



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE
REGISTRO DE INVENTARIO DE EQUIPO Y MAQUINARIA MENOR CON LA HERRAMIENTA
SAP PARA EL DEPARTAMENTO DE EQUIPO Y SOPORTE DE UNA CONSTRUCTURA**

Edgar Andrés Caballeros García

Asesorado por MBA ING. Boris Rolando Campos González

Guatemala, junio de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE
REGISTRO DE INVENTARIO DE EQUIPO Y MAQUINARIA MENOR CON LA HERRAMIENTA
SAP PARA EL DEPARTAMENTO DE EQUIPO Y SOPORTE DE UNA CONSTRUCTURA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDGAR ANDRÉS CABALLEROS GARCÍA

ASESORADO POR MBA ING. BORIS ROLANDO CAMPOS GONZÁLEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE REGISTRO DE INVENTARIO DE EQUIPO Y MAQUINARIA MENOR CON LA HERRAMIENTA SAP PARA EL DEPARTAMENTO DE EQUIPO Y SOPORTE DE UNA CONSTRUCTURA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 7 de agosto de 2020.

Edgar Andrés Caballeros García

Ref. EEPFI-0440-2021

Guatemala, 24 de marzo de 2021

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Ing. Urquizú:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: **PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE REGISTRO DE INVENTARIO DE EQUIPO Y MAQUINARIA MENOR CON LA HERRAMIENTA SAP PARA EL DEPARTAMENTO DE EQUIPO Y SOPORTE DE UNA CONSTRUCTURA**, presentado por el estudiante **Edgar Andrés Caballeros García** carné número **201113903**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Gestión Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Boris Rolando Campos González

Ingeniero Industrial
Colegiado No. 15,966

Mtro. Boris Rolando Campos González
Asesor

Mtro. Carlos Humberto Aroche
Coordinador de Maestría
Gestión Industrial – Fin de Semana



Mtro. Edgar Darío Álvarez Coti
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-031-2021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE REGISTRO DE INVENTARIO DE EQUIPO Y MAQUINARIA MENOR CON LA HERRAMIENTA SAP PARA EL DEPARTAMENTO DE EQUIPO Y SOPORTE DE UNA CONSTRUCTURA**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Andrés Caballeros García**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2021

DTG. 241.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE REGISTRO DE INVENTARIO DE EQUIPO Y MAQUINARIA MENOR CON LA HERRAMIENTA SAP PARA EL DEPARTAMENTO DE EQUIPO Y SOPORTE DE UNA CONSTRUCTURA**, presentado por el estudiante universitario: **Edgar Andrés Caballeros García**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Ariabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, junio de 2021.

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por bendecir y permitirme lograr esta meta.
Mis padres	Edgar Augusto Caballeros y Olga Leticia García, por el amor, el apoyo y los recursos brindados para terminar mi carrera.
Mi familia	Mónica, Luis Pedro Caballeros, Estefanía Rodríguez y Melissa Elías, por el apoyo y estar siempre presente en mi vida.
Mis abuelos	Manuel García (q. e. p. d.) y Cesar Augusto Caballeros (q. e. p. d.) que bendicen y cuidan desde el cielo. A Estela Porras y Amalia Caballeros por el apoyo y ser pilares de mi vida.
Mis amigos	Luis Galindo, Imelda Alvarez, José García, Diego Prem y Estefanía Barillas por vivir conmigo esta experiencia académica, por el apoyo y su valiosa amistad.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

A la gloriosa Tricentenaria, por ser mi casa de estudios y permitir mi formación académica como profesional.

Facultad de Ingeniería

Por forjarme y desarrollar en mí las habilidades científicas y técnicas, que me permitieron obtener el título de ingeniera industrial.

Mi familia

Gracias por darme la fuerza, recursos y apoyo para cumplir esta meta académica.

Mis amigos

Gracias por pertenecer a este logro, por el apoyo y por siempre estar en las buenas y en las malas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
3.1. Definición del problema	5
3.2. Descripción del problema	5
3.3. Formulación del problema	6
3.3.1. Pregunta central.....	6
3.3.2. Preguntas auxiliares.....	6
3.4. Delimitación del problema.....	6
3.5. Consecuencias de la investigación	7
4. JUSTIFICACIÓN	9
5. OBJETIVOS.....	11
5.1. General.....	11
5.2. Específicos	11
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	13

7.	MARCO TEÓRICO	15
7.1.	Empresa constructora	15
7.1.1.	Descripción de la empresa	15
7.1.1.1.	Definición de una empresa constructora	15
7.1.1.2.	Funciones de una empresa constructora	15
7.1.1.3.	Tipos de construcción	18
7.1.1.4.	Industria de la construcción en Guatemala	22
7.1.2.	Departamento de Equipo y Soporte	24
7.1.2.1.	Estructura	25
7.1.2.2.	Equipo rentado	26
7.1.2.3.	Equipo propio	26
7.1.2.4.	Bodega central.....	27
7.1.2.5.	Bodegas de proyectos	27
7.2.	Logística.....	28
7.2.1.	Maquinaria menor y equipo de construcción.....	28
7.2.1.1.	Equipo de encofrado.....	28
7.2.1.2.	Maquinaria de combustión.....	29
7.2.1.3.	Maquinaria eléctrica.....	30
7.2.2.	Distribución de la maquinaria menor y equipo	30
7.2.2.1.	Tipos de transporte	30
7.2.2.2.	Proceso de traslado de equipo	31
7.2.3.	Inventario de maquinaria menor y equipo	32
7.2.3.1.	Kárdex de equipo propio.....	32
7.2.3.2.	Levantado de inventario.....	33
7.2.3.3.	Consolidación de inventarios	34
7.3.	SAP Business One.....	35

7.3.1.	Sistema ERP	35
7.3.2.	Definición de SAP BO	35
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	37
9.	METODOLOGÍA	39
9.1.	Enfoque	39
9.2.	Diseño	39
9.3.	Tipo	39
9.4.	Alcance.....	40
9.5.	Variables e indicadores	40
9.6.	Fases.....	41
9.7.	Resultados esperados	42
9.8.	Población y muestra	42
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	45
11.	CRONOGRAMA.....	47
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	49
13.	REFERENCIAS.....	51
14.	APÉNDICES	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución	14
2.	Interdependencia e interacción de las funciones	17
3.	Construcción residencial	19
4.	Construcción comercial	20
5.	Construcción Industrial	21
6.	Construcción pública	22
7.	Crecimiento anual del sector construcción	23
8.	Metros cuadrados de construcción autorizados 2016 – 2019	24
9.	Organigrama del Departamento de Equipo y Soporte	25
10.	Proceso de traslado de equipo menor	31
11.	Proceso de compra de equipo y maquinaria nueva	33
12.	Cronograma	47

TABLAS

I.	Insumos, transformaciones y productos de una empresa constructora	18
II.	Operativización de variables	40
III.	Muestra del estudio	42
IV.	Presupuesto	50

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
=	Igual que
x	Multiplicación
Z	Nivel de confianza
d	Precisión
%	Porcentaje
q	Probabilidad en contra
p	Proporción esperada
Q	Quetzal unidad monetaria
n	Tamaño de la muestra
N	Total de la población

GLOSARIO

Eficiencia	Capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función.
Equipo de construcción	Conjunto de elementos necesarios para realizar una actividad constructiva.
Inventario	Lista ordenada de bienes y demás cosas valorables que pertenecen a una persona, empresa o institución.
Licitación	Sistema por el que se adjudica la realización de una obra o un servicio, generalmente de carácter público, a la persona o la empresa que ofrece las mejores condiciones.
Sistema ERP	Enterprise Resource Planning, que significa “Sistema de Planificación de Recursos Empresariales”.

RESUMEN

Para ejecutar un proyecto de construcción, ya sea pequeño como una casa o grande como un centro comercial, la empresa constructora depende de equipo y maquinaria para poder moldear o transformar los insumos, para soportar entresijos y losas, y para darle solución a problemáticas que surgen durante el proyecto.

Es importante tener el equipo y tenerlo en óptimas condiciones, pero es igual de importante saber cuánto equipo se tiene y llevar un adecuado control de inventario. El control de inventario brinda efectividad de uso y correcta coordinación entre los diferentes proyectos que tenga la empresa, ya que el equipo debe tener rotación y se evitan compras innecesarias.

La herramienta SAP tiene la capacidad para llevar este tipo de control. Brinda el beneficio de contener la información, de clasificarla e interpretarla. El control de inventarios en SAP no solo le da un valor agregado al Departamento de Equipo y Soporte, sino le suma a la empresa y a su directiva. Hoy en día tener la información previa es vital para ejecutar cualquier proyecto. La Directiva, gerentes y residentes tendrán acceso a estos inventarios en tiempo real para tomar decisiones eficientes en futuros proyectos.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en una sistematización mediante la herramienta SAP para la mejora del registro de inventario del equipo y maquinaria menor de una empresa constructora.

La empresa constructora lleva un inadecuado registro de inventarios de maquinaria y equipo de construcción, esto dificulta conocer de inmediato la ubicación del equipo y atrasa la planificación del equipo de construcción de nuevos proyectos.

La importancia de la mejora para el departamento de equipo y soporte es poder recopilar y actualizar los inventarios de equipo en un menor tiempo, esto surge debido a la demora en el proceso de recopilación.

El beneficio que se obtiene con este trabajo de investigación es un proceso mejorado de recopilación por la herramienta SAP, en dicha herramienta se registrarán día a día los movimientos de equipo y se agilizará el procedimiento para reportar un inventario general.

El esquema que se ensayará en la solución consta con una revisión documental del proceso, un diagnóstico, el análisis de la problemática, determinación de los factores de mejora y conocer los beneficios.

El enfoque del trabajo de investigación es mixto, con análisis cuantitativo, cualitativo y análisis mediante la observación, el diseño de la solución es no experimental, y el tipo y alcance es descriptivo.

El trabajo de investigación es factible porque se cuenta con los recursos necesarios para ejecutar las diferentes fases del trabajo de investigación.

En el primer capítulo de esta investigación corresponde al marco teórico, donde se realizará una revisión de la teoría con relación a la empresa constructora y el Depto. de Equipo y Soporte, a la logística entorno al equipo y a la herramienta SAP.

En el segundo capítulo corresponde a la presentación de resultados, donde se realizará un diagnóstico del proceso de inventario de equipo para identificar los puntos críticos de mejora. Además, se presentará la propuesta del proceso para llevar el registro del equipo en SAP.

El tercer capítulo se realizará la discusión de resultados para analizar el impacto y beneficio de la propuesta sobre la empresa constructo.

2. ANTECEDENTES

Las constructoras nacionales e internacionales se han encontrado con la necesidad de llevar el registro de maquinaria y equipo que utilizan para ejecutar pequeños y grandes proyectos de desarrollo. La incertidumbre de la ubicación y cantidad existente de equipo ha hecho que las empresas constructoras plasmen estudios sobre cómo llevar un adecuado inventario de la maquinaria y equipo.

Granados, Latorre y Ramírez (2005), destacan la importancia de la contabilización de inventarios, uno de los objetivos que se debe cumplir es la detección de faltantes continuos o sistemáticos, niveles de deterioro y la obsolescencia de lo inventariado.

El enfoque en la importancia del inventario de estos autores será de aporte para clasificar uno de los resultados de los inventarios de maquinaria y equipo. Al iniciar un levantado de inventario, se debe asumir la posibilidad de que se reflejara equipo extraviado y equipo deteriorado, y que es importante establecer un proceso correctivo y preventivo para mitigar dichos resultados.

Ullauri (2016), destaca que la ventaja de un ERP (Enterprise Resource Planning) es que se puede manejar la información de una empresa de forma fiable y en tiempo real, esto se debe a que la base de datos cuenta con información exacta y que constantemente hay mejoras en el sistema. Un ERP incrementara la asertividad y eliminara la improvisación por carecer de información. También resalta que SAP Business One está orientado al futuro, ya que es una la aplicación clave para un ERP y pone a disposición interfaces

básicas para fuentes de datos internos y externos para la elaboración de informes.

El trabajo de Ullauri (2016) brinda el aporte de que SAP Business One es adecuado para llevar el registro y manejo de la información de un inventario donde existirán varias clasificaciones, y varios ingresos y egresos de maquinaria y equipo. Lo más importante es la fiabilidad, el fácil manejo y la adaptabilidad de los datos.

Dressel (1976), destaca que los equipos de encofrados y andamiaje pueden llegar a contarse a unos miles en constructoras medianas, por lo que pretender el control de inventario de este equipo, recae en un elevado costo de mano de obra y tiempo.

El aporte de Dressel (1976) servirá de guía para prever y asumir el costo de los inventarios de equipo de obra falsa. Dicho equipo es complejo y muy difícil de contar, su revisión y conteo se realiza hasta que un proyecto concluye y se traslada a la bodega central.

Según Ramírez y Salinas (2011), destacan que el costo de conservación se relaciona al mantenimiento y preservación física de los inventarios, por ejemplo, al personal que brinda el mantenimiento, alquileres de bodega y la reparación de instalaciones.

El aporte de Ramírez y Salinas (2011) demuestra que se debe contemplar costos de inventario, en el caso de las constructoras, deben asumir el costo del personal de mantenimiento y que levantara los inventarios. La bodega Central y la bodega de cada proyecto deben contar con personal capacitado y suficiente para recopilar la información a registrar.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Definición del problema

Inadecuado registro de inventarios de maquinaria y equipo de construcción, esto dificulta conocer de inmediato la ubicación del equipo y atrasa la planificación del equipo de construcción de nuevos proyectos.

3.2. Descripción del problema

En el gremio de la construcción es indispensable saber con qué equipo y maquinaria se cuenta para licitar, planificar y ejecutar un proyecto. La directiva, gerencia e ingenieros residentes toman decisiones basadas en la disponibilidad del equipo. El equipo más importante es puntal, andamios, vigas, formaletas, equipo de combustión, equipo eléctrico, entre otros. Actualmente, el inventario de equipo, de la bodega central y las bodegas de los proyectos activos, se registran en un Kapex manual y en Excel.

Mes a mes, en los últimos 6 meses, se ha consolidado todos los Kapex en un inventario general, y cada mes las cantidades son inexactas. Esta consolidación toma alrededor de una semana; dos días para que los bodegueros actualicen los movimientos, y tres días para revisar y cargar la información. Este proceso no permite tener, en tiempo real, los movimientos y ubicación del equipo.

3.3. Formulación del problema

La formulación del problema se compone de la pregunta central y las preguntas auxiliares de las ineficiencias identificadas.

3.3.1. Pregunta central

¿Cómo SAP Business One mejorara el registro, control y presentación del inventario de equipo de construcción?

3.3.2. Preguntas auxiliares

- ¿Qué actividades involucran el proceso de recopilación de los datos para consolidar un inventario de equipo de construcción?
- ¿Qué factores se deben mejorar en el levantado y registro del inventario de equipo?
- ¿Qué beneficios tiene la utilización de SAP Business One en el registro, control y recopilación del inventario de equipo para el Departamento de Equipo y Soporte?

3.4. Delimitación del problema

La mejora en el proceso de consolidación de inventarios de equipo se realizará en el Departamento de Equipo y Soporte de la constructora Construcciones y Consultoría S.A. (CONSULTA). El proyecto tendrá una duración de 12 meses.

3.5. Consecuencias de la investigación

Un adecuado proceso de registro y control de inventario beneficia a los bodegueros agilizando la tarea de registrar las entradas y salidas del equipo, beneficia la recolección de datos e interpretación de un inventario general y beneficia, a la directiva y gerencia, en la toma de decisiones en la ejecución de proyectos activos y nuevos.

El tener un ineficiente proceso de consolidación del inventario causara la incertidumbre de cuanto equipo se tiene disponible, y no saber esto con certeza o en el momento indicado, causara gastos innecesarios en la renta o subcontratación de equipo.

4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación se perfila dentro de la línea de investigación gestión de almacenamiento, inventarios y distribución de la Maestría en Gestión Industrial. El curso que se relaciona con la línea de investigación es Logística, en el cual se analiza la importancia de contar con adecuados procesos de inventarios.

La importancia para el departamento de equipo y soporte es poder recopilar y actualizar los inventarios de equipo en un menor tiempo, esto surge debido a la demora en el proceso de recopilación.

La necesidad que se tiene de realizar este trabajo de investigación es de mejorar el proceso de levantado y recopilación de inventarios para agilizar el reporte de equipo de construcción disponible y en uso.

La motivación del investigador en el presente trabajo surge de la experiencia como jefe de equipo propio de la constructora y de la necesidad de mejorar el proceso de inventario, con la finalidad de siempre tener un reporte actualizado de equipo y que se consolide en un menor tiempo.

El beneficio que se obtiene con este trabajo de investigación es un proceso mejorado de recopilación por la herramienta SAP, en dicha herramienta se registrarán día a día los movimientos de equipo y se agilizará el procedimiento para reportar un inventario general.

Los principales beneficiarios de esta investigación son: la empresa en primera instancia, al poder conocer cuánto equipo propio tienen y al tener la información inmediata, el jefe de equipo propio, y los bodegueros, al reducir el tiempo recopilación del inventario.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Mejorar el proceso de registro de inventario de equipo y maquinaria menor con la herramienta SAP para el Departamento de Equipo y Soporte de una constructora

5.2. Específicos

- Identificar las actividades que involucran el proceso de recopilación de datos del inventario de equipo de construcción.
- Analizar los factores a mejorar en el levantado y registro del inventario de equipo de construcción.

Determinar los beneficios de la utilización de SAP Business One en el registro, control y recopilación del inventario de equipo para el Departamento de Equipo y soporte.

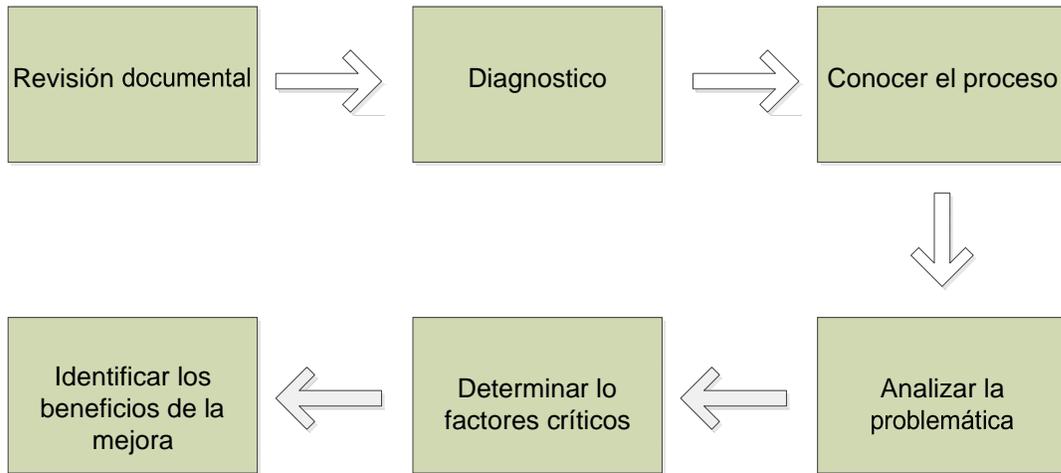
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La necesidad que surge de realizar este trabajo de investigación es de mejorar el proceso de levantado y recopilación de inventarios para agilizar el reporte de equipo de construcción disponible y en uso. Este reporte será necesario para los residentes, gerentes y directiva, para poder tomar decisión basado en la disponibilidad del equipo.

Esquema de solución para el trabajo de investigación:

- Revisión documental
- Diagnostico
- Conocer el proceso
- Analizar la problemática
- Determinar los factores críticos
- Identificar los beneficios de mejora

Figura 1. **Esquema de solución**



Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Empresa constructora

A continuación se describen las funciones y tipos de empresas constructoras.

7.1.1. Descripción de la empresa

A continuación, se describirá la definición, funciones, tipos de construcción de una empresa constructora. También se describirá la representatividad de la industria de la construcción en Guatemala.

7.1.1.1. Definición de una empresa constructora

Una empresa constructora es una entidad jurídica que integra el capital, la mano de obra directa y la mano de obra profesional para llevar a cabo construcciones. Es un negocio dedicado a transformar materia prima como; acero, arena, pedrín y cemento por medio de ingeniería para edificar casas, edificios, puentes, etc.

7.1.1.2. Funciones de una empresa constructora

En la administración de una empresa constructora existen tres funciones esenciales que deben realizar para poder producir de manera óptima, estas son las; las funciones financieras, funciones operacionales y las de mercadeo.

Dependiendo del tamaño de la empresa, estas funciones pueden dirigirse a pocas o varias personas como es el caso de las pymes. En las grandes empresas se crean departamentos que vean cada función de manera independiente.

- Función financiera

Las funciones financieras se encargan de evaluar un proyecto de construcción durante la etapa de licitación, ya que se debe asegurar que el proyecto a ejecutar es económicamente factible para la empresa.

Esta función, prácticamente, está en todas las etapas del proyecto, desde la licitación, en la ejecución y la finalización de este. Durante la ejecución se debe evaluar los recursos e imprevisto de acuerdo con el presupuesto, en la finalización se debe interpretar la inversión para determinar la utilidad generada.

- Función operacional

Las funciones operacionales son la vertebración de una empresa constructora. Es la parte de la empresa que se dedica a la ejecución del proyecto y la que planifica productos y suministros para el entorno. Esta función evaluará todas las tareas funcionales y las que no aportan valor a la operativa del proyecto. La eficacia de esta función se medirá por las metas logradas, la eficiencia por la minimización de los recursos empleados y la efectividad por el cumplimiento de ambas.

- Función de mercadeo

La función de mercadeo dependerá del giro de la constructora o su alcance. Las empresas ejecutoras concentrarán sus técnicas de mercadeo en la licitación de proyectos, donde tendrán que ofrecer sus recursos operacionales y activos para obtener un proyecto. En cambio, las empresas desarrolladoras concentraran su mercadeo a la densidad poblacional que necesite rentar o comprar un inmueble. Para realizar la función de mercadeo es necesario saber y tomar en cuenta la capacidad de la empresa, para evitar dificultades que pueden causar pérdidas y atrasos de entregas en los proyectos.

En la figura 2 se muestra que las tres funciones son interdependientes y su interacción es vital para que la empresa alcance los objetivos trazados.

Figura 2. **Interdependencia e interacción de las funciones**



Fuente: Arcudia, Pech, y Álvarez. (2005). *La empresa constructora y sus operaciones bajo un enfoque de sistemas*. Consultado el 2 de septiembre de 2020. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/467/46790104.pdf>

7.1.1.3. Tipos de construcción

Una empresa constructora se compone de los insumos, tipos de transformaciones y de los productos que pueda tener. Por lo que una empresa constructora se desglosa de la siguiente manera:

Tabla I. **Insumos, transformaciones y productos de una empresa constructora**

Insumos	Transformación	Productos
Terrenos y edificios <ul style="list-style-type: none"> • Los propios de la empresa • Los que son objeto de transformación Materiales <ul style="list-style-type: none"> • Con los que se construirá • Combustibles y energéticos Mano de obra <ul style="list-style-type: none"> • Obreros • Oficinistas • Vendedores • Diseñadores Máquinas para <ul style="list-style-type: none"> • Construir • Transportar • Diseñar • Realizar trabajos de oficina • Vender • Comprar Otros <ul style="list-style-type: none"> • Información • Tiempo 	Construir <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza, trazo, nivelación • Extraer • Transportar • Almacenar • Mezclar • Aplicar • Construir • Elaborar planos y especificaciones Administrar <ul style="list-style-type: none"> • Comprar • Vender • Contratar • Capacitar 	Bienes materiales <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura • Edificios Servicios <ul style="list-style-type: none"> • Proyectos • Mantenimiento de construcciones

Fuente: Arcudia, Pech y Álvarez. (2005). *La empresa constructora y sus operaciones bajo un enfoque de sistemas*. Consultado el 2 de septiembre de 2020. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/467/46790104.pdf>

Los tipos de construcción son los siguientes:

- Construcción residencial

La construcción residencial es exclusiva para la vivienda de las personas que cumple con sus cotidianas y principales necesidades. La más conocida es la casa u hogar, existiendo escalas de estructuras; por ejemplo, las viviendas que solo las separa una pared, como los condominios o departamentos. La construcción residencial, en el gremio, se conoce como proyecto de mediana escala y su objetivo es establecer a una persona, a varias personas o a familias.

Figura 3. **Construcción residencial**



Fuente: Esquivel. (2016). *Tipos de Construcción*. Consultado el 5 de septiembre de 2020
Recuperado de <https://www.revista.ferrepat.com/construccion/tipos-de-construccion-ideas-que-construyen-el-mundo/>

- **Construcción comercial**

La construcción comercial se compone por restaurantes, oficinas y tiendas. Las escalas en este tipo pueden variar en tamaño y concepto, los comercios pueden ser independientes o en asociación como los centros comerciales. Su objetivo es la venta y consumo de artículos o servicios, y brindar entretenimiento a las personas.

Figura 4. **Construcción comercial**



Fuente: Esquivel. (2016). *Tipos de Construcción*. Consultado el 5 de septiembre de 2020.
Recuperado de <https://www.revista.ferrepat.com/construccion/tipos-de-construccion-ideas-que-construyen-el-mundo/>

- **Construcción industrial**

La construcción industrial se compone de instalaciones con el objetivo de fabricar, procesar, desarrollar y almacenar productos o materiales. Las escalas pueden variar en tamaño, todo dependerá del giro y propósito de la industria. Las

construcciones industriales más comunes son; fabricas, zonas francas, bodegas, etc.

Figura 5. **Construcción Industrial**



Fuente: Esquivel. (2016). *Tipos de Construcción*. Consultado el 5 de septiembre de 2020.
Recuperado de <https://www.revista.ferrepat.com/construccion/tipos-de-construccion-ideas-que-construyen-el-mundo/>

- **Construcción publica**

La construcción pública se compone de la infraestructura que se promueve por medio del estado para el beneficio común de una población. La promoción y financiamiento usualmente son de las Municipalidades o del Ejecutivo.

Figura 6. **Construcción pública**



Fuente: Esquivel. (2016). *Tipos de Construcción*. Consultado el 5 de septiembre de 2020.
Recuperado de <https://www.revista.ferrepat.com/construccion/tipos-de-construccion-ideas-que-construyen-el-mundo/>

7.1.1.4. Industria de la construcción en Guatemala

El sector de la construcción es uno de los sectores más importantes de Guatemala, ya que no solo proporciona infraestructura y vivienda, sino que también proporciona desarrollo y empleo. Este sector engloba y desencadena una serie de productos y servicios que generan oportunidad de crecimiento económico a pymes. La construcción, como materia prima, utiliza concreto y acero. El insumo de cemento se produce en Guatemala y el insumo acero es importado.

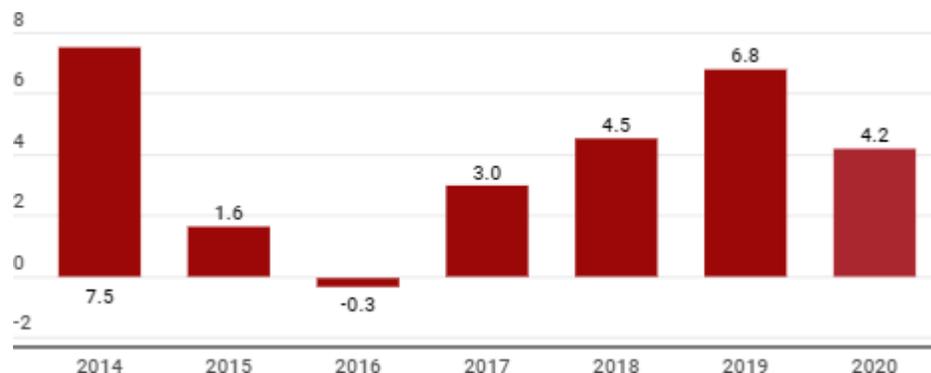
La construcción engloba a los siguientes servicios terceros:

- Servicio de soluciones de ingeniería y técnica
- Venta de equipo eléctrico
- Venta de equipo de encofrados
- Venta de insumos y materiales
- Servicio de renta de baños portátiles
- Servicio de transporte
- Servicio de depuración de basura y chatarra

El sector de la construcción emplea a un 7.5 % de la población ocupada a nivel nacional, esto equivale a 520, 190 guatemaltecos que laboran en la industria de la construcción.

El desarrollo de la construcción representa un 9.8% de PIB nacional. En la figura se muestra la fluctuación de crecimiento del sector del 2014 al 2020:

Figura 7. Crecimiento anual del sector construcción



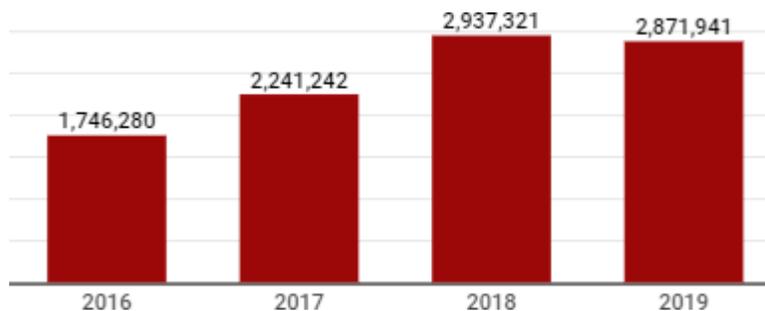
Fuente: Cámara Guatemalteca de la Construcción. (2020). *Indicadores Sector Construcción*.

Consultado el 5 de septiembre de 2020. Recuperado de

https://issuu.com/construguate/docs/bec51_digital__5_

En el 2019 le sector de la construcción cierra con 2.87 millones de metros cuadrados de construcción autorizados. Esta información corresponde a 7 municipios aledaños a la Ciudad de Guatemala.

Figura 8. **Metros cuadrados de construcción autorizados 2016 – 2019**



Fuente: Cámara Guatemalteca de la Construcción. (2020). *Indicadores Sector Construcción*. Consultado el 5 de septiembre de 2020. Recuperado de https://issuu.com/construguate/docs/bec51_digital__5_

7.1.2. Departamento de Equipo y Soporte

El Departamento de Equipo y Soporte fue creado con la finalidad de brindar apoyo administrativo y mantenimiento del equipo de construcción de cada proyecto de constructivo.

Las funciones del departamento son las siguientes:

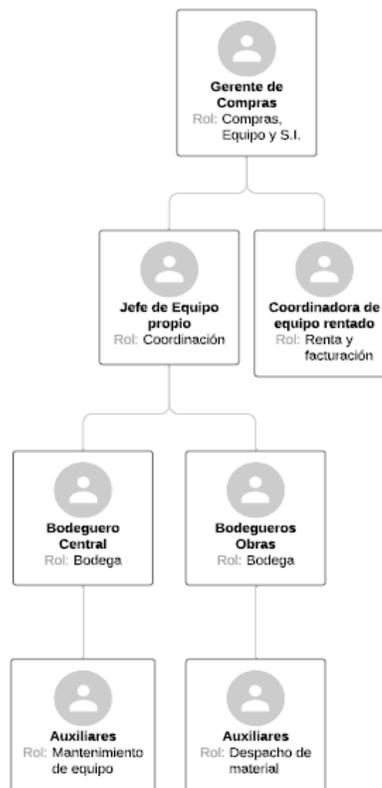
- Cotización y compra de equipo menor nuevo
- Cotización y renta de equipo menor y maquinaria pesada
- Coordinación y logística del equipo menor
- Mantenimiento y reparación de equipo menor
- Inventarios de equipo menor

- Administración de bodegueros
- Supervisión de bodegas
- Facturación de compras y reparaciones

7.1.2.1. Estructura

El organigrama del Departamento de Equipo y Soporte cuenta con la Gerente de Compras, con la Coordinadora de Equipo Rentado, con el Jefe de Equipo Propio y con los bodegueros y auxiliares de bodega.

Figura 9. Organigrama del Departamento de equipo y soporte



Fuente: elaboración propia.

7.1.2.2. Equipo rentado

El equipo rentado es parte de las cuentas por pagar de una constructora. Representan los servicios tangibles que la empresa necesita para llevar a cabo tareas e incluso para la construcción misma de un proyecto.

La justificación para rentar un equipo es porque la constructora, en sus activos, no tiene el equipo físico o no cuenta con el adecuado para una tarea. Operaciones toma la decisión, en base a factibilidad, si se renta o se compra el equipo. Muchas veces es económicamente viable rentar y no comprar, esto porque el equipo es muy caro y se utilizara muy poco o porque no tenemos el personal capacitado para darle mantenimiento.

Los equipos que más se rentan son los siguientes:

- Puntal metálico para encofrar
- Andamios metálicos para encofrar
- Formaleta para encofrar dinteles y columnas
- Viga de madera H20 para encofrar
- Compresor para lanzado de concreto
- Vibro compactadoras
- Demoledores
- Baños portátiles y servicio

7.1.2.3. Equipo propio

El equipo propio es considerado los activos de una constructora, dichos activos son lo que utiliza la constructora para ejecutar los proyectos. La vida útil de cada equipo dependerá de su naturaleza y uso.

Los equipos son cuidadosamente controlados y coordinados, se les lleva un inventario y se les da mantenimiento cuando es necesario. La compra y mantenimiento de equipo es analizada para obtener los mejores rendimientos de este.

7.1.2.4. Bodega central

La Bodega Central de la constructora es la almacenadora del equipo y material de la empresa. En esta bodega es donde se realiza los mantenimientos y reparaciones del equipo.

Las funciones de la Bodega Central, aparte de lo ya mencionando, son las siguientes:

- Carga de equipo y material para despachar a obra
- Descarga de equipo y material que proviene de obra
- Mantenimiento de equipo
- Reparación de equipo
- Inventario de equipo y material
- Limpieza y orden de la bodega y patio

7.1.2.5. Bodegas de proyectos

Las Bodegas de los proyectos de construcción son las que almacenan el equipo y material que ingresa para uso del proyecto. Su principal función es el despacho de material y el control de inventario de este.

A estas bodegas se les atribuye las siguientes funciones:

- Supervisión de carga y descarga de equipo
- Inventario de equipo y material
- Control de asistencia del personal operativo
- Elaboración y entrega de planilla
- Reporte de funciones de concreto
- Orden y limpieza de las bodegas

7.2. Logística

A continuación, se clasifican los equipos, distribución y forma de traslado, y se explicara su relación con la logística.

7.2.1. Maquinaria menor y equipo de construcción

La maquinaria menor y equipo de construcción se clasifica en encofrados, de combustión y eléctrico.

7.2.1.1. Equipo de encofrado

El equipo de encofrado son sistemas de formaleta utilizados para moldear la estructura de los proyectos, es decir, son las tarimas o la obra falsa que sostendrá la estructura de acero y el concreto de muros, columnas, vigas y losas.

Este equipo permanecerá armado como soporte hasta que las indicaciones de fraguado del concreto permitan desencofrar.

Es un equipo caro y caro de mantener, aun así, es elemental para la construcción y con una vida útil de aproximadamente cinco años. Los sistemas de encofrados más comunes son los siguientes:

- Sistema de formaleta Symons; es una formaleta de marco metálico con un fenólico de alta durabilidad.
- Sistema de formaleta Faresin; es una formaleta de marco metálico y con un fenólico de plywood.
- Sistema de viga H20; es un sistema de viga que se arma de forma cuadriculada y se le puede clavar las planchas de plywood.

Cada sistema viene con sus accesorios, los cuales son, puntales, andamios, cabezales y trípodes.

7.2.1.2. Maquinaria de combustión

La maquinaria de combustión es la que necesita de un motor a gasolina o diésel para funcionar y ejecutar una tarea. Es una maquinaria muy conveniente para la construcción porque el equipo puede movilizarse a cualquier parte del proyecto y funcionar.

La maquinaria de combustión necesita de mantenimientos preventivos, por lo que el inventario y control de uso debe ser eficaz. La maquinaria menor más combustión más común es la siguiente:

- Generadores
- Bombas de achique
- Hidro lavadoras de gasolina
- Descalificadoras

- Vibro compactadoras

7.2.1.3. Maquinaria eléctrica

La maquinaria eléctrica es la que necesita de energía eléctrica para su funcionamiento, esta maquinaria es sumamente funcional y su variedad es amplia.

La maquinaria eléctrica más común en las constructoras es el siguiente:

- Demoledores
- Rotomartillos
- Pulidoras
- Sierras
- Compresores
- Bombas sumergibles
- Bombas eléctricas de agua
- Soldadoras

7.2.2. Distribución de la maquinaria menor y equipo

A continuación se explica el proceso de logística de transporte para el traslado de maquinaria y equipo menor entre proyectos.

7.2.2.1. Tipos de transporte

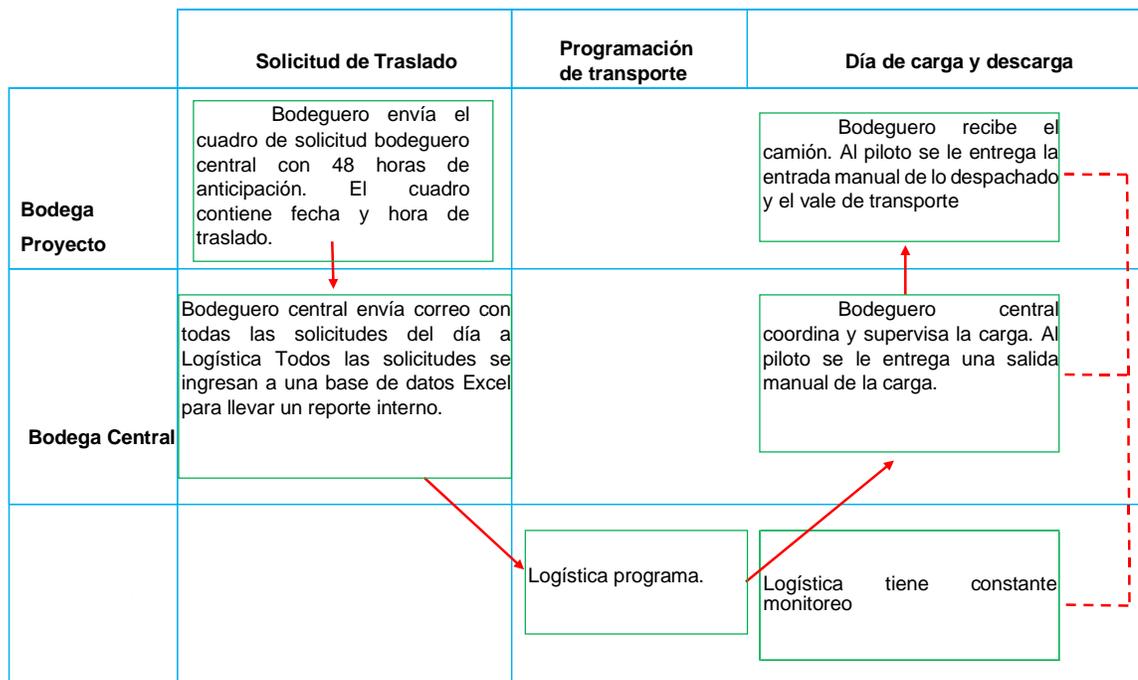
El transporte es de los servicios más importantes en la logística de construcción. El equipo se debe trasladar y se debe de trasladar en el vehículo correcto, para esto se tiene al Departamento de Logística, esta área se dedica a la contratación de servicios de transporte, su programación y coordinación.

El equipo y material utiliza dos tipos de transporte; camión y plataforma. El más común es el camión, es un transporte donde ingresa a casi todas las ubicaciones y es adecuado para cargarlo y descargarlo con montacargas. La plataforma es muy utilizada para trasladar acero, pero su logística es complicada por la magnitud del transporte.

7.2.2.2. Proceso de traslado de equipo

Los bodegueros de obra y el bodeguero central tienen un proceso establecido para trasladar el equipo propio. Es un proceso simple y básico, pero necesita supervisión. Los bodegueros deben registrar cualquier ingreso o egreso físico de material, equipo rentado o equipo propio.

Figura 10. Proceso de traslado de equipo menor



Fuente: elaboración propia.

7.2.3. Inventario de maquinaria menor y equipo

El inventario de maquinaria menor y equipo se consolida en un kárdex digital en Excel. Se cuenta con un kárdex General y se compone de todos los kárdex bodega.

7.2.3.1. Kárdex de equipo propio

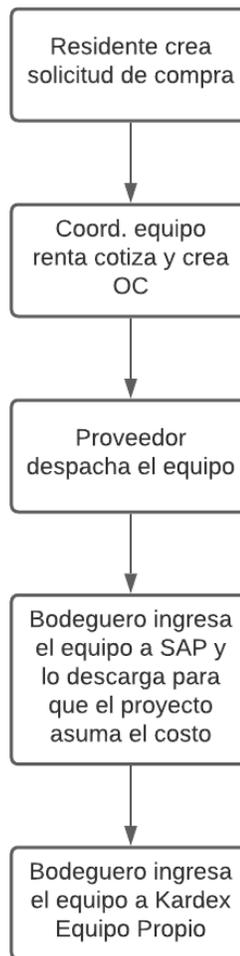
Los bodegueros llevan un registro de todos los movimientos de herramienta, equipo y maquinaria, es decir, registran todas las entradas y salidas de los traslados entre bodega central, bodegas obras y terceros contratados por servicios de reparación.

Los registros son plasmados en un Excel y se le denomina kárdex de equipo propio.

Dicho kárdex tiene la importante función de reportar fechas de entradas y salidas, y el inventario de la herramienta, equipo y maquinaria. Cada bodeguero tiene la responsabilidad de elaborar el kárdex al inicio de cada proyecto, mantenerlo actualizado y dejarlo a cero al finalizar el proyecto. Cualquier artículo que quede cargado, y que no se tenga en físico, deberá ser reportado y justificado por medio del Departamento de Auditoría.

Los equipos que se registran al kárdex de equipo propio son equipos en buen estado que se trasladan de proyecto en proyecto. En el caso que algún proyecto compre un equipo nuevo, la compra se realiza por medio de una solicitud de compra, donde se hace una cotización, una orden de compra y el costo lo absorbe el proyecto en SAP. El proceso de compra de un equipo nuevo es el siguiente:

Figura 11. **Proceso de compra de equipo y maquinaria nueva**



Fuente: elaboración propia.

7.2.3.2. Levantado de inventario

El levantado de inventario es un proceso de recolección de datos (Definición de levantado de inventario).

La finalidad de los inventarios en bodegas es para llevar un control de las cantidades de equipo y de visualizar físicamente el estado de este. En la

constructora se realizan inventarios programados realizados por el bodeguero y sus auxiliares, y se realizan inventarios de inspección que lleva a cabo Auditoría Interna.

7.2.3.3. Consolidación de inventarios

La consolidación de inventarios es la agrupación de los kárdex de todos los proyectos y se le denomina kárdex General de equipo propio. Este kárdex tiene un panorama global de las cantidades, estado y ubicación del equipo, y es muy importante para la gerencia y directiva de la constructora, dicha información es fundamental para la toma de decisiones respecto a licitaciones, a proyectos nuevos y a la compra y reparación del este.

El kárdex General depende de los siguientes factores para su consolidación:

- Adecuado levantado de inventario
- Adecuado registro de entradas y salidas
- Revisión y consolidación de datos

La consolidación de datos se hace 2 veces al mes, debido a que el proceso tarda una semana para recolectar y revisar la información, y una semana más para interpretarla y tomar decisiones.

7.3. SAP Business One

SAP Business One es la herramienta que gestiona la administración de una empresa y tiene la capacidad y flexibilidad para llevar inventarios.

7.3.1. Sistema ERP

ERP, en sus siglas en inglés “Enterprise Resource Planning”, significa sistema de planificación de recursos empresariales, es un conjunto de programas que se hacen cargo de distintas operaciones internas de una empresa, desde producción a distribución o incluso recursos humanos.

Existen muchas empresas que ya hacen uso de un sistema ERP, el mismo les ha ayudado a obtener un aumento en la productividad. Algunas de las ventajas principales que se pueden adquirir con estos tipos de sistema pueden ser:

- Automatización de procesos
- Disponibilidad de la información
- Integración de las distintas bases de datos de una compañía
- Minimización de tiempo y costos

7.3.2. Definición de SAP BO

SAP BO es un ERP que funciona como un sistema de información para pymes, creado para optimizar procesos que mejoren los resultados, ayuda a reducir costos y a coordinar la eficacia de las áreas de un negocio. Optimiza procesos desde la contabilidad hasta la gestión de cadena de suministros y compras.

Las características de SAP son las siguientes:

- Accesible y con un costo de propiedad total reducido.
- Proporciona una solución única capaz de satisfacer las necesidades de todos los departamentos de la empresa.
- Fácil y sencillo de implementar en cualquier momento.
- Ayudará en el crecimiento del negocio.
- Soluciones sectoriales: adaptadas a las necesidades del negocio.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Empresa constructora

1.1.1 Descripción de la empresa

1.1.1.1 Definición de una empresa constructora

1.1.1.2 Funciones de una empresa constructora

1.1.1.3 Tipos de construcción

1.1.1.4 Industria de la construcción en
Guatemala

1.1.2 Departamento de Equipo y Soporte

1.1.2.1 Estructura

1.1.2.2 Equipo Rentado

1.1.2.3 Equipo Propio

1.1.2.4 Bodega Central

1.1.2.5 Bodegas de proyectos

1.2 Logística

1.2.1 Maquinaria menor y equipo de construcción

- 1.2.1.1 Equipo de encofrado
 - 1.2.1.2 Maquinaria de combustión
 - 1.2.1.3 Maquinaria eléctrica
 - 1.2.2 Distribución de la maquinaria menor y equipo
 - 1.2.2.1 Tipos de transporte
 - 1.2.2.2 Proceso de traslado de equipo
 - 1.2.3 Inventario de maquinaria menor y equipo
 - 1.2.3.1 Kárdex de equipo propio
 - 1.2.3.2 Levantado de inventario
 - 1.2.3.3 Consolidación de inventarios
- 1.3 SAP Business One
 - 1.3.1 Sistema ERP
 - 1.3.2 Definición de SAP BO

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

En el siguiente apartado se muestra la metodología de la investigación donde se detalla el enfoque, diseño, tipo de estudio, alcance, variables e indicadores, fases de la investigación, resultados esperados y la población.

9.1. Enfoque

Para esta investigación el enfoque es mixto, tendrá un enfoque cuantitativo porque se medirán las variables que permitirán analizar la mejora de los procesos, y un enfoque cualitativo porque utilizará la revisión documental de los antecedentes y el marco teórico.

9.2. Diseño

La presente investigación es de diseño no experimental, porque no utilizará ensayos de laboratorio para determinar información a ser utilizada en la mejora propuesta y tampoco se manipulará las variables en el laboratorio. Los datos se obtienen mediante herramientas de medición con el objetivo de hacer una observación y análisis de datos para determinar las áreas y procesos en los que se deba la mejora que se plantea.

9.3. Tipo

El tipo de estudio es descriptivo, porque se hace recolección de datos de las interrogantes del estudio basado en la determinación del proceso de inventario. Se procede con el registro de datos o comportamiento de variables de

operación, para luego efectuar un análisis sobre las oportunidades de mejora de las variables.

9.4. Alcance

El alcance metodológico es descriptivo, porque es una propuesta y se tiene disponible la característica del proceso de registro de inventario, el cual permite ser evaluado.

9.5. Variables e indicadores

A continuación las variables e indicadores que se utilizar para la recopilación de información.

Tabla II. Operativización de variables

Objetivo	Variable	Tipos de variable	Indicador	Técnicas	Plan de tabulación
Identificar las actividades que involucran el proceso de recopilación de datos del inventario de equipo de construcción.	Actividades involucradas	Variable discreta dependiente	Número de actividades	Observación directa	Diagramas
Analizar los factores a mejorar en el levantado y registro del inventario de equipo de construcción.	Factores de mejora	Variable dependiente	Eficacia de los factores de mejora	Entrevista	La tabulación de los resultados se realizará por medio de una matriz de análisis.

Continuación de la tabla II.

<p>Determinar los beneficios de la utilización de SAP Business One en el registro, control y recopilación del inventario de equipo para el Departamento de Equipo y soporte.</p>	<p>Beneficios</p>	<p>Variable continua</p>	<p>Tiempo promedio de consolidación de inventario</p>	<p>Observación directa y gráficos comparativos</p>	<p>La tabulación de los resultados se realizará por medio de una matriz de análisis.</p>
--	-------------------	--------------------------	---	--	--

Fuente: elaboración propia.

9.6. Fases

El proceso para cumplir con los objetivos del diseño de investigación debe llevarse a cabo de la siguiente forma:

- Fase 1. Responde a la revisión documental para realizar la investigación de antecedentes del problema y marco teórico relacionado al mismo. La bibliografía consultada es escritos publicados por autores con área de conocimiento, las fuentes principales son artículos científicos, revistas, y libros.
- Fase 2. Se debe identificar cual es el proceso para la recopilación y registro del inventario de equipo menor, utilizado por los bodegueros de obra. Para esto es necesario realizar un levantamiento de procedimientos con la finalidad de capturar información y conocer los procesos actuales.
- Fase 3. Se analizarán los factores de mejora del registro de entradas y salidas del equipo y la maquinaria. Inicialmente se realizará un análisis

estadístico de las variables relacionadas a la investigación, posteriormente se utilizarán herramientas administrativas para llegar a las causas raíz de las desviaciones: análisis de causa y efecto, árbol de problemas.

- Fase 4. Se elaborará el informe final con toda la información recaudada acerca del registro del inventario de equipo y maquinaria en la herramienta SAP.

9.7. Resultados esperados

El resultado esperado es establecer la base teórica como marco de referencia para desarrollar el trabajo de investigación. Así mismo, se espera determinar las áreas de mejora en el registro de entradas y salidas de equipo en el proceso de levantado de inventario.

9.8. Población y muestra

A continuación la población y muestra que se contemplara para realizar la propuesta.

Tabla III. **Muestra del estudio**

Tipo de indicador	Equipo	¿Que mide?
Tamaño de muestra conociendo la población	Tipos de equipos	La muestra necesaria para realizar el análisis sensorial

Fuente: elaboración propia.

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Ec. 1

Dónde:

N = total de la población

Z= 1.96 al cuadrado (95%)

p = proporción esperada (5% = 0.05)

q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

d = precisión (5%)

$$n = \frac{3 \times 1.96^2 \times 0.05 \times 0.95}{0.05^2 \times (3 - 1) + 1.96^2 \times 0.05 \times 0.95} = 0.14$$

Para el departamento de servicio al cliente no se calculará muestra, se trabajará con el total de la población que está compuesta por 3 tipos de equipos.

La información obtenida será tabulada y analizada utilizando la herramienta Microsoft Excel, a través de tablas, gráficas y tablas dinámicas.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para el análisis de la información recolectada se utilizarán las siguientes técnicas:

- Estadística descriptiva
- Histograma
- Diagrama de causa y efecto
- Entrevistas

La estadística descriptiva incluye la media, mediana, moda y desviación estándar. Este análisis se aplicará en la información recolectada de los inventarios del kárdex de Excel para determinar los indicadores de mejora.

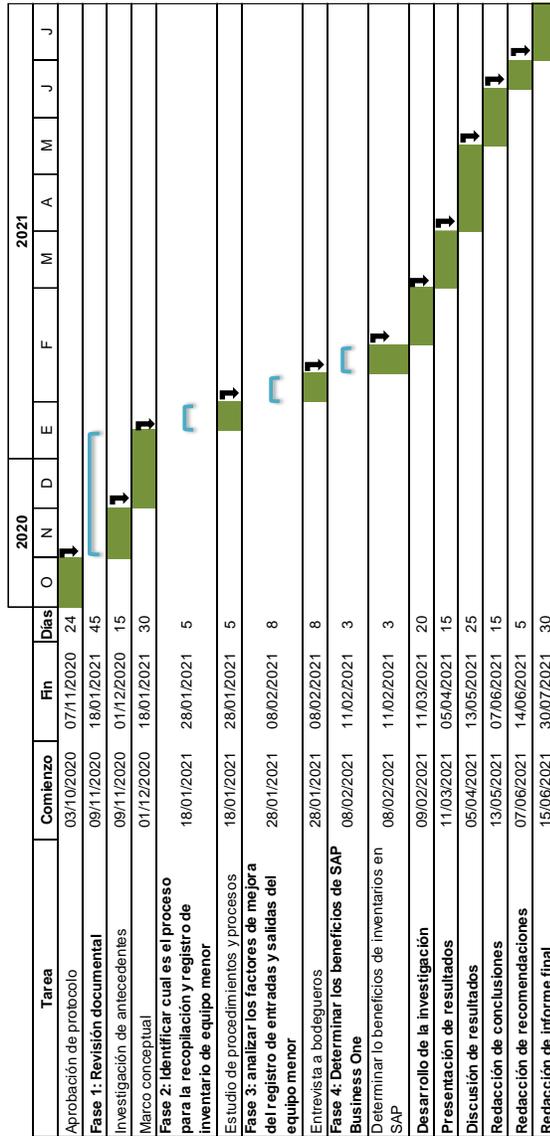
El histograma se analizará para la interpretación de anomalías en los datos recolectados.

Para analizar la raíz del incumplimiento de indicadores se utilizará el diagrama de causa y efecto.

La entrevista se realizará a los bodegueros que son el personal que llevaban a cabo el registro diario de los ingresos y egresos del equipo.

11. CRONOGRAMA

Figura 12. Cronograma



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación es factible porque se cuenta con todos los recursos necesarios para ejecutar cada una de las fases de la presente investigación y cumplir con los objetivos propuestos.

Los recursos humanos son el investigador que observara el proceso y recolectara los datos para su interpretación y análisis, y el asesor de la investigación que aportara refuerzo en conocimiento y guía para realizar el trabajo.

El recurso tecnológico se compone del equipo de computación y el uso de internet. Y para las visitas de campo se utilizará un vehículo propio, donde se contempla el combustible y la depreciación.

El financiamiento del investigador, del equipo de computación, combustible y depreciación de vehículo será brindado por la empresa constructora. El recurso de asesoría, internet e imprevistos se financiera de forma propia.

A continuación, se presenta el siguiente presupuesto de gasto relacionado a la investigación:

Tabla IV. **Presupuesto**

Recurso	Descripción	Costo (Q)	Porcentaje	Fuente de financiamiento
Humano	Inversión de tiempo del investigador	Q 11,000.00	41%	Empresa
Humano	Asesoría	2,500.00	9%	Propio
Equipo	Equipo de computación	5,000.00	19%	Empresa
Vehículo	Combustible y depreciación de vehículo	3,000.00	11%	Empresa
Tecnología	Internet	4,000.00	15%	Propio
Imprevistos	Imprevistos	1,500.00	6%	Propio
Presupuesto		Q 27,000.00	100%	

Fuente: elaboración propia.

13. REFERENCIAS

1. Arcudia, C., Pech, J. y Álvarez S. (1 de abril de 2005). La empresa constructora y sus operaciones bajo un enfoque de sistemas. *Ingeniería Revista Académica*, 9(1), 25-29. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/467/46790104.pdf>
2. Asociación Bancaria de Guatemala (2 de diciembre de 2016). *Sector Construcción*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://abg.org.gt/web2014/wp-content/uploads/2017/02/SECTOR-4-CONSTRUCCI%C3%93N-diciembre-2016.pdf>
3. Avantis (14 de mayo de 2020). *Ventajas y desventajas de SAP Business One*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://blog.avantis.mx/ventajas-y-desventajas-sap-business-one>
4. Cámara Guatemalteca de la Construcción (14 de enero de 2020). Indicadores Sector Construcción. *BEC*, 24(1), 1-24. Recuperado de https://issuu.com/construguate/docs/bec51_digital__5_
5. Castro, J (11 de julio de 2012). *Características de SAP Business One*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://bit.ly/3ot13Ja>
6. Dressel, G. (1976). *Organización de la empresa constructora*. Barcelona: Editores técnicos asociados. S.A. Recuperado de <https://bit.ly/31xLyGi>

7. Esquivel, R. (1 de junio de 2016). *Tipos de Construcción*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://www.revista.ferrepat.com/construccion/tipos-de-construccion-ideas-que-construyen-el-mundo/>
8. Galiana, P. (21 de enero de 2020). *Qué es SAP y para qué sirve*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://www.iebschool.com/blog/que-es-para-que-sirve-sap-management/>
9. Granados, I., Latorre, L. y Ramirez, E. (2005). *Contabilidad Gerencial. Fundamentos, principios e introducción a la contabilidad*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://bit.ly/35sJf8k>
10. Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill/Interamericana, S.A.
11. Inforges (13 de abril de 2018). *Qué es SAP Business One*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://www.inforges.es/Blog/iblog/2018/04/13/que-es-sap-business-one>
12. Ramirez, O. y Salinas, F. (2011). *Propuesta de mejora en el control de inventarios de repuestos y componentes CAT en una empresa minera utilizando la metodología Six Sigma* (Tesis de maestría). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/315638>

13. SEITEM (27 de septiembre de 2017). *¿Qué es y para qué sirve el KÁRDEX?* [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://blog.seitem.com/index.php/2017/09/27/que-es-y-para-que-sirve-el-kárdex/>
14. Solminihac, H. y Thenoux, G. (2011). *Procesos y Técnicas de Construcción*. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile. Recuperado de <https://bit.ly/3jnGbiU>
15. Ullauri, R. (2016). *Análisis y desarrollo de un plan de implementación de un ERP SAP Business One al nivel de eficiencia de cada uno de los procesos vitales del core de negocio de cada una de las compañías del grupo Androidsa* (Tesis de maestría). Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/42593>

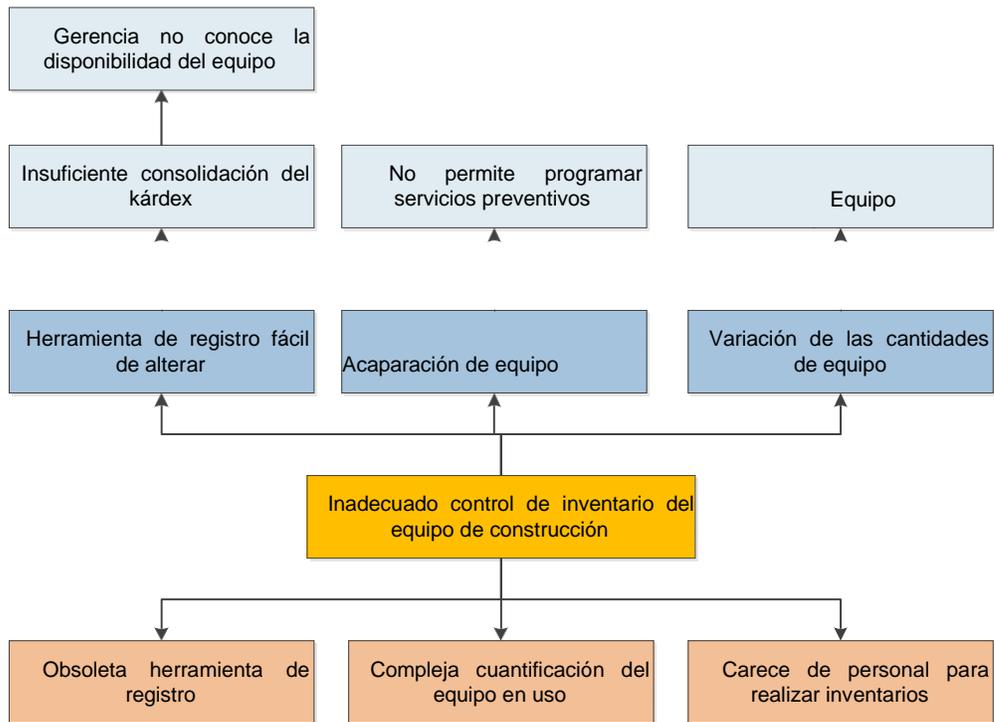
14. APÉNDICES

Apéndice 1. Formato de entrevista

Entrevista			
Bodega Obra			
Bodega Central			
Fecha			
¿Cómo considera el control de inventario de equipo en Excel?			
Malo		Intermedio	
			Bueno
¿Cree necesario un registro más óptimo del equipo?			
SI		NO	
¿Cómo considera su nivel de conocimiento en SAP?			
Malo		Intermedio	
			Bueno
¿Si el inventario se mudara a SAP, cree necesitar capacitación para llevar el registro en el sistema?			
SI		NO	
¿El inventario en SAP agilizará sus funciones como bodeguero?			
SI		NO	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Árbol de problemas



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Matriz de coherencia**

Pregunta central	Objetivo general
¿Cómo SAP Business One mejorara el registro, control y presentación del inventario de equipo de construcción?	Mejorar el proceso de registro de inventario de equipo y maquinaria menor con la herramienta SAP para el Departamento de Equipo y Soporte de una constructora
Preguntas auxiliares	Objetivos específicos
¿Qué actividades involucran el proceso de recopilación de los datos para consolidar un inventario de equipo de construcción?	Identificar las actividades que involucran el proceso de recopilación de datos del inventario de equipo de construcción.
¿Qué factores se deben mejorar en el levantado y registro del inventario de equipo?	Analizar los factores a mejorar en el levantado y registro del inventario de equipo de construcción.
¿Qué beneficios tiene la utilización de SAP Business One en el registro, control y recopilación del inventario de equipo para el Departamento de Equipo y Soporte?	Determinar los beneficios de la utilización de SAP Business One en el registro, control y recopilación del inventario de equipo para el Departamento de Equipo y soporte.

Fuente: elaboración propia.

