ocupacional, con la finalidad de establecer los criterios que permitan evitar accidentes e identificar oportunamente los peligros en el trabajo. Esto deberá realizarse a través de la estandarización de procedimientos de trabajo, definiendo objetivos del plan de prevención y asignando responsabilidades para cada puesto dentro de la organización.

Por efectos de desarrollo de plan de seguridad y salud ocupacional se tomará como base los puntos señalados en el DS 005-2012-TR.

A continuación, se detallan los lineamientos de seguridad para implementar en el proyecto:

- Nuestro servicio cuidará de eliminar, reducir y/o controlar los potenciales accidentes de trabajo que pueden ocurrir en el proceso. Para esto se instruirá a nuestro equipo de trabajadores sobre aspectos básicos de seguridad, se brindarán equipos de protección personal y se colocarán carteles informando sobre peligros y recomendaciones para evitarlos.
- Exámenes médicos; Todos los empleados deberán ser examinados por un especialista antes de ingresar a trabajar en la empresa.
- Contrato de un seguro complementario para trabajos de riesgo para cada operario.
- Plan contra incendios: Se realizarán capacitaciones en lucha contra incendios al personal, y se contará con extintores en oficinas y/o zonas de almacenaje. Los tipos de extintores a usar dependerá de la clase de fuego al que se está expuesto.
- Plan de emergencia: Se desarrollarán planes de contingencia y evacuación ante emergencias a fin de estar preparados para reaccionar y minimizar los impactos negativos, que pueden resultar como consecuencia de la operación diaria en nuestro local. Estos planes protegen la integridad de las personas, los bienes y el medio ambiente.

Para la correcta gestión de la seguridad y salud del personal dentro del servicio de limpieza criogénica, se seguirá las leyes y normas establecidas.

- DS 42F Reglamento de Seguridad Industrial
- Ley 29783 Seguridad y Salud en el Trabajo
- DS 005-2012-TR Reglamento de la ley 29783

- RM 375-2008-TR Norma Básica de Ergonomía
- RM 312-2011-MINSA Protocolos de Exámenes Médico Ocupacionales

Asimismo, se elaborará una Programa anual de seguridad y salud en el trabajo que involucrará la creación y disposición de:

- Políticas de seguridad y salud en el trabajo dentro de la empresa.
- Programa anual de capacitación.
- Programa anual de monitoreo de seguridad y salud ocupacional.
- Programa anual de simulacros.
- Programa anual de inspecciones de seguridad.

Por otra parte, debido a las características del servicio y a la organización del personal que tendrá este servicio, se delegará un supervisor de Seguridad y Salud en el Trabajo según lo establecido en el reglamento de la Ley 29783.

Cada operario contará con un equipo de protección personal (EPP) para protegerlo contra los peligros y riesgos en las operaciones de limpieza.

Equipo básico de seguridad:

- Guantes de cuero grueso: Protege las manos del contacto con hielo seco.
- Mascarilla contra el polvo y partículas.
- Visera o lentes de protección: Protege los ojos y la cara del contacto con el hielo seco.
- Tapones de oído: Protege del ruido al operario.
- Uniforme completo: Pantalones largos y polos de manga larga.
- Botas de seguridad con punta de acero

Asimismo, se debe limpiar en un espacio amplio y ventilado y evitar los ambientes confinados debido a que el dióxido de carbono desplaza el oxígeno del ambiente, por lo cual se contará con medidor de oxígeno para controlar la cantidad de este en el ambiente. Por otro lado, se deben revisar las conexiones eléctricas y poseer una puesta a tierra en caso de que en el ambiente se produzca estática, lo cual podría generar una descarga eléctrica.

Se debe capacitar a los operarios para que apunten la pistola a las zonas donde se necesite la limpieza y no hacia las personas u otros equipos delicados. Además, las capacitaciones deben realizarse siempre antes de cada trabajo y deben mostrar la postura correcta para realizar la limpieza y de esta manera evitar las enfermedades ocupacionales (dolor de espalda, tendinitis, entre otras), además de la explicación de seguridad y salud antes mencionadas sobre el correcto uso de los EPP y la medición de oxígeno en el ambiente.

Es necesario que para trabajos de alto riesgo en lugares confinados se tenga un permiso previo antes de realizar la limpieza.

Asimismo, debido a que el servicio será brindado a empresas de generación de energía, muchos de sus equipos e instalaciones pueden estar conectadas a sistemas eléctricos de alto voltaje o amperaje por lo que se utilizarán como medio de seguridad, los pasos establecidos como la “5 Reglas de oro de seguridad eléctrica” con el fin de evitar accidentes al momento del servicio.

Se pueden nombrar brevemente las reglas de oro como:

1. Corte total de todas las fuentes de energía, con el fin de aislar todas las fuentes de energía que alimenten la máquina. Se debe cortar el suministro incluso de los conductores neutros.
2. Bloqueo y enclavamiento de los aparatos de corte, se bloquearán las llaves de apertura o cierre que permitan la transferencia de electricidad a las máquinas y se señalarán con prohibición de maniobra.
3. Verificación de ausencia de tensión, con los aparatos adecuados se comprobará la ausencia de tensión en distintos puntos de la máquina y en cada una de sus fases.

4. Puesta a tierra y corto circuito, todas las fases y cables de salida de la máquina deberán llevarse a puesta a tierra.
5. Señalización de la zona de trabajo, se debe distinguir la zona de trabajo con otras zonas colindantes mediante elementos adecuados.

Tabla 5.7.

Matriz de Severidad y probabilidad

Severidad de las Consecuencias Vs Probabilidad/Frecuencia						
SEVERIDAD	Catastróficos (50)	50	100	150	200	250
	Mayor (20)	20	40	60	80	100
	Moderado alto (10)	10	20	30	40	50
	Moderado (5)	5	10	15	20	25
	Moderado Leve (2)	2	4	6	8	10
	Mínima (1)	1	2	3	4	5
		Escasa (1)	Baja Probabilidad (2)	Puede Suceder (3)	Probable (4)	Muy Probable (5)
PROBABILIDAD						

Elaboración propia

Tabla 5.8.

Matriz de Valoración de riesgos

VALORACION DE RIESGOS		
RIESGO CRÍTICO	ROJO	$50 < X \leq 250$
RIESGO ALTO	NARANJA	$15 < X \leq 50$
RIESGO MEDIO	AMARILLO	$3 < X \leq 15$
RIESGO BAJO	VERDE	$X \leq 3$

Elaboración propia

Tabla 5.9.

Matriz de Identificación de Peligros y Riesgos (IPERC)

ACTIVIDAD	PELIGRO	CONSECUENCIA / RIESGO	METODOS DE CONTROL EXISTENTES	EVALUACION DE RIESGO / IMPACTO			METODOS DE CONTROL A OPERATIVO
				PROBABILIDAD (P)	SEVERIDAD (S)	P x Q	
Limpieza de turbina	Camión	Probabilidad de atropello	Frecuente mantenimiento y medición de los frenos y líquido de frenos. Utilización de conos de delimitación de zona de parqueo y uso de topes.	2	20	40	Supervisión y señalización de un segundo operario que apoye a las maniobras del camión.
	Máquina de Limpieza	Contacto eléctrico (Estática)	Cableado a tierra.	3	2	6	Mantener la máquina de limpieza a una distancia suficiente del área de trabajo y sobre un terreno adecuado.
		Golpe por volcadura	Utilización de frenos de seguridad en las llantas de la máquina. Utilización de niveles para asegurar la estabilidad del suelo.	1	2	2	No colocar la máquina en zonas elevadas o empinadas.
	Pistola de blasteo	Golpe con manguera	Equipo de protección personal. Enrocamiento de la manguera y la pistola con una llave inglesa.	2	5	10	Utilización de cable de seguridad entre mangueras para evitar el fatigazo en caso de desprendimiento.
	Compresor	Volcadura	Utilización de frenos de seguridad en las llantas de la máquina. Utilización de niveles para asegurar la estabilidad del suelo.	2	10	20	Anclaje del compresor al camión.
		Golpe con manguera	Equipo de protección personal. Enrocamiento de la manguera y el compresor con una llave inglesa. Utilización de un cable de acero de seguridad entre el compresor y la manguera.	2	5	10	Forrar extremos de la manguera con espuma.
	Máquina/Turbina a Limpiar	Volcadura	Utilización de cables o soportes. Utilización de niveles para asegurar la estabilidad del suelo.	1	50	50	Constante supervisión de soportes y cables que sostienen la turbina.
		Desprendimiento de partes	Equipo de protección personal. Aseguramiento y fijación de las partes móviles de la máquina.	3	10	30	Retiro de partes móviles.
		Descarga Eléctrica (Estática)	Cableado a tierra de la máquina y Utilización de una fuente con llave de seguridad térmica. Cableado a tierra de la máquina	3	2	6	Pausar la actividad de limpieza para evitar la generación de un ambiente muy seco.
	Hielo Seco	Quemadura	Uso de EPP y guantes de cuero grueso.	4	2	8	Utilización obligatoria de cucharones para la manipulación de hielo.
	Asfixia	Medidor de oxígeno para ambientes confinados.	1	20	20	Utilizar un extractor de aire o ventilador que asegure una constante circulación de aire.	

Elaboración propia

5.8. Sistema de mantenimiento

Se deberá contar con un sistema de mantenimiento, el cual estará a cargo de mantener un óptimo estado de funcionamiento la infraestructura de las oficinas de la propia empresa.

Según las normas ISO 9001 y 14001 el sistema de mantenimiento de cualquier empresa de servicios tiene dos partes, el control de equipos mecánicos y eléctricos y la revisión y mantenimiento de las zonas comunes.

Tabla 5.10.

Mantenimiento a la máquina criogénica

Equipo	Tipo de Mantenimiento	Frecuencia	Descripción
Aero 40 FP	Preventivo	Después de cada uso	Se realiza una inspección del interior del contenedor para hielo seco de la máquina en busca de hielo escarchado en las paredes. Se remueve con un trapo seco.
	Preventivo	Cada 3 años	Se cambian los engranajes mecánicos del rotor interior de la máquina.
	Correctivo	Eventual	En caso ocurriera, el mantenimiento correctivo lo llevará a cabo la propia marca Cold Jet, pues la casa asegura una garantía de 5 años.

Elaboración propia

El equipo debe contar con un cronograma de mantenimiento donde se detallará el tipo de mantenimiento y la frecuencia con la que se debe realizar.

5.9. Programa de operaciones del servicio

5.9.1. Consideraciones sobre la vida útil del proyecto

La vida útil del proyecto se consideró de 4 años pues el principal activo es la máquina de limpieza criogénica. Para este caso, se utilizará el método de depreciación lineal anual. Por otro lado, se detallan los bienes físicos con la depreciación anual basados en la ley de impuesto a la renta emitida por SUNAT (Ver Tabla 5.11.).

Tabla 5.11.

Vida útil y depreciación lineal de equipos

Bienes	Vida útil (años)	Depreciación Anual
Máquina de Limpieza	10	10%
Muebles de Oficina	7	15%
Computadoras	7	15%
Alarmas	5	20%
Impresora/Fotocopia	5	20%
Teléfono	5	20%

Fuente: Sunat (s.f.)
Elaboración propia

5.9.2. Programa de operaciones del servicio durante la vida útil del proyecto

El programa de operaciones estará definido en función al tamaño de servicio de la vida útil del proyecto el cual es 656,25 horas al año. Para lograr este nivel de operaciones, se considera que nuestros clientes se mantendrán constantes y también la cantidad de servicios anuales. Se ha determinado por la utilización obtenida de la relación entre la proyección de la demanda y la capacidad instalada (Ver Tabla 5.12.).

Tabla 5.12.

Utilización, relación entre demanda y capacidad instalada

Años	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Proyección de la demanda (horas)	656,25	656,25	656,25	656,25	656,25	656,25
Capacidad instalada	12.852,00	12.852,00	12.852,00	12.852,00	12.852,00	12.852,00
Utilización	5,11%	5,11%	5,11%	5,11%	5,11%	5,11%

Elaboración propia

5.10. Requerimiento de materiales, personal y servicios

5.10.1. Materiales para el servicio

Los materiales requeridos por el proyecto, aparte de la materia prima y el suministro de aire a presión, detallados el capítulo anterior, son el uso de equipos de protección personal, señales de seguridad, luminaria y contenedores para transportar el hielo seco. Los equipos y señales de seguridad ya fueron detallados anteriormente en el punto de seguridad y salud ocupacional. Se utilizará 1 unidad por cada operario y supervisor, también, se considerará EEPs para el Gerente de Operaciones. Considerando que para el funcionamiento del servicio solo se requiere de 2 operarios y 1 supervisor, se detallará el requerimiento de EPP y señales de seguridad en la siguiente tabla (Ver Tabla 5.13.).

Tabla 5.13.

Materiales requeridos por servicio

Equipos de protección personal	Unidades
Par de guantes de cuero	4
Mascarilla contra el polvo	4
Lentes de protección	4
Par de tapones de oído	4
Pantalones largos	3
Polos largos	3
Par de botas de seguridad	4
Señalizaciones	Unidades
Cinta de peligro	2
Carteles de paso prohibido	4
Carteles de peligro eléctrico	3
Conos de seguridad	4
Luminarias	Unidades
Reflectores de luz	2
Trípode para reflector	2

Elaboración propia

Teniendo en cuenta que algunos de los equipos de protección y herramientas de trabajo poseen un tiempo de vida más prolongado que un único uso, se realizará una

estimación del costo de renovación de algunos elementos, los cuales estarán estimados en conjunto con otros costos indirectos mostrados en el capítulo VII de presupuesto y análisis del proyecto.

Debido a que el hielo seco se sublima rápidamente, el stock de la materia prima será conservado solo durante la duración del servicio de limpieza. Para ello, el hielo seco será comprado en un plazo no mayor a 24 horas antes de iniciar los trabajos de limpieza. Este hielo seco será almacenado y transportado en cajas de tecnopor de 1 x 0,7 x 0,6 metros de dimensión y 3 cm. de espesor, las cuales son comúnmente usadas para transportar y conservar hielo común, además de conservar alimentos por cortos periodos de tiempo. Pero que poseen las características suficientes para conservar hielo seco. Estas cajas tienen una capacidad aproximada de 90 kg de hielo seco. Para empezar, se debe conocer la cantidad de hielo necesitado por trabajo de limpieza (Ver Tabla 5.14). Luego, se determina el número de cajas de tecnopor a usar para el transporte de hielo (Ver Tabla 5.15).

Tabla 5.14.

Requerimiento de materia prima por limpieza

Horas de limpieza por trabajo	35
Cantidad de hielo seco consumido por hora (kg)	50
Total de hielo requerido por limpieza (kg)	1750

Elaboración propia

Tabla 5.15.

Cálculo de contenedores

Cantidad de hielo a transportar (kg)	1750
Capacidad de cajas de Tecnopor (kg)	90
Cantidad de cajas necesitadas	20

Elaboración propia

Es posible transportar las cajas de Tecnopor debido a que la capacidad del camión es 1 tonelada y posee un espacio de más de 4 m².

5.10.2. Determinación del requerimiento de personal de atención al cliente

El personal de atención al cliente será principalmente el personal que se encargará de atender las llamadas o correos de los usuarios que requieran el servicio al igual que los servicios de post venta.

Se estimó que el rango de posibles llamadas por parte de empresas de energía interesadas en el servicio oscilará entre 2 o 3 llamadas al mes, por lo que se considera que un solo operador o recepcionista sería necesario para atender las llamadas, correos o incluso visitas que se puedan dar.

En cuanto al personal que brindará la limpieza, en capítulos anteriores se especificó que la máquina de limpieza criogénica requiere como mínimo a 2 operarios para su movilización y operación. Ya habiendo calculado que el proyecto solo requerirá de una máquina criogénica, se considerará a 2 operarios junto con un supervisor a cargo para brindar el servicio de limpieza.

5.10.3. Servicios de terceros

El proyecto considera la tercerización de las actividades suplementarias de la empresa, para su correcto funcionamiento y alcanzar las ventas proyectadas. Los servicios a trabajar con terceros son sistema de seguridad y publicidad en Internet, como lo serán el uso de una página web, publicidad en páginas amarillas y servicios contables. Las empresas seleccionadas estarán a cargo del Gerente Comercial.

Para determinar los costos de servicios de terceros que estén directamente involucrados en la oferta del servicio y operación de este, se elaboró una tabla mostrando los costos anuales de las partidas involucradas (Ver Tabla 5.16.).

Tabla 5.16.

Costos de servicios de terceros

Partida	Costo Anual
Alquiler de compresora	S/ 22.690,50
Mantenión de página web	S/ 660,00
Publicidad en páginas amarillas	S/ 5.040,00
Servicios contables	S/ 6.000,00
Seguros	S/ 2.400,00
Alquiler de transporte	S/ 60.000,00
Total	S/ 96.790,50

Elaboración propia

5.10.4. Otros: energía eléctrica, agua, transportes, etc.

Energía eléctrica

Se contará con los servicios ofrecidos por luz del sur. Este servicio se usará principalmente para el alumbrado, el suministro de corriente para equipos de escritorio, como computadores e impresoras, y para la recarga de equipos móviles. La tarifa promedio que brinda este proveedor es de 0,33 soles por Kw.

Agua

El servicio de agua será brindado por Sedapal. La organización “consumo consiente” ha determinado que en promedio se usan 20 litros de agua por día por usuario.

Telefonía fija y móvil

En lo concerniente a la telefonía fija, se contará con un servicio de central telefónica teniendo teléfonos individuales en los escritos con anexos independientes, asimismo, el servicio de telefonía contará con un paquete de internet que servirá para conectar a todas las computadoras de la oficina.

También, se deberá cotizar el número de teléfonos fijos móviles con las dos empresas líderes del mercado en este rubro: Movistar y claro y tomar la mejor propuesta tomando en cuenta los beneficios ofrecidos.

Combustible

Se le suministrará un pequeño presupuesto al ingeniero o técnico encargado de realizar la visita a los clientes dentro del departamento de Lima. Sin embargo, el principal costo en combustible se incurrirá en los trabajos de transporte de equipo y cajas a la locación de la limpieza, así como el abastecimiento de combustible al compresor de aire.

5.11. Soporte físico del servicio

5.11.1. Factor edificio

Se alquilará un piso de 140 m², el cual contendrá áreas de oficinas, servicios higiénicos, almacén de materiales, equipos, sala de reuniones y además, se contará con estacionamiento. Este local tendrá un precio de arrendamiento aproximado de S/. 4.500,00. Contar con una sala de reuniones, se justifica por si se presenta la ocasión de ser anfitriones de alguna reunión con posibles clientes o se necesita realizar alguna entrevista. Cabe recalcar que este edificio se encontrará en óptimo estado estructural y arquitectónico al igual que contará con las licencias y permisos municipales correspondientes para su alquiler y utilización como oficinas empresariales. Además, el edificio deberá contar con suficientes salidas de emergencias estratégicamente ubicadas. Es importante cumplir con el Reglamento Nacional de Edificaciones y tener corredores de como mínimo de 0.9 m de ancho. Otra característica importante es que el ambiente cuente con pozos a tierra y una estructura sanitaria en buen estado. El estacionamiento debe ser adecuado para estacionar a 2 vehículos. Las rampas de la edificación por donde vayan a circular vehículos pesados deberán tener banquetas de refuerzo. El acceso al almacén de maquinaria contará con una rampa en el acceso, ésta debe tener un descanso cuando menos a 275 cm de cambio de elevación lo suficientemente grande para que se desplace la máquina, al igual que deberá existir franjas anti derrape a lo largo de ésta.

Las puertas de acceso y salida del edificio deben encontrarse en óptimo estado y proveer protección contra el clima y ruido al igual que regular la visibilidad. Las puertas

del almacén deberán ser en preferencia corredizas y de acero. Las puertas de oficina no deberán tener un ancho menor a 90 cm y las de baños no menor a 80 cm.

5.11.2. El ambiente del servicio

El factor del proyecto se puede dividir en los siguientes tres rubros: relacionado al personal, relacionado a los equipos y relacionado al edificio. Estas se detallan a continuación:

Relacionado al personal

Se brindará las siguientes instalaciones y servicios a los empleados.

- Estacionamiento
- Servicios higiénicos
- Aire acondicionado
- Salas de reuniones
- Recepción
- Espacios amplios
- Ambientes con poco ruido e interferencias
- Muebles y artículos de oficina ergonómicos

Relacionado a los equipos

Se deberá contar con un almacén que cuente con las condiciones, apropiadas tanto de temperatura y de humedad para los equipos en él. Este almacén deberá contar con el ambiente y equipos necesarios para realizar el mantenimiento de los equipos y materiales almacenados.

Relacionado al edificio

Por último, el servicio deberá ayudar a las personas en el edificio por medio de accesos a espacios adecuados y las señalizaciones de seguridad correspondientes. Por otra parte, para garantizar una buena calidad en el ambiente de trabajo, se empleará la metodología de las 5 S como una respuesta al desorden, la suciedad y condiciones físicas.

5.12. Disposición de la instalación del servicio

Como se ha mencionado, las oficinas contarán con áreas apropiadas para el personal, servicios higiénicos, así también como una sala de reuniones, una recepción y algunos estacionamientos.

Para el área de oficinas, se seguirán los propuestos en el texto Disposición de planta, tomando inicialmente el valor mínimo de los rangos de las medidas estándar. Esto significará que se proporcionará las áreas que se muestran en el de acuerdo a los cargos del personal (Ver Tabla 5.17.).

Tabla 5.17.

Cargos de personal por categoría

Categoría de cargo	Área (m ²)	Elegido (m ²)	Cargos	Núm. de oficinas	áreas (m ²)
Ejecutivo	18 a 37	18	Gerente General	1	18
Mando medio	7,5 a 14	12,5	Gerentes y administrativos	2	25
Oficinista	4,5 a 9	9	Supervisor y operarios	2	18

Elaboración propia

Las áreas tendrán un escritorio por cada personal del área; el Gerente General, el Gerente Comercial, el Gerente de Operaciones y la Asistente contarán con un computador de escritorio por cada uno, el área de operarios y supervisor contará con un computador portátil. En cuanto a la cantidad de retretes necesitados se siguió las pautas de la misma fuente, concluyendo que para las 7 personas se necesitará un retrete, lo cual se considera

apropiado. El baño estará acondicionado con un lavatorio e inodoro en un área no mayor a 9 m².

Por último, se brindará estacionamiento a la entrada del edificio. La cantidad de vehículos dependerá de la disponibilidad del edificio que se alquilará. Este detalle se tomará en consideración cuando se busque las opciones de alquiler.

Inicialmente en el proyecto se consideró un área de 140 m² y la suma de las áreas antes mencionadas alcanza un total de 73 m², dando espacio suficiente para aumentar áreas de pasadizos, almacén y estacionamiento. Se concluyó que el área proyectada era adecuada.

5.12.1. Disposición general

A pesar de que este servicio de limpieza criogénica no requiere de una planta, sí requiere del almacenaje de maquinaria y materiales como la máquina de limpieza criogénica y sus accesorios y probablemente de un compresor móvil de aire. Aunque el empleo del método Guerchet es principalmente usado para el cálculo de área adecuada para albergar a la maquinaria de una planta, consideraremos la máquina de limpieza criogénica y compresor, como elementos fijos y los emplearemos para calcular el tamaño mínimo que nuestro almacén deberá tener en caso se necesiten guardar ambos componentes a la vez y realizar algún tipo de mantenimiento en ellos.

Las ecuaciones y factores a utilizar para calcular el área son:

- Superficie estática (Ss) = Largo x Ancho
- Superficie de gravitación (Sg) = Ss x N
- Superficie de evolución (Se) = (Ss+Sg) x K
- Superficie total (St) = n(Ss+Sg+Se)

N=Número de lados laterales a partir de los cuales la máquina debe ser utilizada

K=Coficiente que depende de la altura promedio ponderada de los elementos móviles y estáticos

n=Número de elementos móviles o estáticos

Cálculo de coeficiente K

$$K = \text{hem} / (2 * \text{hee})$$

$$\text{Elementos móviles (hem)} = \text{sum}(Ss * n * h) / \text{sum}(Ss * n)$$

$$\text{Elementos estáticos (hee)} = \text{sum}(Ss * n * h) / \text{sum}(Ss * n)$$

$$\text{hem: } 2,475 / 1,5 = 1,65$$

$$\text{hee: } 3,411 / 2,515 = 1,356$$

$$K: 0,61$$

Tabla 5.18.

Determinación de superficies para hem por método Guerchet

Elementos fijos	L (m)	A(m)	H(m)	N	n	Ss	Sg	Se	Ss*n*h	Ss*n	St
Máquina de limpieza	0,55	0,5	1	4	1	0,275	1,1	0,839	0,275	0,275	2,214
Compresor	1,6	1,4	1,4	3	1	2,24	6,72	5,466	3,136	2,24	14,43
									3,411	2,515	16,64

Fuente: Díaz, B. Disposición de planta, Universidad de Lima (2007)

Elaboración propia

Tabla 5.19.

Determinación de superficies para hee por método Guerchet

Elementos móviles	L (m)	A(m)	H(m)	N	n	Ss	Sg	Se	Ss*n*h	Ss*n	St
Empleados	X	X	1,65	X	3	0,5	X	X	2,475	1,5	X

Fuente: Díaz, B. Disposición de planta, Universidad de Lima (2007)

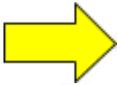
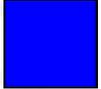
Elaboración propia

En base a los cálculos elaborados mediante el método de Guerchet se concluye que se requiere un área de 17 m².

Para concluir con la disposición general, realizaremos un análisis relacional con el objetivo de establecer una posible distribución del local, tomando en cuenta las actividades del proceso y su grado de proximidad.

Tabla 5.20.

Identificación de actividades

Símbolo	Color	Actividad
	Rojo	Operación (montaje o submontaje)
	Verde	Operación, proceso o fabricación
	Amarillo	Transporte
	Naranja	Almacenaje
	Azul	Control
	Azul	Servicios
	Marrón	Administración

Fuente: Díaz, B. (2007)

Elaboración propia

Tabla 5.21.

Código de proximidades

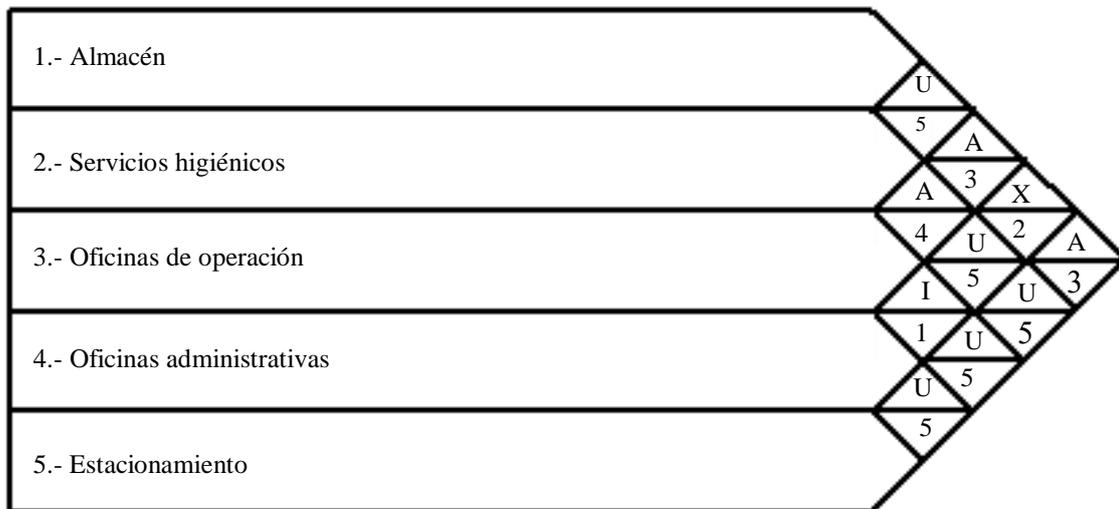
Código	Proximidad	Color	N de líneas
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 rectas
E	Especialmente necesario	Amarillo	3 rectas
I	Importante	Verde	2 rectas
O	Normal	Azul	1 recta
U	Sin importancia		
X	No deseable	Plomo	1 zig zag
XX	Altamente no deseable	Negro	2 zig zag

Fuente: Díaz, B. Disposición de planta, Universidad de Lima (2007)

Elaboración propia

Tabla 5.22.

Análisis relacional de actividades



Fuente: Díaz, B. (2007)

Elaboración propia

Tabla 5.23.

Listado de motivos

Código	Motivo
1	Trámites administrativos
2	Ruido
3	Recepción y salida de materiales y equipos
4	Aseo de operarios
5	No necesario

Fuente: Díaz, B. Disposición de planta, Universidad de Lima (2007)

Elaboración propia

Tomando como base la tabla relacional, se obtienen los siguientes valores de proximidad:

A: (1,3) (1,5) (2,3)

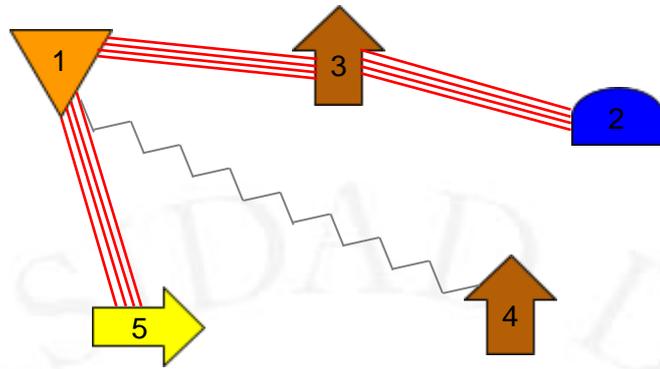
I: (3,4)

U: (1,2) (2,4) (2,5) (3,5)

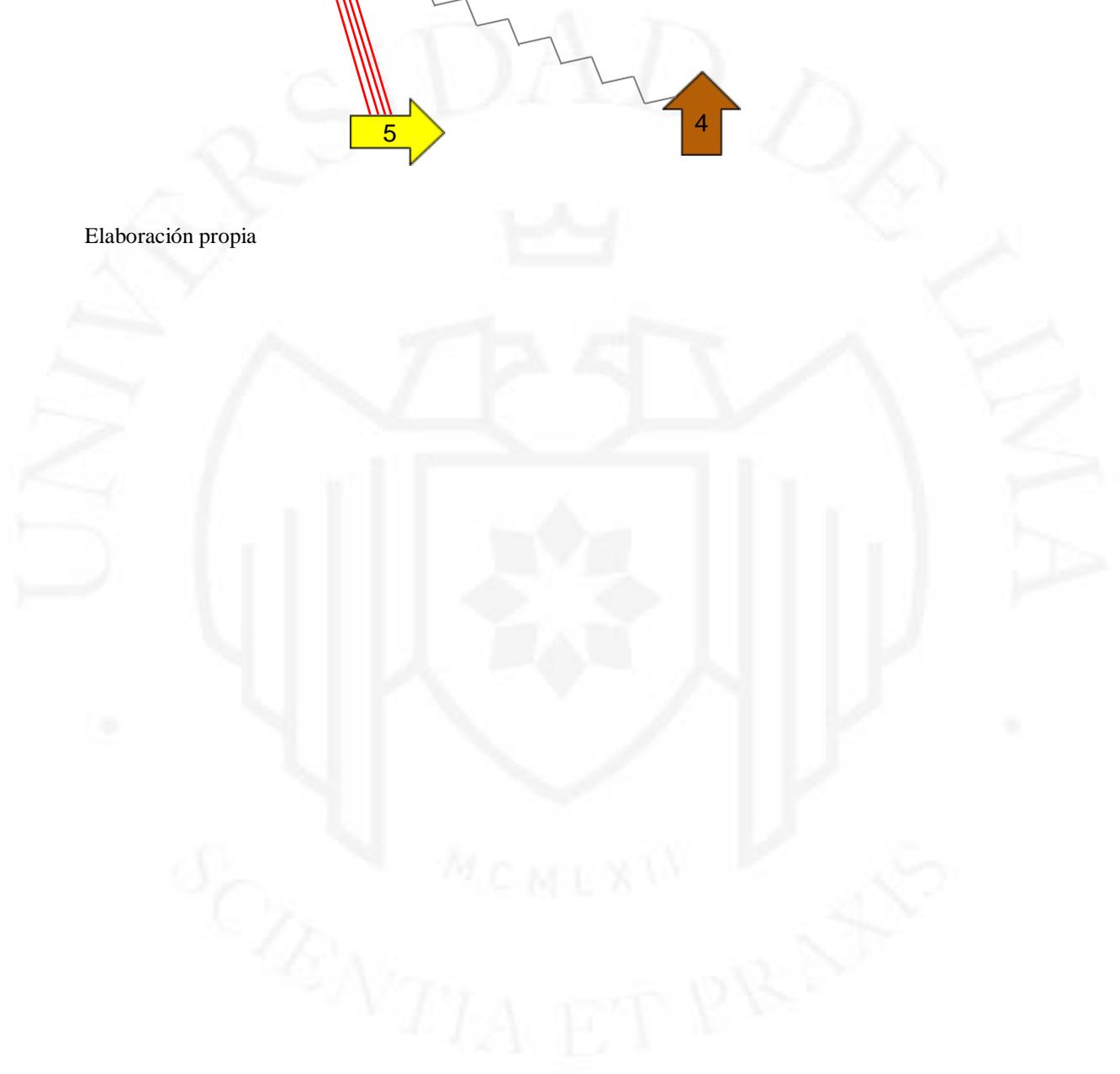
X: (1,4) (4,5)

Figura 5.4.

Diagrama relacional



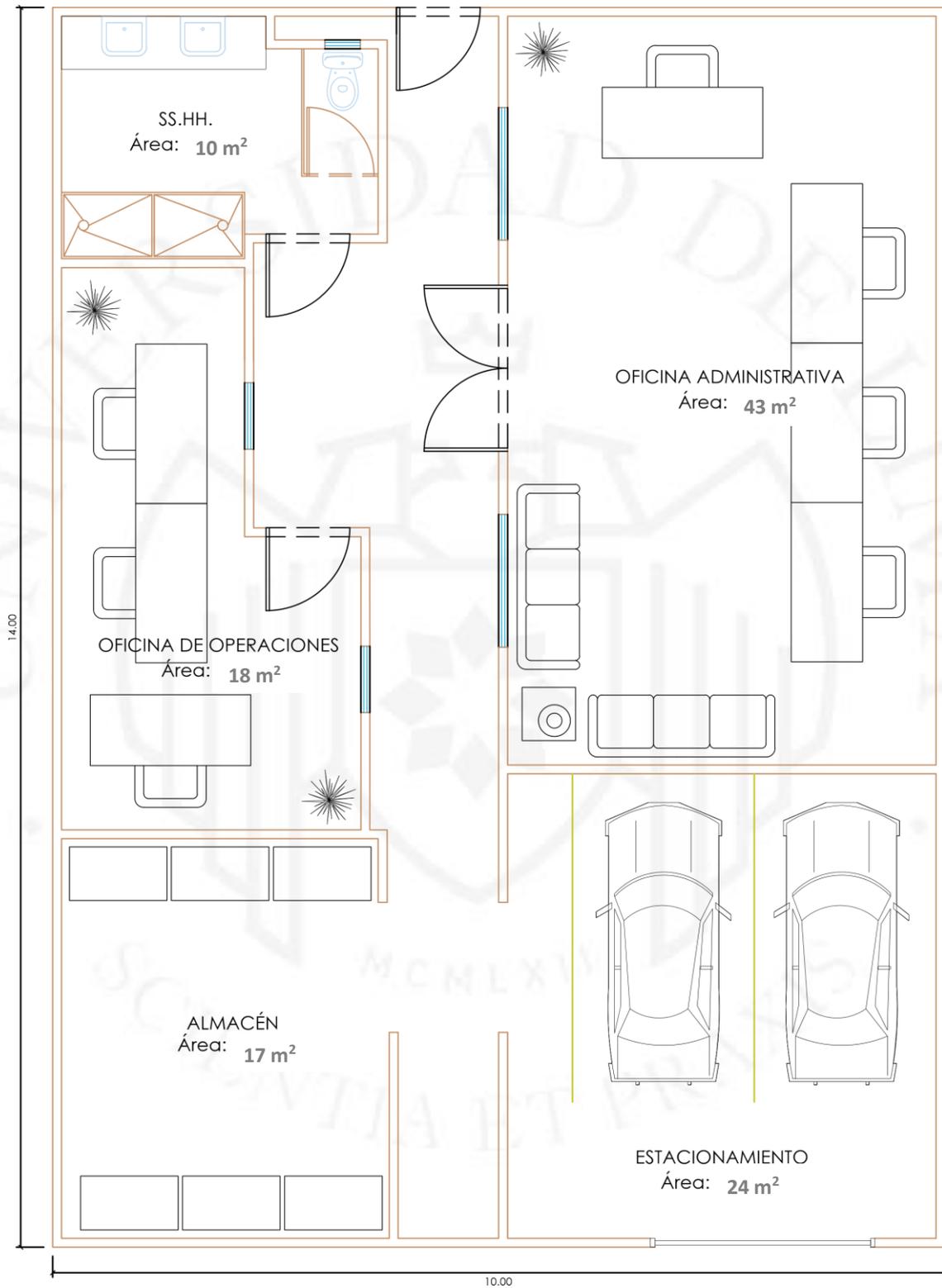
Elaboración propia



5.12.2. Disposición de detalle

Figura 5.5.

Plano de oficinas y almacén



Elaboración propia

Una vez realizados los cálculos para establecer el espacio mínimo que el almacén debe poseer para albergar la maquinaria de la empresa, también se ha utilizado el Guerchet para determinar la distribución ideal de la oficina. Teniendo como prioridad la accesibilidad al almacén y a la cochera, se realizó un plano con una distribución modelo de los interiores de la empresa (Figura 5.5).

Se tendrá en cuenta que el local elegido cumpla con las normas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, cumpliendo principalmente con las siguientes normas:

- El número de ocupantes de una edificación de oficinas se calculará a razón de una persona cada 9,5 m².
- Si la oficina tiene de 1 a 6 ocupantes, debe haber un baño mixto.
- El ancho libre de puertas debe calcularse en base al número de personas por 0,005m. El resultado debe ser redondeado hacia arriba en módulos de 0,60m.
- El ancho de pasillos puede ser de 0,90 m porque en la oficina son menos de 50 personas.
- La oficina contará con una alarma de incendios y señalización e iluminación de emergencia.

5.13. Cronograma de implementación del proyecto

Figura 5.6.

Cronograma de implementación

Operación	Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre													
	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8	Sem. 9	Sem. 10	Sem. 11	Sem. 12	Sem. 13	Sem. 14	Sem. 15	Sem. 16	Sem. 17	Sem. 18	Sem. 19	Sem. 20	Sem. 21	Sem. 22	Sem. 23	Sem. 24	
1. Aperturas de cuentas bancarias y constitución de la empresa	■	■	■																					
2. Alquiler del local			■	■																				
3. Remodelación y acondicionamiento del local			■	■																				
4. Búsqueda y reclutamiento del personal							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5. Inicio de la financiación																								
6. Compra de la máquina de limpieza																								
7. Contratación de agente de aduanas																								
8. desesitba y nacionalización de la máquina																								
9. Periodo de pruebas y capacitación																								
10. Desarrollo de publicidad, página web y estrategias de venta																								
11. Desarrollo de cartera de clientes																								
12. Justificación contable y legal de la compra de la máquina																								
13. Cierre de cuentas del proyecto e inicio de ventas																								

Elaboración propia

CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA

6.1. Formación de la Organización empresarial

La empresa se constituirá como una Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada (SRL), este tipo de organización requiere lo siguiente:

- Junta general de socios: constituido por 2 personas
- Gerente general: encargado de la administración de la empresa

Gerente General

El Gerente General tomará representación de la sociedad y quién lo sucederá en caso de ausencia será el Gerente Comercial. El Gerente general también tendrá la responsabilidad de la gestión de los procesos de administración y finanzas, teniendo bajo su alcance el control de los servicios contables, los procesos de recursos humanos, las compras de activos y suministros y la gestión de sistemas y soporte técnico.

Gerencia Comercial

La Gerencia Comercial se encargará de desarrollar las relaciones comerciales y manejar la cartera de clientes que atiende la empresa, adicionalmente se encargará de buscar posibles nuevos mercados en los cuales se puede expandir el negocio y desarrollar herramientas para la presentación y expansión del servicio. El área comercial será la encargada de llevar el control de precios públicos hacia los clientes buscando siempre tener márgenes competitivos que aseguren la rentabilidad del negocio. También controlará el nivel de satisfacción percibido por el cliente al igual que la atención post venta del servicio.

Gerencia de Operaciones

El Gerente de Operaciones tendrá la responsabilidad de evaluar y coordinar los procesos necesarios para efectuar los trabajos de limpieza. El supervisor y los operarios estarán bajo su mando y la seguridad y equipo de ellos estará bajo su responsabilidad, al igual que el abastecimiento de materia prima y maquinaria requerida. Asimismo, se encargará

de garantizar el mantenimiento y buen estado de las máquinas de limpieza de la empresa y herramientas.

Licencia municipal

Para obtener la licencia municipal se requiere comprobar que la zonificación en donde se ubicará el operador es la correcta para el tipo de negocio que desarrolla. La CIU que corresponde a 8129 almacenamiento y depósito que está contemplado dentro del tipo de zonificación que posee la ubicación seleccionada en el capítulo III, su clasificación corresponde al tipo I1/I2 asignado a zonas industriales.

Licencia para el transporte de carga

Se requiere permiso de la municipalidad de Lima y cumplir con los requisitos requeridos para el transporte de carga o mercancía. La norma que los regula actualmente es la OM - N° 1682 requiere certificados adicionales; sin embargo, son solo para ciertos tipos de carga, como agua potable, dinero o valores, combustibles y derivados, debido a que no se transportan materiales de esta naturaleza, aplican los requisitos convencionales como persona jurídica, la vigencia de este permiso es de 5 años.

Regímenes laborales

Los trabajadores estarán bajo el régimen laboral de la norma el DS-728.

Los trabajadores contratados en planilla estarán sujetos a un periodo de prueba de 3 meses, debido a que no se cuentan con personal altamente especializado, esta política regirá para todos los puestos excepto por la plana gerencial que tendrá un periodo de prueba de 6 meses. Todos los trabajadores gozan de gratificación equivalente a la remuneración a la fecha en los meses de julio y diciembre.

Dentro de los costos laborales se incurrirá en el pago del seguro obligatorio EsSalud y los costos relacionados, tales como capacitación, selección, compensaciones que se estiman en 30% sobre la remuneración bruta, a este porcentaje se le debe agregar la gratificación tanto en julio como en diciembre.

6.2. Requerimientos de personal directivo, administrativo y soporte interno del servicio.

Una vez segregada funcionalmente la empresa, se requerirá establecer la cantidad de colaboradores involucrados en cada división (Ver Tabla 6.1.).

Tabla 6.1.

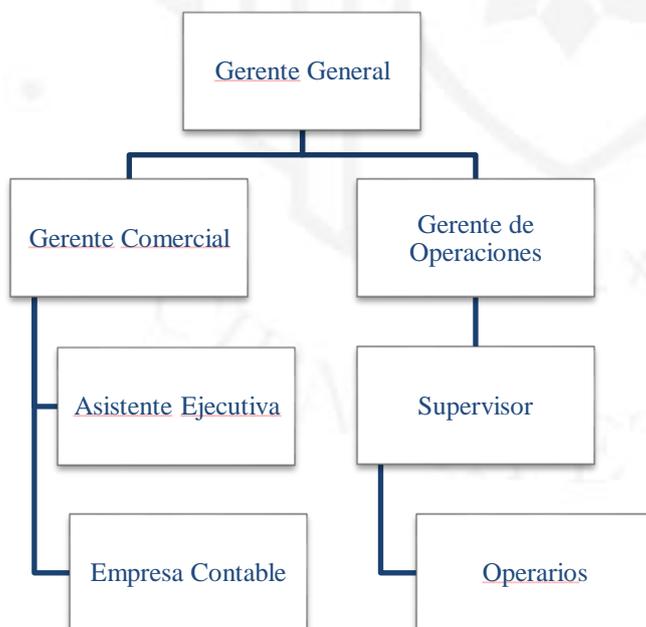
Planilla

Área	Rol	Cargo	Cantidad
Gerencia General	Administrativo	Gerente General	1
Comercial	Administrativo	Gerente Comercial	1
Operaciones	Administrativo	Gerente de Operaciones	1
Administración	Administrativo	Asistente ejecutiva	1
Operaciones	Ejecución de operaciones	Supervisor de Operaciones	1
Operaciones	Ejecución de operaciones	Operario	2

Elaboración propia

6.3. Estructura organizacional

Figura 6.1.-Organigrama



Elaboración propia

CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

7.1. Inversiones

7.1.1. Estimación de las inversiones de largo plazo

La principal y única inversión a largo plazo que este proyecto plantea, es la adquisición de una máquina de limpieza criogénica completamente equipada. La compra de esta máquina se realizará de una empresa estadounidense por lo cual se deberá incurrir en costos de nacionalización de la máquina. En la siguiente tabla (Ver Tabla 7.1) se detallarán los costos de nacionalización; debe considerarse que el tiempo de almacenaje en aduanas es variable por lo que se estimará el costo más cercano.

Tabla 7.1.- Costos de nacionalización

Máquina de Limpieza Criogénica		
Precio de Aero 40 FP	S/	90.837,50
Flete	S/	6.451,25
Seguro	S/	2.973,75
Valor CIF	S/	100.262,50
Impuesto promoción Municipal (2%)	S/	2.005,25
Desestiba y Almacenaje	S/	690,00
Servicio de Agente de Aduanas	S/	1.007,50
Total Aproximado	S/	103.965,25

Fuente: www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera (2015)

Elaboración propia

7.1.2. Estimación de las inversiones de corto plazo

Se considera como inversión a corto plazo el pago de las garantías del alquiler de la oficina al igual que el del vehículo de carga a usar. Asimismo, se incluirá la compra de los artículos de oficina necesarios para iniciar el negocio y que luego recaerán como responsabilidad de cada miembro de la empresa. Por otra parte, los primeros sueldos

serán también considerados dentro del capital de trabajo considerando los primeros meses de actividades.

El capital de trabajo se estimó netamente del resultado obtenido de sumar todas las responsabilidades de costos y gastos administrativos de la empresa en el plazo de los 6 primeros meses después del inicio de sus operaciones con el fin de mantenerla operativa en caso se presente el escenario que el ingreso del servicio al mercado tarde más de lo esperado y no se pueda producir ingresos.

Tabla 7.2.- Capital de trabajo

Capital de Trabajo	
Sueldos	S/ 102.550,00
Soporte Contable	S/ 1.500,00
Servicios Básicos	S/ 5.720,55
Equipo y gastos de Oficina	S/ 15.294,00
Gastos Financieros	S/ 6.497,83
Total	S/ 131.562,38

Elaboración propia

7.2. Costos de las operaciones del servicio

7.2.1. Costos de materiales del servicio

Se consideraron como materiales del servicio las herramientas y accesorios indispensable para poder realizar el servicio de limpieza criogénica. Estos están compuestos exclusivamente por equipos de protección personal de los operarios y supervisor; esto debido a que la máquina de limpieza criogénica ya incluye accesorios como mangueras para aire a presión, arnés, linterna, cable para puesta a tierra y otros. Debido al poco desgaste que se proyecta para estos equipos, se plantea la renovación de estos cada 2 años. En la Tabla 7.3 se podrá apreciar el detalle de los costos incurridos anualmente.

Este gasto se realizará cada 2 años debido a que la compra de equipos de protección personal y herramientas por su bajo uso, no se desgastará rápido.

Tabla 7.3.- Costo total de herramientas

Herramientas				
Partida	Und. Requeridas	Costo Unitario		Total
Guantes	5	S/	15,00	S/ 75,00
Botas con punta de acero	5	S/	60,00	S/ 300,00
Casco	5	S/	30,00	S/ 150,00
Protectores de oído	5	S/	15,00	S/ 75,00
Mascarilla	5	S/	65,00	S/ 325,00
Señalizaciones	13	S/	30,00	S/ 390,00
Luminarias	4	S/	150,00	S/ 600,00
Cajas para Hielo Seco	6	S/	90,00	S/ 540,00
Bolsas de Basura	100	S/	0,45	S/ 45,00
Escobas y recogedor	45	S/	2,00	S/ 90,00
Cucharones para Hielo	2	S/	8,00	S/ 16,00
Enterizos	3	S/	80,00	S/ 240,00
Pantalones y polos	3	S/	90,00	S/ 270,00
				S/ 3.116,00

Fuente: Maestro Perú S.A. (2017)

Elaboración propia

7.2.2. Costo de los servicios

Los costos considerados en este punto serán exclusivamente los relacionados al pago de energía eléctrica, telefonía y agua. Los demás servicios como contabilidad o transporte serán tratados más adelante debido a que están más relacionados con el desarrollo y cumplimiento del negocio que estos servicios básicos. En la Tabla 7.4, puede apreciarse los datos y cálculos obtenidos de los artefactos eléctricos usados en la oficina para obtener el costo total mensual de ellos mensual. Siguiendo con el cálculo, se procedió a totalizar este costo mensual en un costo anual de energía eléctrica (Ver Tabla 7.5.).

Tabla 7.4.-Consumo y costo de artefactos eléctricos

Artefacto	Cantidad	Potencia (Kw)	Tiempo prendido por día (H)	Costo
Fluorescentes	18	0,032	5	S/. 52,07
Computadoras de oficina	8	0,2	10	S/. 462,82
Fotocopiadora	1	0,9	10	S/. 3,62
Otros	1	0,7	5	S/. 4,34
				S/. 522,85

Fuente: Luz del Sur (2017)

Elaboración propia

Tabla 7.5.- Costo energía eléctrica anual

Electricidad	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
Total	S/ 6.274,20				

Elaboración propia

Asimismo, para el cálculo del costo del servicio de agua tomando como referencia un consumo de 10 litros, considerando que el consumo por persona en hogares es de 20 litros (Organización Mundial de la Salud, 2011). Después de estimar el costo total anual (Ver Tabla 7.6.) se procedió a proyectar el costo anual de agua durante el tiempo de vida del proyecto (Ver Tabla 7.7.).

Tabla 7.6.- Cálculo del costo de consumo de agua anual

Usuarios	Consumo por día (L)	Consumo por mes (L)	Tarifa Sedapal (S/./L)	Cargo fijo mensual	Costo acual por agua
7	10	2100	0.34	S/ 714.00	S/ 8,568.00

Fuente: Sedapal (2017)
Elaboración propia

Tabla 7.7.-Costo de consumo de agua anual para el proyecto

Agua	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
Total	S/ 8.568,00				

Elaboración propia

Por último, para el cálculo de telefonía, se proyectó el costo anual (Ver Tabla 7.8.) teniendo en consideración un paquete de telefonía e internet por un monto de S/250,00 mensual.

Tabla 7.8.-Costo telefonía anual

Telefonía e Internet	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
Total	S/ 3.000,00				

Fuente: Telefónica (2017)
Elaboración propia

7.2.3. Costo del personal

7.2.3.1. Personal de atención al cliente

Se ha considerado como personal de atención al cliente, al personal encargado de responder las solicitudes de servicio de limpieza, así como las consultas relacionadas al servicio post venta, esta responsabilidad recae sobre la Asistente Ejecutiva. No se ha tomado en cuenta el personal como operarios o gerente de operaciones ya que estos cargos están más estrictamente relacionados a operaciones y administración.

Tabla 7.9. Egreso anual a Asistente Ejecutiva

Cargo	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
Asistente Ejecutiva	S/ 42.000,00	S/ 42.000,00	S/ 46.200,00	S/ 46.200,00	S/ 50.820,00

Elaboración propia

7.2.3.2. Personal de soporte interno del servicio

El servicio de limpieza criogénica requerirá de un apoyo contable que será adquirido mediante la tercerización de estos con un estudio de contadores, los servicios contables serán contratados para la gestión de la contabilidad de la empresa y la declaración de impuestos. En la Tabla 7.10. se puede apreciar el costo total de los servicios contables por año.

Tabla 7.10. Egreso anual para servicios contables

Servicios de soporte interno	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
Servicios contables	S/ 6.000,00	S/ 6.000,00	S/ 6.600,00	S/ 6.600,00	S/ 7.260,00

Elaboración propia

7.3. Presupuesto de ingresos y egresos

7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas

Se proyectó el ingreso anual que se experimentaría al realizar el servicio por la cantidad de horas de demanda proyectadas considerando un precio de S/. 1.620,00 por hora de limpieza (Ver Tabla 7.11).

Tabla 7.11. Ingresos por ventas anuales

Ingreso por Ventas		Año1		Año2		Año3		Año4		Año5	
Precio por Hora de Trabajo	S/	1.950,00									
Horas de Servicio		656,25		656,25		656,25		656,25		656,25	
Ingreso Total por Ventas	S/	1.279.687,50									

Elaboración propia

7.3.2. Presupuesto operativo de costos

Para el presupuesto de los costos operativos del servicio de limpieza, se dividió los costos en costos directos e indirectos.

Es la Tabla 7.12. se podrá ver los costos directos anuales relacionados al servicio.

Tabla 7.12. Costos directos anuales

Costos Directos de Servicio de Limpieza		Año1		Año2		Año3		Año4		Año5	
Compra de Hielo Seco	S/	475.781,25									
Alquiler de Compresor	S/	22.690,50									
Consumo de Combustible	S/	13.125,00									
Mano de Obra	S/	144.200,00	S/	144.200,00	S/	158.620,00	S/	158.620,00	S/	174.482,00	
Total	S/	655.796,75	S/	655.796,75	S/	670.216,75	S/	670.216,75	S/	686.078,75	

Elaboración propia

Asimismo, en la Tabla 7.13 se puede apreciar los costos indirectos anuales relacionados al servicio de limpieza.

Tabla 7.13. Costos indirectos anuales

Costos Indirectos de Servicio de Limpieza		Año1		Año2		Año3		Año4		Año5	
Transporte	S/	60.000,00									
Herramientas	S/	3.116,00			S/	3.116,00			S/	3.116,00	
Total	S/	63.116,00	S/	60.000,00	S/	63.116,00	S/	60.000,00	S/	63.116,00	

Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la partida de herramientas involucra un costo bianual, el cual está detallado en la Tabla 7.3. elaborada en puntos anteriores.

7.3.3. Presupuesto operativo de gastos administrativos

A continuación, se mostrarán los gastos administrativos en los cuales se considera el pago de sueldos del personal (Ver Tabla 7.14) y la compra de artículos de oficina (Ver Tabla 7.15.).

Tabla 7.14. Egreso anual por sueldos a gerentes

Personal Administrativo y Gerencial					
Partida	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
Gerente General	S/ 84.000,00	S/ 84.000,00	S/ 92.400,00	S/ 92.400,00	S/ 101.640,00
Gerente de Operaciones	S/ 70.000,00	S/ 70.000,00	S/ 77.000,00	S/ 77.000,00	S/ 84.700,00
Gerente Comercial	S/ 70.000,00	S/ 70.000,00	S/ 77.000,00	S/ 77.000,00	S/ 84.700,00
Asistente Ejecutiva	S/ 42.000,00	S/ 42.000,00	S/ 46.200,00	S/ 46.200,00	S/ 50.820,00
Total	S/ 266.000,00	S/ 266.000,00	S/ 292.600,00	S/ 292.600,00	S/ 321.860,00

Elaboración propia

Tabla 7.15. Gastos administrativos por artículos de oficina

Gastos Administrativos					
Partida	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Artículos de Oficina	S/ 600,00	S/ 600,00	S/ 700,00	S/ 700,00	S/ 800,00
Publicidad	S/ 5.040,00				
Página Web	S/ 660,00				
Alquiler de Oficina	S/ 54.400,00	S/ 54.400,00	S/ 59.200,00	S/ 59.200,00	S/ 64.000,00
Seguros	S/ 2.400,00				
Total	S/ 63.100,00	S/ 63.100,00	S/ 68.000,00	S/ 68.000,00	S/ 72.900,00

Elaboración propia

7.4. Flujo de fondos netos

7.4.1. Flujo de fondos económicos

A continuación, se presentará el flujo de fondos económico (Ver Tabla 7.17.). Sin embargo, para elaborar el flujo económico primero fue necesario elaborar un estado de resultados (Ver Tabla 7.16.) a partir de los presupuestos de ingresos y egresos presentados en los puntos anteriores.

Tabla 7.16. Estado de resultados

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ventas	S/. 1.279.687,50					
Costos directos	S/. 655.796,75	S/. 655.796,75	S/. 670.216,75	S/. 670.216,75	S/. 670.216,75	S/. 686.078,75
Costos indirectos	S/. 63.116,00	S/. 60.000,00	S/. 63.116,00	S/. 60.000,00	S/. 60.000,00	S/. 63.116,00
Depreciación	S/. 11.920,53					
U. Bruta	S/. 548.854,23	S/. 563.890,75	S/. 546.354,75	S/. 549.470,75	S/. 530.492,75	S/. 530.492,75
Sueldo Administrativo	S/. 266.000,00	S/. 266.000,00	S/. 292.600,00	S/. 292.600,00	S/. 321.860,00	S/. 321.860,00
Soporte contable	S/. 6.000,00	S/. 6.000,00	S/. 6.600,00	S/. 6.600,00	S/. 7.260,00	S/. 7.260,00
Servicios básicos	S/. 17.842,20					
Gastos oficina	S/. 63.100,00	S/. 63.100,00	S/. 68.000,00	S/. 68.000,00	S/. 72.900,00	S/. 72.900,00
Gastos financieros	S/ 26.797,06	S/ 23.805,05	S/ 19.930,38	S/ 14.912,69	S/ 8.414,79	S/ 8.414,79
Valor Mercado					S/. 60.003,63	S/. 60.003,63
Valor Libros					S/. 54.182,63	S/. 54.182,63
U. Antes de Impuestos	S/. 169.114,96	S/. 187.143,50	S/. 141.382,17	S/. 95.333,23	S/. 162.219,39	S/. 162.219,39
(Impuestos)	S/. 50.734,49	S/. 56.143,05	S/. 42.414,65	S/. 28.599,97	S/. 48.665,82	S/. 48.665,82
U. Neta	-S/. 235.527,63	S/. 118.380,47	S/. 131.000,45	S/. 98.967,52	S/. 66.733,26	S/. 113.553,57

Elaboración propia

Una vez obtenido la utilidad neta de cada año se usó esta para realizar los flujos económicos y financieros.

Tabla 7.17. Flujo de fondos económico

Flujos Económicos	0	1	2	3	4	5
UN		S/ 118.380,47	S/ 131.000,45	S/ 98.967,52	S/ 66.733,26	S/ 113.553,57
Inversión	-S/ 235.527,63					
Depreciación		S/ 11.920,53	S/ 11.920,53	S/ 11.920,53	S/ 11.920,53	S/ 11.920,53
VL						S/ 54.182,63
Gastos financieros		S/ 18.757,94	S/ 16.663,53	S/ 13.951,27	S/ 10.438,89	S/ 5.890,35
Capital de trabajo						S/ 131.562,38
F. Económico	-S/ 235.527,63	S/ 149.058,94	S/ 159.584,51	S/ 124.839,31	S/ 89.092,67	S/ 317.109,45

Elaboración propia

7.4.2. Flujo de fondos financieros

A continuación, se presentará el flujo financiero del proyecto (Ver Tabla 7.18.).

Tabla 7.18. Flujo de fondos financiero

Flujo Financiero	0	1	2	3	4	5
UN		S/ 118.380,47	S/ 131.000,45	S/ 98.967,52	S/ 66.733,26	S/ 113.553,57
Inversión	-S/ 235.527,63					
Depreciación		S/ 11.920,53				
VL						S/ 54.182,63
Deuda	S/ 103.965,25					
Amortización		-S/ 10.142,43	-S/ 13.134,45	-S/ 17.009,11	-S/ 22.026,80	-S/ 28.524,71
Capital de trabajo						S/ 131.562,38
FNRI Financiero	-S/ 131.562,38	S/ 120.158,57	S/ 129.786,53	S/ 93.878,93	S/ 56.626,99	S/ 282.694,40

Elaboración propia

CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO

Para desarrollar una correcta evaluación económica y financiera del proyecto, se calculó el costo de oportunidad del accionista para cada caso. Para ello se empleó el CAPM⁹.

“El método CAPM es el más conocido y utilizado en la determinación del costo de oportunidad de capital [...]. Una de sus principales críticas es que es sólo aplicable a países desarrollados que cuentan con mercados de capital eficiente, líquido y con amplios volúmenes de negociación de activos. Por el contrario, los países emergentes como el Perú muestran mercados de capital poco líquidos, con bajos niveles de negociación y la transparencia necesaria como para obtener una eficiente generación de precios de mercado.” (Bravo, 2006)

A continuación, se realizará una aproximación ajustando el método CAPM al riesgo país del Perú.

$$\text{CAPM} = R_f + \beta * (R_m - R_f)$$

Tasa libre de riesgo (R_f)

Tabla 8.1. Rendimiento de bonos

Rendimiento de los bonos	%
Rendimiento de los bonos a 3 años	3,370%
Rendimiento de los bonos a 5 años	4,745%
Rendimiento de los bonos a 9 años	5,425%
Rendimiento de los bonos a 15 años	6,215%
Rendimiento de los bonos a 20 años	6,545%

Fuente: <http://es.investing.com/rates-bonds/usa-government-bonds> (2018)

Elaboración propia

La duración del proyecto será de 4 años, es por ello que se obtuvo un aproximado del rendimiento de los bonos del tesoro en ese tiempo calculando un promedio simple.

⁹ El CAPM, del inglés Capital Asset Pricing Model, es un modelo financiero desarrollado en la década del sesenta del siglo pasado y que vincula, linealmente, la rentabilidad de cualquier activo financiero con el riesgo de mercado de ese activo

Por otro lado, el riesgo país del Perú al 02 de Noviembre del 2018 publicado en un artículo del diario “Gestión” fue de 1,19% (Ver Tabla 8.2.).

Tabla 8.2. Rendimiento de los bonos a 4 años

Rendimiento de los bonos a 4 años	4,058%
Riesgo país Perú Noviembre 2018	1,19%
Tasa libre de riesgo	5,25%

Elaboración propia

Beta (β)

Se obtuvo que el Beta en empresas de ingeniería es de 1,97.

Tabla 8.3. Cálculo de Beta del proyecto

Beta de empresas de ingeniería	1,27
Impuesto a la renta	29,5%
Ratio Apalancamiento (D/E)	0.778
Beta del proyecto	1,97

Fuente: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/> (2018)

Elaboración propia

El ratio de apalancamiento se obtiene del cociente entre la Deuda y el Capital social.

Tabla 8.4. Ratio de apalancamiento financiero

Deuda	S/. 103.965,25	43,77%
Capital social	S/. 133.562,38	56,23%
Total inversión	S/. 237.527,63	100%

Fuente: Diario Gestión (s.f.)

Elaboración propia

La clasificación del Perú en Moody’s rating es A3.

Los datos mostrados a continuación están actualizados al 02 de noviembre del 2018.

Tabla 8.5. Prima de riesgo de mercado

Prima de riesgo en un mercado maduro (EE. UU.)	5,37%
Spread default para mercados emergentes	1,39%
CDS Default Spread (Estados Unidos)	1,49%
Prima de riesgo Perú	1,48%
Prima de riesgo de mercado	6,85%

Fuente: Diario Gestión (s.f.) ,

Elaboración propia

Rendimiento de mercado (R_m)

Se obtiene de la suma de la prima de riesgo de mercado y la tasa libre de riesgo.

Tabla 8.6. Rendimiento de mercado

Tasa libre de riesgo	5,25%
Prima de riesgo de mercado*	6,85%
Rendimiento de mercado	12.10%

Fuente: Diario Gestión (s.f.)

Elaboración propia

* Prima de riesgo mercado ($R_m - R_f$)

- **COK = 5,25% + 1,97 * 6,85% = 18,74%**

Luego, para hallar el costo de oportunidad para la evaluación financiera, se empleó el método de Costo promedio ponderado de capital (CPPC).

Tabla 8.7. Cálculo de CPPC

Entidad	Participación	TEA	CPPC
Banco BBVA Continental	43,77%	25,00%	10,94%
Accionistas	56,23%	18,74%	10,54%
			21,48%

Fuente: TEA BBVA (2018)

Elaboración propia

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

Después de haber elaborado los flujos económicos en los puntos anteriores, se prosiguió con la evaluación económica del proyecto (Ver Tabla 8.8.), para ello, también se utilizó el costo de oportunidad del accionista obtenido mediante los pasos explicador en la introducción de este capítulo.

Tabla 8.8. Evaluación Flujo Económico

Evaluación	
TEA/COK =	18,74%
VAN = S/	256.926,51
TIR =	58,26%
B/C =	2,09
PR (años) =	1,54

Elaboración propia

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

Después de haber elaborado los flujos de fondos financieros en puntos previos, se continuó con la evaluación financiera del proyecto (Ver Tabla 8.9.), para ello se utilizó el CPPC obtenido en los cálculos de la introducción de este capítulo.

Tabla 8.9. Evaluación Flujo Financiero

Evaluación	
TEA/COK =	21,48%
VAN = S/.	240.519,64
TIR =	87,83%
B/C =	2,83
PR (años) =	1,09

Elaboración propia

8.3. Análisis de los resultados económicos y financieros del proyecto

Después de realizar el flujo de fondos económicos y realizar su respectiva evaluación, podemos apreciar que el valor actual neto del proyecto es mayor a 00 (cero) lo cual nos garantiza la recuperación de la inversión en un plazo dentro de los 5 años estimados como vida del proyecto. Asimismo, la tasa interna de retorno obtenida del flujo de fondo es de 58,26%, la cual supera ampliamente la tasa de costo de oportunidad del inversionista de

18,74%, con lo cual se puede confirmar la viabilidad del proyecto. Por otra parte, tenemos el indicador de beneficio costo que resulta ser de 2,09, estando por encima de 00 (cero). De igual manera, el periodo de recuero de la inversión que se espera del proyecto es de 1,54 años equivalente a 1 año y 6 meses aproximadamente.

Continuando con el análisis de los resultados del flujo de fondos financieros, podemos observar que el VAN y TIR obtenidos tienen un valor mayor a 00 (cero) y la TIR de 87,83% supera también el costo de oportunidad de 21,48%, aunque el VAN de la evaluación financiera es más bajo que el económico. Por otra parte, el Beneficio/Costo obtenido en el análisis de los flujos financieros es de 2,83 siendo más alto que el experimentado en el flujo económico ofreciendo un periodo de recuero de la inversión de 1,15 años equivalente a 1 año y 2 meses aproximadamente.

Comparando los indicadores obtenidos e interpretando su significado, se concluyó que la utilización de una financiación brinda muchas más ventajas en cuanto al periodo de recuero de la inversión, una mayor tasa de retorno de lo invertido y un beneficio mayor en comparación al camino de implementar el proyecto con solo recursos propios.

8.4. Análisis de sensibilidad del proyecto

Complementando la evaluación realizada en los puntos anteriores, se realizó un análisis de sensibilidad para conocer el efecto de ciertos escenarios o variables sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto en las dos opciones de inversión.

Inicialmente se evaluó el escenario en el cual la inversión era colocada en su totalidad por el accionista. Se tomó el VAN inicial de S/. 256.926,51 y se realizó un cuadro de doble entrada en el cual se comparaba la variación de éste con respecto al incremento o reducción de las variables “Horas de demanda anual”, referida a las 656,25 horas proyectadas del servicio, y “precio por hora de limpieza”, refiriéndose a los S/. 1.950,00 estimados como precio del servicio (Ver Tabla 8.10.).

Tabla 8.10. Escenario I Efecto en VAN económico por variación en la demanda del servicio anual

		Precio por hora de limpieza						
		S/ 256.926,51	S/ 1.650,00	S/ 1.750,00	S/ 1.850,00	S/ 1.950,00	S/ 2.050,00	S/ 2.150,00
Horas de demanda anual	222,25	-S/ 379.772	-S/ 264.078	-S/ 148.384	-S/ 32.690	S/ 83.004	S/ 198.698	
	284,25	-S/ 349.363	-S/ 230.014	-S/ 110.665	S/ 8.684	S/ 128.033	S/ 247.382	
	346,25	-S/ 318.955	-S/ 195.951	-S/ 72.946	S/ 50.058	S/ 173.062	S/ 296.066	
	408,25	-S/ 288.546	-S/ 161.887	-S/ 35.228	S/ 91.431	S/ 218.090	S/ 344.750	
	470,25	-S/ 258.137	-S/ 127.823	S/ 2.491	S/ 132.805	S/ 263.119	S/ 393.433	
	532,25	-S/ 227.729	-S/ 93.759	S/ 40.210	S/ 174.179	S/ 308.148	S/ 442.117	
	594,25	-S/ 197.320	-S/ 59.696	S/ 77.928	S/ 215.553	S/ 353.177	S/ 490.801	
	656,25	-S/ 166.911	-S/ 25.632	S/ 115.647	S/ 256.927	S/ 398.206	S/ 539.485	
	718,25	-S/ 136.503	S/ 8.432	S/ 153.366	S/ 298.300	S/ 443.235	S/ 588.169	
	780,25	-S/ 106.094	S/ 42.495	S/ 191.085	S/ 339.674	S/ 488.263	S/ 636.853	

Elaboración propia

Luego, se prosiguió a realizar el mismo procedimiento comparativo, pero con los valores de la opción en la cual el proyecto era parcialmente financiado. Se tomó el VAN de S/. 240.519,64 y las variables de horas demandadas y precio del servicio (Ver Tabla 8.11)

Tabla 8.11. Escenario II Efecto en VAN financiero por variación en la demanda del servicio anual

		Precio por hora de limpieza						
		S/ 240.519,64	S/ 1.650,00	S/ 1.750,00	S/ 1.850,00	S/ 1.950,00	S/ 2.050,00	S/ 2.150,00
Horas de demanda anual	222,25	-S/ 367.284,86	-S/ 259.268,17	-S/ 151.251,48	-S/ 43.234,79	S/ 64.781,90	S/ 172.798,59	
	284,25	-S/ 337.466,33	-S/ 225.877,03	-S/ 114.287,74	-S/ 2.698,44	S/ 108.890,85	S/ 220.480,15	
	346,25	-S/ 307.647,79	-S/ 192.485,89	-S/ 77.323,99	S/ 37.837,91	S/ 152.999,81	S/ 268.161,71	
	408,25	-S/ 277.829,26	-S/ 159.094,76	-S/ 40.360,25	S/ 78.374,25	S/ 197.108,76	S/ 315.843,26	
	470,25	-S/ 248.010,73	-S/ 125.703,62	-S/ 3.396,51	S/ 118.910,60	S/ 241.217,71	S/ 363.524,82	
	532,25	-S/ 218.192,19	-S/ 92.312,48	S/ 33.567,23	S/ 159.446,95	S/ 285.326,66	S/ 411.206,37	
	594,25	-S/ 188.373,66	-S/ 58.921,34	S/ 70.530,98	S/ 199.983,30	S/ 329.435,61	S/ 458.887,93	
	656,25	-S/ 158.555,13	-S/ 25.530,20	S/ 107.494,72	S/ 240.519,64	S/ 373.544,56	S/ 506.569,49	
	688,25	-S/ 143.164,91	-S/ 8.296,07	S/ 126.572,78	S/ 261.441,63	S/ 396.310,48	S/ 531.179,32	
	720,25	-S/ 127.774,70	S/ 8.938,07	S/ 145.650,84	S/ 282.363,61	S/ 419.076,39	S/ 555.789,16	

Elaboración propia

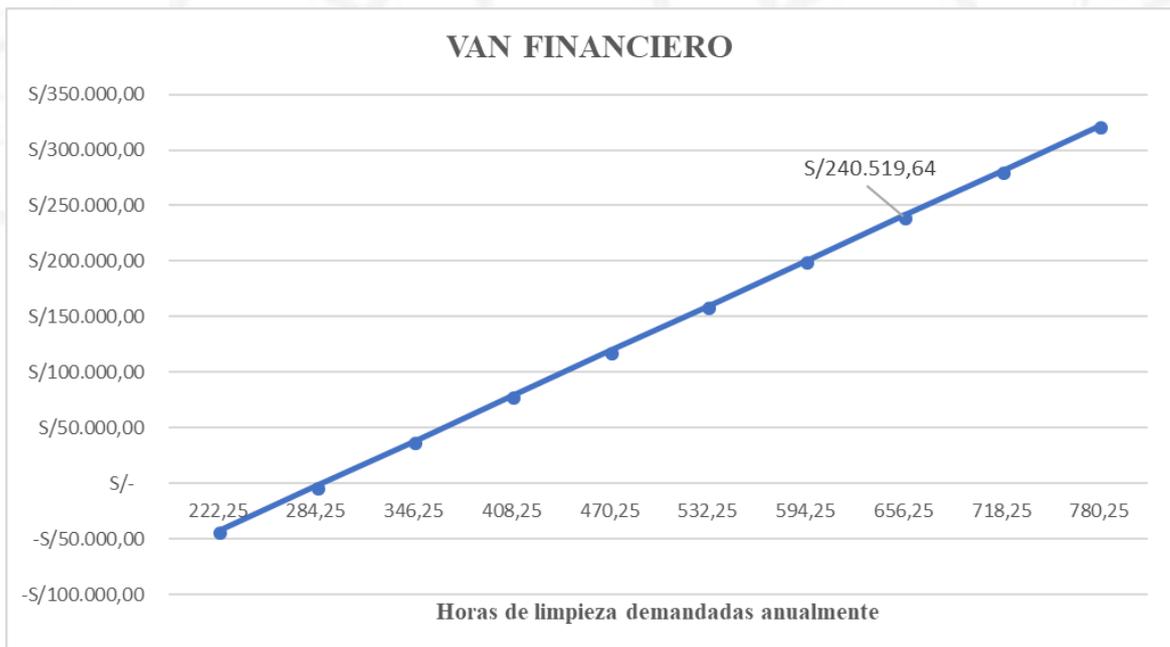
Continuando con el análisis de sensibilidad, se realizó un gráfico para comprobar el efecto que la variación de horas de limpieza demandadas anualmente tendría sobre el VAN económico (Ver Figura 8.1.) y el VAN Financiero (Ver Figura 8.2.) del proyecto.

Figura 8.1. Efecto en VAN económico por variación en la demanda del servicio anual



Elaboración propia

Figura 8.2. Efecto en VAN financiero por variación en la demanda del servicio anual



Elaboración propia

Luego, se utilizó el mismo método de cuadro comparativo para conocer el efecto que la variación del precio del servicio y el costo por kg de materia prima tendrían sobre el indicador de B/C del proyecto en los escenarios de que no haya financiación (Ver Tabla 8.12) y haya financiación parcial (Ver Tabla 8.13).

Tabla 8.12. Escenario III B/C económico en relación con la variación de 1 sol en el costo de hielo seco

		Precio por hora de limpieza						
		2,09	470,25	532,25	594,25	656,25	718,25	780,25
Costo por Kg de hielo seco	8,5	S/ 1,92	S/ 2,14	S/ 2,36	S/ 2,58	S/ 2,81	S/ 3,03	
	9,5	S/ 1,86	S/ 2,07	S/ 2,29	S/ 2,50	S/ 2,72	S/ 2,93	
	10,5	S/ 1,80	S/ 2,01	S/ 2,21	S/ 2,42	S/ 2,63	S/ 2,83	
	11,5	S/ 1,74	S/ 1,94	S/ 2,14	S/ 2,34	S/ 2,54	S/ 2,74	
	12,5	S/ 1,68	S/ 1,87	S/ 2,06	S/ 2,26	S/ 2,45	S/ 2,64	
	13,5	S/ 1,62	S/ 1,81	S/ 1,99	S/ 2,17	S/ 2,36	S/ 2,54	
	14,5	S/ 1,56	S/ 1,74	S/ 1,92	S/ 2,09	S/ 2,27	S/ 2,44	
	15,5	S/ 1,51	S/ 1,67	S/ 1,84	S/ 2,01	S/ 2,18	S/ 2,34	
	16,5	S/ 1,45	S/ 1,61	S/ 1,77	S/ 1,93	S/ 2,09	S/ 2,25	
	17,5	S/ 1,39	S/ 1,54	S/ 1,69	S/ 1,84	S/ 2,00	S/ 2,15	

Elaboración propia

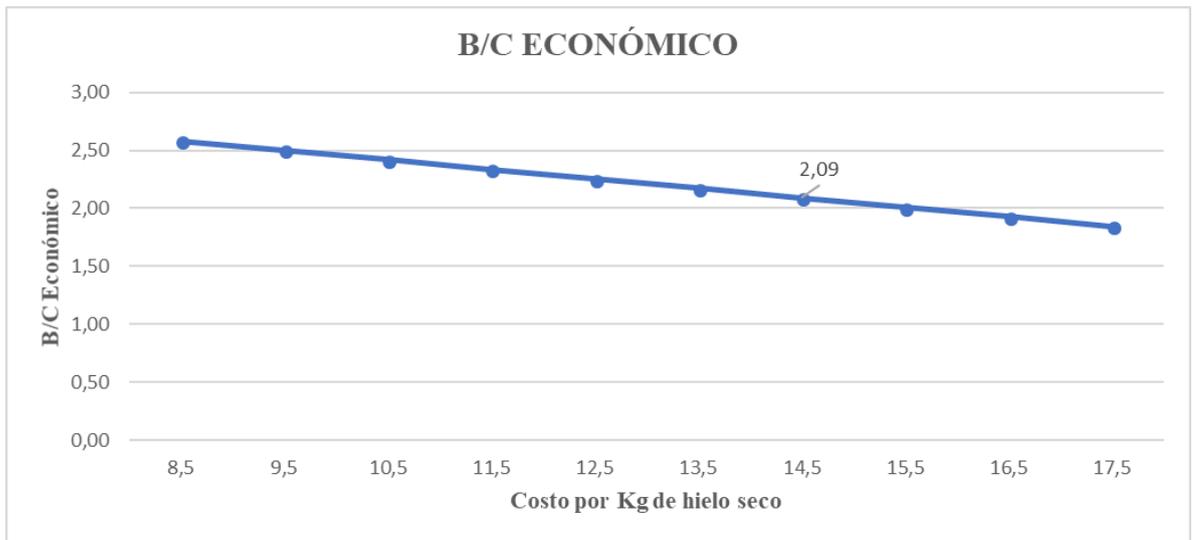
Tabla 8.13. Escenario IV B/C financiero en relación con la variación de 1 sol en el costo de hielo seco

		Precio por hora de limpieza						
		2,83	1.650,00	1.750,00	1.850,00	1.950,00	2.050,00	2.150,00
Costo por Kg de hielo seco	8,5	S/ 0,66	S/ 1,67	S/ 2,68	S/ 3,69	S/ 4,70	S/ 5,71	
	9,5	S/ 0,51	S/ 1,52	S/ 2,54	S/ 3,55	S/ 4,56	S/ 5,57	
	10,5	S/ 0,37	S/ 1,38	S/ 2,39	S/ 3,40	S/ 4,41	S/ 5,43	
	11,5	S/ 0,23	S/ 1,24	S/ 2,25	S/ 3,26	S/ 4,27	S/ 5,28	
	12,5	S/ 0,08	S/ 1,09	S/ 2,10	S/ 3,12	S/ 4,13	S/ 5,14	
	13,5	-S/ 0,06	S/ 0,95	S/ 1,96	S/ 2,97	S/ 3,98	S/ 4,99	
	14,5	-S/ 0,21	S/ 0,81	S/ 1,82	S/ 2,83	S/ 3,84	S/ 4,85	
	15,5	-S/ 0,35	S/ 0,66	S/ 1,67	S/ 2,68	S/ 3,70	S/ 4,71	
	16,5	-S/ 0,49	S/ 0,52	S/ 1,53	S/ 2,54	S/ 3,55	S/ 4,56	
	17,5	-S/ 0,64	S/ 0,37	S/ 1,39	S/ 2,40	S/ 3,41	S/ 4,42	

Elaboración propia

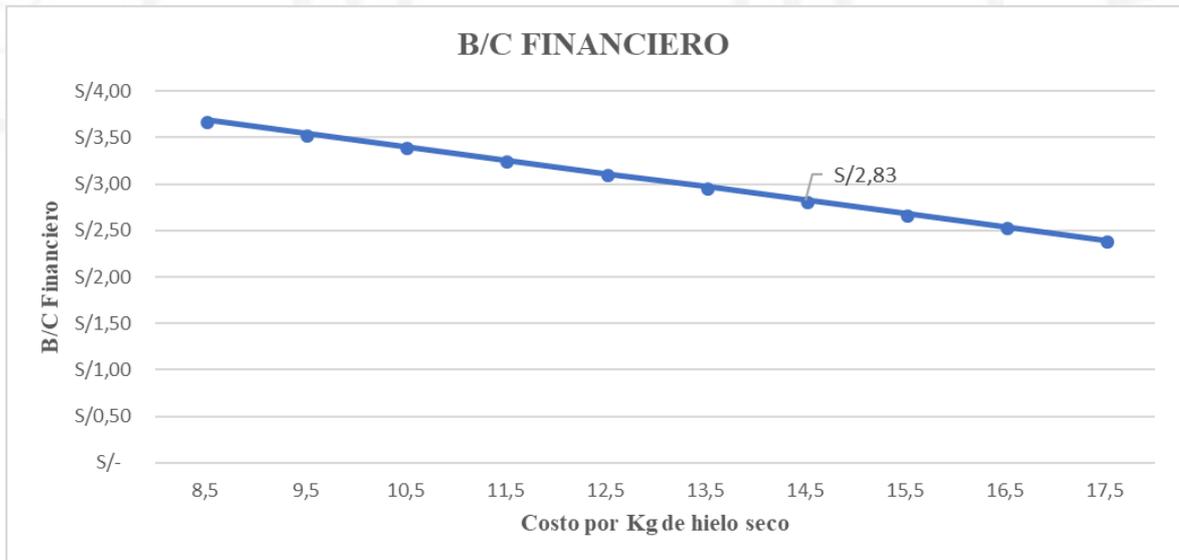
Con el fin de complementar los cuadros de análisis de B/C se elaboraron dos gráficos representando el cambio que se experimentaría por cada variación de S/. 1,00 en el costo del kg de hielo seco en el B/C económico (Ver Figura 8.3.) y financiero (Ver Figura 8.4.)

Figura 8.3. B/C económico en relación con la variación de 1 sol en el costo de hielo seco



Elaboración propia

Figura 8.4. B/C financiero en relación con la variación de 1 sol en el costo de hielo seco



Elaboración propia

Por otra parte, se realizó un cuadro con las variables de horas de limpieza anuales y el costo por kilogramo de materia prima para comparar el efecto que tienen el incremento o disminución de estas sobre el VAN económico (Ver Tabla 8.14) y financiero (Ver Tabla 8.15) del proyecto.

Tabla 8.14. Escenario V VAN económico en relación a la variación de 1 sol en el costo de hielo seco

		Demanda anual de horas de limpieza						
		S/ 256.926,51	470,25	532,25	594,25	656,25	688,25	720,25
Costo por Kg de hielo seco	8,5	S/ 215.972,17	S/ 268.311,09	S/ 320.650,00	S/ 372.988,92	S/ 400.002,55	S/ 427.016,19	
	9,5	S/ 202.111,00	S/ 252.622,40	S/ 303.133,79	S/ 353.645,19	S/ 379.715,58	S/ 405.785,98	
	10,5	S/ 188.249,84	S/ 236.933,71	S/ 285.617,58	S/ 334.301,45	S/ 359.428,61	S/ 384.555,77	
	11,5	S/ 174.388,67	S/ 221.245,02	S/ 268.101,37	S/ 314.957,72	S/ 339.141,64	S/ 363.325,56	
	12,5	S/ 160.527,50	S/ 205.556,33	S/ 250.585,16	S/ 295.613,98	S/ 318.854,67	S/ 342.095,35	
	13,5	S/ 146.666,34	S/ 189.867,64	S/ 233.068,94	S/ 276.270,25	S/ 298.567,70	S/ 320.865,14	
	14,5	S/ 132.805,17	S/ 174.178,95	S/ 215.552,73	S/ 256.926,51	S/ 278.280,72	S/ 299.634,93	
	15,5	S/ 118.944,00	S/ 158.490,26	S/ 198.036,52	S/ 237.582,78	S/ 257.993,75	S/ 278.404,73	
	16,5	S/ 105.082,83	S/ 142.801,57	S/ 180.520,31	S/ 218.239,05	S/ 237.706,78	S/ 257.174,52	
	17,5	S/ 91.221,67	S/ 127.112,88	S/ 163.004,10	S/ 198.895,31	S/ 217.419,81	S/ 235.944,31	

Elaboración propia

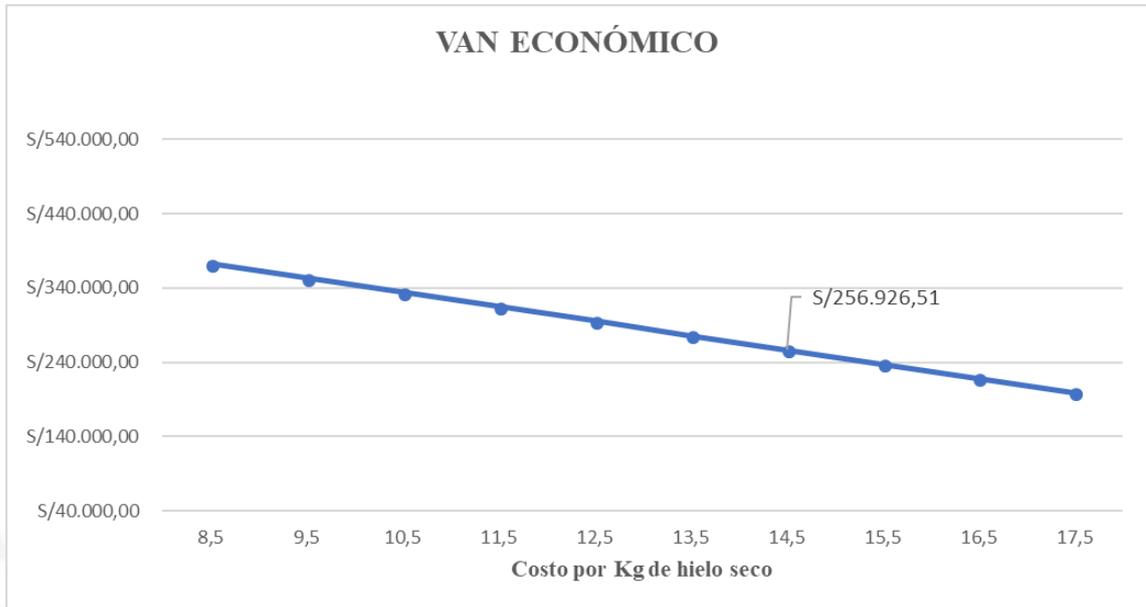
Tabla 8.15. Escenario VI VAN financiero en relación con la variación de 1 sol en el costo de hielo seco

		Demanda anual de horas de limpieza						
		S/ 240.519,64	470,25	532,25	594,25	656,25	688,25	720,25
Costo por Kg de hielo seco	8,5	S/ 200.201,76	S/ 251.455,92	S/ 302.710,08	S/ 353.964,24	S/ 380.418,00	S/ 406.871,76	
	9,5	S/ 186.653,23	S/ 236.121,09	S/ 285.588,95	S/ 335.056,81	S/ 360.588,61	S/ 386.120,40	
	10,5	S/ 173.104,71	S/ 220.786,26	S/ 268.467,82	S/ 316.149,38	S/ 340.759,21	S/ 365.369,05	
	11,5	S/ 159.556,18	S/ 205.451,43	S/ 251.346,69	S/ 297.241,94	S/ 320.929,82	S/ 344.617,69	
	12,5	S/ 146.007,65	S/ 190.116,61	S/ 234.225,56	S/ 278.334,51	S/ 301.100,42	S/ 323.866,33	
	13,5	S/ 132.459,13	S/ 174.781,78	S/ 217.104,43	S/ 259.427,08	S/ 281.271,02	S/ 303.114,97	
	14,5	S/ 118.910,60	S/ 159.446,95	S/ 199.983,30	S/ 240.519,64	S/ 261.441,63	S/ 282.363,61	
	15,5	S/ 105.362,07	S/ 144.112,12	S/ 182.862,16	S/ 221.612,21	S/ 241.612,23	S/ 261.612,26	
	16,5	S/ 91.813,55	S/ 128.777,29	S/ 165.741,03	S/ 202.704,78	S/ 221.782,84	S/ 240.860,90	
	17,5	S/ 78.265,02	S/ 113.442,46	S/ 148.619,90	S/ 183.797,34	S/ 201.953,44	S/ 220.109,54	

Elaboración propia

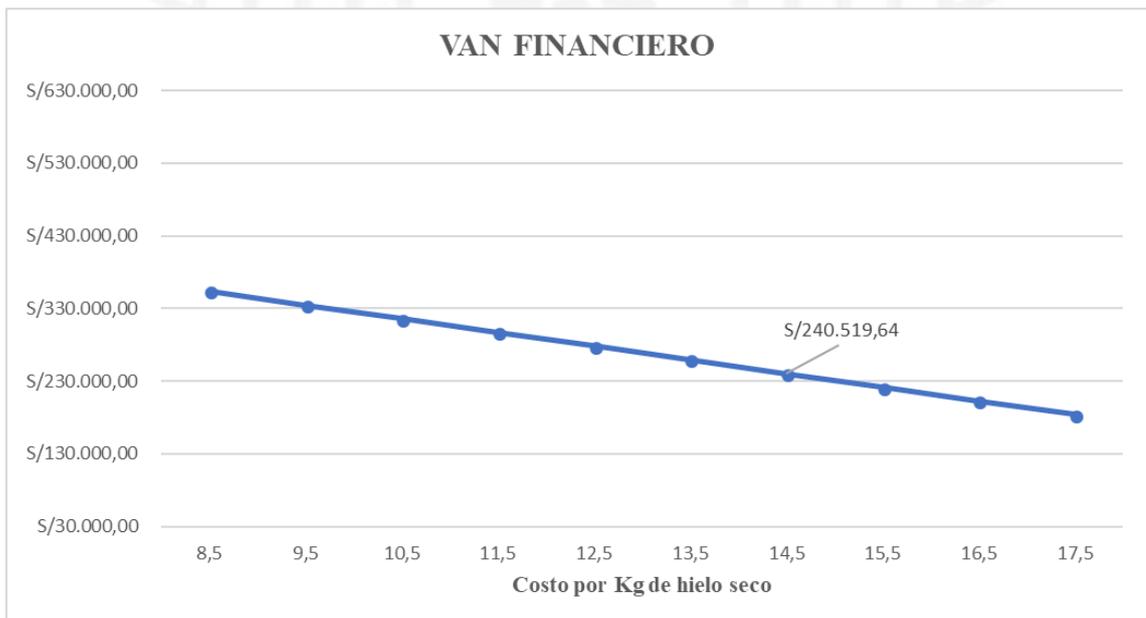
Por último, se realizaron dos nuevos gráficos representando la variación del VAN económico y financiero frente a la variación del costo de kilogramo de materia prima para poder comprobar los efectos de este cambio en el proyecto (Ver Figura 8.5. y 8.6. respectivamente).

Figura 8.5. VAN económico en relación a la variación de 1 sol en el costo de hielo seco



Elaboración propia

Figura 8.6. VAN financiero en relación con la variación de 1 sol en el costo de hielo seco



Elaboración propia

CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL

9.1. Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto

Siendo este un proyecto que centrará su administración en Lima, pero brindará servicios en Lima y provincias, existen múltiples maneras en las que se puede generar un impacto social. Por ello, no solo es importante definir el beneficio que brindará el proyecto a los inversionistas o el impacto que tendrá en el medio ambiente, sino que también se debe definir cuál es la influencia que tiene sobre la sociedad.

Lima será la zona con el mayor impacto del negocio, pues se realizarán las operaciones de compra, abastecimiento y transporte en esta provincia principalmente. Asimismo, Lima, Arequipa y Junín, serán las provincias con más impacto en el país pues poseen mayor cantidad de centrales de energía y, por ende, experimentarán la mayor cantidad de servicios.

El servicio generará empleo principalmente en Lima, sea para el personal administrativo y operativo de la empresa, como también para el personal de las empresas proveedoras que se verán beneficiadas con la mayor demanda de insumos y productos.

Por otro lado, también se puede considerar un impacto indirecto sobre las comunidades que se abastecen de energía eléctrica, pues la utilización de este método de limpieza para el mantenimiento de generadores ayudará a garantizar un mejor desempeño de la planta y asegurar un abastecimiento continuo y suficiente para la comunidad.

9.2. Impacto en la zona de influencia

Como se ha comentado anteriormente, la zona con mayor impacto será la provincia de Lima, creándose exactamente 7 puestos de trabajos para la región. Sin embargo, se espera tener un impacto mayor generando mayor demanda de trabajo con respecto a otros negocios relacionados a este servicio. Proveedores de compresores, herramientas de trabajo, equipos de protección personal, hielo seco, cajas de Tecnopor, etc. se verán beneficiados con el ingreso de un nuevo cliente al mercado. Asimismo, la implementación de este servicio influenciará profesionalmente a miembros de las centrales de generación de energía. La incorporación de un método más moderno y

eficiente permitirá a los gerentes y encargados de las gestiones de mantenimiento dar un nuevo enfoque a sus programas de limpieza, brindando una nueva herramienta para realizar su trabajo de una manera óptima, mejorando y actualizando visión profesional.

9.3. Impacto social del proyecto

Para cuantificar el impacto que tendrá el proyecto en la sociedad, se calcularon los principales indicadores de evaluación social. Para calcular el indicador de valor agregado se ha considerado la data relacionada a ventas, costos de materiales, pago de servicios y pago a terceros (Ver Tabla 9.1.)

Tabla 9.1. Valor agregado anual

Año	1	2	3	4	5
Ventas	1.279.687,50	1.279.687,50	1.279.687,50	1.279.687,50	1.279.687,50
Materiales	479.497,25	476.381,25	479.597,25	476.481,25	479.697,25
Pagos de servicios	17.842,20	17.842,20	17.842,20	17.842,20	17.842,20
Pagos de teceros	164.315,50	164.315,50	169.715,50	169.715,50	175.175,50
Valor Agregado	618.032,55	621.148,55	612.532,55	615.648,55	606.972,55

Elaboración propia

Este indicador mide el valor que el proyecto aportará a lo largo de su vida útil. En el primer año el cálculo del valor agregado fue de S/ 618.032.55. Llevando todos estos valores al presente considerando un horizonte de 5 años, se obtuvo un valor agregado acumulado de S/ 1.893.778,91.

Luego de obtener el valor agregado acumulado, se calcularon los siguientes indicadores de evaluación social:

- Densidad de Capital:

$$\frac{\text{Inversión total}}{\text{Nº de trabajadores}} = \frac{235.527,63}{7} = 33.646,80$$

Por cada trabajador se invierten S/ 33.646,80.

- Intensidad de Capital:

$$\frac{\text{Inversión total}}{\text{Valor agregado}} = \frac{235.527,63}{1.893.778,91} = 0,12$$

La intensidad de capital es buena ya que se invierte 0,12 soles para generar 1 sol de valor agregado.

- Relación Producto-Capital

$$\frac{\text{Valor agregado}}{\text{Inversión total}} = \frac{1.893.778,91}{235.527,63} = 8,04$$

La relación producto capital es buena ya que se genera 8,04 soles para generar 1 sol de valor agregado.

Adicional a los ratios presentados, es importante resaltar que este proyecto generará nuevos puestos de trabajo.

CONCLUSIONES

Habiendo finalizado el estudio preliminar del proyecto, se puede afirmar que se logró cumplir con los objetivos planteado al inicio del estudio. La determinación de la demanda se completó y afirmó realizando un estudio de mercado y el uso de fuentes primarias que conducen a demostrar que sí existe un gran mercado desabastecido del servicio de limpieza criogénica, especialmente enfocado al sector de generación de energía.

Asimismo, se logró determinar la localización del servicio, determinando como centro de operaciones la ciudad de Lima. Siendo esta el punto central en distancia y tiempo de viaje, al igual que la mejor localización con proveedores e insumos, para llegar a los conglomerados de centrales de energía más importantes y grandes del país.

Se comprobó la viabilidad tecnológica del proyecto logrando asegurar la disponibilidad de materia prima, maquinaria de limpieza criogénica y suministro de aire, accesorios y transporte. Asimismo, después de la realización de presupuestos de ingreso, costos y gastos relacionados en forma directa e indirecta con el proyecto y el análisis económico y financiero de estos, se logró determinar que el proyecto sí es viable. Siendo conveniente un financiamiento parcial del proyecto, considerando una inversión de S/. 235.527,63 y obteniendo un VAN de S/. 240.519,64 y una TIR de 87,83%, asegurando una alta rentabilidad del proyecto. Complementando este objetivo, también se logró asegurar que el impacto social será positivo, ofreciendo nuevos puestos de trabajo y promoviendo el desarrollo profesional de los miembros del proyecto; así también, se confirmó que el servicio de limpieza criogénica no tiene consecuencias negativas hacia el medio ambiente. Se han considerado las medidas preventivas necesarias en las etapas del servicio de limpieza criogénica para que el proyecto se encuentre dentro del marco de desarrollo sostenible.

Se determinó satisfactoriamente las dimensiones de las oficinas, alquilando una oficina de aproximadamente 140 m², considerando los reglamentos y normas de construcción del Reglamento Nacional de Edificaciones, considerando oficina para operaciones, administración, SS.H., almacén para máquinas y herramientas y una cochera.

Según el estudio de mercado realizado, se logró concluir que el sector industrial más rentable para la incursión de un servicio de limpieza criogénica, es el sector de generación de energía eléctrica, específicamente las centrales del SEIN, pues este experimenta altas pérdidas de tiempo y dinero en el mantenimiento y limpieza de sus grupos electrógenos.

Finalmente, se puede afirmar que este estudio preliminar con respecto a la instalación de un servicio de limpieza criogénica enfocado al sector de generación de energía sí es factible en los campos estudiados, optando como el mejor método para llevar a cabo el proyecto el uso de una financiación para la inversión inicial.



RECOMENDACIONES

Se aconseja profundizar la evaluación de las capacidades del proveedor de hielo seco ya que un retraso o incumplimiento por parte de este proveedor, puede tener serias consecuencias en el nivel de servicio brindado al cliente. Asimismo, se recomienda realizar una prueba de campo de las cajas térmicas de tecnopor; deberían ser probadas con cierta cantidad de hielo seco y comprobar la capacidad que poseen para conservarlo a través de los días de trabajo.

Se recomienda que antes del contrato del agente de aduanas que se encargará del pago de impuestos y otras obligaciones relacionadas a la nacionalización de la máquina de limpieza, se investigue y confirme el porcentaje de impuestos y obligaciones que se deben cumplir con el fin de no caer en estafas o pagos adicionales al momento de la importación de la máquina.

Asimismo, se recomienda que el local a alquilar posea todos los ambientes necesarios para el proyecto, dándole énfasis en el cumplimiento de las áreas del almacén y cochera para asegurar el espacio suficiente para guardar la máquina de limpieza, compresor y camión.

Finalmente, se recomienda utilizar programas computacionales especiales para realizar un análisis de sensibilidad más profundo de las variables y escenarios del proyecto con el fin de despejar posibles dudas sobre la rentabilidad del proyecto.

REFERENCIAS

- Ansaldo Energía. (2014). Sistema de limpieza Criogénico industrial (CO₂). Limpieza del Núcleo del estator Central ISLA. Santiago de Chile.
- Asociación española para la calidad. (2013). *Documentos de AEC: Informe anual*. Recuperado de Asociación española para la calidad: <https://www.aec.es/wp-media/uploads/informe-aec-2003.pdf>
- Cold Jet. (2015). *Documentos de Cold Jet: Automoción*. Recuperado de Cold Jet: <http://www.coldjet.com/media-2014/es/pdf/IO-Automotive-ES.pdf>
- Díaz, B. (2007). Disposición de planta, Universidad de Lima.
- Enersur. (2004). *Programa de Mantenimiento Mayor de Centrales Termoeléctricas*. Lima: Enersur.
- European Industrial Gases Association AISBL (2016). Environmental Impacts of Carbon Dioxide and Dry Ice Production. Bruselas: EIGA.
- Gobierno de Navarra. (2009). *Documentos de Gobierno de Navarra: Plan marco de calidad de los servicios públicos*. Recuperado de Instituto Navarro de Administración Pública: <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/PlanMarcoCalidadServiciosPublicosdeNavarra2.pdf>
- Hasta el 2025 se puede atender demanda de energía en el país (15 de Setiembre de 2015). *El Comercio*, pág. 1.
- Idea. (2018). *Documentos: Autos con el mayor consumo de combustible de todos los tiempos*. Recuperado de Ideaoffice.org: <https://idaoffice.org/es/posts/cars-with-the-highest-fuel-consumption-ever/>
- Investing. (s.f.). *Estados Unidos - Bonos del estado*. Recuperado de Investing.com: <http://es.investing.com/rates-bonds/usa-government-bonds>
- Jané La Torre, E., y Olivera Castañeda, A. (2013). *Compendio de centrales de generación eléctrica del sistema interconectado nacional despacho por el comité de operación económica del sistema*. Lima: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.
- Jon Wikstrom. (2015). *Documentos de Machine Design: CO₂, Clean for cooling and cool for cleaning*. Recuperado de Machine Design: <https://www.machinedesign.com/automation-iiot/article/21834443/co-clean-for-cooling-and-cool-for-cleaning>
- Liu, Y.-H. (2012). Particle removal process application of impinging dry ice jet. *Powder Technology*, 607-613.

- Liu, Y.-H., y Matsusaka, S. (2012). Characteristics of a Dry Ice Particles Produced by expanding Liquid Carbon Dioxide and its Application for Surface Cleaning. *Advanced Materials Research* , 38-42.
- Maruyama, H., Yi-Hung, L., y Shuji, M. (2011). Effect of Particle Impact on Surface Cleaning Using Dry Ice Jet. *Aerosol Science and Technology*, 1519-1527.
- Minas, M. d. (2010). Generación de Energía Eléctrica. En *Generación y Producción de Energía Eléctrica* (págs. 60-106). Lima.
- Minas, M. d. (2013). *Anuario Ejecutivo de Electricidad 2013*. Lima: Dirección General de Electricidad.
- Moreira , J., y Coello, S. (2011). Diseño de equipo para producir CO₂ pelletizado de alta densidad. *Tesis para optar por el título de ingeniero mecánico*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Organización mundial de la salud. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. Ginebra: OMS.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía. (2005). *Compendio de Centrales Hidráulicas y Térmicas Mayores*. Lima, Perú: OSINERGMIN.
- Sherman, R. (2007). Carbon Dioxide Snow Cleaning. *Particulate Science and Technology*, 37-57.
- Sherman, R., Hirt, D., y Vane, R. (1994). Surface cleaning with the carbon dioxide.
- Trujillo A. y Vera J. (2007). Factores que constituyen un servicio de calidad para consumidores mexicanos en restaurantes.
- Uhlmann E., Hollan R., El Mernissi A. (2009) Dry Ice Blasting – Energy-Efficiency and New Fields of Application. *Engineering Against Fracture*, 399-409. Berlin.
- Uhlmann, E., Hollan, R., Veit, R., y El Mernissi, A. (2006). 13th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering . *A Laser Assisted Dry Ice Blasting Approach for Surface Cleaning*, 471-475. Berlín.
- Uso de vehículos en Perú supera los 22,00 km. Recorridos al año (20 de Julio de 2015). *Gestión*, pág. 1.
- Zorn, M., Tompkins, D., Zeltner, W., Anderson, M., y Etter, J. (2012). In-Line Catalytic Purification of Carbon Dioxide Used in Precision Cleaning Applications. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2882-2887.

BIBLIOGRAFÍA

- Benassini, M. (2009). *Introducción a la investigación de mercados: Enfoque para América Latina*. México: Pearson Educación.
- Bravo Orellana, S. (2014). *Metodologías para el cálculo del costo de oportunidad de capital en sectores regulados y mercados emergentes*. Lima.
- Cold Jet. (2011). *Documentos de Cold Jet: New Age Cryo helps ethanol plant realize major savings*. Recuperado de Cold Jet: <http://www.coldjet.com/media-2014/en/pdf/case-studies/ethanol-plant-case-study.pdf>
- Cold Jet. (2012). *Documentos de Cold Jet: Deepwater Horizon Oil Spill*. Recuperado de Cold Jet: <http://www.coldjet.com/media-2014/en/pdf/case-studies/oil-spill-case-study.pdf>
- Cold Jet. (2013). *Documentos de Cold Jet: Bakery cleans faster and more effectively without water*. Recuperado de Cold Jet: <http://www.coldjet.com/media-2014/en/pdf/case-studies/bakery-case-study.pdf>
- Díaz La Torre, G. (21 de Octubre de 2014). Presentación del servicio a Duke Energy. (S. Gonzales, Entrevistador)
- Escala, J. (20 de Noviembre de 2014). Recopilación de información sobre Cryo Clean - Dry Ice Blasting. (S. Gonzales, Entrevistador)
- Estrada T., L. (25 de Octubre de 2014). Presentación del servicio a Feniz Power Perú. (S. Gonzales, Entrevistador)
- G. Spur, E. U. (1999). Dry ice blasting for cleaning: Process, optimization and application. En *Wear* (págs. 402-411). Berlín: ELSEIVER.
- Gaytán González, M. A., y Márquez Torres, N. (2002). Trabajo práctico técnico. *Mantenimiento eléctrico del turbogenerador TG-5 marca company de 6 MW en el CPG Poza Rica*. Poza Rica, Tuxpan: Universidad Veracruzana.
- Gaytán González, M. A., y Márquez Torres, N. (2002). Trabajo práctico técnico para obtener el título de ingeniero mecánico electricista. *Mantenimiento eléctrico del turbogenerador TG-5 marca Elliot Company de 6 MW wn wl CPG Poza Rica, Ver"*. Poza Rica, Veracruz.
- González, Y., y De Cuadra, F. (2010). Conceptos básicos en el desarrollo de sistemas digitales de seguridad. *Anales de mecánica y electricidad*, 18 - 29.

- Jané La Torre, E., y Olivera Castañeda, A. (2013). *Compendio de Centrales de Generación Eléctrica del Sistema Interconectado Nacional Despachado por el Comité de Operación Económica del Sistema*. Lima, Perú: OSINERGMIN.
- Jiménez Ruidas, L. A. (2006). Tesis de grado para optar el título profesional de ingeniero mecánico electricista. *Modernización del mantenimiento de las turbinas pelton de la central hidroeléctrica "Juan Carosio" -Moyopampa*. Lima.
- Kim, P., y Seok, J. (2010). Dynamic modelling and simulation of a cryogenic carbon dioxide cleaning process. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 224, 213-221.
- Lauerhaas, J., y Lin, H. (2007). Cryogenic aerosol for zero-damage cleaning. En *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*. New York: IMB Syst. & Technol. Group.
- Liza, F. (Septiembre de 2015). Mantenimiento en generadoras de energía. (S. Gonzales, y J. Suarez, Entrevistadores)
- López Castro, E. (Enero de 2015). Sector de generación eléctrica. (S. Gonzales, Entrevistador)
- Mas, C. (14 de Septiembre de 2015). Consultas a Tecnogas. (J. Suarez, & S. Gonzales, Entrevistadores)
- Moreno, W. (Mayo de 2014). Conociendo el sector de energía. (S. Gonzales, Entrevistador)
- Motortico. (s.f.). *Index of Motortico*. Recuperado de <http://www.motortico.com/biblioteca/MotorTico/>
- Murillo, A. O. (Marzo de 2015). Entrevista con Director de Cold Jet. (S. Gonzales, Entrevistador)
- Nitin, D., y Pratik, N., y Amit, K. (Septiembre de 2017). *Dry Ice Blasting a Better Cleaning Process*. Department of Mechanical Engineering. India: Government Polytechnic, Nashik.
- Nunez, A. (2014). *Limpieza y rebarnizado de bobinados*. Costa Rica: Motortico.
- Obregon, H. (14 de Octubre de 2014). La limpieza criogénica de Cold Jet. (S. Gonzales, Entrevistador)
- Pajuelo, M., y Castro, J. (2014). *Perú: Sector Eléctrico*. Pacific Credit Rating.
- Posada, C. (16 de Enero de 2015). Limpieza criogénica en Colombia: Cryotech S.A. (S. Gonzales, Entrevistador)

- Prunés, J. (15 de Junio de 2015). Recopilación de información sobre Jet Cold. (S. Gonzales, Entrevistador)
- Quezada, A. (Septiembre de 2015). Entrevista con Jefe de mantenimiento en Enersur. (S. Gonzales, y J. Suarez, Entrevistadores)
- Rodríguez Hidalgo, R. G. (Abril de 1997). Tesis previa a la obtención del título de ingeniero eléctrico. *Procedimientos de mantenimiento de los bobinados y núcleo de los generadores de centrales Pisayambo, Agoyan*. Quito, Ecuador: Escuela politécnica nacional.
- Rodríguez Hidalgo, R. G. (Abril de 1997). Tesis previa a la obtención del título de ingeniero eléctrico especialización sistemas eléctricos de potencia. *Procedimientos de mantenimiento de los bobinados y núcleo de los generadores de centrales Pisayambo, Agoyan y Esmeraldas*. Quito.
- Rojas, M. (16 de Octubre de 2014). Presentación del servicio a Electroperú. (S. Gonzales, Entrevistador)
- Services, S. M. (Enero de 2015). *Betas by sector*. Recuperado de http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html
- Sheng-Chung, Y. (s.f.). Optimization of a pulsed carbon dioxide snow jet for cleaning CMOS image sensors by using the tagushi method. *Sensors and actuators*, 265-271.
- Stratford, S. (1999). Dry ice blasting for paint stripping and surface preparation. En *Metal Finishing* (págs. 481-487). Rancho Cucamonga: Alpheus Cleaning Technologies Corp.

Anexo 1

Entrevista semi estructurada para representantes de empresas extranjeras de limpieza criogénica

1. ¿Ustedes solo se especializan en realizar servicio de limpieza criogénica o realizan alguna otra actividad complementaria o distinta?
2. ¿Hace cuantos años brindan el servicio de limpieza criogénica?
3. ¿Se especializan en algún sector del mercado en particular?
4. ¿Qué complicaciones o dificultades experimentaron para ingresar al mercado o brindar este servicio?
5. ¿De qué manera aplican este método de limpieza criogénica?
6. ¿Con cuál marca de máquinas criogénicas trabajan?
7. ¿Con cuántas máquinas criogénicas iniciaron este negocio?
8. ¿Cuántas máquinas criogénicas poseen en la actualidad?
9. ¿Qué modelo de máquina es el que más emplean o es el más versátil?
10. ¿Cuáles son las especificaciones técnicas de esta máquina? ¿cuánto es su consumo y rendimiento?
11. ¿Usan accesorios extras en sus operaciones?
12. ¿Qué protección utilizan sus operarios?
13. ¿Cuáles son los precios que manejan y cuáles son sus métodos de cobro?
14. ¿Cuáles son sus costos principales?
15. ¿Poseen alguna alianza con algún proveedor o fabrican su propio hielo seco?
16. ¿Cómo transportan y mantienen el hielo seco?
17. ¿Cuál es el sector más rentable que atienden? ¿Con qué frecuencia realizan trabajos para este sector?
18. ¿Qué método de publicidad y promoción emplean?

Anexo 2

ENTREVISTA SEMI ESTRUCTURADA PARA REPRESENTANTES DE EMPRESAS GENERADORAS DE ENERGÍA

1. ¿Cuál es la potencia instalada en este central?
2. ¿Cuáles son las operaciones de limpieza que se realizan en este central?
3. ¿A qué instalaciones o máquinas se les realiza limpieza?
4. ¿Con qué frecuencia se realizan estas operaciones?
5. ¿Qué métodos utilizan para realizar estas operaciones?
6. ¿Con qué frecuencia realizan estos trabajos?
7. ¿Cuánto tiempo les toma realizar estas operaciones de limpieza?
8. ¿Cuáles son los costos o pérdidas relacionadas a estas operaciones?

Anexo 3

Algunas empresas dedicadas a la limpieza de negocios comerciales e industrias mediante métodos tradicionales:

Multiservis F.V.R.

Los Olivos – Lima

Telf.: (01) 521-7876



Corplimax S.A.C.

El mercado – Lima

Telf.: (01) 471-8443



Esprolim S.R.L.

Cercado Callao – Callao

Telf.: (01) 628-4005



Inserge Ingeniería y Servicios
Generales

San Isidro – Lima

Telf.: (01) 221-8665



Ecocentury S.A.C.

Chorrillos – Lima

Telf.: (01) 713-7777

