



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA PARA LA
CONSTRUCCIÓN DEL ALMACÉN CENTRAL DE SISTEMAS, DE UNA EMPRESA
DE CONSUMO MASIVO, SITUADA EN EL ESTE DE CARACAS, PARA EL AÑO
2018”.**

TRABAJO DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR Lestón M., Juan C.

PROFESOR GUIA Ing. Gutiérrez L., Luis A.

FECHA Octubre, 2018

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA PARA LA
CONSTRUCCIÓN DEL ALMACÉN CENTRAL DE SISTEMAS, DE UNA EMPRESA
DE CONSUMO MASIVO, SITUADA EN EL ESTE DE CARACAS, PARA EL AÑO
2018”.**

**Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido
con el resultado de: _____.**

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma: _____ Firma: _____ Firma: _____

Nombre: _____ Nombre: _____ Nombre: _____

REALIZADO POR Lestón M., Juan C.

PROFESOR GUIA Ing. Gutiérrez L., Luis A.

FECHA Octubre, 2018

ÍNDICE GENERAL

SINOPSIS	1
INTRODUCCIÓN	2
1. CAPÍTULO I: DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.1. Planteamiento del Problema	4
1.2. Objetivos	6
1.2.1. Objetivo general.	6
1.2.2. Objetivos específicos.	6
1.3. Alcance	7
1.4. Limitaciones	7
2. CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL	9
2.1. Descripción de la empresa	9
2.2. Bases normativas	11
2.3. Antecedentes	12
2.4. Novedades	12
3. CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	13
3.1. Tipo de estudio	13
3.2. Diseño del estudio	13
3.3. Enfoque del estudio	14
3.4. Metodología	14
3.5. Herramientas	16
3.5.1. Diagramas.	16
3.5.1.1. Flujograma.	16
3.5.1.2. Diagrama de flujo.	16
3.5.1.3. Diagrama de relación de actividades.	16
3.5.1.4. Diagrama adimensional de bloques.	16
3.5.1.5. Diagrama dimensional de bloques.	17
3.5.1.6. Diagrama de caja y bigotes.	17
3.5.1.7. Diagrama esquemático.	17

3.5.1.8. Diagrama de flujo de procesos.	17
3.5.2. Análisis de datos.	18
3.5.2.1. Análisis de Clúster.	18
3.5.3. Diseño asistido por computador.	18
3.5.4. Estimación de costos.	18
3.6. Limitaciones	18
4. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	19
4.1. Caracterización de Procesos	19
4.1.1. Recepción de unidades.	20
4.1.2. Producción de equipos.	20
4.1.3. Atención de casos.	21
4.1.4. Expedición de unidades.	21
4.2. Caracterización de Productos.....	22
4.2.1. Variables empleadas para la caracterización de los productos.	22
4.2.2. Análisis de clúster.	25
4.2.3. Caracterización de grupos.	27
4.3. Análisis de la distribución ideal.....	28
4.4. Sistemas auxiliares.....	35
4.4.1. Sistema contra incendio.	35
4.4.2. Iluminación.	35
4.4.3. Aire acondicionado y ventilación.	36
4.4.3.1. Estimación de la carga de acondicionamiento de aire y caudal de ventilación.	36
4.4.4. Eléctrico.	38
4.5. Evaluación económica del proyecto	39
5. CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	42
5.1. Caracterización de procesos	42
5.1.1. Flujo general de las unidades a través de la instalación.	42
5.2. Caracterización de productos.....	43
5.3. Análisis de la distribución ideal.....	45
5.4. Sistemas auxiliares.....	45
5.4.1. Diagramas esquemáticos.	45

5.4.1.1. Sistema contra incendio.....	45
5.4.1.2. Sistema de iluminación.....	45
5.4.1.3. Aire acondicionado y ventilación.....	46
5.4.1.4. Sistema eléctrico.....	46
5.4.2. Diagramas de flujo de proceso.....	47
5.4.2.1. Sistema contra incendio.....	47
5.4.2.2. Sistema de iluminación.....	47
5.4.2.3. Aire acondicionado y ventilación.....	48
5.4.2.4. Sistema eléctrico.....	48
5.4.3. Equipos seleccionados.....	49
5.4.3.1. Sistema contra incendio.....	49
5.4.3.1.1. Panel central de alarma contra incendio.....	49
5.4.3.1.2. Detector.....	50
5.4.3.1.3. Estación manual de alarma.....	50
5.4.3.1.4. Extintor.....	51
5.4.3.2. Iluminación.....	51
5.4.3.2.1. Luminaria Philips TrueLine.....	51
5.4.3.2.2. Luminaria Philips CoreLine.....	52
5.4.3.2.3. Luminaria Philips LuxSpace.....	52
5.4.3.2.4. Luminaria de emergencia Philips LEDR-5.....	53
5.4.3.3. Aire acondicionado y ventilación.....	53
5.4.3.3.1. Aire acondicionado Split LG Inverter (23900 BTU/h).....	53
5.4.3.3.2. Aire acondicionado Split LG Inverter (42700 BTU/h).....	54
5.4.3.3.3. Extractor Soler & Palau HXBR – 315 ECOWATT.....	54
5.5. Planos.....	55
5.5.1. Plano general 2D.....	55
5.5.2. Cotas.....	55
5.5.3. Flujo de recepción de unidades.....	56
5.5.4. Flujo de producción de equipos.....	56
5.5.5. Flujo de expedición de unidades.....	57
5.5.6. Ubicación de los componentes del sistema contra incendio.....	57

5.5.7. Ubicación de luminarias.....	58
5.5.8. Ubicación de los componentes del sistema de aire acondicionado y ventilación. ..	58
5.6. Vistas 3D.....	59
5.7. Estimado de costos.....	61
6. CAPÍTULO VI: MODELO OPERATIVO.....	63
CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la Dirección de Sistemas.....	9
Figura 2. Organigrama de la Coordinación de Soporte y Equipamiento.....	10
Figura 3. Diagrama Top-Down de las fases del estudio.....	15
Figura 4. Flujogramas del procedimiento de recepción de unidades.....	20
Figura 5. Flujogramas del procedimiento de producción de equipos.....	20
Figura 6. Flujogramas del procedimiento de atención de casos.....	21
Figura 7. Flujogramas del procedimiento de expedición de unidades.....	21
Figura 8. Gráfico de caja y bigotes Volumen vs. Clúster.....	27
Figura 9. Gráfico de caja y bigotes Rotación vs. Clúster.....	27
Figura 10. Configuración del área de los departamentos en CoreLap.....	30
Figura 11. Tabla de actividades en CoreLap.....	31
Figura 12. Diagrama de relación de actividades en CoreLap.....	31
Figura 13. Diagrama adimensional de bloques generado por CoreLap.....	32
Figura 14. Diagrama adimensional de bloques.....	32
Figura 15. Representación del flujo sobre el diagrama adimensional de bloques.....	32
Figura 16. Reorganización del diagrama adimensional de bloques en función del flujo.....	33
Figura 17. Plano del diagrama dimensional de bloques.....	34
Figura 18. Clases de estimados de costos en función del avance del proyecto.....	40
Figura 19. Diagrama del flujo general de las unidades a través de la instalación.....	42
Figura 20. Configuración de racks industriales para pallets.....	43
Figura 21. Uso adaptado de los racks industriales al nuevo almacén.....	43
Figura 22. Diagrama esquemático del sistema contra incendio.....	45
Figura 23. Diagrama esquemático del sistema de iluminación.....	45
Figura 24. Diagrama esquemático del sistema de aire acondicionado y ventilación.....	46
Figura 25. Diagrama esquemático del sistema eléctrico.....	46
Figura 26. Diagrama de flujo de proceso del sistema contra incendio.....	47
Figura 27. Diagrama de flujo de proceso del sistema de iluminación.....	47
Figura 28. Diagrama de flujo de proceso del sistema de aire acondicionado y ventilación.....	48
Figura 29. Diagrama de flujo de proceso del sistema eléctrico.....	48
Figura 30. Miniatura de la ficha técnica del panel contra incendio.....	49

Figura 31. Miniatura de la ficha técnica del detector óptico-térmico combinado con difusor de sonido.....	50
Figura 32. Miniatura de la ficha técnica de la estación manual de alarma	50
Figura 33. Miniatura de la ficha técnica del extintor portátil de incendio.....	51
Figura 34. Miniatura de la ficha técnica de la luminaria Phillips TrueLine.	51
Figura 35. Miniatura de la ficha técnica de la luminaria Philips CoreLine.	52
Figura 36. Miniatura de la ficha técnica de la luminaria Philips LuxSpace.....	52
Figura 37. Miniatura de la ficha técnica de la luminaria de emergencia Philips LEDR-5.....	53
Figura 38. Miniatura de la ficha técnica del aire acondicionado Split LG Inverter (23900 BTU/h).	53
Figura 39. Miniatura de la ficha técnica del aire acondicionado Split LG Inverter (42700 BTU/h).	54
Figura 40. Miniatura de la ficha técnica del extractor Soler & Palau HXBR-315 ECOWATT...	54
Figura 41. Plano general 2D.	55
Figura 42. Plano de cotas	55
Figura 43. Plano del flujo de recepción de unidades.	56
Figura 44. Plano del flujo de producción de equipos.....	56
Figura 45. Plano del flujo de expedición de unidades.	57
Figura 46. Plano de ubicación de los componentes del sistema contra incendio.	57
Figura 47. Plano de ubicación de las luminarias.....	58
Figura 48. Plano de ubicación de los componentes del sistema de aire acondicionado y ventilación.....	58
Figura 49. Vista isométrica 1.....	59
Figura 50. Vista isométrica 2.....	59
Figura 51. Vista isométrica 3.....	60
Figura 52. Vista isométrica 4.....	60
Figura 53. Diagrama del modelo operativo.	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Bases normativas para el diseño de los sistemas auxiliares.</i>	11
Tabla 2. <i>Antecedentes del estudio.</i>	12
Tabla 3. <i>Valores categóricos de la variable “Volumen”.</i>	24
Tabla 4. <i>Valores categóricos de la variable “Rotación”.</i>	25
Tabla 5. <i>Base de datos para la realización del análisis de clúster.</i>	25
Tabla 6. <i>Clústeres de pertenencia de las familias de productos.</i>	27
Tabla 7. <i>Estimación del área mínima de los sectores productivos de la propuesta.</i>	29
Tabla 8. <i>Estimación del área mínima de los espacios de trabajo de la propuesta.</i>	29
Tabla 9. <i>Códigos del diagrama de relación de actividades.</i>	30
Tabla 10. <i>Resultados del cálculo del sistema contra incendio.</i>	35
Tabla 11. <i>Resultados del cálculo del sistema de iluminación.</i>	36
Tabla 12. <i>Resultados del cálculo del sistema de aire acondicionado y ventilación.</i>	36
Tabla 13. <i>Resultados del cálculo de los circuitos ramales.</i>	38
Tabla 14. <i>Resultados del cálculo de los diámetros de conductores y canalización.</i>	39
Tabla 15. <i>Resultados del cálculo de dimensionamiento del tablero eléctrico.</i>	39
Tabla 16. <i>Política de ubicación de las familias de productos en los racks.</i>	44
Tabla 17. <i>Zonas de detección del panel central de alarma contra incendio</i>	49
Tabla 18. <i>Estimado de costos asociados con el proyecto.</i>	61

**“DISEÑO DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA PARA LA
CONSTRUCCIÓN DEL ALMACÉN CENTRAL DE SISTEMAS, DE UNA EMPRESA
DE CONSUMO MASIVO, SITUADA EN EL ESTE DE CARACAS, PARA EL AÑO
2018”.**

Realizado por: Br. Juan Carlos Lestón Méndez.

Tutor: Ing. Luis Gutiérrez.

Empresa/Institución: Empresas Polar.

Fecha: Octubre, 2018.

SINOPSIS

El presente trabajo de grado tiene como objetivo el diseño de la ingeniería conceptual y básica para la construcción del nuevo almacén central de sistemas de una empresa de consumo masivo, lugar donde se resguardan, actualizan, reparan y distribuyen todos los activos tecnológicos de la misma (computadoras, servidores, impresoras, dispositivos de telefonía celular, routers, módems, etc.). El proyecto surge como motivo de la mudanza de la instalación actual a una nueva ubicación ya existente, de manera que se requiere adaptar dicho lugar a las necesidades de la operación que se desarrolla hoy en día. En cuanto a la metodología del estudio, el mismo se realiza bajo la modalidad de proyecto factible, con un diseño no experimental de enfoque mixto. Durante su desarrollo, en primer lugar se estudian los procesos llevados a cabo actualmente para así determinar el flujo de movimiento que siguen los artículos dentro de la instalación. A continuación, se caracterizan tales artículos en distintos grupos de manera que, sea posible establecer una política para la ubicación de los mismos. Luego, se analiza cuál sería la distribución en planta ideal de la propuesta en función del flujo estudiado anteriormente, la distribución del trabajo y el manejo de los materiales. Así, una vez conocida tal configuración se diseñan los distintos sistemas auxiliares necesarios para el funcionamiento de la misma, empleando como base los reglamentos y normas existentes en tal materia. Finalmente, se realiza un estimado de los recursos financieros necesarios para el desarrollo del proyecto, de manera que la empresa pueda determinar la factibilidad de implantar el mismo.

INTRODUCCIÓN

Empresas Polar, C.A. es una empresa venezolana de consumo masivo cuyas actividades productivas se desarrollan en el sector de alimentos y bebidas. Dado a su larga trayectoria en el país enmarcada por la calidad superior de sus productos y amplio sentido de responsabilidad social, la organización ha crecido exponencialmente y acompañando tal expansión han estado las tecnologías de la información, para facilitar el desarrollo de sus operaciones diarias.

En tal sentido, el objetivo del presente trabajo de grado es el diseño de la ingeniería conceptual y básica del nuevo almacén central de sistemas, que surge de la iniciativa de mudar la instalación actual a otra ubicación ya existente dentro del Centro Empresarial Polar, de manera que existe la necesidad de adaptar tal espacio a las necesidades de la operación que se realiza hoy en día, e incluso mejorar su funcionamiento. En dicha instalación se resguardan, actualizan, reparan y distribuyen los activos tecnológicos de la empresa hacia cada una de las sucursales asociadas a la misma, repartidas en el territorio nacional.

El presente trabajo se encuentra estructurado en seis capítulos y una sección final compuesta por las conclusiones del estudio, recomendaciones, referencias y anexos; tal como se muestra a continuación:

Capítulo I, "Definición y delimitación del problema": en esta sección se describe la problemática enfrentada por la empresa, el objetivo general del trabajo de grado, los objetivos específicos, el alcance del estudio y sus posibles limitaciones.

Capítulo II, "Marco referencial": en esta sección se presenta la descripción de la empresa y su estructura organizativa. Igualmente, se muestran los antecedentes del estudio, novedades del mismo y las bases teóricas y normativas en las que se fundamenta.

Capítulo III, "Marco metodológico": muestra el tipo de estudio del presente trabajo de grado, su diseño, enfoque; así como la metodología y herramientas empleadas para su desarrollo.

Capítulo IV, "Análisis de la información": se describe la situación actual de la empresa a través de técnicas de análisis provenientes de la ingeniería de métodos, e igualmente se desarrollan todas las herramientas del estudio para el cumplimiento de los objetivos específicos.

Capítulo V, "Resultados": en este apartado se muestran los resultados obtenidos luego de haber aplicado las distintas herramientas del estudio, además de la interpretación de los mismos.

Capítulo VI, "Modelo operativo": se muestra la secuencia de actividades a seguir, de manera que se pueda reproducir la metodología empleada para la realización de futuras investigaciones relacionadas con el tema en estudio.

Conclusiones y Recomendaciones: a partir de los resultados obtenidos se muestran las conclusiones que se desprenden de los mismos, el grado de cobertura alcanzado para cada uno de los objetivos específicos y las recomendaciones emitidas por el investigador para complementar el presente trabajo de grado o realizar futuras investigaciones.

Finalmente, se encuentran las secciones de referencias y anexos donde se ubica toda la información referente a los libros, páginas web, artículos, entre otros que fueron consultados para la realización del trabajo de grado, así como aquellos documentos suplementarios que facilitan la comprensión del mismo.

1. CAPÍTULO I: DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

A lo largo de los años conforme ha incrementado la complejidad de las actividades humanas, el concepto del almacén ha ido evolucionando, al igual que sus funciones. Hoy en día los almacenes constituyen unidades de servicio y soporte en la estructura orgánica y funcional de una empresa, con objetivos bien definidos de resguardo, custodia, control y abastecimiento de materiales y productos.

Por las razones anteriormente expuestas, los almacenes representan un eslabón fundamental en la cadena de suministro cuya eficacia tiene impacto en el éxito global de la empresa. Sin embargo, para que la influencia sea positiva, tales instalaciones deben estar ubicadas en el lugar óptimo, diseñadas de acuerdo a la naturaleza y operaciones a realizar, utilizar el equipamiento adecuado para el almacenaje y manipulación de unidades y estar soportado por una organización comprometida con su manejo.

Al pensar en el diseño de un almacén se deben distinguir dos fases fundamentales, por un lado se encuentra la planificación de la instalación, es decir, el continente, y por otro lado, el diseño del contenido, es decir, la disposición de los elementos internos que constituirán dicho espacio. La primera hace referencia a elementos como el número de plantas, columnado, instalaciones eléctricas, ventilación, sistemas contra incendios, seguridad, medio ambiente, eliminación de barreras arquitectónicas, etc.

Ahora bien la segunda fase, es decir, el “Layout” del almacén debe asegurar el modo más eficiente para manejar los productos que en él se dispongan en función del flujo pretendido de los mismos con el fin de cumplir con los objetivos de facilitar la rapidez de la preparación de pedidos, mejorar la precisión de los mismos, garantizar la colocación más eficiente de existencias, la mejora del servicio al cliente, etc.

Por los factores anteriormente expuestos, surge la preocupación de Empresas Polar C.A. de mejorar las operaciones internas que la misma ejecuta en su día a día, para así aprovechar de manera eficiente sus recursos, reducir costos, disminuir riesgos y poder así mantener el más alto nivel de excelencia y eficacia que los ha caracterizado a lo largo de su trayectoria.

Con el paso de los años la empresa ha crecido sostenidamente y acompañando este crecimiento ha estado presente la tecnología para el soporte y apoyo de las operaciones que realizan a diario. En un principio, la política de la organización en cuanto al manejo de los recursos tecnológicos (computadoras, servidores, impresoras, dispositivos de telefonía celular, routers, módems, etc.) consistía en que cada uno de los cinco territorios en los que se dividió el país para efectos logísticos (metropolitano, valle central, centro occidente, occidente y oriente) contaba con su propio inventario de activos con el que asistía las solicitudes técnicas de las localidades más cercanas, razón por la cual los costos operativos para el mantenimiento de tales establecimientos eran sumamente elevados.

Después de un tiempo, la organización con miras a mejorar el servicio ofrecido a sus trabajadores decide en el año 2013 centralizar el almacenaje de equipos tecnológicos en un único depósito ubicado en el territorio metropolitano ya que, de este sector proviene cerca del 60% de la demanda total de equipos. Así, de esta manera se consigue aumentar la eficiencia de respuesta a las solicitudes de los usuarios al reducir en un 40% el número de casos vencidos (solicitudes de equipos efectuadas por los trabajadores que no fueron atendidas dentro del marco de tiempo establecido por la empresa) y a la vez se logran disminuir los costos operativos, al reducir la plantilla de trabajadores, pasando de tener 50 empleados distribuidos en el territorio nacional a sólo 25 concentrados en el Centro Empresarial Polar.

Ahora bien, la ubicación de la instalación fue un tanto improvisada ya que para ese momento no se contaba con un espacio designado para tal fin, razón por la cual el emplazamiento definitivo resultó ser en el antiguo edificio de Bodegas Pomar, específicamente en lo que solía ser la cava de almacenamiento de vinos; ubicado en la zona de Los Ruices a un par de cuadras de distancia del actual Centro Empresarial Polar. Cabe destacar que en tal instalación se almacenan y administran todos los recursos tecnológicos que son propiedad de Empresas Polar, sirviendo a la vez como un centro de distribución, lugar de asistencia técnica, reparación, mantenimiento y actualización de los mismos.

Si bien dicha decisión permitió solventar rápidamente los problemas de falta de control que existía sobre los activos, al ser ubicados en un lugar que no fue diseñado para tal fin nacieron otra clase de problemas que persisten actualmente, como por ejemplo la inexistencia de una distribución interna efectiva que garantice la continuidad del flujo de unidades a través de la

instalación. Esto trae como consecuencia el aumento de los recorridos y tiempo necesario para completar los pedidos, el desgaste excesivo de los trabajadores, numerosos problemas de seguridad y salud industrial e incapacidad por falta de espacio para utilizar equipos de manejo de unidades.

Adicionalmente, uno de los mayores inconvenientes que tiene el Almacén Central de Sistemas en la actualidad es su ubicación, ya que la mayor parte de los pedidos que atiende, provienen del propio Centro Empresarial Polar ubicado en sus inmediaciones. Sin embargo, a pesar de su cercanía, al no contar con automóviles propios designados a transportar las unidades entre estos dos puntos, se contratan con frecuencia vehículos privados para realizar las entregas, lo que supone una serie de complicaciones; por un lado, económicas ya que el costo de este servicio ha ido incrementando a gran escala y por otro lado, logísticas debido a que con el fin de disminuir los costos, se dejan acumular una serie de pedidos, registrándose un retraso en los tiempos de servicio para completar las órdenes.

En paralelo a la situación anterior, surge a finales del año 2017 un proyecto interno de la empresa que consiste en la redistribución y aprovechamiento de espacios que se encuentran inactivos en el Centro Empresarial Polar, de manera que nace la oportunidad perfecta para que el Almacén Central de Sistemas tenga finalmente un espacio adecuado diseñado a la medida de las actividades que se realizan en el mismo. Así, con esta nueva posibilidad de reubicar el actual almacén, surge la interrogante ¿De qué forma se podría diseñar un nuevo almacén de sistemas en función de las operaciones que se llevarán a cabo en el mismo?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general.

Diseñar la ingeniería conceptual y básica para la construcción del almacén central de sistemas, de una empresa de consumo masivo situada en el este de Caracas, para el año 2018.

1.2.2. Objetivos específicos.

1. Caracterizar los procesos llevados a cabo actualmente en el almacén en función del flujo de unidades, actividades y división del trabajo.
2. Caracterizar los artículos almacenados en la instalación actual.

3. Analizar la relación entre las distintas actividades llevadas a cabo actualmente.
4. Analizar las necesidades y disponibilidad de espacios para la ejecución de las actividades en el nuevo almacén.
5. Evaluar los recursos necesarios para llevar a cabo la propuesta.

1.3. Alcance

El presente proyecto tiene como punto central de estudio el diseño de la distribución en planta e instalaciones auxiliares del nuevo Almacén Central de Sistemas de la organización Empresas Polar C.A. que será construido en el actual Centro Empresarial Polar, ubicado al noreste de la región capital, Venezuela, específicamente en la zona denominada Los Cortijos de Lourdes de la parroquia Leoncio Martínez del municipio Sucre.

La totalidad del trabajo de grado se realiza en el período comprendido entre el mes de Abril del 2018 hasta el mes de Septiembre del 2018. A su vez, cabe destacar que en el desarrollo del estudio se hace énfasis en la elaboración de la propuesta de diseño y no en la implementación de la misma.

Finalmente, y tomando en cuenta los objetivos planteados con anterioridad, se pretende obtener los siguientes resultados:

1. Diagramas de flujo de proceso de las operaciones llevadas a cabo en el almacén.
2. Análisis de clúster para la agrupación de las existencias del almacén en distintas clases de productos.
3. Diagrama de relación de actividades y diagrama adimensional de bloques.
4. Diagrama dimensional de bloques y diseño computarizado de la instalación.
5. Estudio económico de los recursos necesarios para implementar la propuesta.

1.4. Limitaciones

En el desarrollo del presente trabajo existen factores que pueden incidir en los resultados obtenidos debido a ciertas restricciones, entre las cuales tenemos:

1. Falta de trabajo en alguno o varios de los procesos que se ejecutan en el almacén que impida estudiar tales operaciones.

2. Falta de información y/o confidencialidad de la misma para la elaboración de los clústeres.
3. Inexistencia de relaciones significativas entre actividades que impida determinar exitosamente la afinidad entre las distintas áreas del almacén.
4. Inexistencia del área física requerida en el Centro Empresarial Polar para la construcción del nuevo almacén.
5. Imposibilidad de acceder a los costos asociados con la ejecución del proyecto.

2. CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

En el presente capítulo se presenta una descripción de la empresa, incluyendo la estructura organizativa de la unidad donde se desarrolla el estudio y el desglose de las funciones relativas a los distintos cargos existentes. Adicionalmente, se muestra una recopilación de las bases normativas empleadas para la ejecución del proyecto.

2.1. Descripción de la empresa

Empresas Polar es una empresa venezolana con 77 años de trayectoria cuya producción se desarrolla en el sector de alimentos y bebidas, contando con un amplio portafolio de productos en diversas categorías y marcas. Está compuesta por tres negocios: Cervecería Polar C.A., Alimentos Polar C.A. y Pepsi-Cola Venezuela C.A. Dentro de la estructura organizativa de Empresas Polar (Figura 1), se encuentra la Dirección de Sistemas, subdividida en la Gerencia de Servicios de Sistemas y la Gerencia de Servicios de Soporte y Equipamiento.

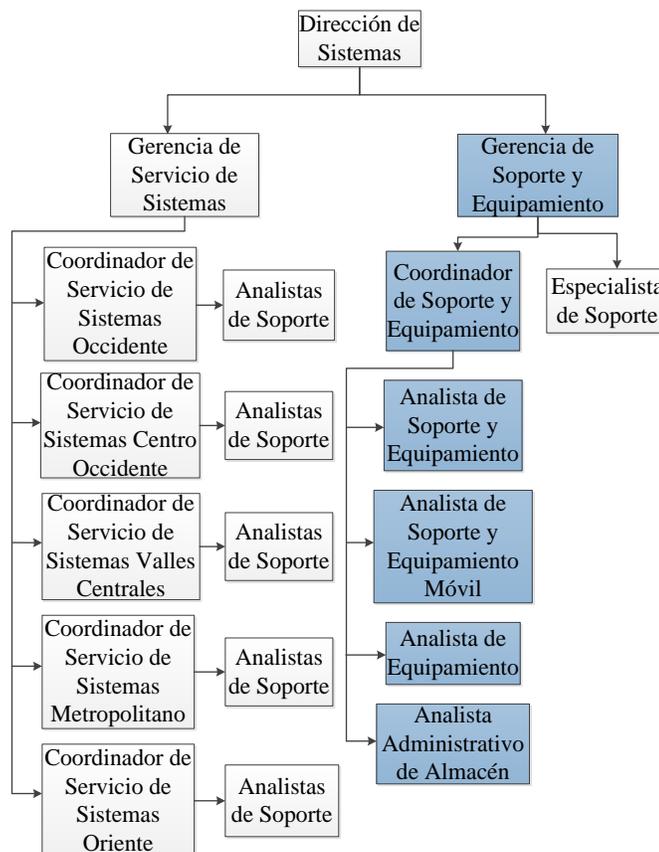


Figura 1. Organigrama de la Dirección de Sistemas. Fuente: Dirección de Sistemas, Red Privada Empresas Polar.

La primera se encarga de articular y comunicar la estrategia del cliente, sus necesidades de sistemas y dar soporte de primer nivel a los clientes (usuarios), para asegurar la atención oportuna de los requerimientos a fin de garantizar la continuidad operativa de los procesos de negocios soportados por las tecnologías de la información (TI).

La segunda cuenta a su vez con la Coordinación de Soporte y Equipamiento, unidad estratégica donde se desarrolla el presente estudio. La misma, tiene sede en el denominado Almacén Central de Sistemas; allí se resguardan alrededor de 5000 equipos (TI), se reciben y entregan desde y hacia más de 200 localidades representadas por plantas productivas, agencias, sucursales y centros de distribución de acuerdo a los requerimientos o solicitudes de los distintos analistas territoriales, por casos de movilidad, robo, reparación o sustitución de los equipos. La misma se subdivide en dos sectores: el área de producción y el área de almacenamiento. En la Figura 2 se puede observar el organigrama de la Coordinación.

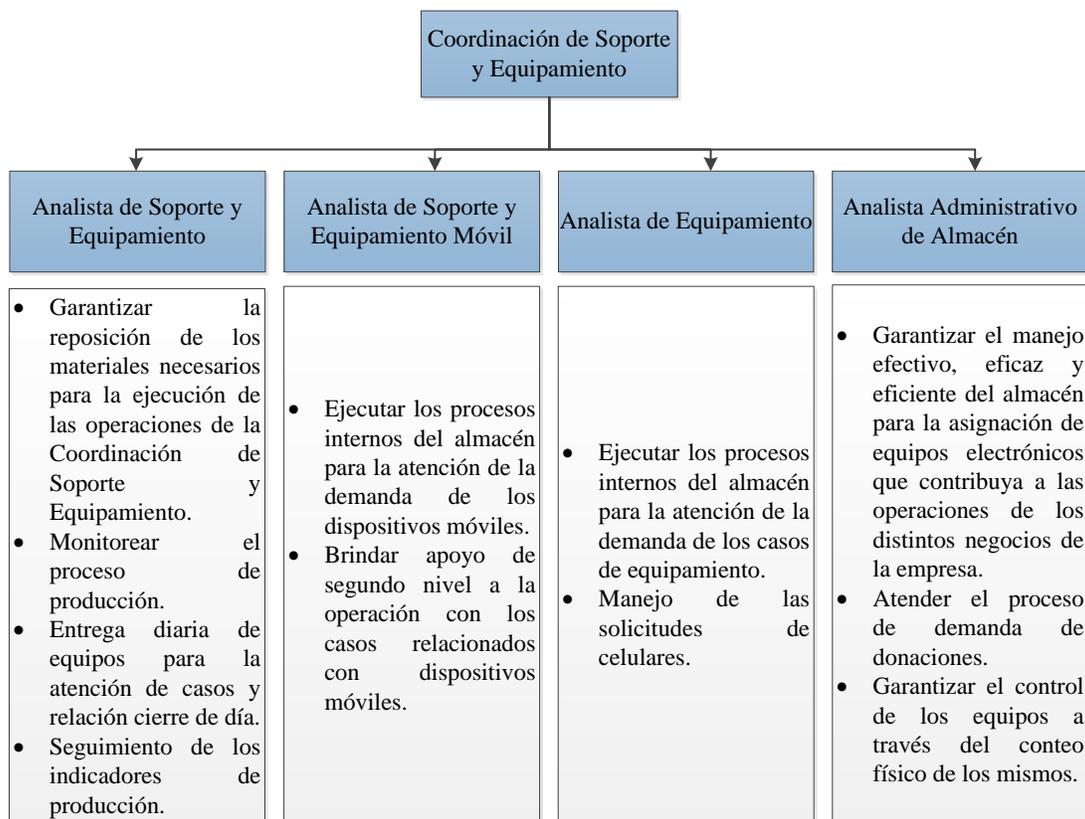


Figura 2. Organigrama de la Coordinación de Soporte y Equipamiento. Fuente: Dirección de Sistemas, Red Privada Empresas Polar.

Cabe destacar que dentro de la estructura organizativa de la Coordinación no se ven reflejados los cargos ocupados por el personal subcontratado externo a la empresa. Los mismos ocupan los cargos de Operador de Producción, encargados de llevar a cabo el proceso de producción de equipos (actualización del software, instalación de complementos, programas, herramientas, etc.); Operador de Almacén, encargados de la manipulación de los equipos en el almacén y la revisión de sus componentes internos al llegar al mismo; y por último los Técnicos Especializados que son expertos autorizados, con los conocimientos necesarios para la revisión y reparación de los equipos tecnológicos de las marcas que la empresa utiliza.

2.2. Bases normativas

A continuación se enuncian las normativas y reglamentos empleados en la propuesta de diseño de acuerdo con la naturaleza del sistema auxiliar.

Tabla 1. *Bases normativas para el diseño de los sistemas auxiliares.*

Sistema auxiliar	Normas aplicadas
Sistema contra incendio	<ul style="list-style-type: none"> • Norma Venezolana COVENIN 823-5:2002 Sistemas de detección, alarma y extinción de incendios. Parte 5: Almacenes. • Norma Venezolana COVENIN 758-89 Estación manual de alarma. • Norma Venezolana COVENIN 810:1998 Características de los medios de escape en edificaciones según el tipo de ocupación. • Norma Venezolana COVENIN 1040-89 Extintores portátiles. Generalidades. • Norma Venezolana COVENIN 1041:1999 Tablero central de detección y alarma de incendio • Norma Venezolana COVENIN 1176-80 Detectores. Generalidades • NFPA 170 Símbolos de seguridad contra el fuego. Edición 1999
Sistema eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Norma Venezolana COVENIN 200:1999 Código eléctrico nacional
Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> • Gaceta oficial N°1631 Reglamento de las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo • NFPA 101 Código de seguridad humana
Ventilación	<ul style="list-style-type: none"> • Norma Venezolana COVENIN 2250:2000 Ventilación de los lugares de trabajo

Fuente: Propia.

2.3. Antecedentes

Tabla 2. *Antecedentes del estudio.*

Título	Área de estudio/Autor/Tutor	Institución/Año	Objetivo General	Aportes
Propuesta para la remodelación física de un almacén de repuestos para el mantenimiento aeronáutico	Diseño de almacén/Castillo, J & Madriz, V/Gallo, A.	Universidad Católica Andrés Bello/1997	Diseñar una propuesta para la redistribución de las áreas de los almacenes de partes y repuestos en función de técnicas adecuadas de almacenamiento y manipulación de materiales.	Estudio de los procesos, Estudio de la necesidad de espacios
Metodología para el diseño estratégico de almacenes de reserva basada en la selección de tecnologías y políticas de gestión	Diseño de almacén/Gallego, S/Carboneras, M.	Universidad Politécnica de Valencia/2016	Propuesta de una metodología para el diseño de almacenes	Comparación de metodologías de diseño de almacenes propuestas por autores

Fuente: Propia.

2.4. Novedades

Se introduce la idea de emplear la técnica de análisis de aglomeración de datos conocida como análisis de clúster para la clasificación de familias de productos a almacenar de acuerdo con características representativas que permitan diferenciarlas en distintos grupos, con el fin de determinar una política para su ubicación dentro de la instalación.

3. CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se muestran en primer lugar los detalles de la metodología seguida para la elaboración del estudio, a continuación se encuentran representadas gráficamente las fases del desarrollo junto con una breve explicación de las mismas. Posteriormente, se describen las herramientas empleadas para cumplir con los objetivos propuestos y finalmente, se presentan las limitaciones encontradas para su aplicación.

3.1. Tipo de estudio

Balestrini (2006) indica que los proyectos factibles son un tipo de estudio orientados a proporcionar respuestas o soluciones a problemas prácticos en una determinada realidad (organizacional, social, económica, educativa, etc.) a través de la concepción de un modelo operativo, sistema, entre otros, teniendo como base el diagnóstico de las necesidades y demandas futuras del hecho estudiado.

En relación con lo mencionado anteriormente, se puede señalar que el presente trabajo de grado corresponde a la modalidad de proyecto factible ya que, consiste en elaborar el diseño del nuevo almacén central de sistemas de Empresas Polar, C.A. con base al flujo de las unidades pretendido, requerimientos de espacio, sistema de manipulación a emplear, es decir, contemplando sus necesidades actuales y futuras.

3.2. Diseño del estudio

Según Sabino (1992) “el objetivo del diseño de la investigación consiste en proporcionar un modelo de verificación que permita contrastar hechos con teorías, y su forma es la de una estrategia o plan general que determina las operaciones necesarias para llevarla a cabo” (p.91). De esta manera, los tipos de diseños se pueden distinguir de acuerdo con la naturaleza de los datos recolectados para su elaboración, en estudios de diseño documental y de diseño de campo.

Ahora bien, según Arias (1999) un estudio de campo es aquel donde la recolección de datos se hace directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, sin alterar o controlar variable alguna, es decir, el investigador adquiere la información pero no modifica las condiciones existentes. En relación con lo anterior, es posible identificar que el presente trabajo de grado sigue un diseño de campo ya que, los datos tomados u observaciones

realizadas se efectuaron directamente en el almacén central de sistemas actual, de manera que la propuesta de diseño para la nueva instalación se concibe en base a la realidad de operación vigente.

3.3. Enfoque del estudio

Todo estudio se sustenta bajo tres posibles enfoques, pudiendo ser cuantitativo, cualitativo y mixto. Según Sampieri (2006) el enfoque cuantitativo es aquel donde se “usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base a la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (p.5).

Por otro lado, Sampieri (2006) afirma que el enfoque cualitativo “proporciona profundidad a los datos, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente o entorno, detalles y experiencias únicas” (p.28). En otras palabras, el enfoque cualitativo es aquel donde los datos no se reducen a números, sino a explicaciones y descripciones detalladas que permiten una mayor comprensión del fenómeno en estudio.

En consecuencia, al tomar en cuenta las observaciones anteriores, se identifica que el enfoque del presente trabajo de grado corresponde a la modalidad mixta, ya que, por un lado se empleó la interpretación cualitativa de los procesos y actividades llevadas a cabo en la instalación actual y por otro lado, se emplearon datos del tipo cuantitativo para el diseño de los sistemas auxiliares a ser empleados en el nuevo almacén.

3.4. Metodología

Con el fin de dar a conocer las distintas fases y facilitar la comprensión de la estructura seguida para cumplir con los objetivos del presente trabajo de grado, se presenta el siguiente diagrama Top-Down:

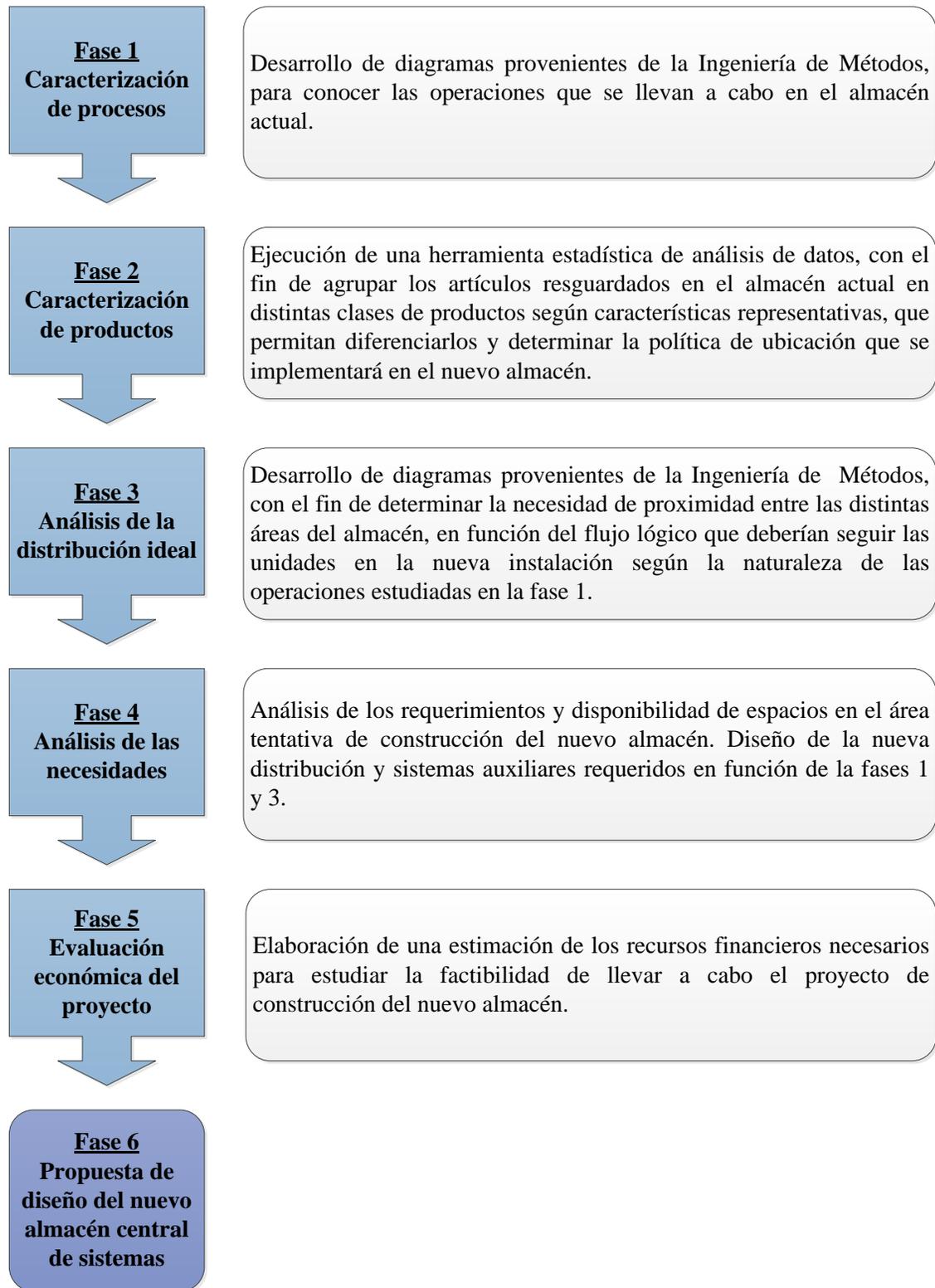


Figura 3. Diagrama Top-Down de las fases del estudio. Fuente: Propia.

3.5. Herramientas

3.5.1. Diagramas.

3.5.1.1. Flujograma.

También llamado diagrama de actividades, es la representación gráfica de un algoritmo o proceso. A través del mismo es posible representar los flujos de trabajo de manera detallada, tanto de las actividades administrativas como operacionales, de manera que, muestra el flujo de control general. Su principal ventaja resulta en que puede ser empleado para identificar problemas, mejorar procesos y dejar bien delimitadas las responsabilidades y personas involucradas (Redondo, 2015).

3.5.1.2. Diagrama de flujo.

Un diagrama de flujo es la representación gráfica de una serie de rutinas o actividades simples por medio de una serie de símbolos con un significado intrínseco. A través de este, es posible indicar la secuencia del proceso estudiado, las unidades involucradas y el personal responsable de su ejecución. Según Meyers (2006) afirma: “El diagrama de flujo pondrá de manifiesto factores como tráfico cruzado, retrocesos y distancia recorrida” (p.152).

3.5.1.3. Diagrama de relación de actividades.

El diagrama de relación de actividades es una representación gráfica donde se analiza la necesidad de proximidad entre las distintas áreas que existirán en cualquier instalación. Según Meyers (2006) indica, la importancia de este diagrama consiste en que: “Responde la pregunta: ¿Qué tan importante es para este departamento, oficina o instalación de servicios, estar cerca de otro departamento, oficina o instalación de servicios?” (p.181).

3.5.1.4. Diagrama adimensional de bloques.

Según Meyers (2006) indica: “El diagrama adimensional de bloques es el primer intento de distribución y resultado de la gráfica de relación de actividades” (p.185). Según su nombre hace referencia, en esta representación gráfica, el parámetro de las dimensiones de cada una de las áreas de la instalación diseñada se desprecia ya que, su finalidad es constituir la base de la distribución maestra mediante, el análisis del flujo requerido entre los departamentos existentes

(evitando el flujo entre esquinas de departamentos, cruces de flujo o que el mismo salte sobre uno o más departamentos), de acuerdo con las operaciones a realizar.

3.5.1.5. Diagrama dimensional de bloques.

El diagrama dimensional de bloques es una representación gráfica que surge a continuación del diagrama adimensional de bloques, como resultado de incorporar la información relacionada con el área de cada uno de los departamentos que constituyen la distribución diseñada. Su objetivo consiste en evaluar la cantidad de espacio total necesario para el desarrollo de una nueva instalación, o bien, determinar la factibilidad de que pueda caber una cierta configuración y número de departamentos en una ubicación ya existente.

3.5.1.6. Diagrama de caja y bigotes.

El diagrama de caja y bigotes es un gráfico donde se visualiza la distribución de un conjunto de datos. Se compone de un rectángulo (caja) y dos brazos (bigotes). El mismo brinda información sobre los valores máximo y mínimo, los cuartiles Q1, Q2 o mediana y Q3, y sobre la existencia de valores atípicos y la simetría de la distribución. Este gráfico se desarrollará en el presente trabajo de grado haciendo uso del paquete informático de herramientas estadísticas “MiniTab” versión 15.

3.5.1.7. Diagrama esquemático.

Un diagrama esquemático es la representación gráfica de los elementos más importantes de un sistema a través de símbolos sencillos cuyo objetivo es enfatizar las rutas de interconexión y suprimir los detalles físicos, de manera que el espectador los interprete más fácilmente.

3.5.1.8. Diagrama de flujo de procesos.

Un diagrama de flujo de proceso (PFD) es una representación gráfica que es comúnmente utilizada en ingeniería para indicar el flujo general de los procesos y equipos de la planta. Su principal objetivo consiste en mostrar la relación entre los principales equipos de una instalación, sin incluir detalles menores como tuberías y conexiones.

3.5.2. Análisis de datos.

3.5.2.1. Análisis de Clúster.

El Análisis de Clúster es un procedimiento estadístico multivariante, usado con el objetivo de reorganizar un grupo de datos de acuerdo con una serie de características representativas de los mismos, que permitan diferenciarlos para ser clasificados en grupos relativamente homogéneos entre sí (clústeres), pero lo más heterogéneos posibles con respecto a los otros grupos (Fernández, 2011). Esta herramienta se desarrolla en el presente trabajo de grado haciendo uso del paquete informático de herramientas estadísticas “SPSS” versión 25 de IBM.

3.5.3. Diseño asistido por computador.

El diseño asistido por computador CAD (Computer Aided Design) es el proceso de creación de representaciones gráficas, a través de herramientas informáticas que permiten la elaboración de planos y dibujos bien sea en formato 2D o 3D. Durante la realización del presente trabajo de grado, se emplea la herramienta de dibujo informática “AutoCAD” versión 2018 de Autodesk para la elaboración de todas las propuestas de diseño bidimensionales y tridimensionales del almacén central de sistemas.

3.5.4. Estimación de costos.

Un estimado de costos es un pronóstico de los recursos económicos de los diferentes elementos que integran un proyecto de cierto alcance definido. Su función es respaldar la toma de decisiones y evaluar la factibilidad de proseguir con las distintas etapas de su ejecución.

3.6. Limitaciones

Durante el desarrollo del presente estudio se tiene como limitación para la aplicación de la herramienta del análisis de clúster, la falta de información confiable en las bases de datos existentes en la instalación actual, de manera que se recurre al uso de variables categóricas para completar los datos faltantes.

4. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

A lo largo del desarrollo del presente capítulo se analiza toda la información necesaria para la elaboración del trabajo de grado. En primer lugar, se estudia la naturaleza de la situación de operación del almacén actual, de manera que se pueda determinar el flujo lógico de las unidades a través de las distintas áreas de la instalación. En segundo lugar, se analizan los productos almacenados con el fin de poderlos agrupar en distintas clases para su posterior ubicación dentro de la instalación futura. A continuación, se efectúa un análisis para determinar cuáles serían los departamentos en que se subdividirá la propuesta, cuáles serían sus dimensiones mínimas estimadas y cuál sería la distribución ideal del nuevo almacén en función del flujo de unidades, su manejo y distribución del trabajo. Una vez determinado tal arreglo, se realizan los cálculos pertinentes para el diseño de los sistemas auxiliares necesarios para el funcionamiento de tal instalación. Finalmente, se desarrolla un estimado a grandes rasgos de los recursos financieros necesarios para la implantación de la propuesta, de manera que la compañía pueda evaluar la viabilidad de proseguir en el futuro con las siguientes fases del estudio.

4.1. Caracterización de Procesos

Para elaborar una propuesta de diseño que sea realmente efectiva, es necesario en primer lugar determinar el flujo que siguen las unidades a través de la instalación. En tal sentido, debido a que para el momento de realización del trabajo de grado la empresa no cuenta con procedimientos estándar que describan la secuencia de las operaciones, es imprescindible estudiar por medio de la observación directa las actividades medulares que permitan caracterizar la operación del almacén. A partir de tal estudio se elaboran los flujogramas de trabajo donde se especifica el desarrollo tanto de las actividades administrativas como operacionales llevadas a cabo en la instalación.

En relación con lo anterior, para determinar cuáles actividades son las más importantes con fines al diseño de la nueva instalación, se toma en cuenta cuál es la finalidad de este almacén. Sus funciones actuales son: recepción de los activos tecnológicos enviados desde las distintas localidades repartidas a través del territorio nacional, resguardo de algunos de esos equipos, revisión, reparación y actualización de los mismos y por último actuar como centro de distribución de las unidades solicitadas por los empleados.

En consecuencia, se muestra a continuación los flujogramas elaborados a partir de las actividades que se consideraron como principales:

4.1.1. Recepción de unidades.

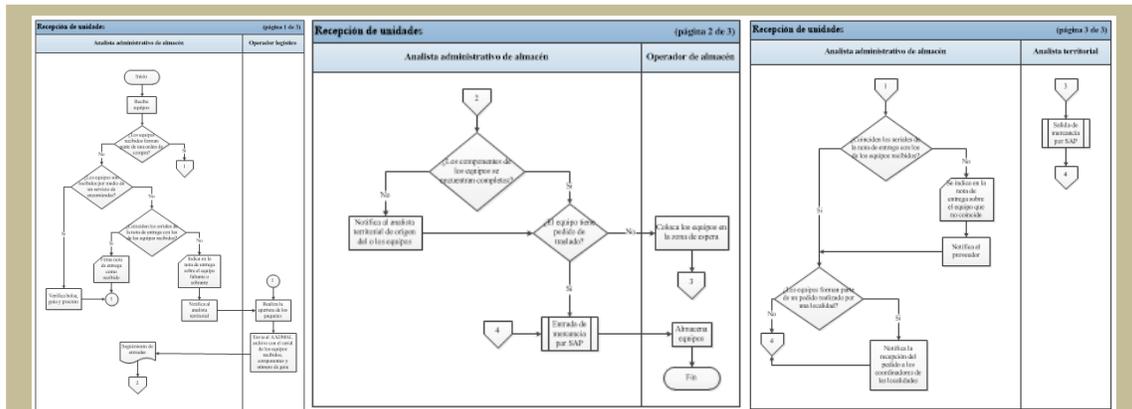


Figura 4. Flujogramas del procedimiento de recepción de unidades. Fuente: Propia.

Para visualizar el proceso con mayor detalle, ver Anexo 1.1.1.

4.1.2. Producción de equipos.

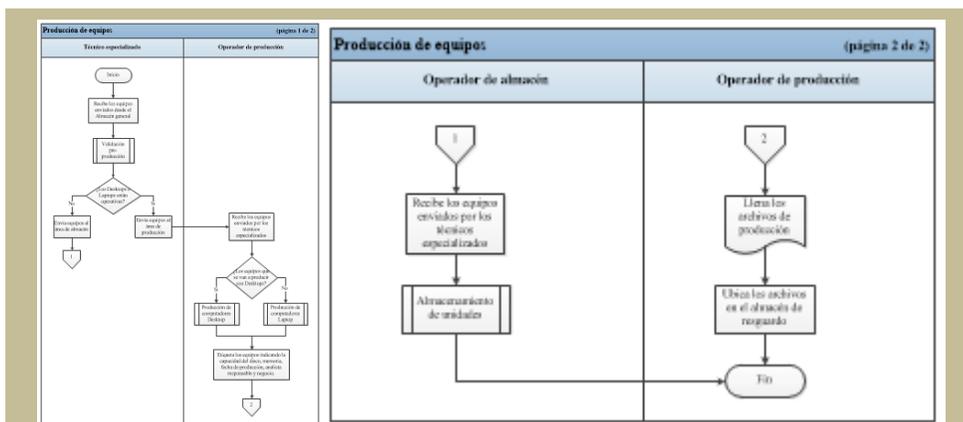


Figura 5. Flujogramas del procedimiento de producción de equipos.

Fuente: Propia.

Para visualizar el proceso con mayor detalle, ver Anexo 1.1.2.

4.2. Caracterización de Productos

A pesar de que la agrupación de los artículos en el almacén actual se hace de acuerdo con la clase de productos a los que pertenecen, el orden de dichas clases es simplemente resultado del azar, pudiendo suceder en ocasiones que las unidades más demandadas se encuentran en las posiciones más alejadas y difíciles de acceder. Por tal motivo, el manejo de los equipos resulta un proceso engorroso y lento.

En tal sentido, el objetivo de llevar a cabo la caracterización de los productos almacenados, es el desarrollo de un sistema de ubicación de las distintas familias de unidades dentro de la instalación, basado en criterios relevantes que permitan conseguir un ordenamiento lógico para agilizar el movimiento de las mismas. De esta manera, para elaborar tal sistema se emplea como herramienta el análisis de datos, específicamente el análisis de clúster para generar distintos grupos de familias de productos cuyas características de agrupación sean lo más homogéneas entre sí y lo más heterogéneas posible con respecto a las otras, permitiendo así diferenciarlas de manera precisa y ubicarlas en posiciones estratégicas.

4.2.1. Variables empleadas para la caracterización de los productos.

Como se dijo anteriormente, para el almacenaje, los productos se agrupan en primer lugar de acuerdo a la familia a la que pertenecen ya que los mismos al ser productos de las tecnologías de la información, poseen características físicas muy homogéneas entre sí, de manera que resulta fácil colocarlos en paletas o apilarlos en forma de bloque. Por ejemplo, en el almacén se resguardan productos como computadores tipo desktop y teléfonos móviles, de manera que es más fácil agrupar los distintos modelos que existen de desktops y almacenarlos juntos que por el contrario agrupar ambos productos.

Una vez conocida la manera de agrupación, se considera importante evaluar la variable cuantitativa discreta “Cantidad” de unidades que existen en cada familia de productos de manera que, aquellas que son numerosas se asignan a los lugares donde efectivamente existe suficiente espacio disponible. Por otro lado, la segunda variable considerada como relevante para la ejecución del análisis, es la variable cuantitativa continua “Volumen” de los productos que conforman una familia, ya que así se puede tener una idea del tamaño de los artículos que la

componen y evaluar la posibilidad de almacenar dos o más familias de productos en posiciones cercanas.

Finalmente, se considera como variable de comparación para el estudio la variable cuantitativa discreta “Rotación” de manera que, sea posible colocar aquellas familias de productos cuyos movimientos de entradas y salidas del almacén son elevados, en posiciones más cercanas a los accesos de la instalación (áreas de recepción y expedición de unidades) con respecto a unidades menos solicitadas, para así minimizar la distancia y el tiempo de los recorridos que se efectúan con mayor frecuencia.

Ahora bien, al analizar la base datos en existencia del almacén actual se encontraron varias dificultades para recolectar la información de las variables nombradas anteriormente:

- En cuanto a la variable “Cantidad” se encontró el problema de que existen múltiples descripciones en la base de datos para identificar a un mismo producto, de manera que no se puede conocer con certeza la cantidad que había de cada uno de ellos. Esto se debe a la falta de estandarización relacionada con la política de registro de las unidades en el sistema.
- Unido al problema anterior, se encuentra la gran movilidad laboral que sufre la empresa en los últimos años. La mezcla de ambas situaciones ocasiona que la información registrada, siga el criterio de cada uno de los trabajadores que en alguna oportunidad trabajaron en el área y que ya no se encuentra en la empresa, por lo tanto, no existe compatibilidad de las bases de datos generadas en años previos de operación con respecto a la información actual. En consecuencia, se cuenta con un registro de información de un tiempo reducido de las actividades que impide la identificación de tendencias en cuanto la demanda de los productos.
- Imposibilidad de determinar con seguridad la rotación de los productos en la instalación ya que, los registros de salidas de unidades del almacén tienen antigüedad de 4 meses mientras que, los registros de entradas se encuentran incompletos con una trayectoria de sólo 2 meses. En consecuencia, si se efectúan cálculos con tales diferencias de coherencia entre ambas bases de datos, se obtiene un comportamiento falso de los movimientos de unidades en la instalación.

- La información relativa al volumen de los equipos nunca ha sido considerada de importancia para la administración de la instalación y por lo tanto, la misma no se registra aún en las bases de datos.

De esta manera, en función de las distintas dificultades encontradas se toman las siguientes decisiones en cuanto al manejo de las variables para la realización del estudio:

- Para recolectar la información relativa a la “Cantidad” de unidades, se filtra la base de datos directamente según la familia de productos (laptops, desktops, monitores, etc.) a las cuales estos pertenecen ya que, de esta manera a pesar que existan descripciones erradas, se engloban las mismas de acuerdo con el tipo de artículos a los que corresponden.
- Se transforma la variable cuantitativa “Volumen” en una variable categórica, que luego se convierte en una variable ficticia (numérica) para la elaboración del análisis de clúster ya que, este es un método de que sólo admite variables cuantitativas. Los valores que toman las unidades son los indicados en la Tabla 3.

Tabla 3. *Valores categóricos de la variable “Volumen”.*

Volumen	Significado	Conversión variable ficticia
P	Pequeño	1
M	Mediano	2
G	Grande	3

Fuente: Propia.

Cabe destacar que el calificativo del volumen se asigna a las familias de productos de acuerdo con la experiencia adquirida por el investigador durante el tiempo de permanencia en la instalación actual, comparando el tamaño relativo de los distintos productos almacenados.

- La variable cuantitativa “Rotación” se transforma igualmente en una variable categórica, que luego se convierte en una variable ficticia (numérica) para la elaboración del análisis de clúster. Los valores que toman las unidades son los indicados en la Tabla 4.

Tabla 4. *Valores categóricos de la variable “Rotación”.*

Rotación	Significado	Conversión variable ficticia
B	Baja	1
M	Media	2
A	Alta	3

Fuente: Propia.

El calificativo de la rotación se asigna a las familias de productos al igual que en el caso anterior, de acuerdo con la experiencia adquirida por el investigador durante el tiempo de permanencia en la instalación actual, comparando el movimiento relativo de entradas y salidas de los distintos productos almacenados.

4.2.2. Análisis de clúster.

Luego de tomar en cuenta las consideraciones anteriores se obtiene la siguiente base de datos:

Tabla 5. *Base de datos para la realización del análisis de clúster.*

Identificador	Clase de producto	Cantidad	Dimensiones	Rotación
1	Access point	113	1	2
2	Cámara de vigilancia	14	1	3
3	Central telefónica	6	3	1
4	Desktop	1600	2	3
5	Firewall	3	3	1
6	Hand held	1192	1	3
7	Impresora	693	3	1
8	Mini dock para laptop	4	2	1
9	Módulo WAAS	62	1	2
10	Monitor	201	2	3
11	Laptop	453	2	3
12	Router	69	3	1
13	Scanner	1	2	1
14	Servidor	57	3	1
15	Switch	121	3	1
16	Teléfono móvil	553	1	3
17	UPS	1	3	1
18	Workstation	110	3	2

Fuente: Propia.

A partir de ella se procede a desarrollar el análisis de clúster mediante el paquete informático de herramientas estadísticas “SPSS”, sin embargo, se obtienen resultados insatisfactorios puesto que a pesar del método de aglomeración que se emplee, se conforman grupos imposibles de caracterizar y diferenciar entre sí.

Luego de analizar las posibles razones de lo sucedido, se determina que el análisis se ve afectado negativamente en primer lugar, por la alta variabilidad existente entre las cantidades de unidades de cada familia de productos. Como medio para solventar la problemática se suaviza la variabilidad, tomando para el análisis el logaritmo de las cantidades anteriores, pero al ejecutar nuevamente el procedimiento los problemas persisten.

Dicha persistencia conduce a un análisis más profundo de la realidad de operación de la instalación. Durante el tiempo de permanencia en el almacén actual, fue posible identificar que la tendencia o comportamiento general que siguen las variables anteriores consiste en que mientras más pequeño sea el producto estudiado, su rotación tiende a ser más alta y por consiguiente, al haber una mayor demanda de este se tiene en inventario una mayor cantidad de unidades en comparación con productos de baja rotación, de manera que se pueda responder ante el alza repentina de su demanda.

Ahora bien, al observar la base de datos se percibe que el comportamiento de los mismos no sigue la tendencia descrita anteriormente. Las razones de esto resultan del hecho de que la organización recientemente realizó proyectos de actualización tecnológica de parte de sus activos, enviando las unidades descontinuadas al almacén central, para ser utilizadas como medio de respuesta de emergencia ante daños imprevistos de otros equipos o bien, para reparar activos que aún se encuentran en funcionamiento. En consecuencia no existe una proporción coherente entre el número de unidades en existencia, su tamaño y rotación.

Por las razones expuestas anteriormente, se realiza el análisis tomando en cuenta únicamente las variables “Volumen” y “Rotación” que reflejan el comportamiento de la operación usual de la instalación actual. Se desprecia la variable “Cantidad” puesto que, la propuesta de diseño se concibe con espacio suficiente para albergar todas las unidades presentes para el momento del análisis, de manera que el factor espacio no es una limitante.

Finalmente, se desarrolla el análisis de clúster a través del método de aglomeración no jerárquico de “K medias”, para conformar tres (3) grupos que se muestran en la Tabla 6.

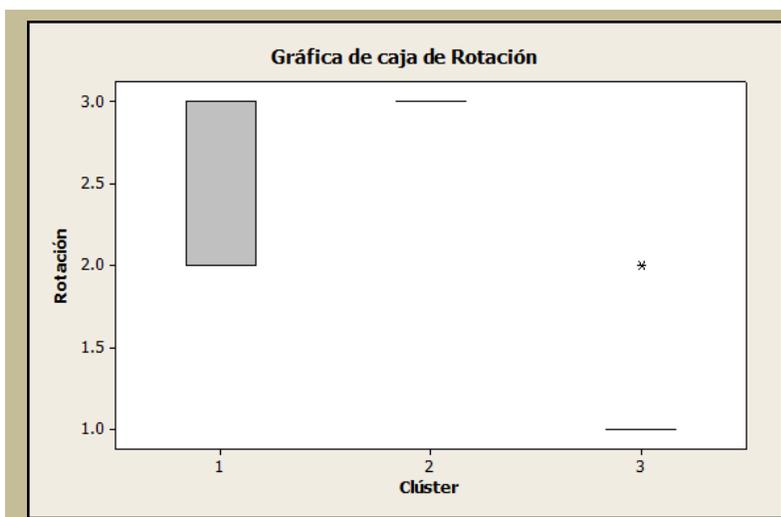
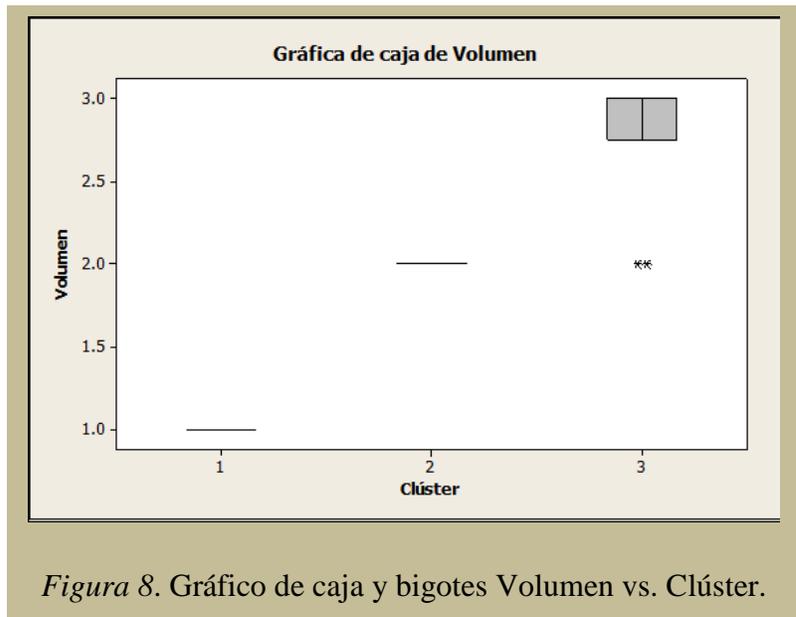
Tabla 6. Clústeres de pertenencia de las familias de productos.

Clúster	Identificador
1	1, 2, 6, 9,16
2	4, 10, 11
3	3, 5, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 17, 18

Fuente: Propia.

4.2.3. Caracterización de grupos.

Una vez obtenido el clúster de pertenencia de cada una de las familias de productos evaluadas anteriormente, se procede a efectuar la caracterización de tales agrupaciones, es decir, determinar cuáles son las cualidades que tales unidades



comparten entre sí y que permiten diferenciarlas con respecto al resto.

Para ello se emplea la herramienta informática “MiniTab” a través de la cual se elaboran diagramas de caja y bigote de las variables estudiadas en comparación con los clústeres de pertenencia.

Como se puede observar, en las Figuras 8 y 9, al analizar la agrupación obtenida en función de la rotación y la dimensión de las unidades se puede identificar el clúster 1 agrupad aquellas familias de productos de dimensiones pequeñas cuyos movimientos de entradas y salidas del almacén son altos o medios. En el clúster 2 se encuentran todas aquellas familias de productos de dimensiones medianas, cuya rotación es netamente alta y en el clúster 3 se encuentran aquellos productos grandes con rotación baja en su mayoría.

4.3. Análisis de la distribución ideal

Con el fin de determinar cuál es la distribución ideal del nuevo almacén, es decir, el “Layout” más efectivo, se emplea la herramienta conocida como diagrama de relación de actividades. En primer lugar es necesario determinar qué áreas van a existir en éste de manera que, se considera mantener inalteradas u agrandar aquellas que en el almacén original fuesen realmente esenciales para reproducir la operación en el futuro (almacén general, almacén de resguardo, etc.). Por otro lado, aquellas no tan importantes como por ejemplo la recepción y la sala de reuniones se mantienen iguales o se reducen y, los departamentos innecesarios como es el caso de un área de chatarra que existe actualmente, donde se acumulan equipos discontinuados (comúnmente inoperativos) por tiempo indefinido, se eliminan puesto que, el espacio para la construcción de la propuesta es limitado, y al constituir elementos que no agregan valor a la actividades desarrolladas son un desperdicio de recursos.

Luego de tener en consideración el criterio anterior, es importante realizar un estimado del área necesaria para el diseño de cada uno de los sectores de la propuesta. De esta manera, los criterios de estimación empleados para los espacios productivos y de almacenaje son en primer lugar, la medición del metraje existente actualmente y la observación de que tan ocupadas se encuentran dichas áreas. En segundo lugar, se consulta directamente al coordinador del almacén central con el fin de interpretar las necesidades futuras de crecimiento en función de la política que sigue la empresa con respecto a la unidad operativa. Luego de unificar criterios, las áreas productivas y de almacenaje mínimas estimadas para la propuesta son las indicadas en la Tabla 7.

Tabla 7. *Estimación del área mínima de los sectores productivos de la propuesta.*

Área	Espacio actual (m ²)	Espacio mínimo requerido (m ²)
Almacén de resguardo	10	10
Almacén de accesorios	12	15
Almacén general	77*	144**
Depósito de chatarra	50	0
Equipos en espera	5	10
Recepción de unidades	2	4
Expedición de unidades	0***	4
Total	156	187

Notas: *El área de almacén actual cuenta con doble altura. **Se consideró como mínimo el doble del área ya que la nueva ubicación es de altura sencilla. ***En la instalación actual existe una única entrada y salida de unidades al almacén. Fuente: Propia.

Por otro lado, en cuanto a los espacios que constituyen puestos de trabajo, se toma en consideración las recomendaciones efectuadas en el Real Decreto 486/1997 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, específicamente en el Anexo 1 donde se indica que es necesario asegurar un área mínima de 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador. De esta manera, para emplear tal criterio se cuantifica el número de trabajadores actuales por cada una de las áreas existentes, tomando en cuenta que este número se mantiene inalterado en la nueva instalación para así poder reproducir la operación.

Tabla 8. *Estimación del área mínima de los espacios de trabajo de la propuesta.*

Área	Número de trabajadores actuales	Espacio mínimo requerido (m ²)
Producción	3	6
Técnicos especializados	4	8
Oficinas	8	16
Prueba de equipos	2	4
Oficina del analista administrativo de almacén	1	2
Oficina del operador logístico	1	2
Recepción	2*	5
Sala de reuniones	4**	8
Total	19***	51

Notas: * Corresponde al número de personas que suelen estar al mismo tiempo en la recepción, su área se consideró 1 m² mayor por razón del mobiliario a instalar. **Corresponde al número de ocupantes para los que fue diseñada la sala. *** No se incluyen las cantidades ficticias de trabajadores de las áreas de recepción y sala de reuniones. Fuente: Propia.

Una vez conocida la información anterior, se procede a desarrollar el diagrama de relación de actividades en el que se emplean los siguientes códigos que indican la importancia de proximidad o alejamiento entre ciertos departamentos:

Tabla 9. Códigos del diagrama de relación de actividades.

Código	Definición
A	Absolutamente necesario que estos dos departamentos estén uno junto al otro
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinariamente importante
U	Sin importancia
X	No deseable

Recuperado de: Meyers, F & Stephens, M. (2006). *Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales*. México: Pearson Education.

Ahora bien, para llevar a cabo el análisis de relación de actividades y facilitar la selección del diagrama adimensional de bloques que refleja la menor cantidad de deméritos por el incumplimiento de las puntuaciones establecidas previamente, se emplea la herramienta informática de generación de “Layouts” llamada “CoreLap”. La misma lleva a cabo un proceso iterativo del análisis de proximidad entre las distintas áreas de una instalación, basado en la puntuación numérica asociada a los códigos de relación que el usuario registra. De esta manera, como se muestra en la Figura 10 el primer paso es configurar la interfaz inicial del programa.

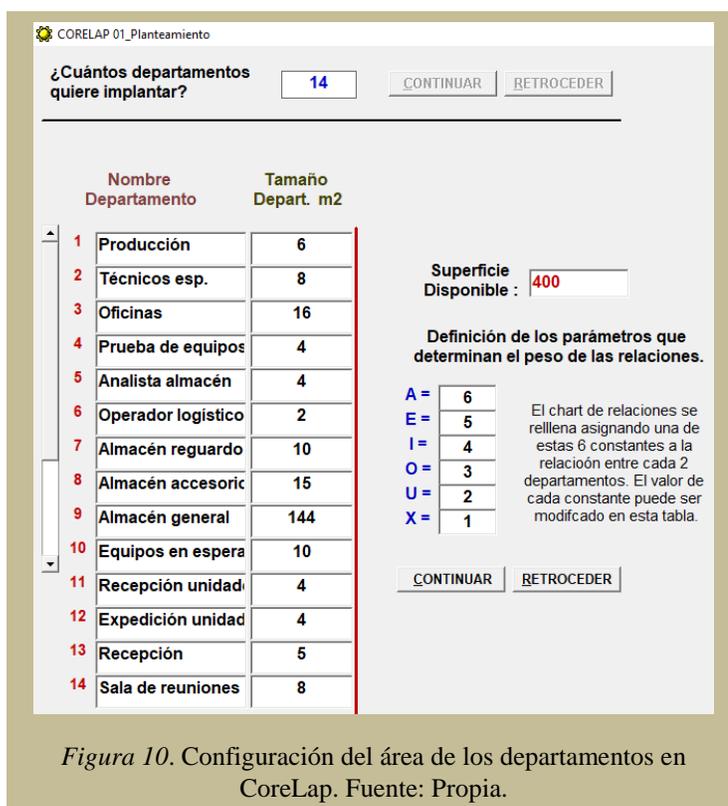


Figura 10. Configuración del área de los departamentos en CoreLap. Fuente: Propia.

Como se puede observar, se establecen el número de departamentos a crear, el nombre de identificación de los mismos y el área mínima estimada para cada uno, según la información

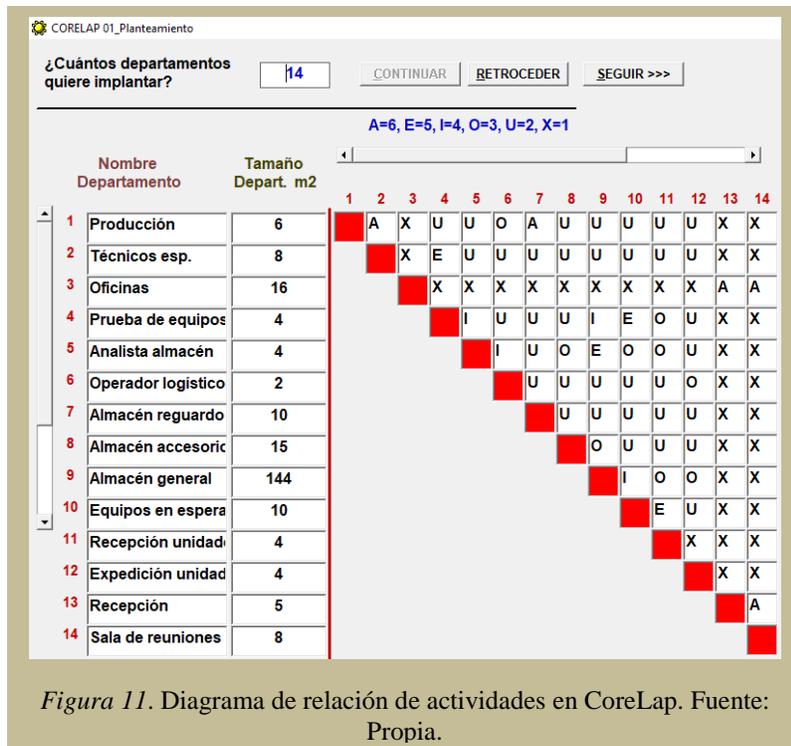


Figura 11. Diagrama de relación de actividades en CoreLap. Fuente: Propia.

recopilada en las Tablas 6 y 7. De igual manera, se registra el área de superficie disponible para la construcción del nuevo almacén, que en el presente caso es de alrededor de 400 m² y finalmente, se define el puntaje numérico asociado a cada una de las relaciones de proximidad establecidas en la Tabla 8.

En la siguiente ventana (Figura 11) se despliega la reproducción de un diagrama de relación de actividades, donde se

introducen las relaciones de proximidad entre los distintos departamentos, teniendo en cuenta el flujo de unidades deseado entre las distintas áreas de la instalación.

Una vez ejecutado el programa se despliegan los resultados obtenidos (Figura 12), donde se muestran los departamentos según su orden de importancia, que va determinado de acuerdo con el “Ratio Total de Proximidad” (TCR, del inglés Total Closeness Rating).

Cabe destacar que la metodología empleada por el software para determinar tal



Figura 12. Tabla de actividades en CoreLap. Fuente: Propia.

ordenamiento consiste en que, el departamento que obtiene el mayor puntaje (mayor TCR) debido a las relaciones de proximidad que posee con los otros departamentos, es el que ocupa el primer lugar, teniendo en cuenta que en caso de empate se posiciona primero aquel que ocupe un área mayor.

A continuación, se coloca la siguiente zona que tenga la mayor afinidad con el área ya definida y así de esta manera, el programa sigue iterando hasta definir las posiciones de todos los departamentos restantes.

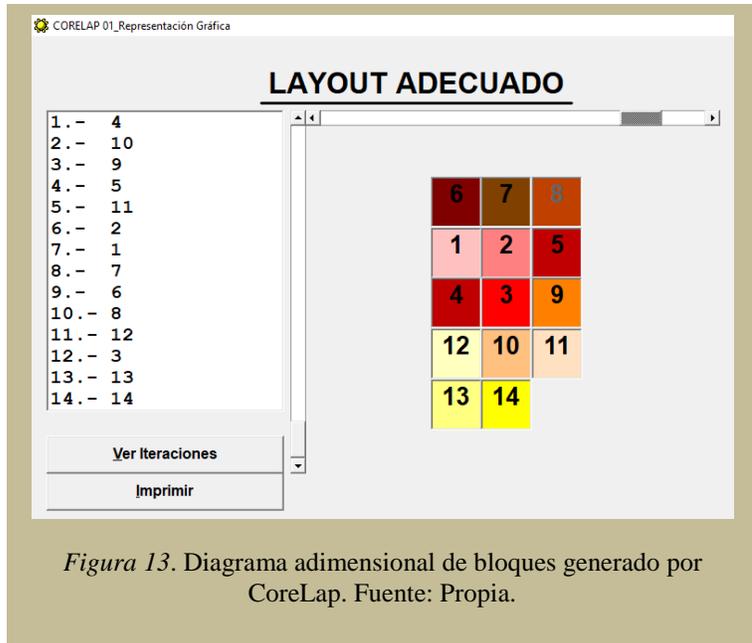


Figura 13. Diagrama adimensional de bloques generado por CoreLap. Fuente: Propia.



Figura 14. Diagrama adimensional de bloques. Fuente: Propia.

identificación, por el nombre de dichos departamentos (Figura 14).

Posteriormente, la herramienta permite desplegar una representación gráfica del ordenamiento encontrado que constituye el equivalente del diagrama adimensional de bloques

(Figura 13). Ahora bien, para facilitar la visualización de la configuración obtenida del programa se reemplazan los números de

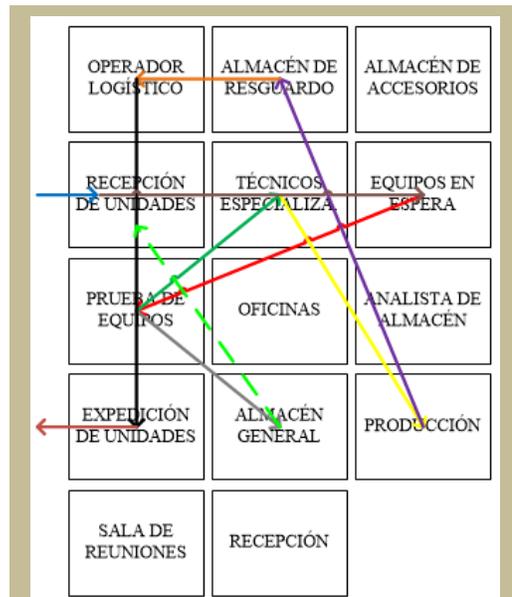


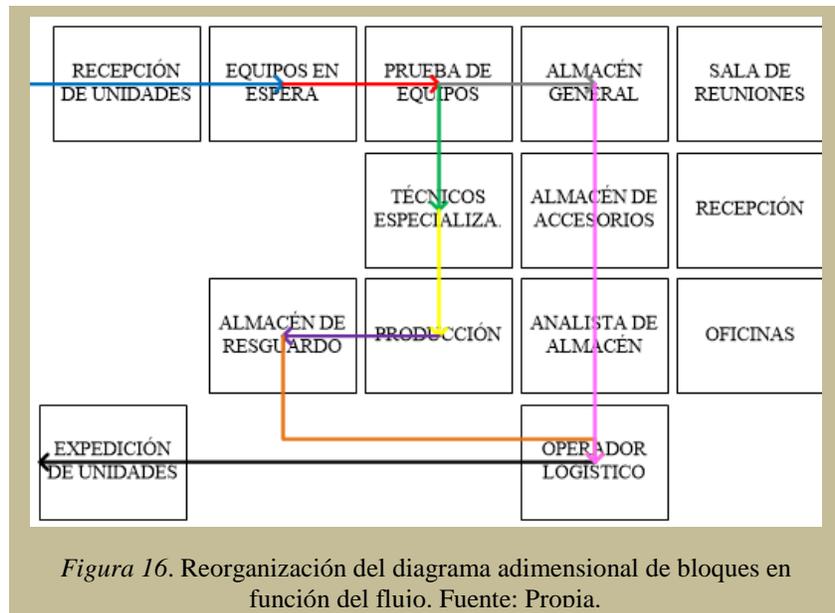
Figura 15. Representación del flujo sobre el diagrama adimensional de bloques. Fuente: Propia.

A continuación, se dibuja sobre el diagrama adimensional de bloques el flujo que siguen las unidades a través de la instalación (Figura 15).

Al analizar el flujo obtenido sobre el diagrama adimensional de bloques es posible detectar que existen numerosos problemas en cuanto a la continuidad del recorrido de las unidades, cruces de flujo, saltos por encima de varios departamentos, flujo a través de las esquinas, etc.

Por consiguiente, es necesario reorganizar la distribución obtenida de manera que se obtenga un arreglo práctico, donde el recorrido de las unidades siga un orden lógico y fluido. Para ello, se reubican los bloques adimensionales teniendo como guía las flechas indicativas del flujo e intentando respetar las relaciones de proximidad derivadas del diagrama de relación de actividades (Figura 16).

Luego de ejecutar dichas consideraciones se puede observar que los problemas enunciados previamente han desaparecido y se ha



conseguido por lo tanto una distribución satisfactoria. Por otro lado, si se analiza el recorrido de unidades obtenido es fácil percatarse de que se trata de lo que se denomina como flujo en “U”. Este tipo de flujo para el manejo de las unidades en los almacenes, cuenta con popularidad debido a que permite administrar con facilidad las operaciones de recepción y expedición ya que, por la ubicación física de tales accesos es posible utilizar el equipo y personal encargado de dichas tareas de manera flexible.

Una vez determinada tal distribución, a pesar de que ya se conoce que a existe suficiente espacio para albergar la instalación deseada, se procede a elaborar el diagrama dimensional de bloques para tener una concepción clara de las proporciones de tamaño entre los distintos

departamentos que la componen y determinar el arreglo más conveniente para los mismos. De esta manera, haciendo uso de la herramienta informática “AutoCAD” se visualiza el plano general del Centro Empresarial Polar y se extrae la porción de espacio disponible que la empresa tiene estipulado para la ejecución del proyecto. El resultado se muestra en la Figura 17.

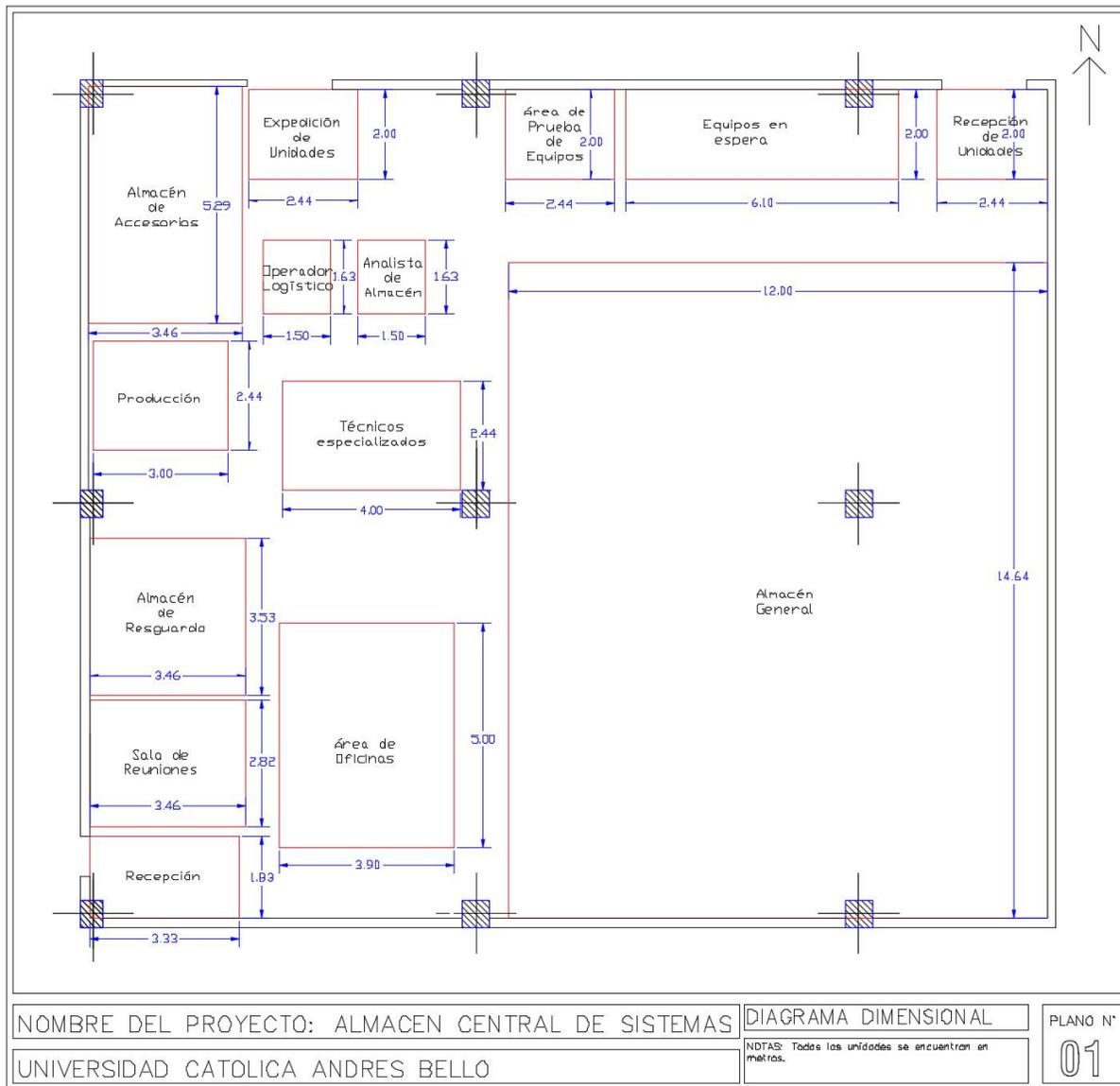


Figura 17. Plano del diagrama dimensional de bloques. Fuente: Propia.

4.4. Sistemas auxiliares

4.4.1. Sistema contra incendio.

Para determinar los componentes del sistema contra incendio se siguen los parámetros establecidos en la normativa vigente. Luego de realizar los respectivos cálculos y acatar las consideraciones planteadas en tales documentos se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 10.

Tabla 10. *Resultados del cálculo del sistema contra incendio.*

Tipo de Ocupación	Depósito Riesgo Leve
Clases de Fuego	Clases A y C
Carga Calorífica	Baja
Riesgo	Leve
Detección	Detectores de calor
	Detectores ópticos de humo
Alarma	Central de incendios
	Estaciones manuales de alarma
	Difusores de sonido
Extinción	Portátil: Extintores tipo ABC de 10 libras
Iluminación	Luminarias de emergencia
Número de salidas de emergencia	3

Fuente: Propia.

Para visualizar el procedimiento de cálculo empleado para determinar los componentes representados en la Tabla 10, ver el Anexo 2.

4.4.2. Iluminación.

Para calcular el número de luminarias necesarias en la instalación con el fin de proporcionar a los ocupantes de la misma, un ambiente agradable y seguro para el desarrollo de las actividades que en esta se llevan a cabo, se emplea el procedimiento de cálculo conocido como Método Lumen. A partir de este, se determina que el número necesario de dispositivos de alumbrado en la instalación es el mostrado en la Tabla 11.

Tabla 11. *Resultados del cálculo del sistema de iluminación.*

Modelo de luminaria	Cantidad
Philips Trueline SP530P	35
Philips CoreLine BY120P	12
Philips LuxSpace DN170B	21

Fuente: Propia.

Para visualizar el procedimiento de cálculo que llevó a determinar tales cantidades, ver Anexo 3.

4.4.3. Aire acondicionado y ventilación.

Según indica el Manual de Aire Acondicionado, Carrier Air Conditioning Company (1980) “La función principal del acondicionamiento de aire es mantener, dentro de un espacio determinado, condiciones de confort, o bien las necesarias para la conservación de un producto o para un proceso de fabricación” (p. 11).

4.4.3.1. Estimación de la carga de acondicionamiento de aire y caudal de ventilación.

La estimación de la carga térmica constituye el primer paso para seleccionar el equipo de acondicionamiento de aire ya que, el mismo debe ser capaz de superar tal condición. Para efectuar la estimación se utiliza como guía de diseño lo indicado en el Manual de Aire Acondicionado de la Carrier Air Conditioning Company y los resultados son los contemplados en la Tabla 12.

Tabla 12. *Resultados del cálculo del sistema de aire acondicionado y ventilación.*

Concepto	Área	Ganancia solar o Dif. Temp.	Factor	kcal/h
Ganancia Solar y Trans. Paredes y Techo				
Pared	65.10	8.30	1.22	659.20
Pared	56.25	8.30	1.22	569.59
Pared	65.10	8.30	1.22	659.20
Pared	56.25	8.30	1.22	569.59
Ganacia Trans. Excep. Paredes y Techo				

Suelo	410.13	5.00	2.00		4101.30
Infiltraciones	Caudal (m3/h)	Diferencia Temp. Seca (.c)			
	498.58	8.00	0.30		1196.59
Calor Interno					
Personas	Género	Cantidad	Metabolismo (kcal/h)		
	Masculino	19	64.30		1221.70
	Femenino	4	54.66		218.62
Luces (LED)	Modelo	Cantidad	Potencia (Kcal/h)	% Trans. Calor	
	CoreLine	12	73.09	0.70	613.93
	TrueLine	35	20.64	0.70	505.59
	LuxSpace	21	9.46	0.70	139.04
Calor Sensible Local					10454.35
Aire exterior	Gasto de aire ventilación (m3/h)	Diferencia Temp. Seca (.c)	BF		
	10566.00	8.00	0.05	0.30	1267.92
Calor Sensible Efectivo del Local					11722.27
Calor Latente					
	Caudal (m3/h)	Diferencia Cont. Humedad (g/Kg)			
Infiltraciones	498.58	8.44			4208.02
Personas	Género	Cantidad	Metabolismo (kcal/h)		
	Masculino	19	48.70		925.30
	Femenino	4	41.40		165.58
Calor Latente Local					5298.90
Aire exterior	Gasto de aire ventilación (m3/h)	Diferencia Cont. Humedad (g/Kg)	BF		
	10566.00	8.44	0.05	0.72	3210.37
Calor Latente Efectivo del Local					8509.27
Gran Calor Total					20231.54

Fuente: Propia.

Como se puede observar en la Tabla 12, la carga calorífica estimada de la instalación es de 20.231,54 kcal/h lo que equivale a un aproximado de 7 toneladas de refrigeración que debe ser capaz de suministrar el equipo o equipos de acondicionamiento de aire para refrigerar el espacio. Cabe destacar que en la tabla anterior se estimó igualmente el gasto de aire por ventilación, haciendo uso de la Norma COVENIN 2250:2000. Ventilación de los lugares de trabajo, resultando en un caudal de 10.566 m³/h que son empleados para la renovación del aire y supresión de olores.

Para visualizar el procedimiento de cálculo que llevó a determinar las cantidades anteriores, ver Anexo 4.

4.4.4. Eléctrico.

Para efectuar los cálculos del sistema eléctrico de la instalación, se siguen los criterios expuestos en la Norma COVENIN 200:1999 Código Eléctrico Nacional. En primer lugar, se dimensionaron los circuitos ramales y los resultados obtenidos son los indicados en la Tabla 13.

Tabla 13. *Resultados del cálculo de los circuitos ramales.*

Cargas de circuitos ramales	
Tipo	Potencia (W)
Iluminación y T.U.G	12.000
Luminarias de emergencia	24
Panel de control alarma contra incendios	60
Extractores de aire	484
A/A 1	3.730
A/A 2	1.920
A/A 3	1.920
Carga total (W)	20.138

Fuente: Propia.

Por otro lado, se calculan los calibres de los conductores de alimentación, neutro y aterramiento, así como el diámetro de la respectiva canalización. Los resultados son los indicados en la Tabla 14.

Tabla 14. *Resultados del cálculo de los diámetros de conductores y canalización.*

Conductores y canalización				
Corriente (A)		Calibre de conductores		Conducción
Demanda total	83,91	Alimentación	# 3 THHW Cobre hasta 75 c	Tubería eléctrica no metálica 1 pulgada
Demanda del neutro	70	Neutro	# 4 THHW Cobre hasta 75 c	
Demanda aterramiento	83,91	Aterramiento	# 8 de Cobre	

Fuente: Propia.

Finalmente, a partir de la información anterior se determinan las características necesarias para la selección del tablero eléctrico (Tabla 15).

Tabla 15. *Resultados del cálculo de dimensionamiento del tablero eléctrico.*

Tablero eléctrico	
Número de polos	14
Capacidad de barras principales (A) Con interruptor principal	> 83,91 Sí

Fuente: Propia.

Para visualizar el procedimiento de cálculo que llevó a determinar las cantidades anteriores, ver Anexo 5.

4.5. Evaluación económica del proyecto

Para elaborar la evaluación económica del proyecto, se emplean como referencia las Guías de Gerencia para Proyectos de Inversiones de Capital (GGPIC, PDVSA), en ellas se define al estimado de costos como el producto de una serie de cálculos realizados para traducir en valor monetario los componentes de un bien cuantificable, en nuestro caso, la propuesta de diseño.

En tal sentido, como se puede ver en la Figura 18 el organismo clasifica los tipos de estimados de costos que se pueden elaborar de acuerdo con la fase de desarrollo del proyecto:

Planificación y Control del Alcance y los Recursos Marco de Referencia

Modelo General de relaciones entre los factores

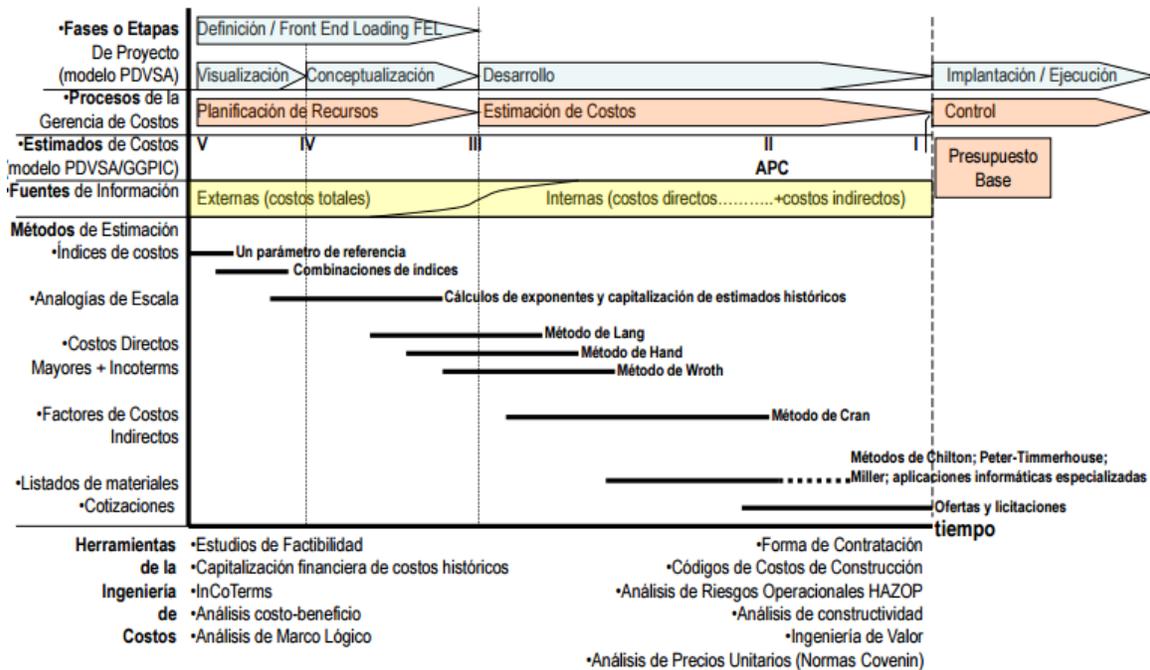


Figura 18. Clases de estimados de costos en función del avance del proyecto. Fuente: GGPIC, PDVSA.

De esta manera, dado que el alcance del presente estudio consiste en la elaboración de la ingeniería conceptual y básica, el estimado de costos a realizar es superior a la Clase IV, sin llegar a ser una estimación Clase III.

Por otro lado, según lo indicado por el “American Association of Cost Estimators” (AACE), un estimado de costos de la clase nombrada anteriormente es lo que se conoce como un “Estimado para Presupuesto”. El mismo se prepara de acuerdo con elementos de ingeniería como diagramas de flujo, de líneas, de distribución de planta y de la información relativa a los costos de los equipos más importantes a ser instalados durante el proyecto, y posteriormente, se emplean como métodos de estimación, técnicas paramétricas o de factorización para tener una idea de la magnitud del resto de los costos que quedan por conocer. Cabe destacar que la finalidad de este tipo de estudio consiste en que a partir de él, las partes interesadas pueden evaluar la factibilidad de proseguir con la fase de ingeniería de detalle del proyecto.

Ahora bien, para realizar el estimado de recursos financieros del presente proyecto se tienen como costos directos de la propuesta, el precio de venta publicado por los fabricantes de los equipos mayores que componen los sistemas auxiliares de la instalación. En relación con lo anterior, dado a que la fase de desarrollo alcanzado ubica al estimado de costos entre las Clase IV, que suele tener una precisión de alrededor de 33% y la Clase III de 60%, se considera pertinente adoptar que la precisión del estimado de costos directos se encuentra por el orden del 40%.

En consecuencia, el resto de los costos (indirectos) como mano de obra, transporte, materiales, entre otros, son estimados como el 60% restante de los recursos para el desarrollo del proyecto. A su vez, se considera pertinente contar con una contingencia de alrededor del 20% del costo total, de manera que se cuenta con un margen de seguridad para compensar cambios que se presenten durante el desarrollo del mismo.

5. CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Caracterización de procesos

5.1.1. Flujo general de las unidades a través de la instalación.

Una vez estudiados los procesos medulares del almacén actual, se procede a determinar la secuencia de actividades que afecta el flujo de las unidades a través de la instalación. Para ello, se analiza cual es la ruta más larga de manipulación que pueden seguir las unidades desde que entran hasta que salen del almacén ya que, es la que implica la mayor cantidad de movimientos y por lo tanto, si no se toma en cuenta, la efectividad de la instalación se verá afectada. Ahora bien, para la elaboración del diagrama de flujo (Figura 19) se toma como ruta más larga la seguida por los equipos de computación personal (desktops y laptops) ya que, son las unidades que pasan por la mayoría de áreas en la instalación y sufren la mayor cantidad de operaciones, inspecciones, transportes, etc.

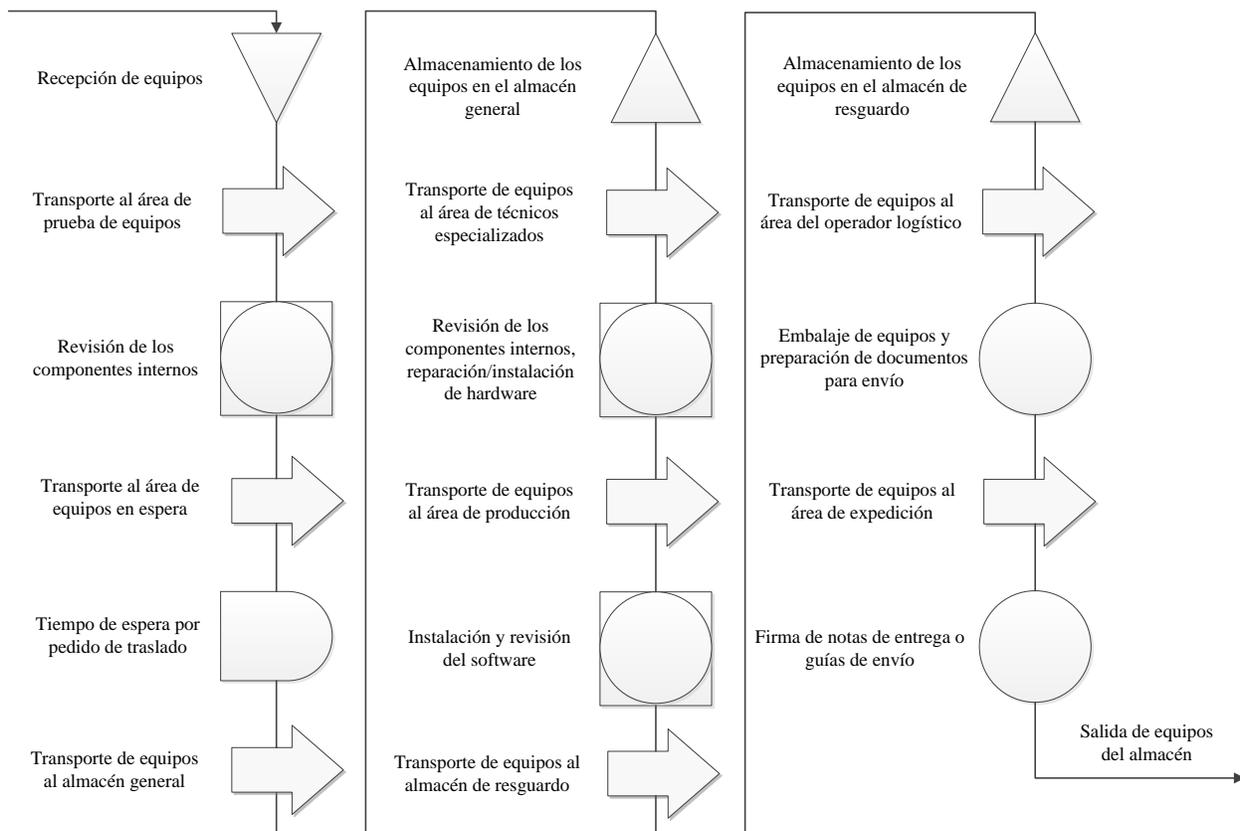


Figura 19. Diagrama del flujo general de las unidades a través de la instalación. Fuente: Propia.

5.2. Caracterización de productos

La caracterización de productos se lleva a cabo en el apartado anterior con el fin de determinar una metodología apropiada para la colocación de los productos en las estanterías actuales. Ahora bien, las estanterías que se usan actualmente en la instalación son racks convencionales para pallets industriales del tipo americano.

En promedio las medidas de estos equipos son las mostradas en la Figura 20.

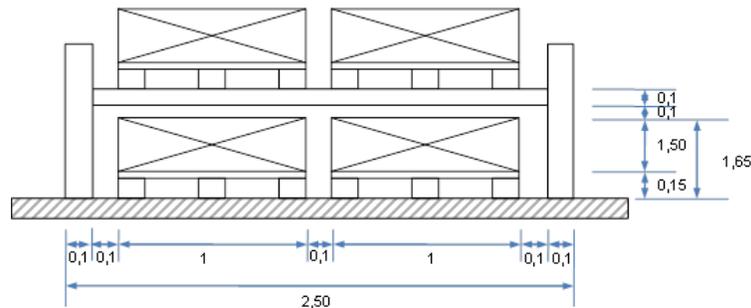


Figura 20. Configuración de racks industriales para pallets. Fuente: Carvajal, O. (2018). Gestión de Almacenes.

En relación con lo anterior, la principal dificultad de emplear este tipo equipos es que a diferencia del almacén actual que cuenta con techos a doble altura, la altura de la nueva instalación es de 3 metros. Sin embargo, la empresa ha expresado como una de sus mayores preocupaciones el ahorro de costos para la realización de la propuesta, sugiriendo a pesar de no ser lo más indicado la reutilización de los equipos ya existentes. En tal sentido, de llegar a usar tales estanterías la configuración óptima se indica en la Figura 21.

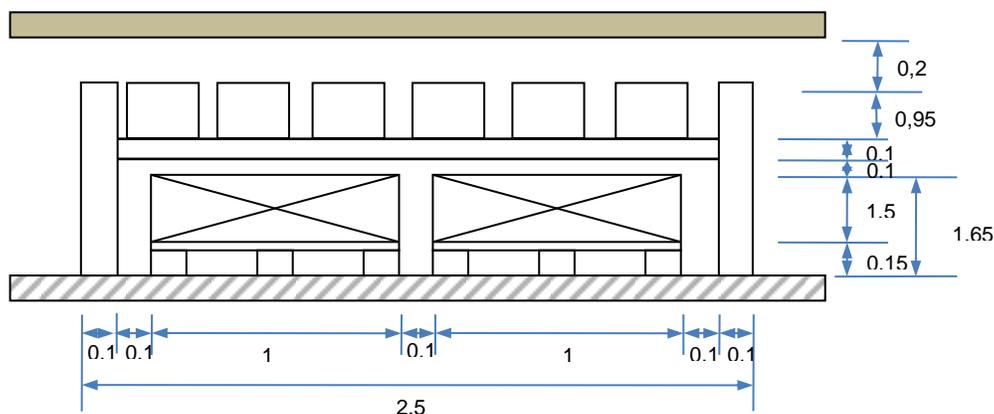


Figura 21. Uso adaptado de los racks industriales al nuevo almacén. Fuente: Propia.

Como puede observarse en la Figura 21, al usar los racks convencionales en la instalación futura, se emplea el nivel inferior para resguardar productos paletizados, mientras que el nivel superior se emplea para la colocación de productos apilados en forma de bloque que puedan ser cargados de manera manual ya que, por la altura del techo es imposible emplear dispositivos de elevación para el manejo de las unidades.

De esta manera, si se une a lo anterior los resultados obtenidos del análisis de clúster, se propone utilizar las estanterías actuales de acuerdo con sus niveles y cercanía a los accesos del almacén según lo indicado en la Tabla 16.

Tabla 16. *Política de ubicación de las familias de productos en los racks.*

Nivel de la estantería	Ubicación con respecto a los accesos del almacén		
	Cercano	Intermedio	Lejano
Superior	1 y 2	1 y 2	Disponible
Inferior	2	2	3

Fuente: Propia.

De acuerdo con la Tabla 16, se propone ubicar las unidades de las familias de productos agrupadas en el clúster 1 en la parte superior de las estanterías ya que, por sus dimensiones pequeñas y comúnmente de peso reducido son fáciles de manipular en tal altura y se puede aprovechar al máximo el escaso espacio de tal nivel. Igualmente, se sugiere colocar dichos productos en posiciones cercanas y puntos intermedios, con respecto a los accesos del almacén por su nivel de rotación (alto y medio).

En cuanto a las unidades agrupadas en el clúster 2, debido a que son de tamaño mediano (comúnmente de peso medio) se sugiere colocarlas en su mayoría en los niveles inferiores cercanos y en puntos intermedios a los accesos del almacén (productos de alta rotación). Adicionalmente, se puede colocar aquellas unidades que no se encuentren paletizadas en el nivel superior en posiciones cercanas e intermedias.

Los productos agrupados en el clúster 3 por sus grandes dimensiones suelen ser realmente pesados por lo que necesariamente deben ser ubicados en el nivel inferior de los racks, además resultan ser los productos de más baja rotación de manera que tienen que ocupar las posiciones más alejadas con respecto a los accesos del almacén. Cabe destacar que las posiciones alejadas

del nivel superior se mantienen disponibles para la colocación de productos adquiridos en el futuro que sean ligeros y su rotación sea baja.

5.3. Análisis de la distribución ideal

5.4. Sistemas auxiliares

5.4.1. Diagramas esquemáticos.

5.4.1.1. Sistema contra incendio.

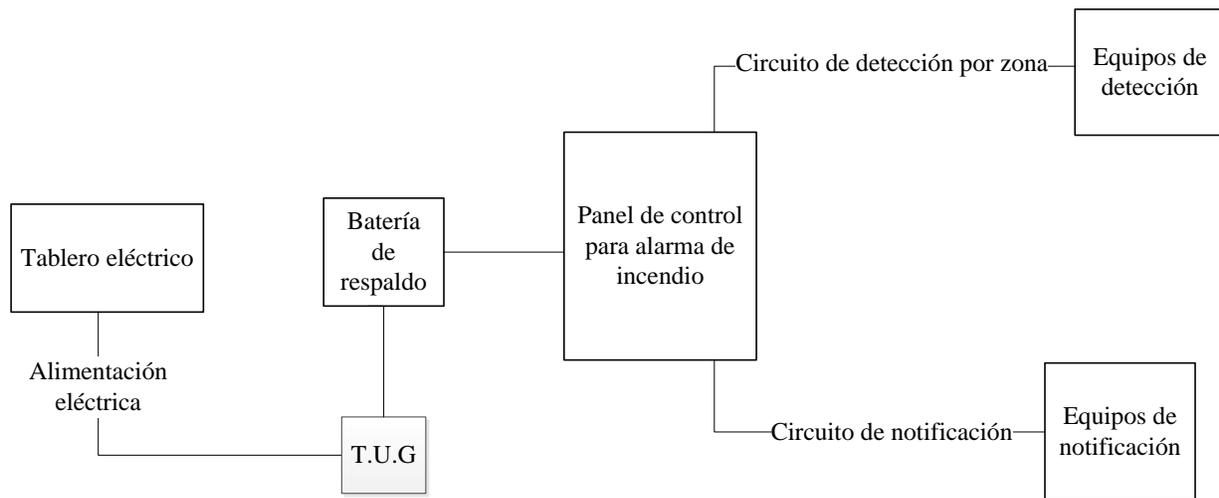


Figura 22. Diagrama esquemático del sistema contra incendio. Fuente: Propia.

5.4.1.2. Sistema de iluminación.

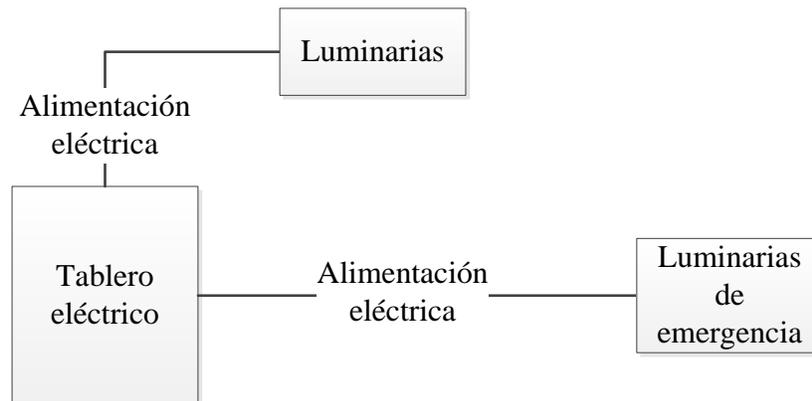


Figura 23. Diagrama esquemático del sistema de iluminación. Fuente: Propia.

5.4.1.3. *Aire acondicionado y ventilación.*

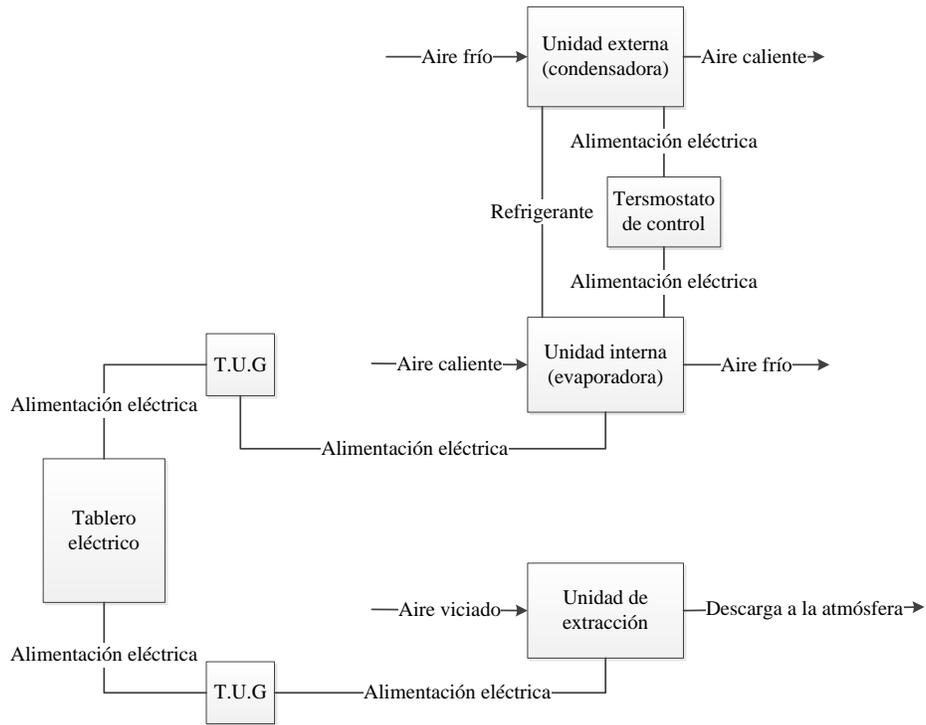


Figura 24. Diagrama esquemático del sistema de aire acondicionado y ventilación. Fuente: Propia.

5.4.1.4. *Sistema eléctrico.*

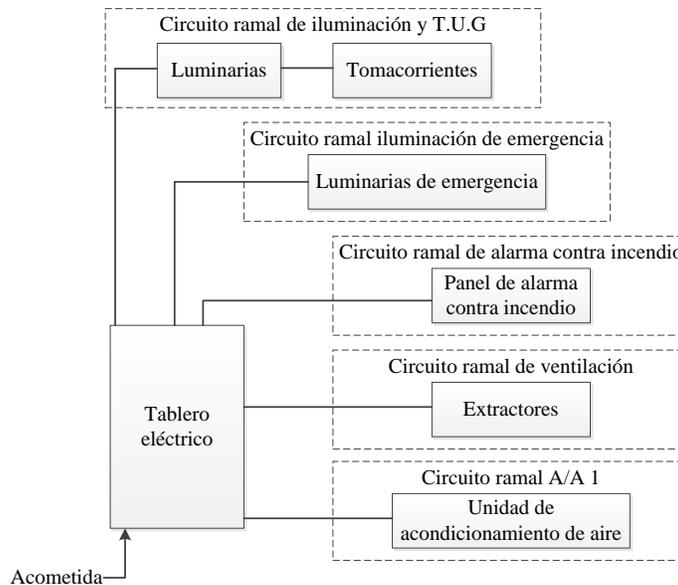


Figura 25. Diagrama esquemático del sistema eléctrico. Fuente: Propia.

5.4.2. Diagramas de flujo de proceso.

5.4.2.1. Sistema contra incendio.

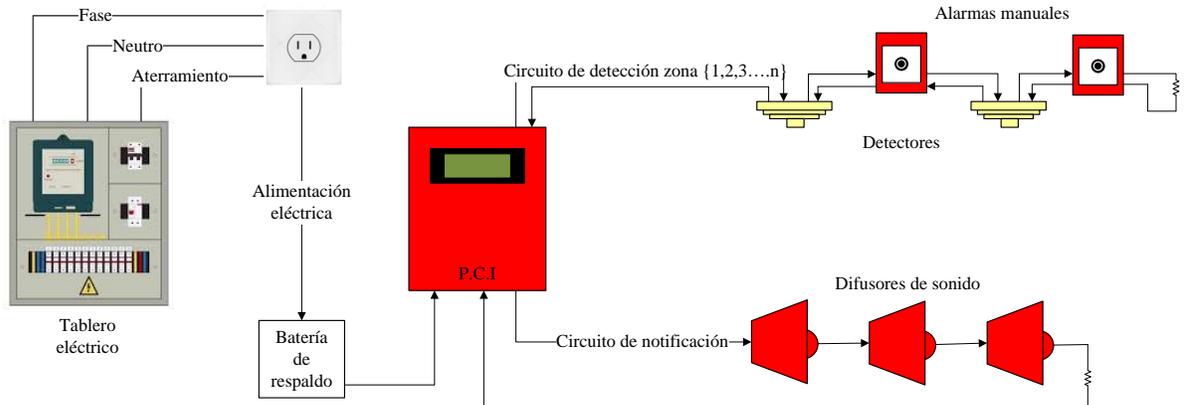


Figura 26. Diagrama de flujo de proceso del sistema contra incendio. Fuente: Propia.

5.4.2.2. Sistema de iluminación.

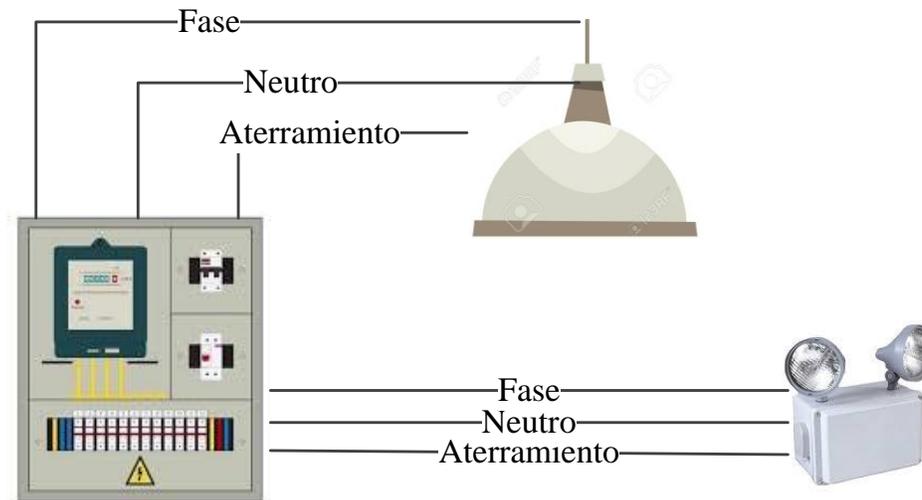


Figura 27. Diagrama de flujo de proceso del sistema de iluminación. Fuente: Propia.

5.4.2.3. *Aire acondicionado y ventilación.*

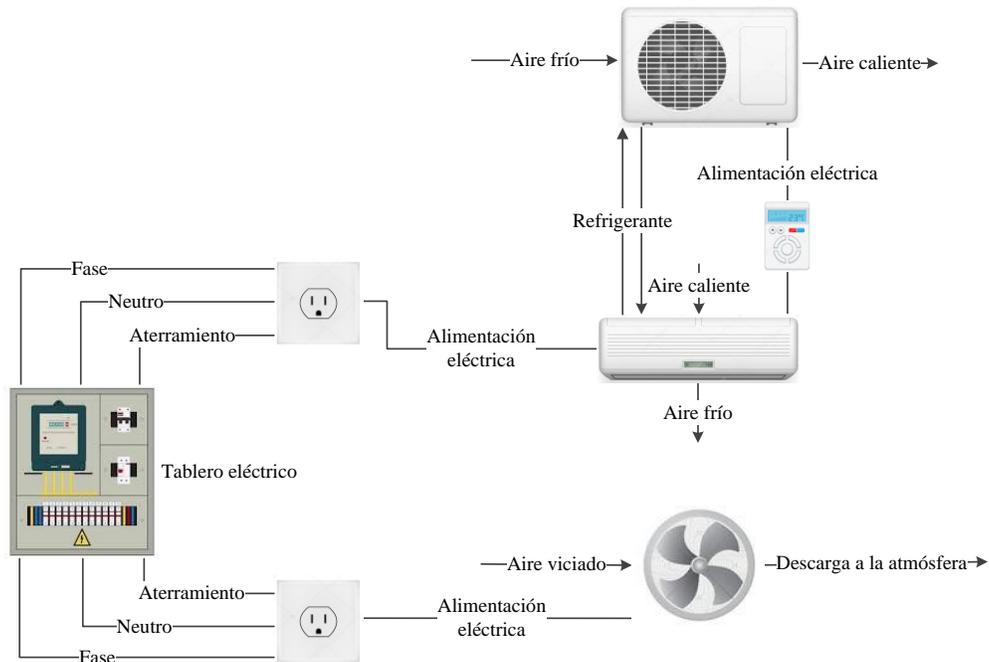


Figura 28. Diagrama de flujo de proceso del sistema de aire acondicionado y ventilación. Fuente: Propia.

5.4.2.4. *Sistema eléctrico*

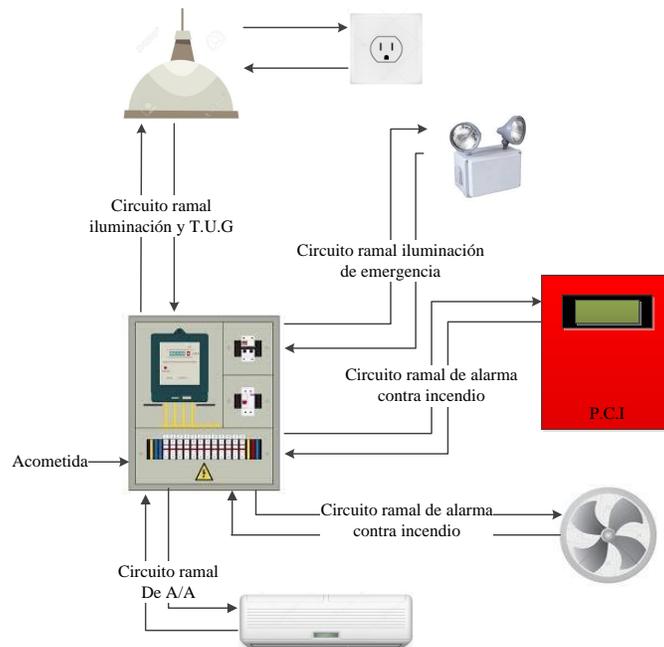


Figura 29. Diagrama de flujo de proceso del sistema eléctrico. Fuente: Propia.

5.4.3. Equipos seleccionados.

5.4.3.1. Sistema contra incendio.

5.4.3.1.1. Panel central de alarma contra incendio.

Para seleccionar el panel central de alarma contra incendio indicado para la instalación es necesario identificar el número de zonas de protección que este debe ser capaz de monitorear. En tal sentido, el almacén se subdivide en las áreas de detección indicadas en la Tabla 17.

Tabla 17. Zonas de detección del panel central de alarma contra incendio

Zona	Área
1	Almacén General
2	Recepción - Expedición de unidades
3	Oficinas
4	Almacén de accesorios
5	Almacén de resguardo
6	Sala de reuniones
7	Recepción

Fuente: Propia.

De esta manera, se selecciona el panel de alarma contra incendio mostrado en la Figura 30 ya que el mismo es capaz de cubrir hasta un máximo de 32 zonas, por lo tanto cuenta con la capacidad suficiente para ser empleado en la instalación.

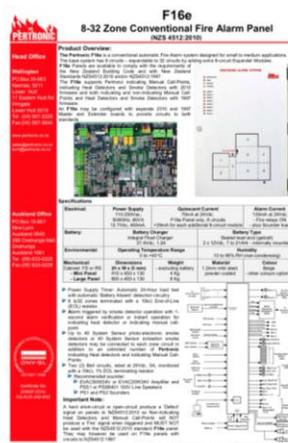


Figura 30. Miniatura de la ficha técnica del panel contra incendio. Fuente: Pertronic. (s.f.). *F16e 8-32 zone Conventional Fire Alarm Panel*. Auckland. Recuperado de: <http://www.pertronic.co.nz/Brochures/Conventional/panels/F16e.pdf>.

5.4.3.1.2. *Detector.*

Para la selección del detector de incendios, se conoce de la normativa vigente que de acuerdo con el tipo de ocupación de la instalación es necesaria una combinación de detectores de calor y ópticos de humo. En tal sentido, se escoge el equipo mostrado en la Figura 31 ya que el mismo, está conformado por un paquete de detector de calor, humo y difusor de sonido.



Figura 31. Miniatura de la ficha técnica del detector óptico-térmico combinado con difusor de sonido. Fuente: System Sensor. (2004). *I3 Sounder and Relay Smoke Detectors*. Chicago. Recuperado de: http://www.pertronic.co.nz/Brochures/Conventional/detectors/4wtr_b.pdf

5.4.3.1.3. *Estación manual de alarma.*



Figura 32. Miniatura de la ficha técnica de la estación manual de alarma. Fuente: Pertronic. (s.f.). *Conventional Indicating MCP*. Auckland. Recuperado de: <http://www.pertronic.co.nz/Brochures/Conventional/ccpin-3t.pdf>

5.4.3.2.4. Luminaria de emergencia Philips LEDR-5.



Figura 37. Miniatura de la ficha técnica de la luminaria de emergencia Philips LEDR-5. Fuente: Philips Lightning. (2018). *Luminaria de Emergencia LEDR-5*. Amsterdam. Recuperado de: <http://www.promelsa.com.pe/pdf/1006904.pdf>

5.4.3.3. Aire acondicionado y ventilación.

Para la selección de los equipos de aire acondicionado, se contempla que la carga térmica total de la instalación es de 7 toneladas de refrigeración.

5.4.3.3.1. Aire acondicionado Split LG Inverter (23900 BTU/h).

El equipo mostrado en la Figura 38 posee una capacidad de refrigeración de 2 toneladas y se emplearán dos unidades de esta clase.



Figura 38. Miniatura de la ficha técnica del aire acondicionado Split LG Inverter (23900 BTU/h). Fuente: LG. (2018). *Aire Acondicionado Inverter (23.900 BTU/h)*. Recuperado de: <https://www.lg.com/co/aire-acondicionado-comercial/lg-AVNQ24GJLA0>

5.4.3.3.2. Aire acondicionado Split LG Inverter (42700 BTU/h).

Adicionalmente, se cuenta con una unidad de 3,5 toneladas de refrigeración como la que se muestra en la Figura 39, satisfaciendo así la capacidad mínima de enfriamiento calculada en el apartado anterior.

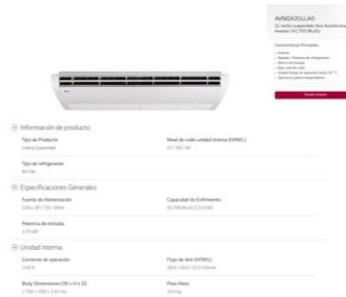


Figura 39. Miniatura de la ficha técnica del aire acondicionado Split LG Inverter (42700 BTU/h). Fuente: LG. (2018). *Aire Acondicionado Inverter (42.700 BTU/h)*. Recuperado de: <https://www.lg.com/co/aire-acondicionado-comercial/lg-AVN42GLLA0>

5.4.3.3.3. Extractor Soler & Palau HXBR – 315 ECOWATT.

Para la selección de los equipos de extracción de aire adecuados se conoce de antemano que de acuerdo con el tipo de ocupación de la instalación es necesario extraer 10.566 m³/h de aire, en tal sentido, en el almacén se emplean 4 ventiladores helicoidales Soler & Palau modelo HXBR-315 ECOWATT que son capaces de manejar un caudal de 2.695 m³/h.



Figura 40. Miniatura de la ficha técnica del extractor Soler & Palau HXBR-315 ECOWATT. Fuente: Soler & Palau. (2018). *Ventiladores Helicoidales Murales Serie HXBR Ecowatt. España*. Recuperado de: https://statics.solerpalau.com/media/import/documentation/ES_HXBR-ECOWATT.pdf

5.5.3. Flujo de recepción de unidades.

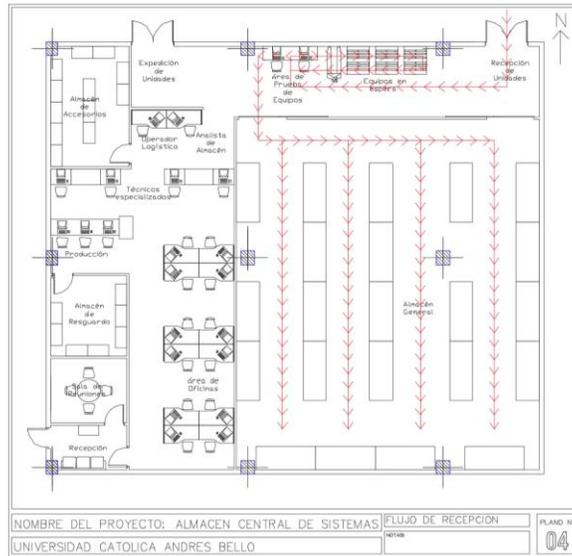


Figura 43. Plano del flujo de recepción de unidades. Fuente: Propia.

5.5.4. Flujo de producción de equipos.

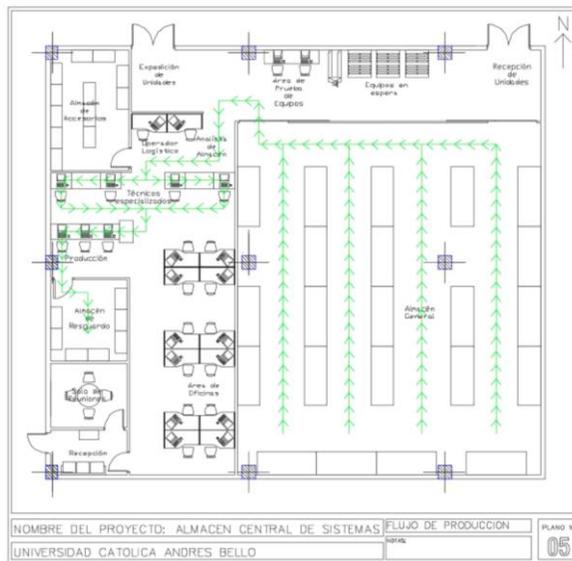


Figura 44. Plano del flujo de producción de equipos. Fuente: Propia.

5.5.5. Flujo de expedición de unidades.

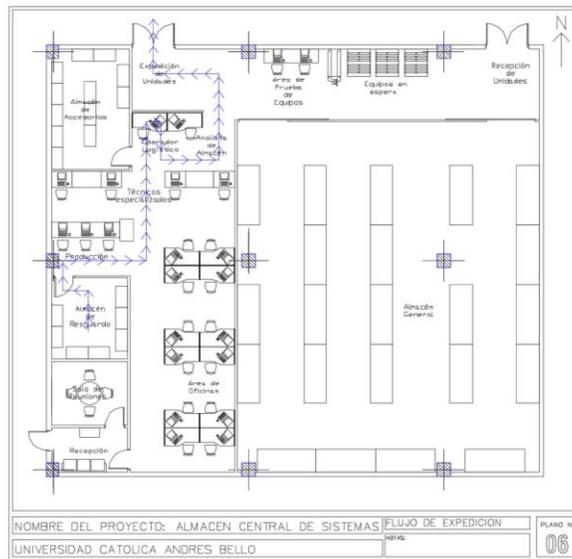


Figura 45. Plano del flujo de expedición de unidades. Fuente: Propia.

5.5.6. Ubicación de los componentes del sistema contra incendio.

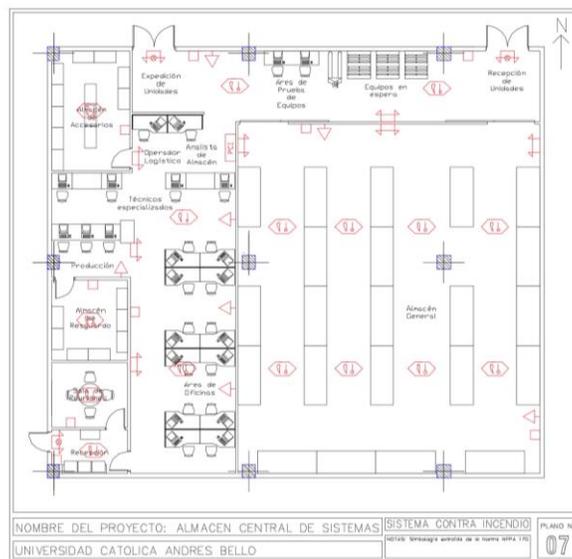


Figura 46. Plano de ubicación de los componentes del sistema contra incendio. Fuente: Propia.

5.5.7. Ubicación de luminarias.

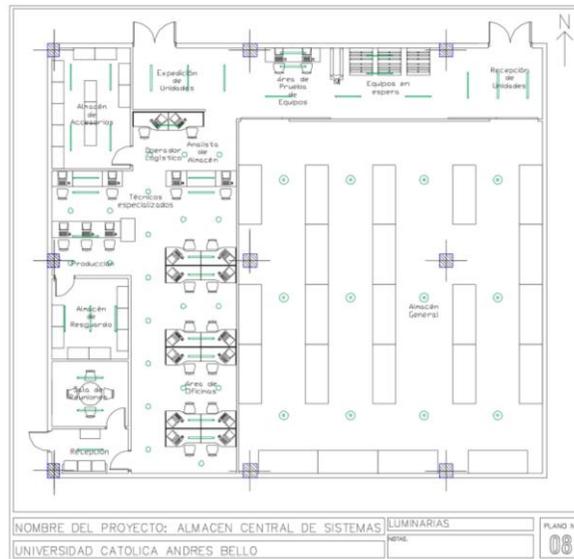


Figura 47. Plano de ubicación de las luminarias. Fuente: Propia.

5.5.8. Ubicación de los componentes del sistema de aire acondicionado y ventilación.

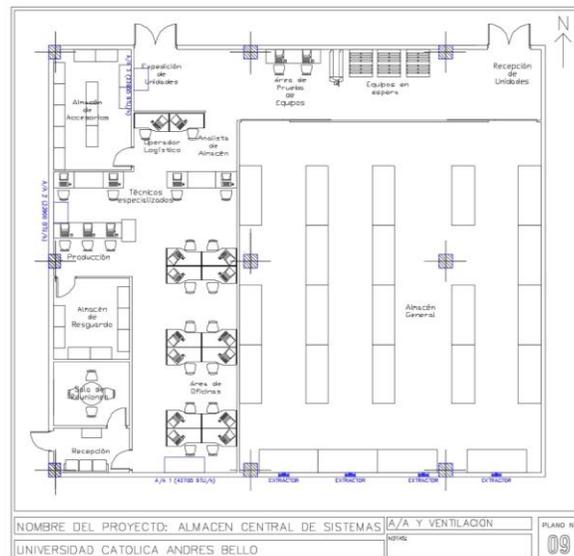


Figura 48. Plano de ubicación de los componentes del sistema de aire acondicionado y ventilación. Fuente: Propia.

Para observar con mayor detalle los planos bidimensionales de la propuesta de diseño, ver el Anexo 7.

5.6. Vistas 3D

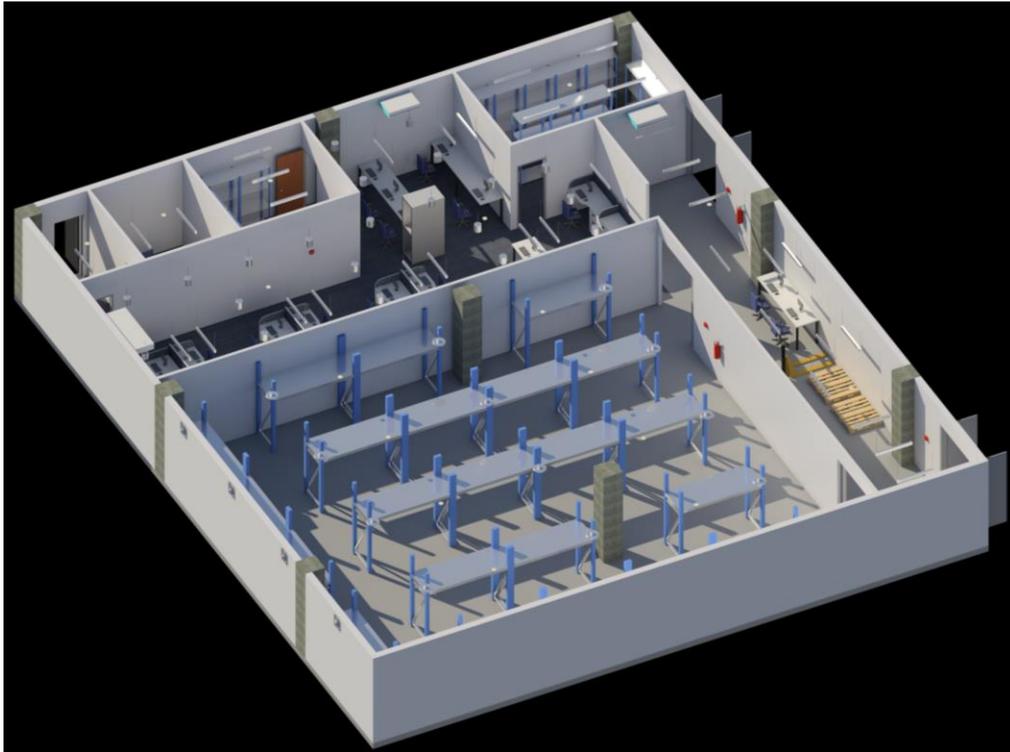


Figura 49. Vista isométrica 1. Fuente: Propia.

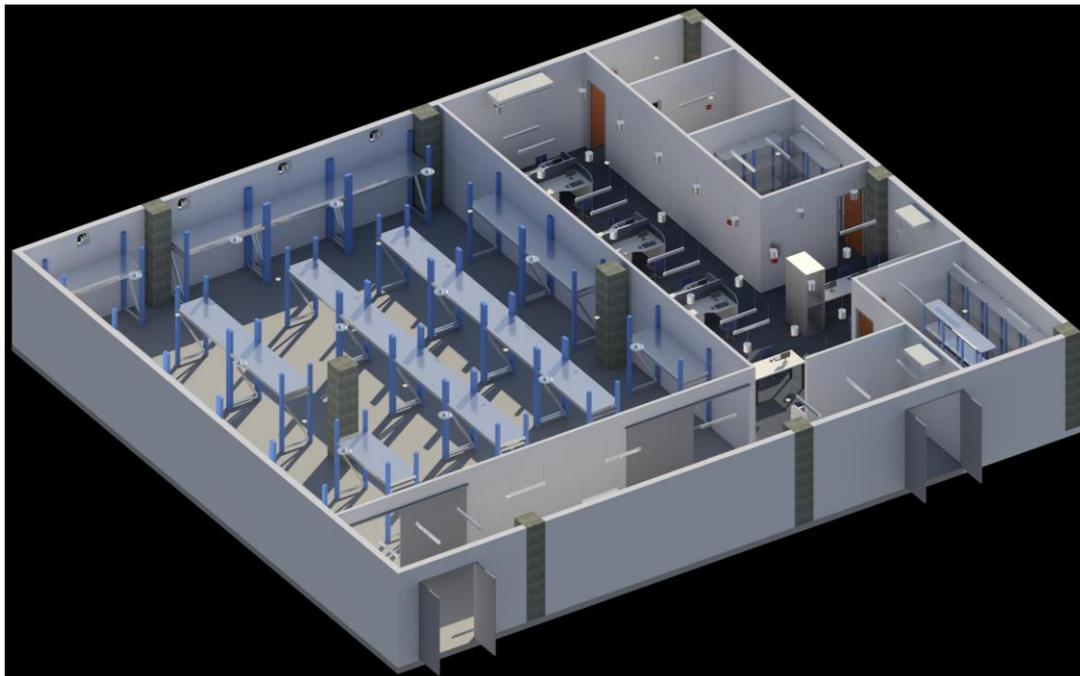


Figura 50. Vista isométrica 2. Fuente: Propia.

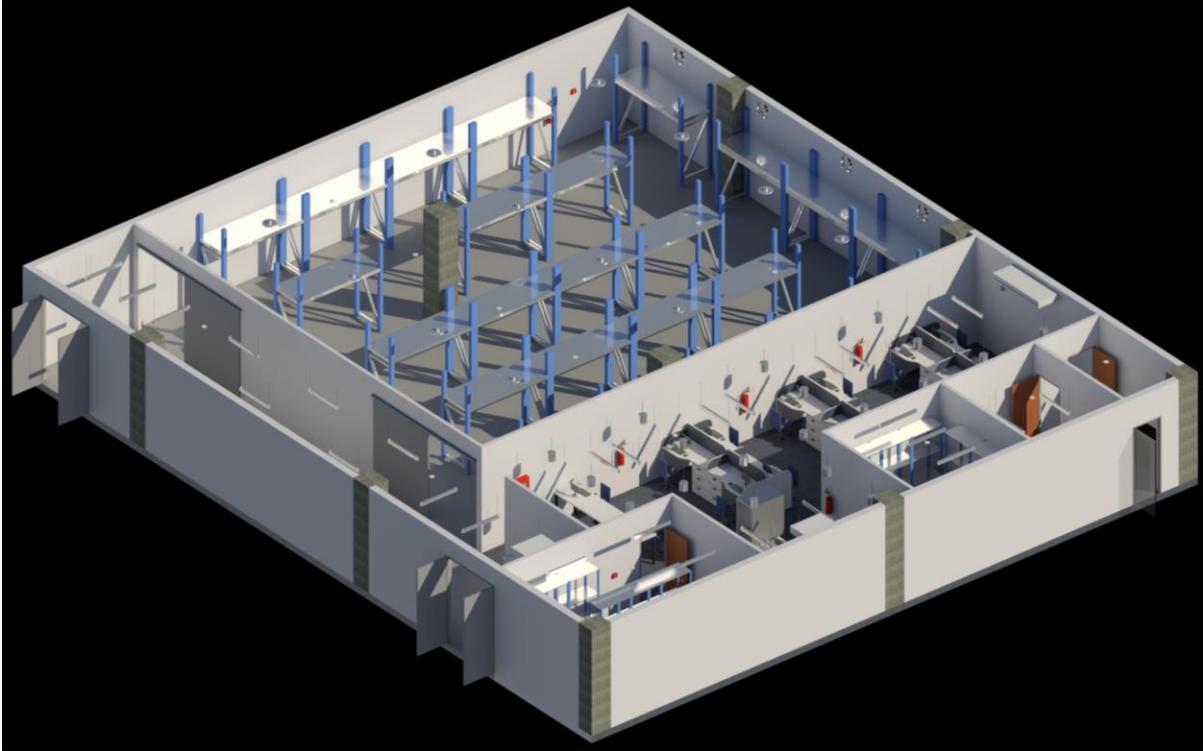


Figura 51. Vista isométrica 3. Fuente: Propia.

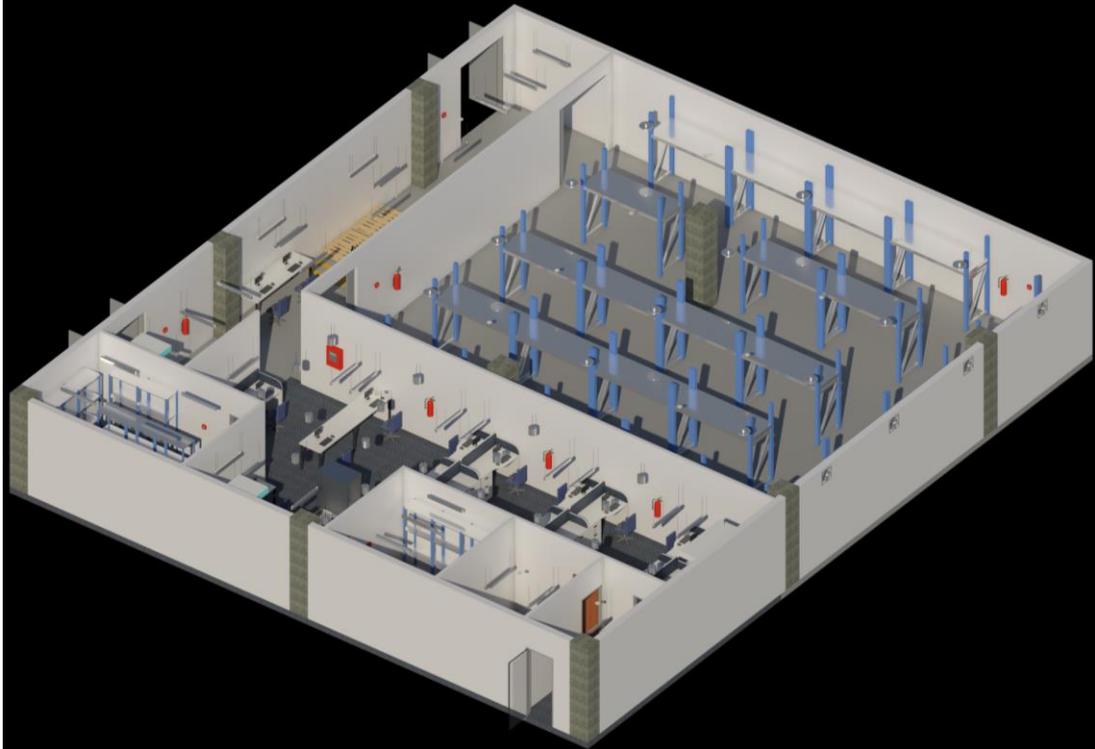


Figura 52. Vista isométrica 4. Fuente: Propia.

Para observar con mayor detalle las vistas tridimensionales de la propuesta de diseño, ver el Anexo 8.

5.7. Estimado de costos

Tabla 18. *Estimado de costos asociados con el proyecto.*

Partida	Sistema	Concepto	Costo unitario (USD)	Cantidad	Sub-total (USD)
Costos Directos (Equipos principales)	A/A y Ventilación	Aire acondicionado split LG Inverter 42700 BTU/h	5.157,77	1	5.157,77
		Aire acondicionado split LG Inverter 23900 BTU/h	3.017,47	2	6.034,94
		Ventilador helicoidal Soler & Palau HXBR-315 ECOWATT	476,02	4	1.904,08
	Contra incendio	Panel de control de alarma contra incendio Pertronic F16e	650,00	1	650,00
		Detector	57,90	16	926,40
		Estación manual de alarma	40,99	9	368,91
		Luminarias de emergencia	36,00	10	360,00
		Extintor portátil polvo químico seco ABC 6 kg	84,00	7	588,00
	Iluminación	Luminaria Philips LuxSpace Downlight	59,65	21	1.252,65
		Luminaria industrial Phiplips CoreLine	403,50	12	4.842,00
		Luminaria Philips TrueLine	359,06	35	12.567,10
	Eléctrico	Tomacorriente	10,00	53	530,00
		Interruptor	15,00	7	105,00
		Tablero eléctrico	75,00	1	75,00
		Breaker termomagnético 15 A	6,00	4	24,72
		Breaker termomagnético 20 A	1,00	4	3,94
		Breaker termomagnético 60 A	2,00	4	7,68
		Total Costos Directos (40%)			
	Costos Indirectos	Total Costos Indirectos (60%)			53.097,29
		Sub-Total			88.495,48

	Contingencia (20%)	17.699,10
	Costo Total (USD)	106.194,57
	Costo Total (BsS) (Tasa DICOM 19 de Octubre 2018 = 62,88 BsS)	6.677.514,5

Fuente: Propia.

6. CAPÍTULO VI: MODELO OPERATIVO

En el presente capítulo se describe la metodología a usar para el diseño en futuras investigaciones, de la ingeniería conceptual y básica de una instalación con fines de almacenamiento, cubriendo el estudio de la distribución más efectiva, la conceptualización de sus sistemas auxiliares y la evaluación de los recursos financieros para la determinación de la factibilidad de proseguir con el proyecto. De esta manera, se muestra el paso a paso a seguir en el esquema representado en la Figura 53.

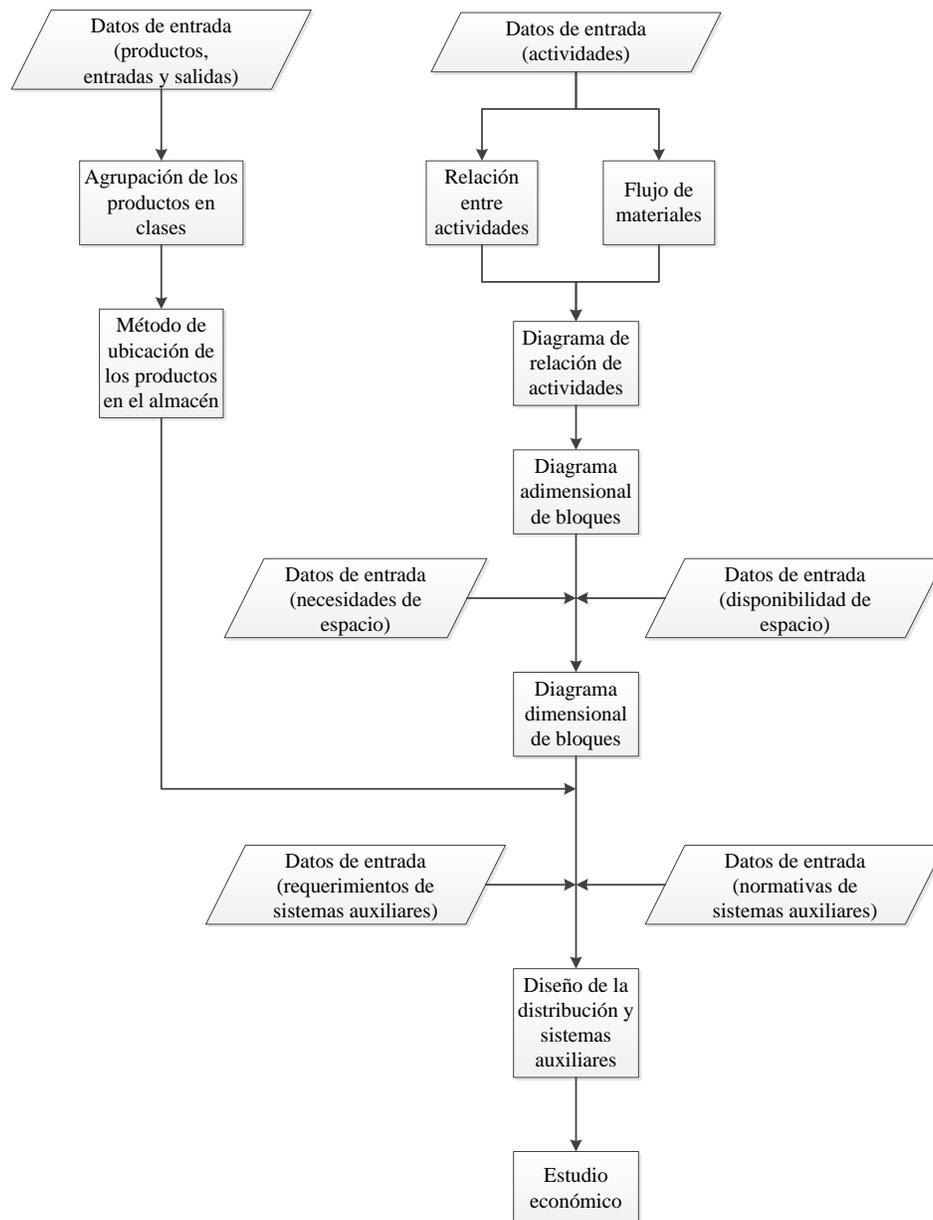


Figura 53. Diagrama del modelo operativo. Fuente: Propia.

CONCLUSIONES

Con respecto al primer objetivo específico del trabajo de grado que consiste en la caracterización de los procesos llevados a cabo en la instalación actual, se concluye que se cumple en su totalidad ya que, en primer lugar se estudian a profundidad las actividades llevadas a cabo, se identifican las consideradas como medulares, es decir, aquellas que tienen influencia sobre los equipos almacenados y se desarrollan flujogramas para cada una de ellas. Luego, a partir de tal información se analizan las interrelaciones entre las actividades y se desarrolla el diagrama de flujo general de las unidades a través del almacén, el cual era el fin último de esta sección.

Por otro lado, en cuanto al segundo objetivo relacionado con la caracterización de los productos almacenados, desarrollando un sistema de clasificación para la ubicación de las existencias en la instalación, se concluye que se cumple parcialmente. Esto se debe a que existen numerosos problemas con las bases de datos del inventario, registros de entradas y salidas de la instalación actual, de manera que es imposible obtener la información cuantitativa requerida para el desarrollo del análisis de clúster. Por tal motivo y con el fin de mostrar a manera de ejemplo los resultados que se pueden obtener a partir de esta técnica, se fabrican variables ficticias para suplementar las deficiencias encontradas y así dar cumplimiento parcial a lo planteado.

Posteriormente, se desarrolla el diagrama de relación de actividades haciendo uso de la aplicación informática “CoreLab” y a través de este se determina la necesidad de proximidad entre departamentos. Igualmente, se elabora el diagrama adimensional de bloques ideal y luego se reorganiza de acuerdo con el flujo general de las unidades, de manera que se halla la distribución en planta óptima para el nuevo almacén, concluyendo a plenitud el tercer objetivo del proyecto.

Adicionalmente, se verifica la disponibilidad de espacio suficiente en la ubicación estipulada para la construcción del almacén, a través del desarrollo del diagrama dimensional de bloques. Igualmente, se desarrollan los cálculos pertinentes para el dimensionamiento y selección de equipos mayores de los distintos sistemas auxiliares. Luego, se elabora mediante la herramienta informática “AutoCAD” la propuesta de diseño del nuevo almacén. De manera que,

se puede concluir que el cuarto objetivo específico, relacionado con el estudio de la disponibilidad de espacio y necesidades de sistemas auxiliares se logra cumplir en su totalidad.

Finalmente, se cumple con el propósito de estimar los recursos financieros necesarios para la implementación de la propuesta ya que, por la fase de desarrollo en la que se encuentra la misma, es suficiente con determinar los costos de los equipos mayores a ser instalados para así deducir el monto total requerido, de manera que la organización puede evaluar la factibilidad de proseguir con las siguientes fases del proyecto.

RECOMENDACIONES

Con respecto a la caracterización de los procesos, es conveniente llevar a cabo la estandarización de los mismos a partir de los flujogramas elaborados en el presente trabajo de grado ya que, durante su elaboración fue posible percibir un alto grado de confusión entre el personal del almacén actual en cuanto a la secuencia de las actividades a realizar por la gran movilidad laboral del área. Por tal motivo, dicha información se obtiene a partir de la observación directa y la discusión con los coordinadores, sin embargo se recomienda hacerla pública y distribuirla entre los empleados para así solventar los problemas de comprensión y garantizar un mejor desarrollo de las operaciones.

Por otro lado, en referencia a la caracterización de los productos, se recomienda para la realización de futuras investigaciones verificar previo a la elaboración del análisis de clúster la confiabilidad de los datos existentes ya que, se requiere de una gran cantidad de ellos para que se pueda identificar el comportamiento de los parámetros evaluados con un grado alto de apego a la realidad estudiada. De igual manera, se recomienda a la empresa establecer procedimientos estandarizados para el registro de las unidades en las bases de datos, de manera que se pueda evitar la colocación de existencias repetidas, con múltiples descripciones y por otro lado, se pueda dar continuidad a los datos en caso de que los trabajadores abandonen la empresa.

En cuanto a la determinación de la relación entre actividades, se recomienda para la elaboración de futuras investigaciones, identificar no sólo el flujo de unidades a través de la instalación sino incluso el flujo del personal ya que, puede suceder como en el presente trabajo de grado que por razones de seguridad resulta conveniente mantener separado el flujo del personal administrativo que nunca interviene los equipos, del flujo del personal que si lo hace. De esta manera, empleando la misma herramienta se pueden contemplar ambos parámetros y evitar así que la instalación no se adapte efectivamente a las necesidades de operación en fases posteriores del proyecto.

Por otro lado, con respecto a la verificación de la disponibilidad de espacios se recomienda tener en cuenta desde el inicio del proyecto las áreas de superficie mínima libre recomendadas para el personal, así como los espacios de circulación necesarios tanto para los trabajadores como para los equipos de manejo de unidades, de manera que el diseño obtenido sea

realmente cómodo para el desarrollo de sus actividades diarias. En cuanto al diseño de los sistemas auxiliares, se recomienda consultar la normativa vigente en el lugar de realización del estudio ya que, dependiendo del país de ejecución los requerimientos legales pueden cambiar y alterar así el resultado final.

Finalmente, es recomendable a la hora de realizar un estimado financiero como el desarrollado en el presente estudio, contar con los costos más precisos posibles de los equipos mayores a ser instalados ya que, como el resto de los recursos necesarios se deducen a partir de ellos, tienen gran impacto en el resultado final. Por tal razón, los costos registrados en el trabajo de grado se obtienen directamente de la listas de precios publicadas por los fabricantes de los equipos.

REFERENCIAS

American Association of Cost Engineering (AACE). (2016). *Cost Estimate Classification System*. (18R-97). Recuperado de: https://web.aacei.org/docs/default-source/toc/toc_18r-97.pdf?sfvrsn=4

Arias, F. (1999). *El Proyecto de Investigación: Guía para su elaboración*. Recuperado de <http://www.smo.edu.mx/colegiados/apoyos/proyecto-investigacion.pdf>

Asociación Americana de la Ingeniería de Costos. (2005). *Sistema de Clasificación para Costos Estimados-Como aplicarlo en ingeniería, contratación y construcción para los procesos industriales*. (18R-97). Recuperado de: https://www.academia.edu/27546015/AACE_Sistema_de_Clasificacion_de_Costos_Estimados

Balestrini, M. (2006). *Como se Elabora el Proyecto de Investigación*. Recuperado de https://issuu.com/sonia_duarte/docs/como-se-elabora-el-proyecto-de-inve

Carrier Air Conditioning Company. (1980). *Manual de Aire Acondicionado*. Nueva York: McGraw-Hill. Recuperado de: <https://www.scribd.com/doc/131711461/Carrier-Manual-de-Aire-Acondicionado>

Covenin. (2002). *Sistemas de Detección, Alarma y Extinción de Incendios en Edificaciones. Parte 5: Almacenes*. (823-5:2002). Recuperado de <http://www.medicinalaboraldevenezuela.com.ve/archivo/covenin/bomberos/normas%20823/823-5.pdf>

Covenin. (1989). *Estación Manual de Alarma*. (758-89). Recuperado de <https://pandectasdigital.blogspot.com/2018/05/norma-covenin-758-89-estacion-manual-de.html>

Covenin. (1998). *Características de los Medios de Escape en Edificaciones según el tipo de ocupación*. (810:98). Recuperado de <https://pandectasdigital.blogspot.com/2018/05/norma-covenin-810-98-caracteristicas-de.html>

Covenin. (1989). *Extintores Portátiles. Generalidades*. (1040-89). Recuperado de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1040-89.pdf>

- Covenin. (1999). *Tablero Central de Detección y Alarma de Incendio*. (1041-99). Recuperado de <https://edoc.site/covenin-1041-99-pdf-free.html>
- Covenin. (1980). *Detectores. Generalidades*. (1176-80). Recuperado de <https://pandectasdigital.blogspot.com/2018/05/norma-covenin-1176-80-detectores.html>
- Covenin. (1999). *Código Eléctrico Nacional*. (200:1999). Recuperado de <http://www.arquitectosrp.com/archivo/download/COVENIN%20200200-1999%20Código%20Eléctrico%20Nacional.pdf>
- Covenin. (2000). *Ventilación de los Lugares de Trabajo*. (2250:2000). Recuperado de http://fastmed.com.ve/wp-content/uploads/2014/07/2250-2000_Ventilacion_de_los_lugares_de_trabajo.pdf
- Drury, J. & Falconer, P. (2003). *Buildings for Industrial Storage and Distribution*. Massachusetts: Architectural Press.
- Fernández, S. (2011). *Análisis de Conglomerados*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado de <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/SEGMENTACION/CONGLOMERADOS/conglomerados.pdf>
- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela. (1973). *Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo*. (1631). Recuperado de <http://www.medicinalaboraldevenezuela.com.ve/archivo/RCHST.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1997). *Real Decreto 486: Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo*. Recuperado de: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/1997/486_97/PDFs/realdecreto4861997de14deabrilporelqueseestablecenlas.pdf
- Márquez, B. (2004). *Desarrollo de una Herramienta Informática basada en el Algoritmo Corelap para la Optimización de Distribuciones en Planta*. (Tesis de Pregrado). Universidad de Sevilla, España.

Meyers, F. & Stephens, M. (2006). *Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales*. México: Pearson Educación.

Muther, R. (1970). *Distribución en Planta*. Nueva York: McGraw-Hill

NFPA. (1999). *Símbolos de Seguridad Contra el Fuego*. (170). Recuperado de <https://es.slideshare.net/zaocpc76/norma-nfpa-170-simbolos-de-seguridad-contra-fuegos>

NFPA. (2000). *Código de Seguridad Humana*. (101). Recuperado de <http://www.ms.gba.gov.ar/sitios/psst/files/2016/11/NFPA-101Codigo-de-Seguridad-Humana.pdf>

PDVSA. (1999). *Guía de Generación de Proyectos de Inversión de Capital*. Recuperado de: <https://www.scribd.com/document/77942952/Guia-GGPIC-COMPLETA>

Redondo, D. (2015). *Guía Metodológica para la Elaboración de un Flujoograma*. Valladolid: Universidad de Valladolid. Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/12095/5/GUIA%20METODOLÓGICA%20PARA%20LA%20ELABORACIÓN%20DE%20UN%20FLUJOGRAMA.pdf>

Sabino, C. (1992). *El Proceso de Investigación*. Recuperado de <http://www.iutep.tec.ve/uftp/images/Descargas/materialwr/libros/CarlosSabino-ElProcesoDeInvestigacion.PDF>

Sampieri, R., Collado, C. & Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Recuperado de https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612-mtis_sampieri_unidad_1-1.pdf