

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA  
OPTAR POR EL GRADO DE  
BACHILLERATO EN INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**MEJORA AL PROCESO DE ESTIMACIÓN DE  
REPARACIONES DE CONTENEDORES EN LA  
EMPRESA UNIVERSAL SERVICIOS A  
CONTENEDORES, S.A. EN LA ZONA DE  
LIMÓN, EN EL SEGUNDO SEMESTRE DEL  
AÑO 2018**

**Estudiante:**

**Jose Andrés Díaz Rodríguez**

**Tutor:**

**Ing. Oscar Chavarría Calderón**

**Heredia, II semestre, 2018**

## II. ACTA DE APROBACIÓN

### II.I DECLARACIÓN JURADA

#### DECLARACIÓN JURADA

Yo Jose Andrés Díaz Rodríguez, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1657-0865 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Mejora al proceso de estimación de reparaciones de contenedores en la empresa Universal Servicios a Contenedores, S.A. en la zona de Limón, en el segundo semestre del 2018, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los diecisiete días del mes de diciembre del año dos mil dieciocho.



Firma del estudiante

Cédula: 1-1657-0865

## II.II CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

### CARTA DEL TUTOR

Heredia, 14 de diciembre de 2018.

Sres.

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Estimados señores:

El estudiante **JOSÉ ANDRÉS DÍAZ RODRÍGUEZ**, cédula de identidad número **116570865**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **MEJORA AL PROCESO DE ESTIMACIÓN DE REPARACIONES DE CONTENEDORES EN LA EMPRESA UNIVERSAL SERVICIOS A CONTENEDORES, S.A. EN LA ZONA DE LIMÓN, EN EL SEGUNDO SEMESTRE DEL AÑO 2018**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de **BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	<b>10</b>
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	<b>17</b>
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	<b>28</b>
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	<b>18</b>
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	<b>20</b>
	TOTAL		<b>93</b>

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

OSCAR ALBERTO  
CHAVARRIA  
CALDERON (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
OSCAR ALBERTO CHAVARRIA  
CALDERON (FIRMA)  
Fecha: 2018.12.14 14:34:26  
-06'00'

**ING. ÓSCAR ALBERTO CHAVARRÍA CALDERÓN**  
**CÉDULA 109650295, CARNET # II-31443**

## II.III CARTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR

San José, 11 de enero de 2019

Señores  
Registro  
Universidad Hispanoamericana  
Sede Heredia

Estimados señores:

Hago constar en mi condición de lector, que he revisado el trabajo del estudiante José Andrés Díaz Rodríguez, cédula 1-1657-0865, titulado: *"Mejora al método de estimación de reparaciones de contenedores en la empresa Universal Servicios A Contenedores, S.A. en la zona de Limón, en el segundo semestre del año 2108"*.

Manifiesto, después de la revisión, que dicho trabajo reúne los requisitos exigidos por la Universidad y por lo tanto autorizo al autor para que continúe con el proceso de aprobación del proyecto para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

Atentamente,



Ing. Lubín Campos Ureña  
Céd. 1-499-389  
Carné II-3108

## II.IV CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

San Rafael de Heredia, 11 de febrero de 2019

Señor  
Universidad Hispanoamericana

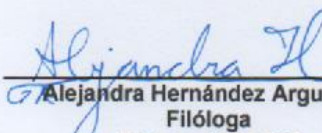
Estimado señor:

En mi calidad de filóloga, hago constar que he revisado el trabajo para optar por el grado de bachillerato en Ingeniería Industrial, bajo el título:

*MEJORA AL PROCESO DE ESTIMACIÓN DE REPARACIONES DE CONTENEDORES EN LA EMPRESA UNIVERSAL SERVICIOS A CONTENEDORES, S.A. EN LA ZONA DE LIMÓN, EN EL SEGUNDO SEMESTRE DEL AÑO 2018*, elaborado por el estudiante Jose Andrés Díaz Rodríguez.

La revisión se hizo en la parte morfosintáctica, forma, estilo, redacción, puntuación y ortografía; por lo cual este trabajo está listo en tales aspectos para ser presentado ante la Universidad.

Atentamente,

  
Alejandra Hernández Arguedas  
Filóloga  
Cédula 4 193 626  
Carné 66820 del Colegio de  
Licenciados y Profesores en Letras,  
Filosofía, Ciencias y Artes

Alejandra Hernández Arguedas  
Filóloga  
Teléfono 22 37 61 66  
San Rafael de Heredia

### **III. DEDICATORIA**

Este proyecto se encuentra dedicado a mis padres y hermanos, quienes han apoyado mi carrera desde el inicio con motivación y consejos que me permiten enfocarme en querer ser un mejor profesional y persona cada día.

Por otra parte, quiero dedicarlo a las demás personas que con solo consultar el estatus universitario, demuestran un interés que provoca querer crecer.

## **IV. AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a Dios por darme la oportunidad de estudiar, de tener un trabajo y querer encontrar cómo mejorarlo cada día. También agradezco a todas las personas que me acompañan en cada momento impulsándome a continuar con mis estudios y motivándome para buscar crecimiento.

Quisiera agradecer a mis jefes y la compañía donde laboro, ya que me brindaron su colaboración y ayuda para poder efectuar el trabajo en dicha compañía y obtener los datos necesarios para avanzar.

## ÍNDICE

II. ACTA DE APROBACIÓN .....	ii
II.I DECLARACIÓN JURADA .....	ii
II.II CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR .....	iii
II.III CARTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR .....	iv
II.IV CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA .....	v
III. DEDICATORIA .....	vi
IV. AGRADECIMIENTOS .....	vii
ÍNDICE .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
VIII. ACRÓNIMOS Y SIGLAS .....	xv
IX. RESUMEN EJECUTIVO Y ARTÍCULO PUBLICABLE .....	xvi
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	2
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA .....	4
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
1.3.1 JUSTIFICACIÓN .....	18
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	21
1.4.1. Objetivo general .....	21
1.4.2. Objetivos específicos .....	21
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES .....	22
1.5.1. Alcances .....	22
1.5.2. Limitaciones .....	22
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	24
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA .....	25
2.1.1 Ingeniería industrial .....	25
2.1.2 Estudio de tiempos .....	25
2.1.3 Diagrama de flujo de procesos .....	30
2.1.4 Conceptos importantes para el proyecto .....	32

2.1.5 Muestra y muestreo .....	32
2.1.6 Promedio .....	36
2.1.7 Diagrama de Ishikawa .....	36
2.1.8 Diagrama de Pareto.....	38
2.1.9 Diagrama de Gantt.....	38
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO.....	39
2.2.1 DMAIC .....	39
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL TRABAJO.....	43
2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES...	44
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.....	46
3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	47
3.1.1 DMAIC .....	47
3.1.2 Lluvia de ideas.....	50
3.1.2 Encuesta.....	51
3.1.4 Datos recolectados .....	54
3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO DEL PROYECTO... 55	
3.2.1 Descripción del proceso.....	58
3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO.....	61
3.3.1 Ciclo de Deming.....	61
3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO .....	65
3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.....	69
CAPÍTULO IV LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS .....	73
4.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS .....	74
4.2 DIAGRAMA DE ISHIKAWA .....	78
4.3 HISTOGRAMA.....	108
4.4 CAUSAS-FRECUENCIA.....	110
4.5 DIAGRAMA DE PARETO .....	113
4.6 ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS CON LA SITUACIÓN ACTUAL .	114

4.7 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA MAQUINARIA DISPONIBLE .....	120
4.8 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA CONDICIÓN DE LOS CONTENEDORES.....	122
CAPÍTULO V DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN .....	133
5.1 PROPUESTAS DE MEJORA E IMPLEMENTACIÓN .....	134
5.1.1 Propuesta de mejora: Plantilla digitalizada de estimación .....	135
5.1.2 Propuesta de mejora: Reacomodo de horarios de operadores .....	154
5.2 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.....	158
5.2.1 Análisis costo-beneficio de la primera propuesta.....	158
5.2.2 Análisis costo-beneficio de la segunda propuesta .....	163
5.2.3 Análisis costo-beneficio de la tercera propuesta.....	164
5.3 DIAGRAMA DE GANTT .....	165
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	171
6.1 CONCLUSIONES .....	172
6.2 RECOMENDACIONES .....	173
BIBLIOGRAFÍA .....	175
ANEXOS .....	180
ANEXO 1: DISTRIBUCIÓN “t” DE STUDENT.....	181
ANEXO 2: PRECIO DE LAS TABLETS .....	182
ANEXO 3: PARTES DEL CONTENEDOR.....	183
ANEXO 4: PLANTILLAS MANUALES DE ESTIMACIÓN .....	184
ANEXO 5: BURRAS DE ESTIMACIÓN .....	185
ANEXO 6: TOMA DE TIEMPOS .....	186
ANEXO 7: MÁQUINA PORTACONTENEDORES .....	187
ANEXO 8: CONTENEDORES EN PREDIO.....	188

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen desde el exterior de la empresa .....	7
Figura 2. Organigrama .....	9
Figura 3. Contenedores estimados de enero a junio 2018.....	13
Figura 4. Porcentaje de los contenedores estimados por cliente .....	14
Figura 5. Días en que se estima por mes.....	15
Figura 6. Promedio de contenedores estimados por día por mes .....	16
Figura 7. Simbología para un diagrama de flujo de procesos .....	31
Figura 8. Definiciones DMAIC .....	39
Figura 9. Lluvia de ideas .....	50
Figura 10. Promedio de contenedores para el cálculo de muestra .....	56
Figura 11. Ciclo de Deming.....	62
Figura 12. Plantilla para la toma de tiempos .....	64
Figura 13. Diagrama de Gantt para la implementación de la primera propuesta de mejora .....	66
Figura 14. Parte de la plantilla antes de ingresar la información de estimación ....	69
Figura 15. Parte de la plantilla después de ingresar la información de la estimación .....	70
Figura 16. Indicadores de consecutivo y fecha .....	71
Figura 17. Indicador de contenedor repetido.....	72
Figura 18. Diagrama de flujo del proceso.....	76
Figura 19. Diagrama de Ishikawa.....	79
Figura 20. Histograma.....	109
Figura 21. Diagrama de Pareto .....	113
Figura 22. Promedio de los contenedores movilizados por día .....	121
Figura 23. Ejemplo de un contenedor que tarda más de una hora siendo estimado.....	126
Figura 24. Ejemplo de un contenedor con menos de 50 minutos siendo estimado.....	127
Figura 25. Plantilla digital de estimación .....	136

Figura 26. Tipo de cambio del BCR al 16 de octubre del 2018 .....	141
Figura 27. Diagrama de Gantt.....	166

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Servicios de la empresa .....	6
Tabla 2. Promedio de las estimaciones por mes.....	12
Tabla 3. Promedio de contenedores estimados por día .....	17
Tabla 4. Promedios preliminares para la justificación del proyecto .....	19
Tabla 5. Herramientas DMAIC .....	42
Tabla 6. Herramientas que se utilizan en el proyecto.....	47
Tabla 7. Encuesta .....	52
Tabla 8. Significados de la numeración de la encuesta .....	53
Tabla 9. Clasificación para los diagramas .....	54
Tabla 10. Deming para el proyecto .....	63
Tabla 11. Implementación de la primera propuesta de mejora.....	65
Tabla 12. Propuesta de implementación 2, reacomodo de los horarios de los operadores .....	67
Tabla 13. Diagrama de Gantt, implementación de la segunda propuesta .....	68
Tabla 14. Clasificación de las causas para la elaboración del Ishikawa .....	78
Tabla 15. Frecuencias para el diseño del histograma .....	108
Tabla 16. Causas y frecuencias .....	111
Tabla 17. Frecuencias para la elaboración del diagrama de Pareto .....	112
Tabla 18. Tiempos obtenidos con el método actual .....	116
Tabla 19. Resultaos obtenidos con el método actual .....	119
Tabla 20. Propuesta de reacomodo de los horarios de los operadores de la maquinaria.....	122
Tabla 21. Cantidad de líneas por contenedor y tiempo de búsqueda por línea ..	128
Tabla 22. Comparación de tiempos y costos promedios para la muestra de 204 contenedores.....	131
Tabla 23. Causas y propuestas de mejora .....	134
Tabla 24. Significados de la información de la plantilla de estimación .....	137
Tabla 25. Cronograma de diseño de la plantilla digital.....	139
Tabla 26. Costo por horas invertidas en el diseño de la plantilla.....	140

Tabla 27. Tiempos obtenidos con el método propuesto .....	142
Tabla 28. Resultados obtenidos con el método propuesto.....	144
Tabla 29. Comparación entre el método actual y el propuesto .....	145
Tabla 30. Información para el cálculo del costo promedio de la reparación de un contenedor .....	147
Tabla 31. Información para el cálculo del costo promedio de la reparación de un contenedor .....	148
Tabla 32. Ganacias por la cantidad de contenedores estimados por día .....	150
Tabla 33. Comparación de los tiempos entre los métodos con la muestra de 204 contenedores.....	151
Tabla 34. Promedio de los salarios por hora .....	152
Tabla 35. Ganancia por mano de obra.....	154
Tabla 36. Promedio de los salarios de los operadores por hora .....	156
Tabla 37. Análisis comparativo de los movimientos de los contenedores con dos y tres operadores.....	157
Tabla 38. Análisis del costo beneficio de la primera propuesta.....	162
Tabla 39. Actividades y tiempos para el diagrama de Gantt .....	170

## **VIII. ACRÓNIMOS Y SIGLAS**

USACO: Universal Servicios a Contenedores, S.A.

S.A: Sociedad anónima.

ITS: Integrate Terminal Services (terminal de servicios integrados).

CMA CGM: Compañía marítima de alquiler-Compañía general marítima.

UDS: Unidades.

APM: Provisión Mutual Australiana (Australian Mutual Provident, Society).

## **IX. RESUMEN EJECUTIVO Y ARTÍCULO PUBLICABLE**

Este proyecto es realizado en la empresa Universal Servicios a Contenedores, S.A., la cual se ubica en la Zona Franca Liverpool en Limón, Costa Rica, y entre los servicios que brinda cuenta con el de reparación de contenedores tanto refrigerados como secos.

Para llevar a cabo este servicio, la empresa debe realizar en primera instancia una cotización de los daños a los clientes, quienes son los encargados de asignar la cantidad de unidades que desean reparar. Pero para efectuar una cotización a los clientes, primero se debe hacer una evaluación de los daños que presenten las unidades.

Esta evaluación se ejecuta por seis colaboradores de la empresa. Actualmente se lleva a cabo a través de una plantilla impresa donde conforme los daños van siendo encontrados, los colaboradores los anotan con un lápiz, tomando en cuenta datos como el componente, material o artículo dañado; la localización donde se encuentra el componente; el daño que tiene el mismo y la reparación que requiere.

Realizada la evaluación y anotados los datos mencionados, los encargados se dirigen a una oficina donde tienen un manual con tiempos y costos para cotizar cada daño que pueda tener el contenedor, pero que en realidad es un ampo con hojas sueltas y sucias.

Derivado de esto, se denota una pérdida de tiempo, producto de esa búsqueda de tiempos y costos, debido a que los manuales no poseen un orden respectivo; además, al haber hojas sueltas cabe la posibilidad de perder información y no poder colocar lo requerido en las plantillas impresas.

El periodo invertido en completar la plantilla con los costos de materiales y tiempos de reparaciones buscados en los manuales ronda los once minutos por cada contenedor evaluado. Por esta razón, se observa una oportunidad de mejora, la cual se refiere a la implementación de una plantilla digital con una base de datos, que sea capaz de efectuar la búsqueda de tiempos y costos con solo anotar el componente y la reparación requerida.

Al diseñar la plantilla y ponerla en práctica, se denota una mejora que promedia un tiempo de completar las plantillas en cinco minutos, lo cual beneficia a la empresa ya que por día se pueden estimar alrededor de diez contenedores, uno más que en la actualidad.

Además, el ahorro de tiempos al utilizar la plantilla se ve reflejado aún más cuando el contenedor se encuentra en condiciones muy malas pues requiere de más anotaciones, pero con la plantilla se disminuye este tiempo de anotación.

Incurrir en el diseño de la plantilla y el método de puesta en práctica requiere la utilización de *tablets* para que los colaboradores puedan completar la

plantilla digital y enviar la misma al digitador con el propósito de que este la envíe a los clientes de manera más rápida.

Por esta razón, se debe analizar el costo por el diseño de la plantilla y el costo por la compra de las *tablets*, el cual es de \$ 878.66, no obstante considerando que la empresa puede tener la ganancia de estimar un contenedor más al día, lo cual promedia un valor de \$ 247.22, se puede decir que recuperar esa inversión se da en cuestión de 3.55 días aproximadamente y a partir de ese momento, la empresa va a comenzar a percibir la estimación del contenedor de más como una ganancia.

Por otra parte, se toma en cuenta que la empresa proporciona el servicio a un cliente las 24 horas, pero el mismo informa que no va a requerirlo más porque va a aprovechar que el nuevo muelle en Moín lo brinda. Por esta razón, se aprovecha la oportunidad de cambiar de horario a los encargados de operar las máquinas portacontenedores.

Lo anterior debido a que durante el horario de estimación, se cuenta con dos operadores y otros dos continúan en las labores de horario nocturno, pero puesto que ya el cliente no requiere servicios nocturnos, entonces uno de estos operadores va a reforzar el horario diurno, permitiendo que se puedan movilizar más contenedores por día para evitar demoras en los tiempos de estimación, producto de que al terminar de estimar, el contenedor no puede ser reemplazado por otro que requiera ser evaluado.

El otro operador debe ser removido de la empresa al no requerirse más sus servicios, lo que genera a la empresa un ahorro de \$ 39.04 dólares por día o su equivalente de \$ 1 171,2 por mes.

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## 1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto se desarrolla en la empresa Universal Servicios a Contenedores, S.A (USACO), la cual se ubica en la provincia de Limón, Costa Rica, y se encarga de brindar servicios de reparación a contenedores; sin embargo, para este proyecto el proceso analizado es el de estimación de contenedores.

Actualmente la empresa Universal Servicios a Contenedores S.A. posee un proceso de estimación para el cual cuenta un total de seis colaboradores, de los cuales dos se encargan de identificar los daños generales del contenedor en su estructura, otros tres revisan la parte refrigerada y el último colaborador procede a digitar la evaluación de estos daños previamente estimados y la envía al cliente a través de un sistema que le permite aceptar o rechazar la estimación para que luego de esto, el contenedor pueda ingresar al respectivo taller de reparación.

Cada vez que un contenedor ingresa al predio, el mismo debe hacerlo al área donde se va a estimar; si fuese refrigerado, entonces se debe efectuar la evaluación en las tomas eléctricas, al respecto la empresa tiene aproximadamente 140 disponibles y tres colaboradores para la labor.

Para la evaluación de la estructura de los contenedores, se cuenta con dos colaboradores y, en este caso, la misma se realiza en unas burras o bases, donde se coloca el contenedor a una altura adecuada para que los encargados puedan llevarla a cabo tomando en cuenta desde la parte baja del contenedor (debajo) hasta tener que

utilizar una escalera para las paredes o para ingresar al contenedor. Pero estas observaciones que hacen ambos departamentos luego deben ser anotadas a mano en unas plantillas u hojas impresas.

Asimismo, al realizar estas anotaciones en la plantilla, en lugar de describir el daño y su respectiva reparación, se utilizan códigos que simplifican esta información, relacionados con el tiempo promedio de mano de obra y con el costo de los materiales por emplear para efectuar la reparación de los daños.

Estos tiempos y costos se obtienen de manuales que poseen los colaboradores; sin embargo, realmente se trata de hojas con una antigüedad de más de diez años que los estimadores tienen colocadas en un ampo, sin un orden respectivo. Esto provoca que luego de colocados los códigos de los daños y reparaciones en las plantillas u hojas impresas de estimación, los encargados deban proceder a la búsqueda de esos códigos en las hojas que contienen los ampos para seguidamente colocar los tiempos y costos mencionados con anterioridad.

Por esta razón, con este proyecto se espera llevar a cabo un estudio de tiempos de este proceso a través de una muestra con la cual se pueda determinar un promedio de la cantidad de contenedores que se logran estimar en un día, denotando que si estos tiempos fuesen mejorados, se podrían estimar más contenedores al día, lo cual ayudaría a la empresa a enviar más rápido una cotización de la reparación y, por ende,

el cliente podría aceptarla, agilizando el proceso completo de reparación y facturación al cliente.

Completar estas plantillas manualmente, a papel y lápiz, ya genera un tiempo que podría ser mejorado y, además, tener que completar luego las mismas con información que deben buscar en hojas desordenadas provoca que la estimación tarde más en ser enviada al cliente y, por ende, este dure más en aprobar o rechazar las reparaciones, lo cual conduce a que el contenedor no pueda ser reparado rápidamente ni facturar los trabajos hechos al mismo.

Por tanto, para buscar o verificar mejoras en el proceso, es necesario ejecutar un estudio de tiempos al inicio con el proceso actual que realizan los colaboradores y después se debe efectuar otro estudio de tiempos con el proceso nuevo que se pueda establecer para intentar agilizar el proceso. Así se puede definir si hay mejoras y cuál es el proceso óptimo.

## **1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA**

ITS Conglobal es el proveedor de servicio completo más grande de América del Norte para la industria intermodal; brinda servicios de depósito, ventas de equipos y servicios de transporte. Además, proporciona servicios de reparación, mantenimiento, almacenamiento y redistribución de equipos a compañías navieras y líneas de envío globales.

Es un minorista líder de equipos estándar y modificados en condición nueva y usada para consumidores, corporaciones e instituciones gubernamentales y militares. También brinda servicios de transporte para reposicionar equipos y administrar proyectos de entregas grandes o especiales. La compañía se basa en una red de 30 ubicaciones en los Estados Unidos, México y Costa Rica.

El pasado 06 de octubre del 2017, ITS Conglobal es adquirida por la compañía AMP, que procura mantener los mismos servicios. Por ejemplo, en Costa Rica continúa con sus servicios ubicada en la zona franca Liverpool en la provincia de Limón, donde actualmente mantiene clientes como CMA CGM, Florens, Textainer, GeSeaco, entre otros.

En sus inicios ITS Conglobal tiene sus operaciones en Estados Unidos y México, luego se toma la decisión de ampliar sus fronteras y abrir un nuevo centro de operaciones en Costa Rica, con el fin de ofrecer los mismos servicios que se proporcionan a los clientes en los otros países y esto debido a que dichos clientes son Navieras que arriendan contenedores en Costa Rica para que las empresas realicen sus exportaciones e importaciones a diversas partes del mundo.

Actualmente, la empresa en Costa Rica ofrece los siguientes servicios:

Tabla 1.

*Servicios de la empresa*

La reparación y mantenimiento de contenedores.
Almacenamiento y reparaciones de equipos secos.
Servicios de transporte interno: movilización de contenedores desde los muelles Moín y alemán hacia el predio <sup>1</sup> .
Servicios de reparaciones a domicilio.
Almacenamiento y reparaciones de refrigeración.
<i>Sandblasting</i> <sup>2</sup> y pintura.

Fuente: ITS Conglobal Costa Rica, s.f.

En la zona de Limón se cuenta con un área de 112 000 metros cuadrados y en este momento se está habilitando más espacio para la recepción aproximada de unos 300 contenedores. Asimismo, para la movilización de todos los contenedores la empresa tiene cinco máquinas portacontenedores o montacargas (ver Anexo 7) que también estiban contenedores a un máximo de cinco unidades.

Igualmente, en la compañía se cuenta con 48 colaboradores que laboran en la zona de Limón, y específicamente para la estimación se trabaja con cinco encargados y un colaborador más que realiza la digitación y envío de la cotización a los clientes; dichos empleados trabajan en un horario de 7:30 a.m. a 5:00 p.m. de lunes a viernes.

<sup>1</sup> Predio: Área de almacenamiento de reparación de contenedores.

<sup>2</sup> *Sandblasting*: Método de limpieza y preparación antes de pintar (CYM Materiales S.A., s.f.).



*Figura 1.* Imagen desde el exterior de la empresa

Fuente: Elaboración propia

La imagen anterior es referencia de la vista externa del predio, el cual se ubica al lado derecho de la calle, en el segundo predio ubicado en la Zona Franca Liverpool en Limón, con estibas de contenedores de hasta cinco unidades.

### **Misión**

"Para superar las expectativas de nuestros clientes, esforzándonos por ser la fuerza de trabajo más segura, productiva y con mayor capacidad de respuesta en la industria de servicios intermodales" (ITS Conglobal Costa Rica, s.f.).

### **Visión**

"Nuestra promesa 'Utilizar nuestra red internacional de terminales de contenedores, nuestros 40 años de experiencia intermodal en el mantenimiento de contenedores, refrigeración y chasis, reparación, transporte y equipos, y nuestro compromiso

inquebrantable de servicio para proporcionarle beneficios a nuestros clientes” (ITS Conglobal Costa Rica, s.f.).

### **Valores básicos de la mano de obra**

“**CONFIABLE** con los más altos estándares.

**PREDECIBLE** para ayudar a nuestros clientes a planificar mejor y operar de manera más inteligente.

**RESPONSABLE** de nuestros clientes, empleados, socios y accionistas” (ITS Conglobal Costa Rica, s.f.).

La empresa en Costa Rica maneja sus labores guiada de la mano del señor Luis Enrique Meza Sandoval, quien es el gerente general y el encargado de tomar las decisiones importantes en el país. El señor Meza es el responsable de todo el personal de la compañía, el cual se muestra en el siguiente organigrama con la finalidad de presentar los altos mandos y las funciones que tienen todos los colaboradores.

Asimismo, muestra quiénes son los encargados de velar porque los labores que están siendo estudiados lleven a cabo sus labores de la mejor manera y quiénes les ayudan a ejecutar dichas labores.

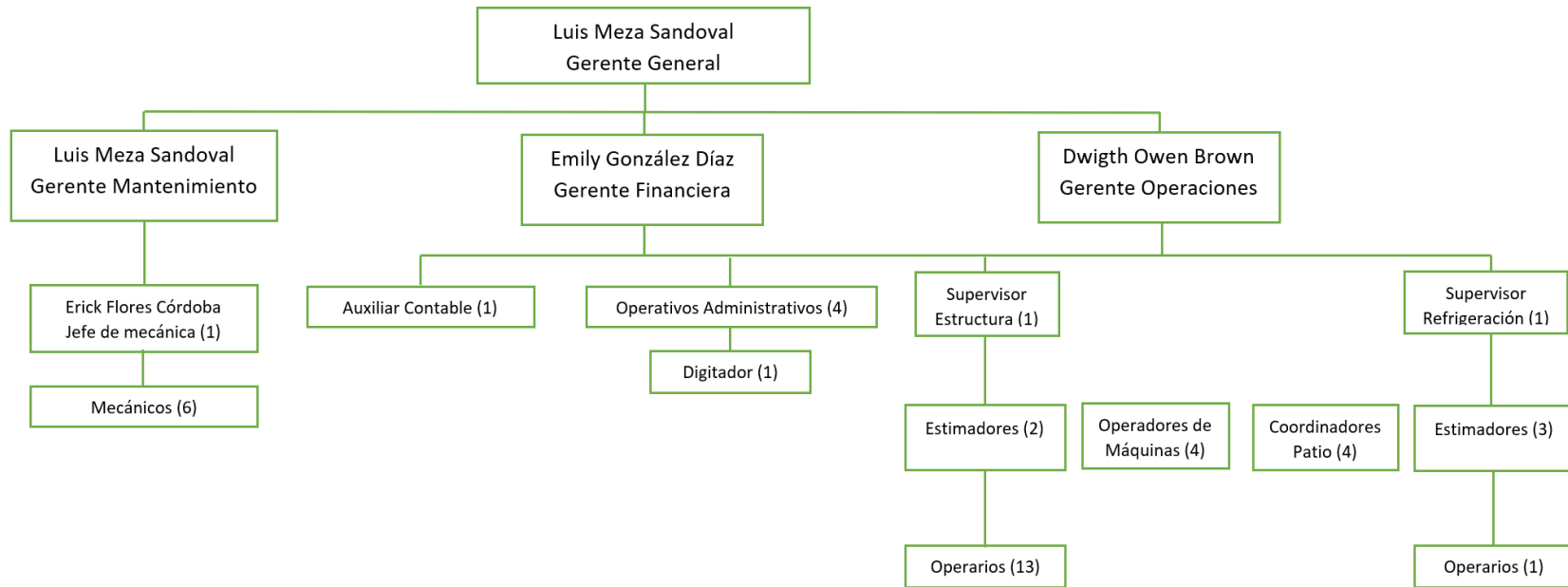


Figura 2. Organigrama

Fuente: ITS Conglobal Costa Rica, s.f.

El anterior organigrama se entiende de la siguiente manera: el señor Luis Meza Sandoval es el actual gerente general de la empresa USACO en Costa Rica, quien a su vez tiene bajo su mando el taller de mecánica de la empresa, encargado de velar por el correcto funcionamiento de las máquinas portacontenedores y cualquier vehículo y herramienta necesario para ejecutar los trabajos de la compañía.

De igual manera, el señor Meza también tiene a cargo dos gerentes, una de ellos, la señorita Emily González, se encarga del Departamento Financiero para el cual cuenta con un auxiliar contable, cuatro colaboradores operativos administrativos y un digitador encargado de enviar las cotizaciones a los clientes, entre otras labores.

La señorita González además participa actualmente en el área de operaciones, donde junto al gerente de operaciones Dwigth Owen son responsables de guiar a los supervisores de los departamentos de Estructura y Refrigeración para procurar el buen desempeño de los operarios.

Los supervisores trabajan con cuatro personas encargadas de operar las máquinas portacontenedores y con cuatro que coordinan los movimientos en predio y despachan contenedores. Asimismo, los supervisores cuentan en el caso de estructura con dos estimadores y en el área de refrigeración con tres empleados, quienes deben tomar los datos de los contenedores al momento de su

llegada y evaluar los daños para luego colocarlos en el patio mientras esperan la aprobación del cliente para ser reparados.

Por otra parte, el señor Kenny Campbell, supervisor del Departamento de Estructura, tiene a cargo trece personas para la reparación del armazón de los contenedores y el señor Francisco Chavarría, supervisor del taller de refrigeración, tiene cuatro colaboradores para realizar las reparaciones de las unidades, tres de ellos efectúan estimaciones.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La compañía USACO actualmente estima contenedores mediante un proceso manual donde cinco encargados deben anotar en una hoja o plantilla impresa una serie de códigos que representan desde los componentes, artículos o materiales hasta la localización, los daños y su respectiva reparación, según lo que van identificando conforme evalúan el contenedor (ver Anexo 4).

Luego de finalizar el proceso anterior de evaluación, los colaboradores van a su respectivo cubículo de trabajo donde deben terminar de completar la plantilla para entregarla al digitador, quien envía la cotización al cliente. Para hacerlo, cuentan con un ampo que contiene hojas con la explicación de todos los códigos que anotan cuando realizan el informe de daños y la reparación que los mismos requieren; sin embargo, este ampo -o lo que conocen como manual- no posee un orden para dichos códigos.

Todo este tiempo que se tarda para completar las plantillas y buscar los códigos en el manual puede ser mejorado, de manera que las estimaciones sean enviadas más rápido a los clientes, para que estos las analicen y aprueben con mayor rapidez y, por tanto, el contenedor pase más rápido al respectivo taller de reparación.

Agilizar este proceso de estimación provocaría que la empresa pueda facturar más rápido las reparaciones, es decir, mejorar los periodos de ingresos y, además, intentar atraer a los clientes para la mayor entrada de contenedores debido a que se estimarían más contenedores por día.

Tabla 2.

*Promedio de estimaciones por mes*

MES	CONTENEDORES	DÍAS EN EL MES	PROMEDIO POR DÍA
ENERO	204	23	9
FEBRERO	272	20	14
MARZO	315	22	14
ABRIL	277	21	13
MAYO	516	23	22
JUNIO	252	21	12
<b>TOTAL</b>	<b>1836</b>	<b>130</b>	

Fuente: ITS Conglobal Costa Rica, s.f.

Estos datos de la tabla anterior se refieren a la cantidad de contenedores que se estiman en cada uno de los primeros seis meses del 2018, tomando en cuenta que el horario de los estimadores es de lunes a viernes de 7:30 a.m. a 5:00

p.m.; entonces se procede a determinar la cantidad de días que trabajan los contenedores en cada mes y se establece un promedio diario.

La cantidad de contenedores que se reciben tiene variabilidad ya que los clientes asignan lo que desean enviar a los predios de reparaciones; por tanto, la empresa no decide cuántos contenedores quiere recibir.

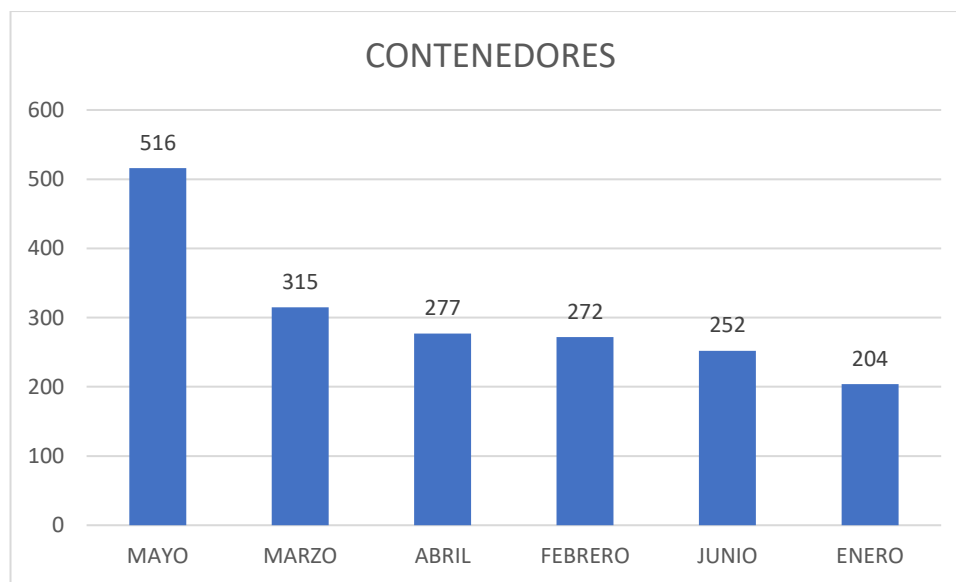
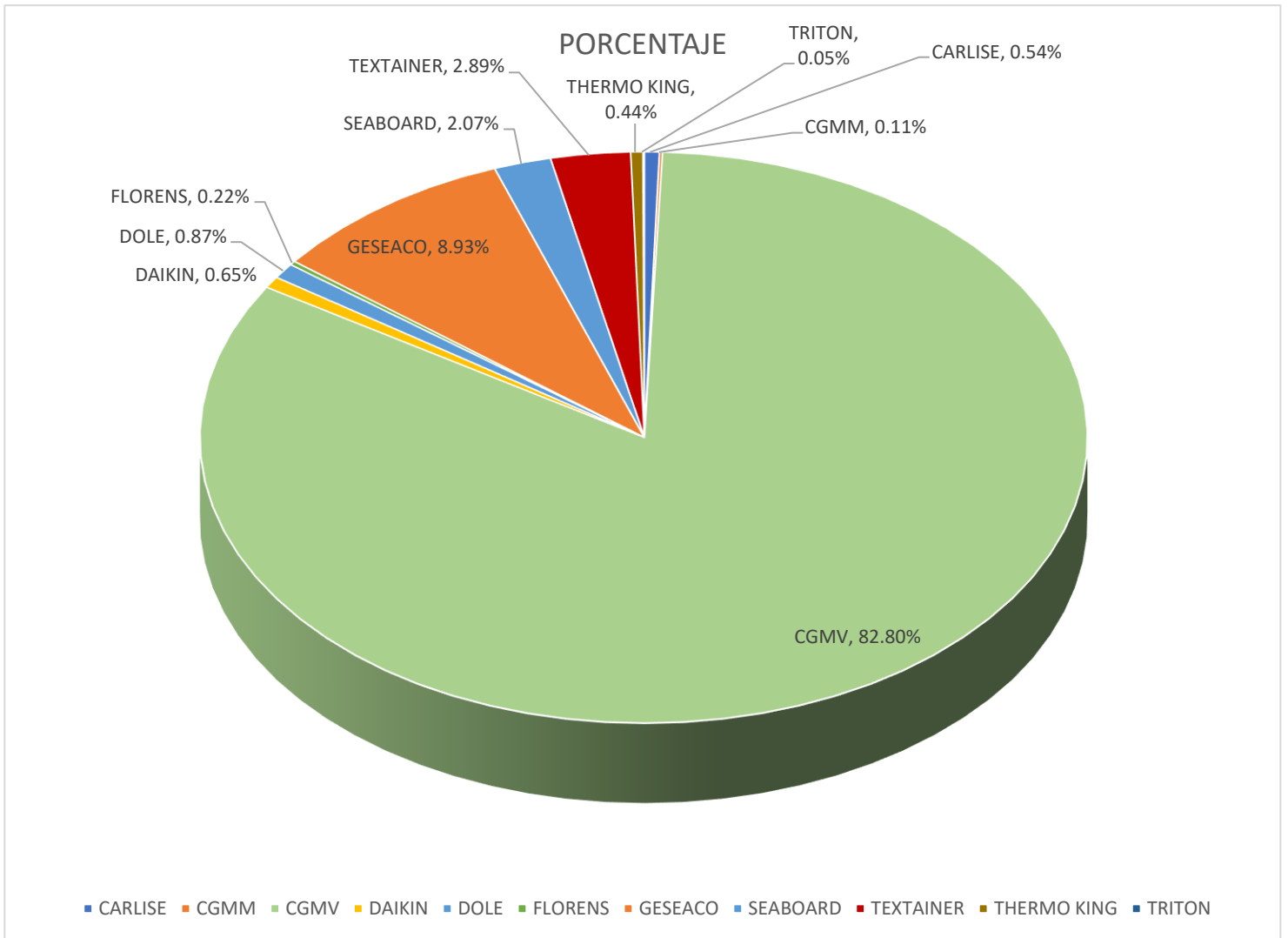


Figura 3. Contenedores estimados de enero a junio 2018

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, en el mes de mayo se reciben 516 contenedores, lo cual es una cantidad habitual en épocas de bastante trabajo; sin embargo, el trabajo en la compañía está disminuyendo. Asimismo, el siguiente gráfico ayuda a entender la cantidad de trabajo que tiene la empresa y los clientes que son los generadores de dicho trabajo.



*Figura 4.* Porcentaje de los contenedores estimados por cliente

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que los clientes nombrados como CGMM y CGMV son el mismo, ambos se refieren a CMA CGM, pero la empresa los mantiene diferenciados debido a que CGMV es un cliente cuyos contenedores no superan un monto de reparación de \$ 700, por lo cual no se debe enviar la cotización porque la empresa los aprueba. Mientras que el cliente nombrado como CGMM es

para contenedores que superan los \$ 700 por su reparación y, por tanto, se debe aprobar la estimación para proceder con la reparación.

Continuando con la información del total de contenedores que estima la empresa, se crea un gráfico que muestra la cantidad de días laborados en los últimos seis meses.

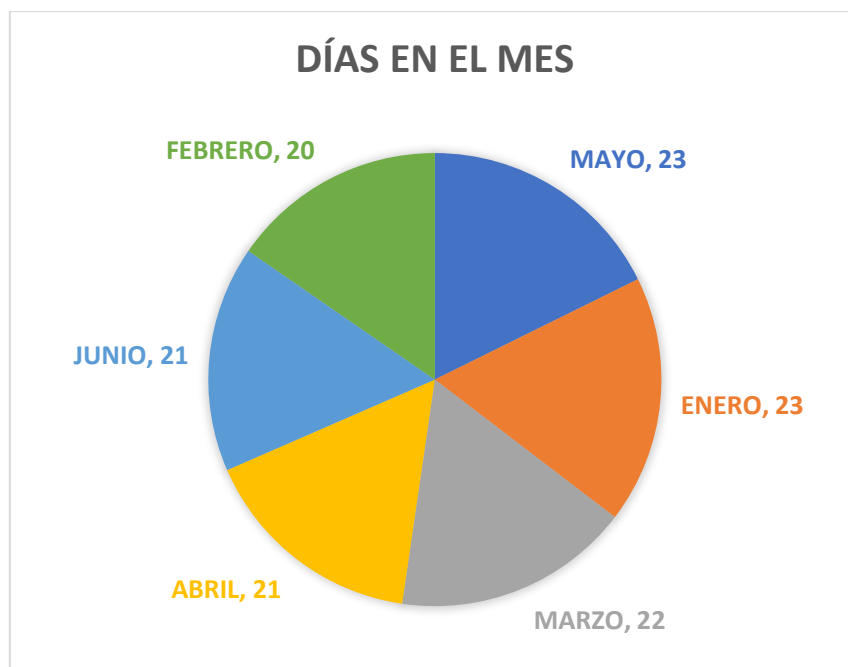
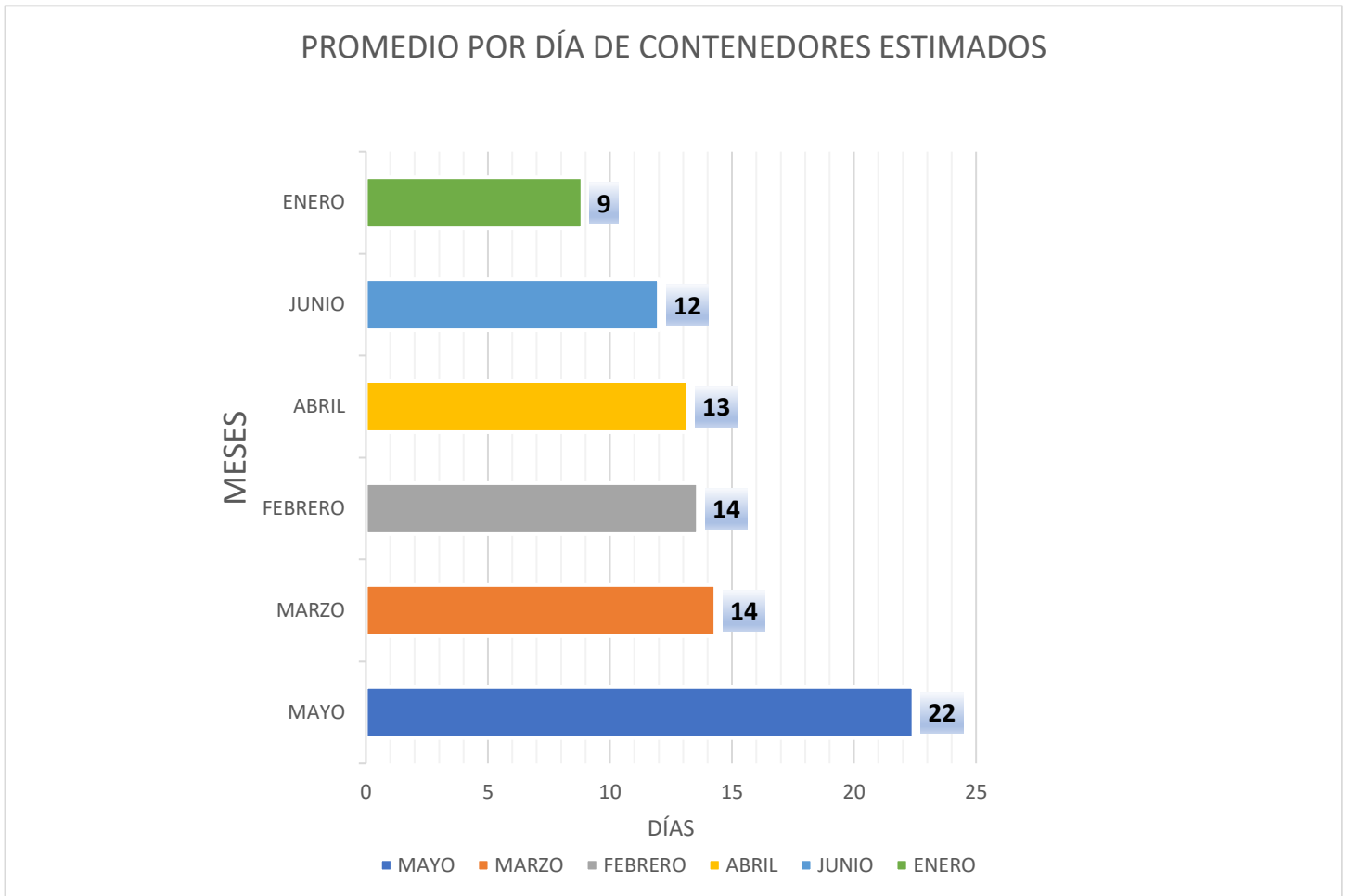


Figura 5. Días en que se estima por mes

Fuente: Elaboración propia

Según la información del gráfico anterior, en los últimos seis meses los colaboradores se encargan de realizar la estimación de 1 836 contenedores para los cuales se cuenta con un total de 130 días. Y también de acuerdo con el gráfico, es casi la misma cantidad de días laborados durante cada mes.



*Figura 6.* Promedio de contenedores estimados por día por mes

Fuente: Elaboración propia

Los 1 836 contenedores son, según lo mencionado, estimados en 130 días. En el gráfico anterior se observa un promedio diario de contenedores estimados, donde, por ejemplo, en mayo hay un aproximado de 22 contenedores estimados a diario entre los cinco colaboradores. Todos estos datos son en un año de poco trabajo para la empresa (ver anexo 8).

Cabe recalcar que del gráfico presentado previamente, el promedio de los días se redondea debido a que la empresa lleva a cabo las estimaciones completas; o sea, una vez que se inicia con la evaluación de un contenedor, no se detiene el proceso hasta que el mismo no esté estimado por completo.

Por esta razón, en la figura se aprecia que aunque febrero y marzo tengan catorce como el promedio de contenedores estimados por día, las barras son de distinta longitud. Para evidenciar lo anterior, se muestra la siguiente tabla con los datos promediados sin redondear:

Tabla 3.

*Promedio de contenedores estimados por día*

MES	PROMEDIO POR DÍA
ENERO	08.87
FEBRERO	13.60
MARZO	14.32
ABRIL	13.19
MAYO	22.43
JUNIO	12.00
<b>TOTAL</b>	<b>84.41</b>

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, según la tabla anterior, se aprecia cómo febrero y marzo en realidad tienen un promedio de 13.60 y 14.32 contenedores promediados por día respectivamente, pero en el gráfico ambas barras se observan con una cantidad de catorce contenedores por día.

A pesar de conocer el promedio de contenedores estimados, la empresa espera poder estimar contenedores de forma más rápida, pues esto podría generar que los clientes quieran asignar más contenedores para reparación, debido a que la compañía contaría con la capacidad de brindar los servicios más rápido y, por ende, tener listas las unidades para que los clientes puedan retirarlas del predio cuando gusten.

De esta manera, se espera agilizar el proceso, enviar al cliente las cotizaciones rápidamente y ofrecer al mismo tiempo la posibilidad de aumentar las cantidades de contenedores que se deseen asignar a la empresa.

### **1.3.1 JUSTIFICACIÓN**

Este proyecto es desarrollado con el fin de evaluar los tiempos de estimación y efectuar la búsqueda de mejoras que permitan agilizar todo el proceso de reparación de los contenedores para que la empresa pueda facturar más rápido los trabajos realizados. Para poder conseguirlo, es necesario mostrar los siguientes datos:

Tabla 4.

*Promedios preliminares para la justificación del proyecto*

TIEMPO PROMEDIO			GANANCIA PROMEDIO			
CANTIDAD	TIEMPO		CANTIDAD	FACTURACIÓN	COSTO	GANANCIA
1	00:54:18		1	\$ 747.65	\$ 496.13	\$ 251.52
2	01:02:23		2	\$ 763.50	\$ 453.94	\$ 309.56
3	00:52:13		3	\$ 941.68	\$ 617.24	\$ 324.44
4	00:57:26		4	\$ 457.50	\$ 233.09	\$ 224.41
5	01:18:22		5	\$ 1 273.83	\$ 846.78	\$ 427.05
6	00:41:39		6	\$ 837.62	\$ 601.29	\$ 236.33
7	00:48:02		7	\$ 397.79	\$ 176.45	\$ 221.34
8	00:45:28		8	\$ 1 584.73	\$ 1 126.44	\$ 458.29
<b>TOTAL</b>	7:19:51		<b>TOTAL</b>	\$ 7 004.30	\$ 4 551.36	\$ 2 452.94
<b>PROMEDIO</b>	00:54:59		<b>PROMEDIO</b>	\$ 875.54	\$ 568.92	\$ 306.62

Fuente: Elaboración propia

Los datos de la tabla anterior se obtienen de una muestra preliminar de ocho unidades llevada a cabo con el propósito de determinar los tiempos de estimación promedio por contenedor y un promedio de la ganancia que se logra por la reparación del mismo.

Así, en promedio la estimación de un contenedor ronda los 54 minutos y la ganancia por una reparación de este promedia los \$ 306.62. El ingreso de este dinero a la empresa se hace efectivo una vez que la unidad es reparada por completo. Derivado de esto, con el proyecto se pretende mejorar el tiempo de estimación para que el proceso se agilice y la ganancia por reparación ingrese más rápido.

El proceso actual que ejecuta la empresa para la estimación es realizado manualmente por seis empleados, de los cuales cinco evalúan los daños y el último se encarga de enviar la cotización a los clientes. Todo este proceso inicia desde que el contenedor llega al área respectiva de estimación, se toman los datos de la identificación y se hace un estudio del contenedor para establecer los daños que pueda tener el mismo.

Conforme el colaborador encuentra los daños, los anota con lápiz o lapicero en una plantilla impresa y finalizada la evaluación, se dirige a su oficina donde debe buscar tiempos promediados para las reparaciones y costos de los materiales en los que se debe incurrir. En esta parte del proceso es donde se genera un tiempo de búsqueda que puede ser más eficiente debido a que la búsqueda se efectúa en un ampo que denominan “manual”, pero que se encuentra desordenado y con hojas sueltas y rotas.

De ahí el planteamiento de diseñar un método que agilice el proceso, el cual al ponerse en práctica beneficiaría a la empresa de modo que pueda hacer estimaciones con rapidez y así las facturas enviadas a los clientes puedan ser pagadas a la empresa en un tiempo más corto.

Se pretende llevar a cabo un análisis de tiempos para establecer si es más rápido un nuevo método de estimación que le produzca a la empresa el beneficio antes citado o inclusive le posibilite a la compañía tener mejorías respecto a la

cantidad de trabajo que puede realizar diariamente, con el objetivo de dar a los clientes una respuesta rápida a las solicitudes y los mismos asignen más trabajo.

## **1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.4.1. Objetivo general**

Mejorar el proceso de estimación de daños mediante la disminución de tiempos en los avalúos y con esto aumentar la eficiencia del proceso.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar el proceso de estimación de daños de los contenedores para la identificación de posibles mejoras de eficiencia.
- Medir la frecuencia con la que los estimadores completan las plantillas manuales por medio de un estudio de tiempos, para el conocimiento del tiempo invertido en el proceso.
- Diseñar propuestas de mejora con base en las mediciones recopiladas en el proceso de estimación de contenedores, para buscar la reducción del tiempo invertido en este proceso.
- Validar económicamente las propuestas de mejora para la determinación del impacto financiero que conllevan dichas mejoras al Departamento de Estimación de Contenedores.

## **1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.5.1. Alcances**

La implementación del proyecto de análisis y comparación de tiempos se realiza en el área de estimación de la empresa Universal Servicios a Contenedores, S.A., en la zona de Limón, en el año 2018. Abarca el proceso desde que la unidad ingresa a burras para tomar datos hasta que el contenedor permanece en el patio esperando espacio en el taller para ser reparado.

Con el trabajo de investigación se espera facturar más rápido las reparaciones debido a un cambio en el proceso de estimación que haga más eficiente el trabajo, evitando las codificaciones manuales.

Por otra parte, si se estima con más prontitud, se pueden enviar las cotizaciones a los clientes y ofrecer un tiempo de reparación de los contenedores más rápido, con el propósito de que los clientes asignen a la empresa más unidades para ser reparadas.

### **1.5.2. Limitaciones**

El acceso al Departamento de Estimación es aproximadamente de semana por medio porque dicha área está en la zona de Limón y los colaboradores que se encuentran en la zona de Heredia solo la visitan semana por medio.

Falta de información sobre los manuales de estimación ya que los mismos permanecen en la empresa desde hace más de 10 años y son otorgados a los empleados, no diseñados por ellos.

Durante el proceso de recolección de información, la empresa tiene una auditoría de Procomer, lo cual impide la visita a Limón al ser necesario tener personal en la oficina de Heredia por si se requería información para la auditoría.

En el transcurso del mes de julio hay un robo a la empresa en las oficinas de Heredia, por esta razón no se puede hacer la visita a la zona de Limón debido a la distancia, pues por seguridad los colaboradores permanecen en la zona de Heredia para que las oficinas no estén solas durante toda la semana.

Las huelgas ocurridas en el país impiden las visitas a Limón al no haber paso y los disturbios en la zona representan un peligro para los empleados.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## **2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA**

### **2.1.1 Ingeniería industrial**

La ingeniería se refiere a conocimientos matemáticos y científicos que son adquiridos a través del estudio, experiencia y práctica, los cuales se aplican de diferentes formas y con el uso de materiales que procuren el beneficio para las personas y entidades. Por esta razón, la ingeniería no se considera una ciencia, sino una aplicación de la misma.

Por otro lado, la palabra ingeniero proviene del inglés *engine* y esta a su vez del latín *ingenium* y se refiere a disponer de un talento natural o un dispositivo mecánico; de esta manera, se considera ingeniero a una persona que con una base científica es capaz de diseñar o construir una herramienta que le permita resolver problemas (Baca et al., 2014).

### **2.1.2 Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos es una técnica utilizada para registrar los tiempos y ritmos de una tarea en específico, realizada en condiciones determinadas. Para obtener un buen resultado por medio del estudio de tiempos, es importante conocer los siguientes requisitos:

Conocer las operaciones por estudiar y técnicas con las que se llevan a cabo dichas operaciones; también, saber acerca del proceso nuevo por realizar.

Todo el proceso por analizar debe estar estandarizado o se debe implementar un método para conseguir la estandarización en cada uno de los pasos presentes. Si los procesos no están estandarizados, entonces el método implica un alto nivel de desconfianza.

Diseñar un plan para que el estudio se efectúe sin dificultades, tomando en cuenta que las tareas deben emplearse sin complicaciones para que no haya fricciones al momento de hacer el estudio.

Asegurarse de tener a mano todo lo necesario para llevar a cabo los trabajos sin interrupciones, para ello los encargados y altos mandos participantes en el estudio deben realizar una revisión previa de los detalles como herramientas y materiales que puedan provocar demoras o pérdidas de tiempo.

En caso de haber varios empleados, se debe proceder a ejecutar las tareas con el que pueda generar los datos más satisfactorios, lo anterior porque dichos colaboradores son suficientemente capacitados para efectuar las labores y tener la menor cantidad de pérdidas de tiempo (Caso, 2006; Niebel y Freivalds, 2009).

#### **2.1.2.1 Responsabilidades del analista de tiempos**

El analista debe procurar cumplir con el trabajo que se plantea y para ello se brindan algunas sugerencias:

El analista del estudio por desarrollar debe estar consciente de que el método por ejecutar sea el óptimo y asegurarse de que los tiempos tomados sean reales y precisos. También el analista del proceso tiene que contar con buen juicio y honestidad para entregar resultados correctos y no dar malas opiniones o medir mal el desempeño.

En el momento en que se esté ejecutando el estudio, el analista debe evitar discusiones y cualquier tipo de gesto o acción que pueda distraer a los operarios que se encuentran siendo estudiados ya que esto afecta la veracidad de los datos obtenidos (Caso, 2006; Niebel y Freivalds, 2009).

#### **2.1.2.2 Responsabilidades de los encargados**

El jefe o encargado del departamento y el supervisor deben participar en el estudio, al ser quienes tienen más conocimiento del proceso por realizar y de los colaboradores, por ejemplo:

Deben pretender que prevalezcan los estándares de tiempo, pues esto ayuda a que el estudio hecho tenga validez al momento de ejecutarlo. Asimismo, al ser quienes dirigen las operaciones y conocen el personal que tienen a disposición, deben asegurarse de elegir a los colaboradores más capacitados, experimentados y competentes para desarrollar el estudio.

Además, estos encargados deben estar a disposición de cooperar con el analista en caso de ser necesario, porque el mismo puede ser un agente externo que requiera conocimiento de los métodos, de cómo se ejecutan y de las herramientas y materiales que deben tener a mano para efectuar cualquier procedimiento del método por estudiar (Caso, 2006; Niebel y Freivalds, 2009).

### **2.1.2.3 Responsabilidades de los operarios**

Los colaboradores deben estar interesados en el buen funcionamiento de la empresa, por lo cual se considera que deben tener presentes algunas recomendaciones y conocimientos para estar preparados al momento de poner en práctica el estudio.

Los colaboradores de las compañías son el motor de estas y en muchas ocasiones son quienes sugieren métodos nuevos al momento de realizar distintas operaciones; por esta razón, es responsabilidad de los empleados de las operaciones por estudiar dar el visto bueno al nuevo método, con el propósito de evitar resistencias o fallas, o inclusive establecer mejores opiniones sobre la práctica de las operaciones.

Tomando en cuenta que son los operarios quienes ejecutan las labores, los supervisores y encargados deben estar abiertos a cualquier sugerencia o cambio que ocurra, debido a que esto puede traer mejoras. Por tal motivo, todas las opiniones deben ser escuchadas, estudiadas y electa la que se crea mejor para el proceso.

Para realizar el estudio, se debe elegir a los operarios calificados y esto a parte de tener la finalidad de conocer los mejores tiempos y estándares de trabajo, se hace también con el propósito de que al momento de ejecutar las labores, lo hagan a un ritmo continuo y normal, previniendo llevar a cabo maniobras innecesarias que provoquen demoras al proceso (Caso, 2006; Niebel y Freivalds, 2009).

#### **2.1.2.4 Equipo para el estudio de tiempos**

Para la puesta en práctica de un estudio de tiempos, es necesario tener a disposición herramientas de trabajo como un cronómetro, un tablero y una plantilla, así como métodos para efectuar el estudio y una calculadora.

El cronómetro es la herramienta proveedora de los tiempos, se debe tener a mano durante todo el proceso de estudio y permanecer en constante observación para medir con exactitud o la mayor proximidad posible las operaciones realizadas por el colaborador.

El tablero para el estudio de tiempos debe ser el adecuado, ya que de lo contrario puede ser molesto o incómodo para el analista al momento de hacer sus apuntes, recordando que debe tener a mano el cronómetro y en este caso el tablero donde va a contar con la plantilla para tomar los datos necesarios.

Hay distintos métodos para realizar los estudios de tiempos, uno de ellos es por medio de una plantilla, como se expuso, donde se debe contar con el espacio

necesario para anotar los datos e información relevante. Otro de los métodos puede ser el empleo de la tecnología como computadoras o tabletas en las cuales se cuente con un *software* en el que se pueda ingresar la información recopilada (Niebel y Freivalds, 2009).

### **2.1.3 Diagrama de flujo de procesos**

Esta es una herramienta de ingeniería de planificación y análisis y es utilizada para:

- Definir y analizar cada una de las fases por las que atraviesa un proceso, además de presentar los tiempos que se tarda en cada una de estas fases.
- Construir una imagen del proceso para entender e identificar qué operaciones se llevan a cabo en el mismo.
- Encontrar etapas accesibles para ser mejoradas, basadas en tiempo o en cómo se realizan las operaciones (Chang y Niedzwiecki, 1999).

Un diagrama de flujo de un proceso es una representación gráfica de las tareas que se desarrollan y las relaciones que las mismas tengan entre sí para cumplir con un proceso o actividad específica. De igual modo, al elaborar el diagrama se pueden encontrar algunas operaciones que pueden ser mejoradas.

Algunas ventajas que tienen los diagramas de flujo son su facilidad de entendimiento porque las personas tienden a ver más llamativas las ideas a través de

simbologías o imágenes en lugar de leer grandes textos difíciles de entender (Manene, 2011).

A continuación, se muestra la simbología para la creación de un diagrama de flujo:

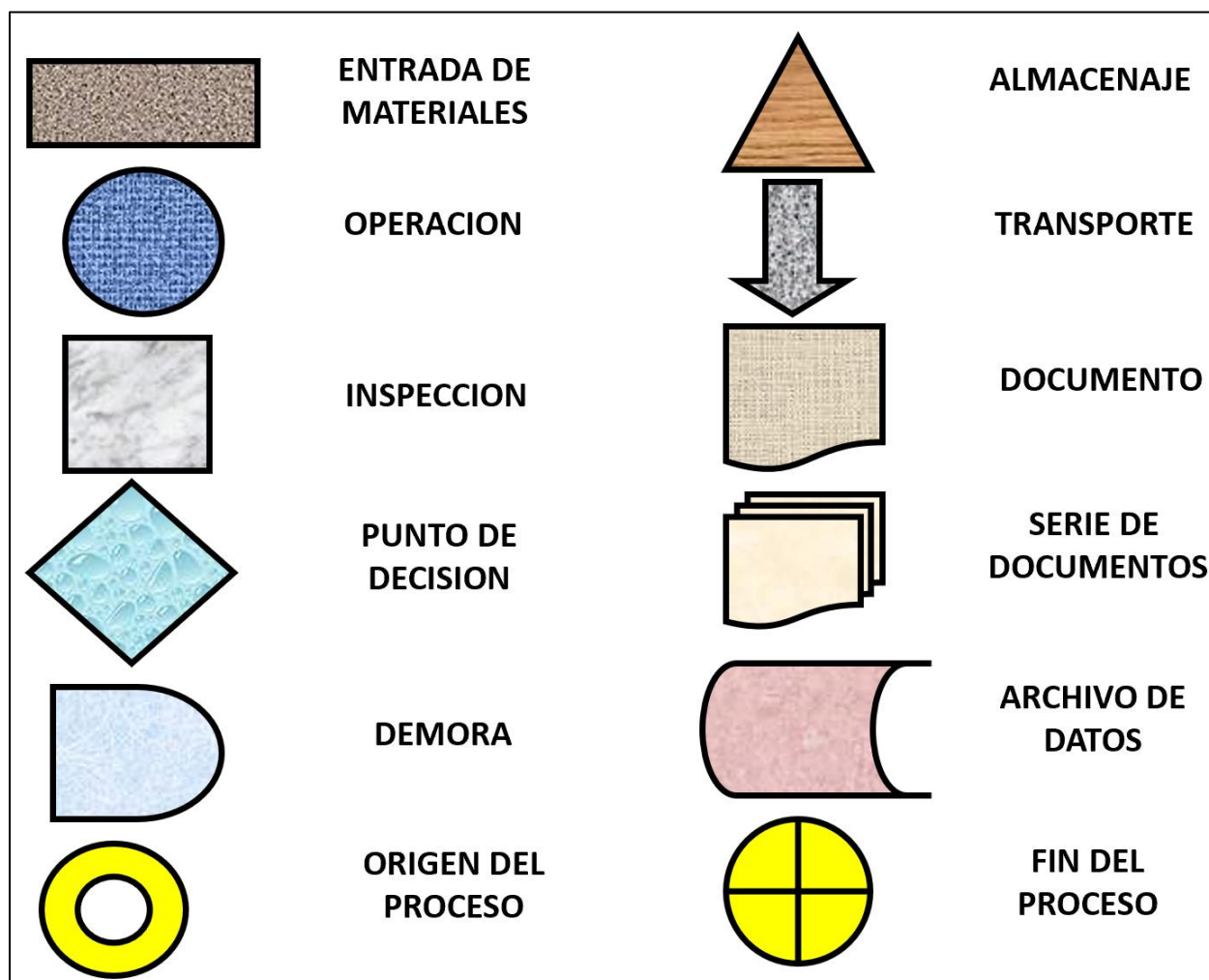


Figura 7. Simbología para un diagrama de flujo de procesos

Fuente: Manene, 2011

### **2.1.4 Conceptos importantes para el proyecto**

Seguidamente, se exponen algunos conceptos que pueden ser fundamentales para el entendimiento del proyecto:

#### **2.1.4.1 Estimación**

Se refiere a calcular o determinar el valor de algo, puede dar un cálculo respecto a una situación que está por ocurrir; es decir, una situación que puede pasar en un intervalo de posibilidades. La estimación como definición estadística se refiere a un parámetro o datos establecidos que se pueden obtener y la información para el cálculo de esa estimación se realiza a partir de datos estadísticos (Manzano, 2014).

#### **2.1.4.2 Reparaciones**

Una reparación es un arreglo de un material o producto que se encuentre dañado, haya sufrido deterioro o esté roto, con el fin de que sea restaurado y sea capaz de realizar de nuevo las funciones para las cuales se crea (Atehortua, s.f.).

#### **2.1.5 Muestra y muestreo**

Se le llama muestra a un subconjunto de elementos de una población, la cual va a ser observada para realizar un experimento o proyecto (Vargas, 1995). La teoría del muestreo es importante ya que ayuda a centralizar información obtenida acerca de una población, pues tal información puede tener diferencias, lo cual provoca que se deban evaluar los resultados obtenidos para identificar su incidencia. También se puede

utilizar la técnica de muestreo para estudiar procesos y determinar cuál de estos es el mejor (Hernández, 2006).

El muestreo se lleva a cabo para evaluar o conocer la calidad de un lote de productos; por esta razón, se examina un número de unidades que se consideran como representantes del lote que se desea estudiar. A este grupo se le denomina muestra, pero el uso de la misma tiene un sesgo o una probabilidad de incurrir en error (Juran, Gryna y Bingham, 2005).

Hay diferentes formas de establecer una muestra, e inclusive fórmulas distintas dependiendo del tamaño de la población por estudiar. Algunos tipos de muestreo son los siguientes:

#### **2.1.5.1 Muestreo aleatorio**

Este tipo de muestreo se realiza con el fin de obtener resultados muy representativos de la población por estudiar; por tanto, se lleva a cabo tomando en cuenta una cantidad de muestras que pueda dar el valor más aproximado a los resultados que se obtendrían si se analizara toda la población (Hernández, 2006).

#### **2.1.5.2 Muestreo aleatorio simple**

Esta técnica de muestreo se hace de manera sencilla y completamente arbitraria, donde cada miembro de la población puede ser electo como parte de la muestra. Entre los métodos comunes para efectuar este tipo de muestreo, se pueden mencionar:

Asignar números a los miembros de la población por estudiar y anotar dichos números en algún papel, y de forma arbitraria colocarlos en algún recipiente, donde luego se pueda sacar la cantidad requerida para el tamaño de muestra establecido, pero dando oportunidad a todos los participantes. El otro método es hacerlo de modo más tecnológico y crear una tabla de números aleatorios con el objetivo de que esta sea quien escoja los participantes que se van a incluir en la muestra (Hernández, 2006).

#### **2.1.5.3 Muestra sistemática**

Para definir una muestra sistemática, se utiliza una fórmula donde se procede a dividir la población en  $n$  grupos de tamaño  $K$ , ( $\frac{N}{n} = k$ ), en la cual  $N$  se refiere al tamaño de la población por estudiar y  $n$  al tamaño de muestra. Luego se debe elegir aleatoriamente a un miembro del primer grupo para que este pertenezca a la muestra y seguidamente a este primer sujeto y los demás que pertenezcan a la muestra, se les suma el resultado  $K$  para seguir obteniendo los miembros de manera aleatoria (Hernández, 2006).

#### **2.1.5.4 Muestra estratificada**

Para este caso, se hace una subdivisión de los miembros de la población en grupos o estratos según alguna variable que los represente. Luego de esto, se puede llevar a cabo la selección de la muestra de dos maneras; la primera es proporcionando de cada grupo la misma cantidad de objetos por estudiar. La segunda es tomando en cuenta un número de participantes representativo de cada grupo (Hernández, 2006).

### 2.1.5.5 Muestra por conglomerado

Este tipo de muestreo es similar al de la muestra estratificada; sin embargo, en este caso no se puede realizar la subdivisión de la población a partir de las características o similitudes que tengan los miembros, al ser estas difíciles de encontrar. De esta manera, al efectuar la subdivisión y tener en cada grupo diferentes variables, significa que un grupo en su totalidad puede ser parte de la muestra (Hernández, 2006).

En el caso del proyecto por llevar a cabo, se hace el recordatorio de que el tamaño de la población por estudiar es aproximadamente de 306 contenedores, lo cual conduce a emplear la siguiente fórmula de tamaño de muestra para poblaciones mayores a 30 unidades y el método de elección de muestreo es a conveniencia porque se debe aprovechar estudiar los contenedores que se encuentren en la zona de Limón los días de las visitas:

$$N = \frac{z^2 pq}{e^2}$$

Donde:

N= Tamaño de muestra.

$z^2$ = Valor de Z según el nivel de confianza.

$pq$ = Varianza de la población.

$e^2$  = Constante de aceptación de error (margen aceptado) (Niebel y Freivalds, 2009).

### **2.1.6 Promedio**

Para el análisis de tiempos, es necesario conocer aproximadamente cuántos contenedores repara la empresa en un mes, con el propósito de establecer una cantidad de contenedores por estudiar o a los que se les van a tomar los tiempos.

El concepto de promedio se vincula a la media aritmética, y consiste en la sumatoria de los elementos, y luego se divide entre la cantidad de elementos inspeccionados (Quevedo, 2011).

### **2.1.7 Diagrama de Ishikawa**

Un diagrama de Ishikawa es una herramienta de calidad, también se le llama diagrama de espina de pescado y se utiliza en diversas empresas o compañías que buscan la gestión de la calidad o de proyectos. No obstante, el diagrama no solo permite resolver un problema, sino que además ayuda a la prevención de otros.

El objetivo de elaborar un diagrama de Ishikawa es analizar gráficamente las causas y efectos que deriven en un problema (De Saeger y Feys, 2016).

Asimismo, se puede decir que el diagrama de Ishikawa es un método gráfico que facilita relacionar un problema con todas aquellas situaciones que puedan provocar el mismo. El detalle primordial de este diagrama es que posibilita la búsqueda de muchas causas y, por tanto, el análisis del mismo. Aunque no todas las causas sean significativas, todas se deben analizar para evitar establecer soluciones antes de conocer la causa primordial del problema (Rodríguez, 2017).

Esta herramienta es una de las más utilizadas para definir el problema o lo que se desea analizar en el proyecto. Este diagrama es empleado con la finalidad de representar los factores que pueden afectar un problema y, así, tomar acciones correctivas.

En el Ishikawa se presenta una serie de elementos o causas principales que se distinguen con 6M, las cuales son:

**M**edición: Se refiere a aquellos procesos que incluyen una medición en alguna parte de su realización.

**M**ano de obra: Este apartado se refiere la capacitación y conocimiento que tienen los colaboradores para realizar sus labores, tomando en cuenta la cantidad de personal disponible para dichas labores.

**M**étodo: Este se entiende como la forma en que los colaboradores ejecutan las labores que les corresponden, también se puede decir que en muchos casos se refiere a aquellos manuales de operación que establecen las empresas.

**M**ateriales: Son todos aquellos artículos que necesitan los colaboradores para poder llevar a cabo la producción.

**M**aquinaría: Son todas las herramientas necesarias para ejecutar las labores, toda aquella instrumentaría con la que deban realizar las tareas y, además de esto, todas aquellas máquinas que formen parte del proceso por estudiar.

**M**edio ambiente: Es el entorno bajo el que ocurren las labores.

Este diagrama con sus elementos y causas ayuda a la construcción de ideas para enfrentar situaciones y encontrar mejoras (Pérez, 2010).

### **2.1.8 Diagrama de Pareto**

Este es un diagrama de barras realizado con el objetivo de encontrar los principales problemas y las causas primordiales provocadoras de estos problemas. Esta herramienta también se conoce como “Ley 80-20”, la cual determina que el 20 % de las causas son las provocadoras del 80 % de los problemas (Rodríguez, 2017).

El diagrama se efectúa en orden de mayor a menor, de izquierda a derecha, elaborado con un gráfico de barras y para varios fines; por ejemplo, la búsqueda de una mejora en la calidad de algún servicio o un producto o la evaluación de qué tipo de causas pueden ocasionar problemas y la incidencia de dichas causas para conocer cuáles son las mayores provocadoras de los problemas (Sales, 2009).

### **2.1.9 Diagrama de Gantt**

Los diagramas de Gantt son representaciones gráficas del tiempo que se puede tardar en algunas operaciones, de igual manera son utilizados para planificar tareas o dar seguimiento y control a un proceso que se implementa recientemente y requiere de verificaciones a futuro o la aplicación de actividades más adelante (Terrazas, 2011).

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

### 2.2.1 DMAIC

La metodología DMAIC es importante para realizar los proyectos y tener un control de que las tareas se hacen adecuadamente. Además, es un método de mejora basado en la medición y análisis de datos para alcanzar niveles de excelencia en los resultados (Sangüesa, Mateo e Ilzarbe, 2006).



Figura 8. Definiciones DMAIC

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, el DMAIC es un aspecto del Seis Sigma y una empresa al poner en práctica este enfoque, puede eliminar o disminuir problemas recurrentes. Al seguir las etapas del DMAIC, se pueden obtener beneficios debido a que se define un problema y se puede atacar el mismo desde la causa raíz.

La metodología DMAIC recibe este nombre derivado de las fases que la abarcan, las cuales son definir, medir, analizar, mejorar y controlar, y se definen a continuación:

- **DEFINIR:** Es la primera fase de la metodología y consiste en la comprensión del problema y las consecuencias que el mismo pueda tener para de este modo identificar las oportunidades de mejora y enfocarse en lo que se debe trabajar (Sangüesa et al., 2006)

También esta etapa se refiere a identificar los procesos de la organización, donde se pretende buscar los de carácter crítico y el encargado de dicho proceso, pero teniendo en cuenta siempre las necesidades del cliente (Miranda, Chamorro y Rubio, 2007).

- **MEDIR:** Es la etapa donde se aplica un procedimiento de recolección de datos que ayuda a medir la importancia y gravedad del problema (Sangüesa et al., 2006).

Además medir es identificar las características clave de los procesos y después medir para entender la evolución de los mismos (Miranda et al., 2007).

- **ANALIZAR:** Es la etapa en la que se analizan los datos obtenidos mediante la etapa de medición para así llegar a la causa o causas que originan el problema (Sangüesa et al., 2006).

La idea de obtener los datos y aplicar la etapa de analizar se refiere a investigar las causas del problema, buscando atacar el problema desde la raíz y no solo tratar los síntomas (Dwyer y Efrón, 2017).

- **MEJORAR:** En esta fase se deben generar y seleccionar propuestas de mejora para enfrentar el problema encontrado (Sangüesa et al., 2006).
- **CONTROLAR:** Este paso es de los más importantes al encargarse de verificar que las etapas anteriores y el proyecto en general se ejecuten de la mejor manera (Sangüesa et al., 2006).

Para cada una de las fases o etapas mencionadas, se puede contar con herramientas como las siguientes:

Tabla 5.

*Herramientas DMAIC*

ETAPA	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
Definir	Índice de prioridad en proyectos (IPP)	Se realiza cuando se tienen varios proyectos, pero recursos limitados, y su fin es definir cuál proyecto sería el más conveniente basado en costos, ahorros y tiempo: IPP= (Ahorros/Costo) * (Probabilidad/Tiempo)
Definir	Pareto	Herramienta gráfica para identificar de las causas, cuál es la más importante.
Definir	Histograma	Gráfico de representación de frecuencias o datos.
Definir	Diagramas de flujo del proceso	Descripción gráfica de las actividades o procesos.
Definir	Encuestas	Preguntas que deriven un problema.
Definir	Lluvia de ideas	Aporte de ideas.
Definir	Diagrama Ishikawa	Diagrama de las M (medio ambiente, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y método).
Medir	Costo de calidad	Costo de un producto o servicio, relacionado con fallas y prevención.
Medir	Defectos por unidad (DPU)	Medición de productos con defectos observados.
Medir	Rendimiento	Porcentaje de salidas del proceso sin defectos.
Medir	Promedio	Desempeño típico.
Medir	Rango	Desempeño máximo menos el mínimo.
Medir	Toma de tiempos	Recolección de tiempos de los procesos realizados.
Analizar	Diagrama Ishikawa	Diagrama de las M (medio ambiente, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y método).
Analizar	Gráficos de dispersión	Gráfico de variables de salida (dependientes) entre variables de entrada (independientes).
Analizar	Muestreo	Estudio de una muestra.

ETAPA	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
Implementar	Pruebas con mejoras en promedio	Evaluación con cambios en los promedios de los procesos.
Implementar	Pruebas con mejoras en varianza	Comparación entre una varianza reducida y la actual.
Implementar	Pruebas piloto	Pruebas de mejora para comparación con parámetros actuales.
Controlar	Gráficos de control	Gráficos que ayudan a mantener un comportamiento normal del proceso.
Controlar	Tablero de desempeño	Medición del desempeño del proceso.
Controlar	Indicadores	Diseño de indicadores que mantengan variables dentro de un parámetro.

Fuente: Gupta y Sri, 2015

La tabla anterior es una muestra de la cantidad de herramientas que se pueden utilizar en cada una de las etapas de la metodología. Esto no significa que el proyecto por desarrollar tenga todas las mencionadas con anterioridad.

### **2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL TRABAJO**

Con la ejecución del proyecto, a corto plazo se busca hacer una comparación de los tiempos del proceso de estimación manual contra el tiempo si el proceso se ejecuta de manera digitalizada, con el propósito de encontrar el método de mayor eficiencia para la empresa y que le otorgue ganancias a la misma.

Por otra parte, se pretende agilizar el proceso de forma que la empresa pueda facturar las reparaciones a corto plazo, a través de algún método que permita mejorar

el tiempo de estimaciones de contenedores y esto provoque que el cliente reciba las cotizaciones por daños más rápido.

El método de mejora que se desea implementar es una plantilla capaz de buscar la información en una base de datos y autocompletarse. Esto provocaría un impacto positivo porque la base de datos tiene valores exactos y los estimadores no deben efectuar cálculos que puedan ser erróneos.

## **2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS**

### **SEMEJANTES**

Como parte del análisis de otros proyectos o tesis, se extrae información que fuese referente a un estudio de tiempos, encontrándose lo siguiente:

El estudio de tiempos se puede hacer con un proceso actual de donde se extraen tiempos efectivos, sin embargo, puede que no se obtengan los mejores tiempos, o que los mismos se puedan mejorar y esto se logra a través de reducciones de espacios de recorrido al momento de ejercer una labor; por ejemplo: “Se puede observar como en el método actual se recorre 57 metros, y en el método propuesto se recorrerá 48 metros, generándonos esto un ahorro de 9 metros, lo que equivale a un 8 %” (Vargas, 2005).

También, se puede conseguir una reducción de tiempos haciendo que los empleados realicen funciones simultáneas, como en este otro caso:

En el proceso de la elaboración de pejibaye, se visualiza como en comparación del método actual con el método propuesto se logra obtener un ahorro de 4 minutos por unidad en el proceso. Esto se debe a que en el método propuesto se realiza actividades simultáneas, lo que genera que se haga un proceso de forma más rápida e igual de eficiente (Vargas, 2005).

Otra de las maneras para reducir los tiempos es mediante el diseño de un diagrama de flujo, el cual los empleados deben seguir al pie de la letra según como sean diseñados.

Como una manera de tener más claro el proceso de toma de tiempos se crearon los diagramas de flujo que van a dar una idea más clara de lo que son los Métodos de Trabajo. Esto facilitará el trabajo de toma de tiempos, porque de esta manera tendremos un mejor entendimiento del proceso y una guía paso a paso, de cada uno de ellos para los diferentes ítems (Del Valle, 2007).

Otra opción, que hace referencia al estudio de tiempos y movimientos y al área de trabajo, es la aplicación de la herramienta japonesa 5`s, la cual ayuda a reducir el desorden, a clasificar solo herramientas y materiales que sean los necesarios para ejecutar una tarea y a mantener limpia la estación de trabajo (Roldán, 2006).

**CAPÍTULO III**  
**MARCO METODOLÓGICO**

### 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

#### 3.1.1 DMAIC

Para poder definir el problema y ejecutar los análisis necesarios para la elaboración y puesta en práctica de una solución, se utiliza la metodología del DMAIC, la cual se menciona con anterioridad y conociendo las herramientas que se pueden emplear en cada fase presentada en la tabla número 5, ahora se muestran las que son utilizadas en el proyecto:

Tabla 6.

*Herramientas que se utilizan en el proyecto*

CANTIDAD	ETAPA	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
1	Definir	Lluvia de ideas	Recolección de ideas de participantes en proceso.
2	Definir	Encuestas	Preguntas sobre información recolectada con la lluvia de ideas.
3	Definir	Diagramas de flujo del proceso	Descripción gráfica de las actividades o procesos.
4	Definir	Diagrama Ishikawa	Diagrama de las M (medio ambiente, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y método).
5	Definir	Histograma	Gráfico de representación de frecuencias o datos.
6	Definir	Pareto	Identificar la causa o las causas principales.
7	Medir	Promedio	Cálculo de promedios.
8	Medir	Toma de tiempos	Recolección de tiempos de operaciones.
9	Analizar	Diagrama Ishikawa	Diagrama de las M (medio ambiente, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y método).
10	Analizar	Muestreo	Estudio de una muestra.
11	Implementar	Pruebas con mejoras en promedio	Evaluación con cambios o mejoras en procesos.
12	Controlar	Indicadores	Diseño de indicadores que mantengan variables dentro de un parámetro.

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla anterior, se usan distintas herramientas para la elaboración del proyecto de la siguiente manera:

Se va a llevar a cabo un diagrama de flujo del proceso para conocer el mismo e identificar los pasos que son necesarios con el objetivo de cumplir con las estimaciones. Luego, se va a desarrollar una lluvia de ideas con el propósito de buscar las posibles causas de las demoras al momento de efectuar una estimación.

En caso de ser necesario, se agrupan causas de índole similar; por ejemplo, si se consideran el sol y la lluvia como causas provocadoras de un problema, entonces se procede a indicar que el clima es el problema en sí. De esta manera, luego se inicia con la aplicación de una encuesta creada con base en la lluvia de ideas y la agrupación realizada, en caso de que lo haya, para determinar la frecuencia con la que estas causas afectan el problema.

Una vez hecha la encuesta, se agrupan los datos obtenidos según la rama a la que pertenezcan para desarrollar el diagrama de Ishikawa con el fin de mostrar todas las causas y dar una explicación de por qué algunas de ellas se consideran principales o, en su defecto, de poca influencia en el problema.

Después de esto, se ponderan los datos obtenidos para crear un histograma que ayude a establecer cuál es la causa más relevante, pero esta información determinada

por el histograma debe ir acompañada de más herramientas, como por ejemplo el diagrama de Pareto.

Este diagrama identifica, según la frecuencia, cuáles causas son las principales afectantes del problema para así determinar cuáles se pueden atacar primero.

Enfocado el proyecto en una causa principal especificada previamente, se lleva a cabo la medición del proyecto; es decir, una medición de la situación actual que se presenta en el proceso y, en específico, donde se manifiesta el problema encontrado.

Luego de realizada la medición, se hace el análisis de los resultados obtenidos de la medición para después compararlos contra una medición que se haga con la mejora propuesta. Además, se debe efectuar un análisis costo beneficio para conocer la ganancia que tendría la empresa al implementar una mejora.

La mejora se debe implementar y en caso de que los resultados obtenidos en realidad den el beneficio esperado a la empresa, se debe plantear un método de control y verificación para procurar que el método se mantenga y no vaya a ser cuestión de tiempo. Para esto, se formula la opción de elaborar un diagrama de Gantt, el cual va a contar con fechas para llevar a cabo auditorías de control.

### 3.1.2 Lluvia de ideas

Según el orden de la información mencionada previamente, a continuación se muestra la lluvia de ideas realizada el 21 de setiembre del 2018 con algunos colaboradores, a saber Emily Gonzáles y Dwight Owen (gerentes), Francisco Chavarría (supervisor del Área de Refrigeración), Pedro Díaz y Yurguen Reyes (estimadores de refrigeración) y Wilber Chavarría (estimador de estructura).

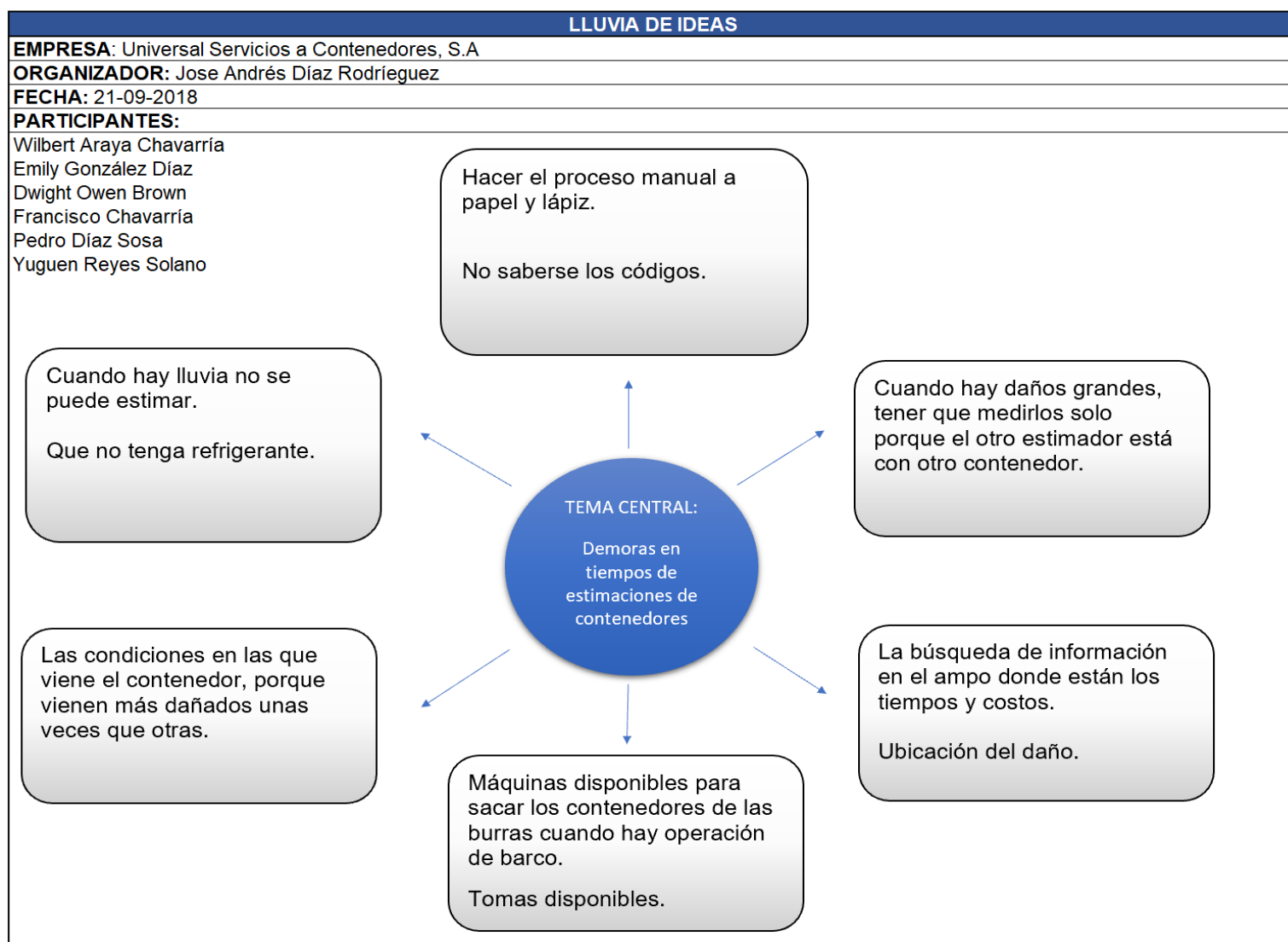


Figura 9. Lluvia de ideas

Fuente: Elaboración propia

La lluvia de ideas anterior genera diversas opiniones, las cuales se proceden a clasificar para resumirlas y poder ejecutar la siguiente encuesta realizada a seis personas, en este caso a los cinco estimadores y al digitador, al ser quienes participan directamente en el proceso de estimación.

### **3.1.2 Encuesta**

Continuando con el orden propuesto para poder definir el problema, luego de efectuada la lluvia de ideas, se lleva a cabo la siguiente encuesta aplicada por Jose Andrés Díaz con preguntas obtenidas de la herramienta realizada previamente. Las encuestas se hacen el día 24 de setiembre del 2018 a los colaboradores que intervienen directamente en el proceso de estimación.

Para la aplicación de la encuesta, se les explica a los encargados de la escala enumerada de 1 a 5 que deben utilizar para dar respuesta a las preguntas. Esta escala se establece basándose en la frecuencia o incidencia con que se manifiestan las situaciones representadas por las preguntas.

De esta manera, una vez explicados a los participantes los términos de la encuesta, se efectúa la misma, la cual se puede observar en la siguiente página:

Tabla 7.

*Encuesta*

ENCUESTA SOBRE PROCESO DE ESTIMACIÓN										
EMPRESA: Universal Servicios a Contenedores										
FECHA:										
ENCARGADO: Jose Andrés Díaz Rodríguez										
Nota: Las respuestas se categorizan del 1 al 5 según su incidencia; donde 1 es el resultado más bajo y 5 es el resultado de mayor frecuencia.										
Preguntas					1	2	3	4	5	
1	¿Con qué frecuencia afecta el clima para realizar estimaciones?									
2	¿Cuánto considera que afecta tener que realizar estimaciones solo?									
3	¿Qué tanto le afecta la búsqueda de códigos, tiempos y precios en los manuales?									
4	¿Qué tan frecuente se atrasa el proceso de estimación al no tener materiales como los refrigerantes?									
5	¿Cuánto le perjudica la ubicación del daño para realizar las estimaciones?									
6	¿Con qué frecuencia se demora el proceso de estimación al no tener maquinaria disponible para retirar equipos del área de estimación?									
7	¿Le perjudica tener que realizar la estimación con papel y lápiz?									
8	¿Con qué frecuencia se retrasa el proceso de estimación por no tener tomas disponibles?									
9	¿Cuánto le afecta no saberse algunos códigos al momento de estimar?									
10	¿Cuánto considera que se atrasa el trabajo por las condiciones del contenedor?									

Fuente: Elaboración propia

La anterior encuesta ayuda a determinar la frecuencia con que ocurren aquellas causas que conducen a demoras en el proceso de estimación. Tomando en cuenta que las numeraciones dadas del 1 al 5 tienen los siguientes significados:

Tabla 8.

*Significados de la numeración de la encuesta*

1	Nunca
2	Casi nunca
3	Normal
4	Casi siempre
5	Siempre

Fuente: Elaboración propia

Los valores con los que se determina la frecuencia se establecen basados en una escala ordinal, la cual se utiliza cuando los resultados esperados o los datos por recolectar se dan en un orden relativo definido por características por evaluar.

Este tipo de escalas debe tener las variables clasificadas en un orden, por ejemplo, de menor a mayor, del más pequeño al más alto o, como en este caso, se emplea con un orden basado en la frecuencia con que ocurren las causas; es decir, puede que no ocurra nunca, puede darse la posibilidad de que ocurra siempre o puede que la frecuencia se encuentre en puntos intermedios entre nunca y siempre (Coronado, 2007).

### 3.1.4 Datos recolectados

Los datos recolectados de la lluvia de ideas y de las encuestas hechas ayudan a la creación de diagramas, específicamente un histograma, un diagrama de Pareto y un diagrama de Ishikawa, con el fin de establecer el problema principal presente en el proceso de estimación.

Así que para proceder con el diseño de estos diagramas, se determinan las causas obtenidas y se clasifican las mismas según la rama a la que pertenezcan para poder utilizar esta información al momento de elaborar el diagrama de Ishikawa:

Tabla 9.

#### *Clasificación para los diagramas*

CLASIFICACIÓN PARA LOS DIAGRAMAS		
	CAUSAS SEGÚN LA LLUVIA DE IDEAS	TIPO
1	No conocer todos los códigos.	MANO DE OBRA
2	Falta de refrigerante.	MATERIALES
3	Condición del contenedor.	MEDICIÓN
4	Disponibilidad de máquinas.	MAQUINARIA
5	Disponibilidad de tomas.	MAQUINARIA
6	Condiciones climáticas.	MEDIO AMBIENTE
7	Proceso a papel y lápiz.	MÉTODO
8	Estimar solo los daños grandes.	MANO DE OBRA
9	Búsqueda de tiempos, costos y códigos en manuales.	MÉTODO
10	Ubicación del daño.	MÉTODO

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, los datos de la tabla anterior ayudan al diseño de los diagramas que se pueden observar en el capítulo número IV de línea base y análisis de causas. Los mismos contribuyen a la determinación del problema principal y al descarte de otras causas al no ser las principales razones del problema.

### **3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO DEL PROYECTO**

Para hacer la medición del cambio correspondiente a realizar una estimación de manera manual contra la estimación de forma digitalizada, se lleva a cabo un estudio de tiempos y movimientos con el objetivo de determinar cuál es el método más eficiente y que puede agilizar el proceso completo.

Con el propósito de efectuar ese estudio de tiempos, es necesario conocer el promedio de los contenedores que estima la empresa y, seguidamente, establecer la muestra que se desea estudiar.

Actualmente, según registros de la empresa, en los últimos seis meses, abarcados desde enero a junio del 2018, se estima un total de 1 836 contenedores. De esta cantidad se puede obtener un promedio de 306 contenedores estimados durante cada mes (ITS Conglobal Costa Rica, s.f.).

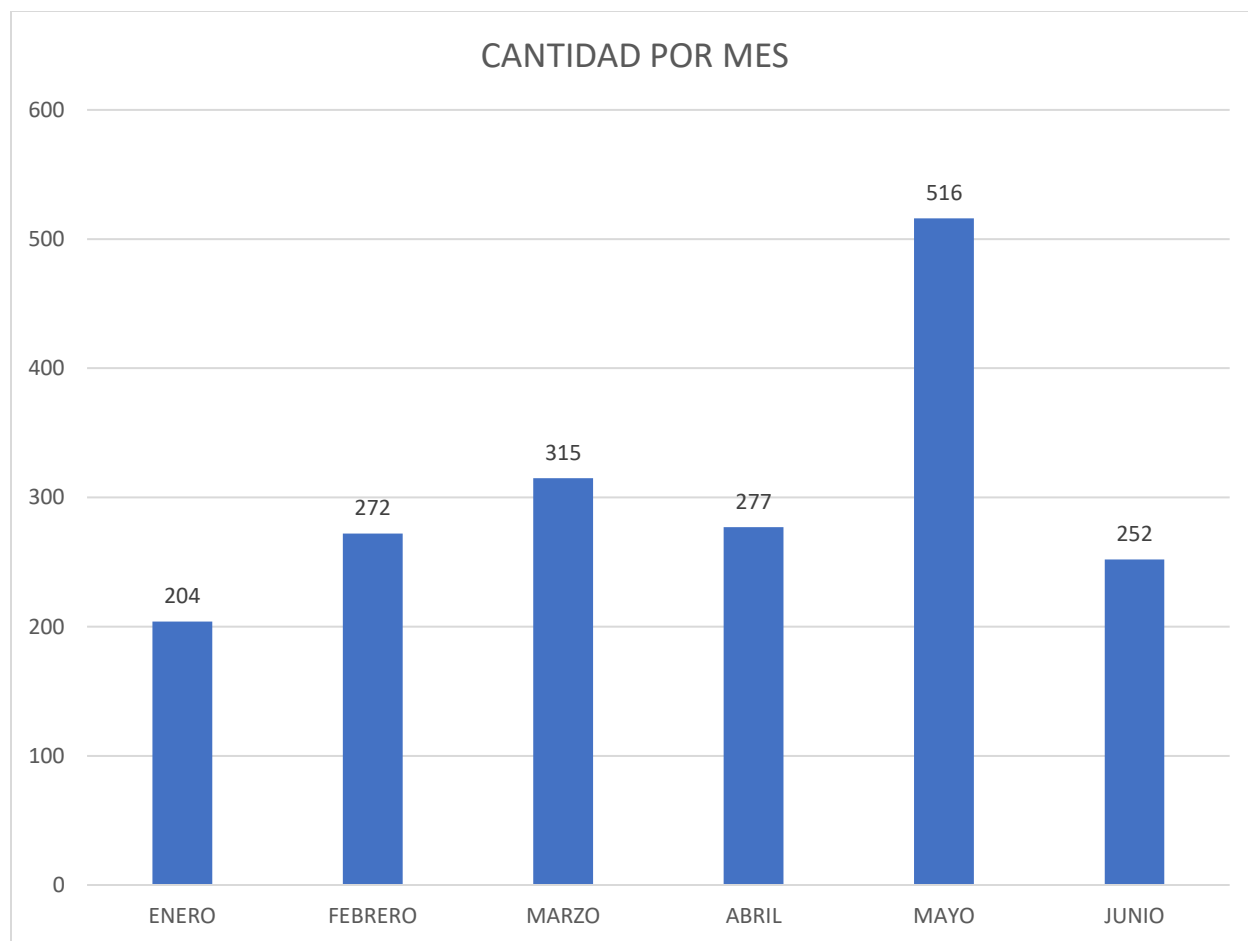


Figura 10. Promedio de contenedores para el cálculo de muestra

Fuente: ITS Conglobal Costa Rica, s.f.

Total de contenedores: 1 836.

$1836 / 6 = 306$  contenedores mensuales.

El gráfico anterior indica las cantidades de contenedores que son estimados en los últimos seis meses, las diferencias son representativas; sin embargo, esto también se debe al envío de los clientes y no tanto a las unidades estimadas.

Por tanto, derivado de lo anterior, se espera establecer una muestra aleatoria de 204 unidades a partir de la siguiente fórmula:

$$N = \frac{z^2 pq}{e^2}$$

Donde:

N= Tamaño de muestra.

$z^2$ = Valor de Z según nivel de confianza.

pq= Varianza de la población.

$e^2$  = Constante de aceptación de error (margen aceptado).

$$N = \frac{1.96^2 \times 0.53}{.10^2} = 204 \text{ uds.}$$

Los datos con los que se efectúa el cálculo son obtenidos de la siguiente manera:

Z= 1.96: Valor Z para un nivel de confianza del 5 % (ver anexo 1).

pq= 0.53: Varianza obtenida de la muestra preliminar de estimación de ocho contenedores realizada el 07 de agosto, donde se divide el tiempo más bajo entre el más alto.

e= 0.10: Margen de 10 % aceptado por la empresa.

### 3.2.1 Descripción del proceso

Para hacer un análisis exhaustivo más adelante, es necesario tener en cuenta el proceso que realiza la empresa, el cual es descrito con la siguiente información y luego representado a través de un diagrama de flujo de procesos expuesto en el capítulo 4.

- 1- Los contenedores son trasladados desde el muelle o desde el predio de un cliente hasta el predio de la empresa, pero para que esto ocurra, primero el cliente debe haber asignado un listado de los contenedores que va a enviar a la compañía.
- 2- Una vez que los clientes envían los contenedores, debe haber una autorización para que los mismos ingresen, de esta manera los despachadores proceden a revisar el número de contenedor para verificar que se encuentre en la lista de los autorizados y, una vez chequeados, se procede a llevarlos al área de estimación (burras o bases de estimación).
- 3- Luego de que el contenedor se encuentra en el área de estimación, los colaboradores toman datos del contenedor como el año, modelo, número de contenedor y fecha de estimación.
- 4- Cuando finalizan con la anotación de los datos informativos de la unidad, los estimadores inician con el proceso de evaluación de los daños del contenedor, para lo cual tienen un orden establecido por ellos mismos. Inician por la parte

baja del contenedor, luego revisan las paredes de los contenedores empezando por el lado izquierdo y dando la vuelta a la unidad hasta llegar a las puertas.

- 5-** Conforme los estimadores identifican los daños, van anotándolos en la plantilla impresa que poseen y manejan una tabla de anotaciones para una mayor facilidad al momento de completarla.
  
- 6-** Después de que los estimadores hacen toda la evaluación, se dirigen a la oficina, donde tienen un ampo al que llaman manual, en el cual buscan los tiempos de mano de obra y los costos del material en los que se debe incurrir con el fin de reparar el contenedor, y esta información se coloca en la plantilla para terminar de completarla.
  
- 7-** Cuando el estimador finaliza el proceso y completa la plantilla, hace entrega de la información recolectada al digitador, que en este caso es la última persona que participa en el proceso ya que se encarga de enviar la cotización al cliente a través de un sistema donde puede aceptar o rechazar la cotización.
  
- 8-** En algunas ocasiones, los clientes envían a una persona a verificar que los daños reportados por el estimador sean correctos. También hay otros clientes que aceptan las reparaciones sin enviar a alguien a revisar, pero depende del monto cotizado.

- 9-** Luego de que los contenedores son estimados, se envían a una localización en el predio mientras se espera la autorización y revisión del cliente.
  
- 10-** Los contenedores siempre tienen al menos una reparación, así que una vez aprobada la cotización, se coordina para que la unidad sea enviada al respectivo taller de reparación.
  
- 11-** Cuando ingresa el contenedor al taller, se le hacen todas las reparaciones aprobadas por el cliente y no se retira del taller hasta no estar completamente listo.
  
- 12-** Después de finalizado el proceso de reparación en el taller correspondiente, el contenedor puede ser trasladado a proceso de lavado o a patio mientras espera por la solicitud del cliente para retirarlo.
  
- 13-** Por último, una vez que el contenedor es reparado, se debe facturar.

### **3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO**

Para llevar a cabo las propuestas de mejora, elaborarlas y ponerlas en práctica, es necesario establecer una metodología capaz de ayudar a que todos los pasos se realicen. De esta manera, se asegura que la ejecución del proyecto se hace correctamente y para ello se utiliza la metodología del ciclo de Deming.

#### **3.3.1 Ciclo de Deming**

Este es un ciclo de mejora que se efectúa con el fin de poner en práctica la mejora establecida, además el ciclo ayuda a la resolución de problemas y para ello se presentan las cuatro fases que participan en esta herramienta, las cuales son PHVA: **Planear, Hacer, Verificar y Actuar** (Cuatrecasas, 2012).

Cada una de estas etapas tiene su propósito, lo cual se aprecia en la figura de la siguiente página:

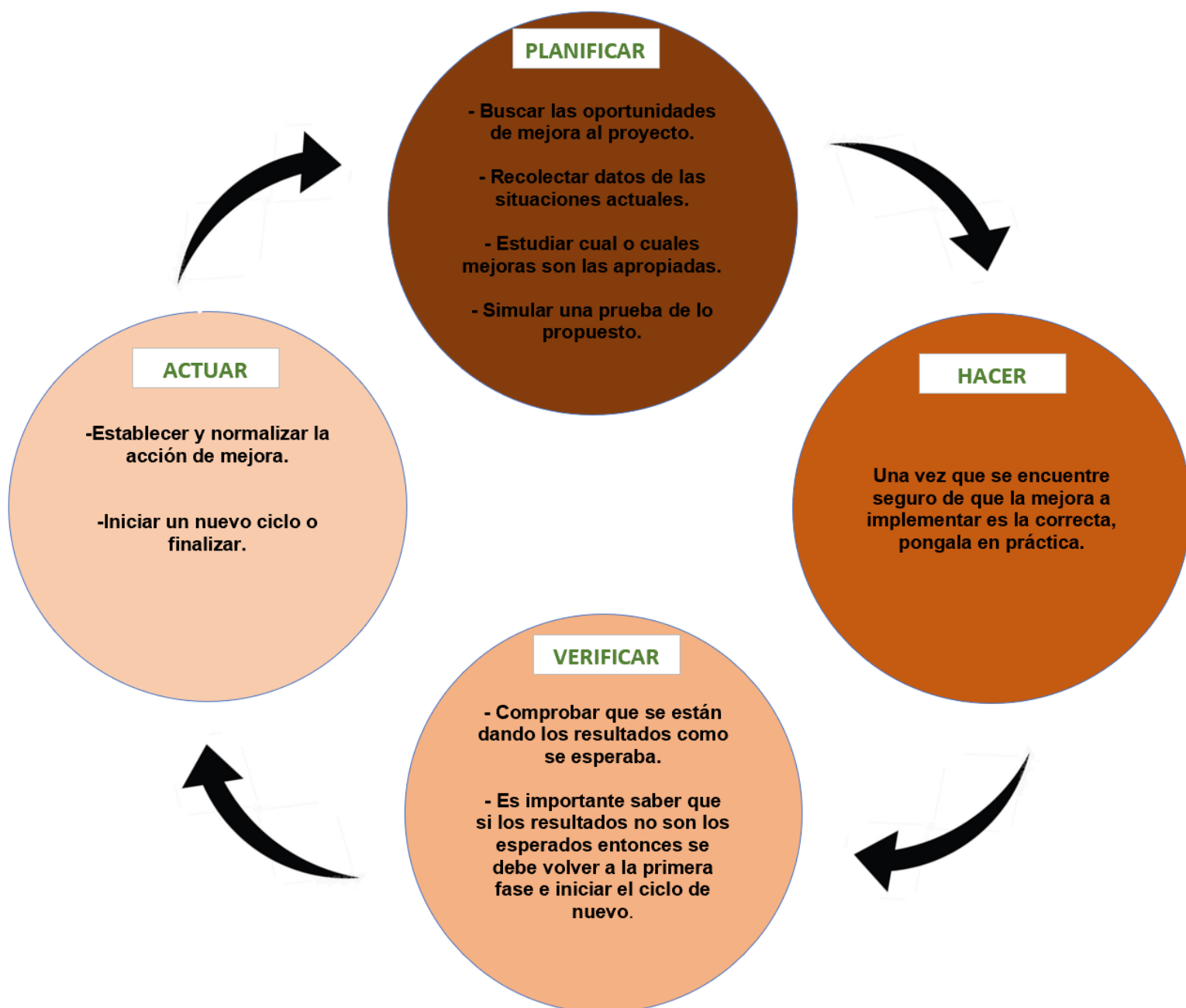


Figura 11. Ciclo de Deming

Fuente: Cuatrecasas, 2012

En la figura anterior se pueden observar las subetapas que incluye cada fase del ciclo de Deming, y esto se realiza con el propósito de entender las funciones que se

deben cumplir en cada una para el desarrollo del proyecto, lo cual se indica en la siguiente tabla:

Tabla 10.

*Deming para el proyecto*

ETAPA	DESCRIPCIÓN
PLANIFICAR	Mejoras al proceso de estimación.
	Tomar los tiempos del proceso de estimación actual de la empresa.
	Creación de una plantilla de estimación digital.
	Reacomodar los horarios de trabajo de los operadores.
	Reacomodar el personal cuando los contenedores presentan muchos daños.
	Simular una prueba de lo propuesto.
HACER	Diseñar la plantilla digital.
	Cambiar el horario a los operadores de máquinas.
	Ordenar al personal que los contenedores que se observen con muchos daños deben ser estimados por dos personas.
VERIFICAR	Comprobar los resultados de los métodos propuestos.
ACTUAR	Establecer las propuestas como normas.

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior muestra cómo el ciclo de Deming va a ser aplicado a nivel del proyecto, lo cual debe iniciar por medio de un proceso de toma de tiempos al detectarse que el problema va de la mano con el tiempo tardado en la estimación de



### 3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Con el objetivo de desarrollar el proyecto, es necesario conocer cómo se debe implementar, iniciando con el personal que participa en la implementación de las propuestas y la función que cumplen. Para ello se muestra la siguiente tabla:

Tabla 11.

*Implementación de la primera propuesta de mejora*

IMPLEMENTACIÓN PROPUESTA NÚMERO 1, PLANTILLA DIGITALIZADA		
ACTIVIDAD	ENCARGADO	FECHA
CREACIÓN DE BASE DE DATOS	JOSE DÍAZ, ROBERTO SANDERS, WILBER CHAVARRÍA	DEL 04/09/2018 AL 28/09/2018
DISEÑO DE PLANTILLA	JOSE DÍAZ	DEL 26/09/2018 AL 12/10/2018
IMPLEMENTACIÓN DE PLANTILLA	JOSE DÍAZ	DEL 15/10/2018 AL 18/10/2018
UTILIZACIÓN DE PLANTILLA	WILBER CHAVARRÍA	DEL 15/10/2018 AL 18/10/2018
	WILFREDO ANGLÍN	DEL 15/10/2018 AL 18/10/2018
	PEDRO DÍAZ	DEL 15/10/2018 AL 18/10/2018
	YURGUEN REYES	DEL 15/10/2018 AL 18/10/2018
	JULIO DOMINGUEZ	DEL 15/10/2018 AL 18/10/2018
REVISIONES Y CORRECCIONES	JOSE DÍAZ	DEL 17/10/2018 AL 24/10/2018
PRIMERA PRUEBA DE TRABAJO CON PLANTILLA	WILBER CHAVARRÍA	DEL 22/10/2018 AL 06/11/2018
	WILFREDO ANGLÍN	DEL 22/10/2018 AL 06/11/2018
	PEDRO DÍAZ	DEL 22/10/2018 AL 06/11/2018
	YURGUEN REYES	DEL 22/10/2018 AL 06/11/2018
	JULIO DOMINGUEZ	DEL 22/10/2018 AL 06/11/2018
PRIMERA AUDITORÍA	EMILY GONZÁLEZ	DEL 06/11/2018 AL 09/11/2018

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior hace referencia a la primera propuesta de mejora, cómo la misma se va a implementar y quién se va a encargar de velar porque esto suceda. Por ejemplo, se observa que la base de datos es creada entre Jose Díaz, Wilber Chavarría y Roberto Sanders entre el 04 y el 28 de setiembre, la cual es realizada con el fin de

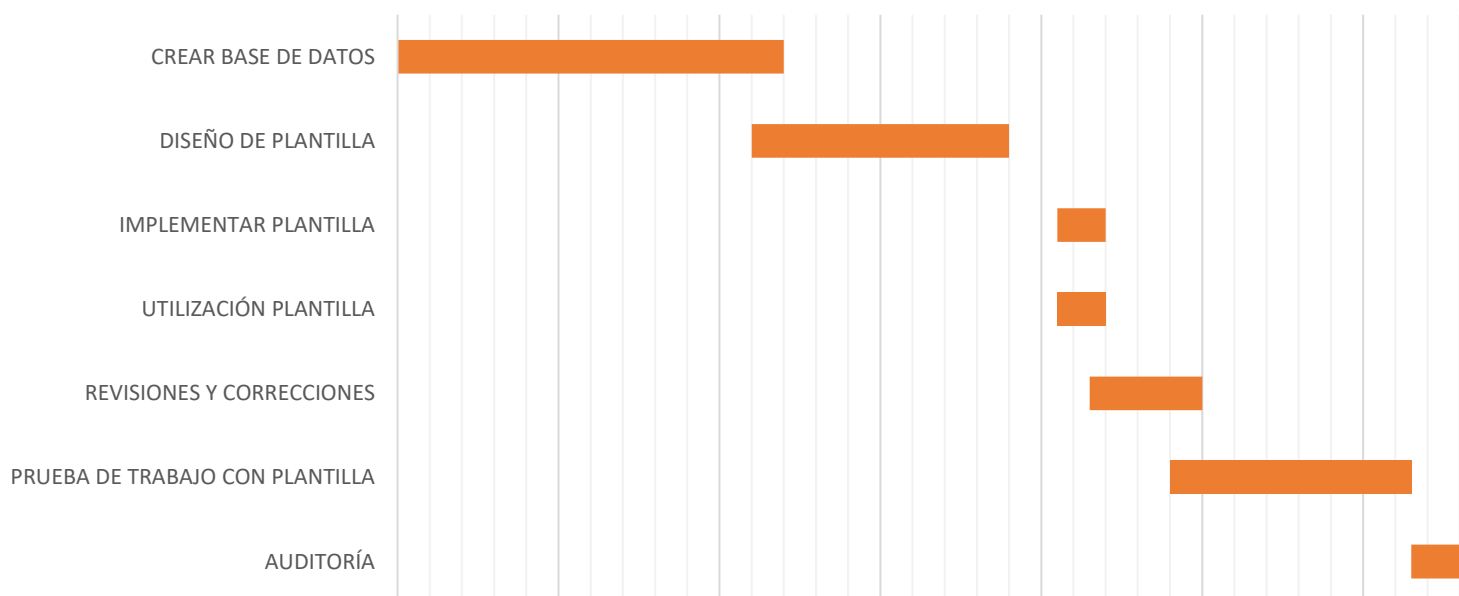
que Jose Díaz pueda diseñar la plantilla e implementarla para que la utilicen los estimadores al momento de ejecutar sus labores.

Sin embargo, luego, cuando la plantilla se está usando, se deben efectuar revisiones y correcciones de las cuales se encarga el mismo Jose Díaz para que después los colaboradores puedan utilizar la plantilla correctamente y que Emily González vuelva el 06 de noviembre para llevar a cabo una auditoría de seguimiento.

Lo anterior se expone en el siguiente diagrama de Gantt:

### DIAGRAMA DE GANTT PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PRIMERA PROPUESTA DE MEJORA

9/4/2018    9/14/2018    9/24/2018    10/4/2018    10/14/2018    10/24/2018    11/3/2018



	AUDITORÍA	PRUEBA DE TRABAJO CON PLANTILLA	REVISIONES Y CORRECCIONES	UTILIZACIÓN PLANTILLA	IMPLEMENTAR PLANTILLA	DISEÑO DE PLANTILLA	CREAR BASE DE DATOS
FECHA DE INICIO	11/6/2018	10/22/2018	10/17/2018	10/15/2018	10/15/2018	9/26/2018	9/4/2018
DURACIÓN	3	15	7	3	3	16	24

Figura 13. Diagrama de Gantt para la implementación de la primera propuesta de mejora

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la segunda propuesta, se desarrolla pensando en que la maquinaria no siempre está disponible para la movilización de los contenedores, una vez que los mismos estén estimados. Para efectuar estos movimientos, la empresa tiene cinco máquinas portacontenedores, pero solo se cuenta con cuatro operadores, de los cuales dos trabajan durante el día de 7:00 a.m. a 03:00 p.m. y los otros dos de 2:00 p.m. a 10:00 p.m. y el horario para los estimadores es de 7:30 a.m. a 5:00 p.m.

Por esta razón, y debido a la disminución de trabajo presentada en la empresa, se plantea la propuesta de ajustar los horarios de los operadores para que tres de ellos trabajen de 7:30 a.m. a 5:00 p.m. y el otro sea despedido, dejando así solo un horario diurno en la empresa. La implementación de esta propuesta se lleva a cabo de la siguiente manera:

Tabla 12.

*Propuesta de implementación 2, reacomodo de horarios de operadores*

<b>PROPUESTA NÚMERO 2, REACOMODO DE HORARIOS DE OPERADORES DE MAQUINARIA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ENCARGADO</b>	<b>FECHA</b>
DISEÑO DE NUEVOS HORARIOS	JOSE DÍAZ, EMILY GONZÁLEZ, DWIGHT OWEN	16/11/2018
IMPLEMENTACIÓN DEL CAMBIO	JOSE DÍAZ, EMILY GONZÁLEZ, DWIGHT OWEN	19/11/2018
DESPIDO DE PERSONAL	EMILY GONZÁLEZ, LUIS MEZA	19/11/2018
TRABAJO CON NUEVO HORARIO	OPERADOR 1	DEL 19/11/2018 AL 30/11/2018
	OPERADOR 2	DEL 19/11/2018 AL 30/11/2018
	OPERADOR 3	DEL 19/11/2018 AL 30/11/2018
EVALUACIÓN DE TRABAJOS	JOSE DÍAZ, EMILY GONZÁLEZ	DEL 30/11/2018 AL 04/12/2018

Fuente: Elaboración propia

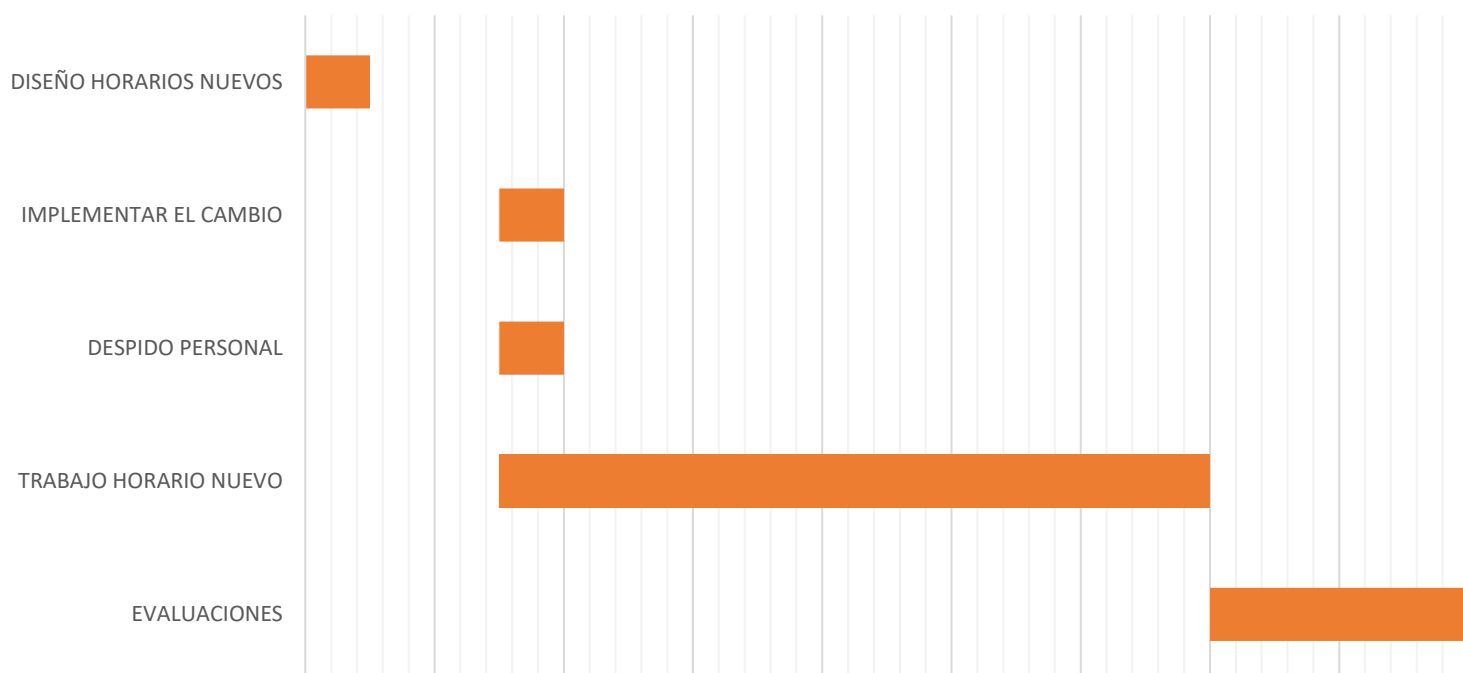
La información mostrada en la tabla anterior es referente a la implementación de la propuesta de cambio de horario para los operadores con el fin de atacar la disponibilidad de maquinaria para retirar contenedores una vez que los mismos ya son estimados. Para entender mejor las fechas de aplicación e implementación, se desarrolla el siguiente diagrama de Gantt:

Tabla 13.

*Diagrama de Gantt, implementación de la segunda propuesta*

### DIAGRAMA DE GANTT PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA SEGUNDA PROPUESTA DE MEJORA

11/16/2018 11/18/2018 11/20/2018 11/22/2018 11/24/2018 11/26/2018 11/28/2018 11/30/2018 12/2/2018 12/4/2018



	EVALUACIONES	TRABAJO HORARIO NUEVO	DESPIDO PERSONAL	IMPLEMENTAR EL CAMBIO	DISEÑO HORARIOS NUEVOS
FECHA DE INICIO	11/30/2018	11/19/2018	11/19/2018	11/19/2018	11/16/2018
DURACIÓN	4	11	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

Para la verificación y control de los datos anteriores, se pretende diseñar una plantilla de Excel con indicadores que ayuden a mejorar el tiempo de búsqueda de los códigos en los manuales que actualmente tiene la empresa, procurando que la plantilla sea capaz de que al colocar un código, la misma arroje los datos del tiempo y costo de materiales que los estimadores deben buscar. Como muestra de esto, se exponen estas dos imágenes de la plantilla:

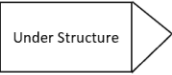
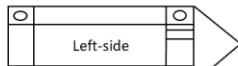
UNIVERSAL SERVICIOS A CONTENEDORES S.A											
ESTIMATE SHEET										DATE:	
UNIT #		Steel	20"	Reefer	H. CUBE						
MANUF. DATE:		Alum.	40"	DRY	Standart						C. CODE:
Ubication		COMP.	LOCAT	DM	REP	L	W	QTY	HRS	MAT	
 Under Structure									#N/A	#N/A	
									#N/A	#N/A	
									#N/A	#N/A	
									#N/A	#N/A	
									#N/A	#N/A	
 Left-side									#N/A	#N/A	
									#N/A	#N/A	
									#N/A	#N/A	
									#N/A	#N/A	

Figura 14. Parte de la plantilla antes de ingresar la información de estimación

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se observa marcado en color amarillo una información por celda que indica “#N/A”, esto aparece en las columnas correspondientes a las horas de mano de obra y el costo de materiales que buscan los estimadores en el manual que se indica previamente.

Con la plantilla se pretende garantizar que al momento de completar la misma, los empleados no puedan editar la información marcada en amarillo, asegurando que los datos sean los correctos.

UNIVERSAL SERVICIOS A CONTENEDORES S.A										
ESTIMATE SHEET							DATE:			
UNIT #	Steel	20"	Reefer	H. CUBE						
MANUF. DATE:	Alum.	40"	DRY	Standart	C. CODE:					
Ubication	COMP.	LOCAT	DM	REP	L	W	QTY	HRS	MAT	
Under Structure	GTO	LX10	CO	SN	0	0	1	0.50	\$8.82	
	COS	LX01	DH	GW	0	0	1	1.00	\$6.00	
	CPT	LX03	BL	RP	9	12	0	19.00	\$800.00	
	DHR	DH01	RT	RP	0	0	1	0.50	\$8.27	
	CPT	LX01	RT	IT	6	6	0	4.50	\$0.00	
Left-side	HWR	LX04	WT	RP	0	0	28	7.00	\$92.68	
	MHC	DB01	MS	IN	0	0	2	0.24	\$10.50	
	PBK	LX09	DH	GW	0	0	2	0.50	\$6.00	
	RTL	LX09	BL	SN	6	5	0	2.75	\$51.68	
	MCC	LX08	MS	RP	0	0	2	0.50	\$6.80	

Figura 15. Parte de la plantilla después de ingresar la información de la estimación

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la figura anterior, se aprecia que luego de completar los datos -en este caso el componente, localización, daño, reparación y tamaño o cantidad que requiera para reparación-, la plantilla llena automáticamente las columnas de horas de mano de obra y materiales según los datos que se encuentran en la base de datos diseñada.

El control del proceso se da al implementar la base de datos, porque la plantilla busca la información necesaria en dicha base. Así, se evita que los estimadores busquen los tiempos y costos y los anoten, disminuyendo la posibilidad de colocar en la plantilla datos erróneos.

Por otro lado, para el control del seguimiento de que la plantilla creada se esté poniendo en práctica, se diseñan algunos indicadores como los siguientes:

Numeración de las plantillas y fecha de estimación:

<b>Consecutivo</b>	<b>1</b>
<b>DATE:</b>	19/11/2018

*Figura 16.* Indicadores de consecutivo y fecha

Fuente: Elaboración propia

Se lleva un consecutivo de las plantillas de estimación con el fin de tener un conteo de cuántas se van a utilizar y hacer un control cruzado contra la cantidad de contenedores estimados.

Se coloca la fórmula de la fecha para que el espacio se autocomplete al abrir una nueva plantilla de estimación.

# HOJA	FECHA DE ESTIMACIÓN	CONTENEDOR		
1	19/11/2018	SEGU909021		
2	19/11/2018	SEGU909021		
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

ERROR

EL CONTENEDOR INGRESADO YA EXISTE EN EL HISTÓRICO

Reintentar Cancelar Ayuda

Figura 17. Indicador de contenedor repetido

Fuente: Elaboración propia

Se crea una hoja de “Histórico”, donde los colaboradores deben ir anotando la fecha de estimación y el contenedor que se encuentra siendo estimado, con validaciones de tal forma que si se ingresa uno que ya es estimado con anterioridad, se genere un mensaje de error como el que se observa en la figura anterior.

Este indicador se establece para controlar que la plantilla utilizada no sea enviada al cliente dos o más veces, además lleva un consecutivo que se compara con el de la plantilla para que ninguna se extravíe.

**CAPÍTULO IV**  
**LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS**

## 4.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

Para elaborar un diagrama de flujo de procesos de cualquier operación, es importante conocer todas las operaciones que realiza la empresa. En este caso, Universal Servicios a Contenedores, S.A. en Costa Rica lleva a cabo labores de reparación, mantenimiento, lavado, entre otras asociadas a contenedores.

Todos estos servicios no pueden ser posibles si los clientes no proporcionan contenedores a las empresas, debido a que son ellos quienes deciden la cantidad de unidades que quieren asignar a los predios de reparaciones, para luego avisar a las empresas con el fin de que las mismas se preparen para el recibimiento.

En el caso de Usaco, una vez que la empresa asigna contenedores, se inicia con el ingreso de estos al sistema para que cuando los clientes los envíen, los despachadores y guardas permitan acceder solo a las unidades que están ingresadas en el sistema, lo cual se hace con la función de mantener un inventario de los contenedores que se tienen en predio.

Cuando los contenedores ingresan a la empresa, esta se encarga de movilizarlos al área donde se efectúa la estimación de los daños para brindar a los clientes una cotización por la reparación. Este proceso de estimación lo componen seis colaboradores, de los cuales cinco se encargan de estimar y el otro de digitar estas estimaciones en un sistema donde el cliente puede observar la cotización y decidir si quiere aprobarlas o rechazarlas.

Los cinco empleados encargados de la evaluación la realizan a través de observaciones y mediciones, las cuales se van anotando en una hoja impresa o plantilla y después de haberla completado con los daños observados, localización y la reparación que requieren, se dirigen a un cubículo de trabajo donde tienen un manual o ampo con información acerca de los tiempos de mano de obra y el costo de los materiales que se necesitan para efectuar las reparaciones, los cuales deben anotar en la plantilla.

Después de completar la plantilla con los tiempos de mano de obra y costos, los estimadores deben entregar la evaluación efectuada al sexto colaborador mencionado para que la envíe a los clientes. En este paso finaliza el proceso de estimación y los contenedores se envían al patio mientras esperan la aprobación para ser movilizados al respectivo taller de reparación.

Toda esta información es brindada en una visita por el señor Dwight Owen, quien es el gerente de operaciones. Pero, todos estos datos facilitados es mejor visualizarlos en el siguiente diagrama de flujo que se presenta en la siguiente página:

### Diagrama de flujo del proceso de estimación:

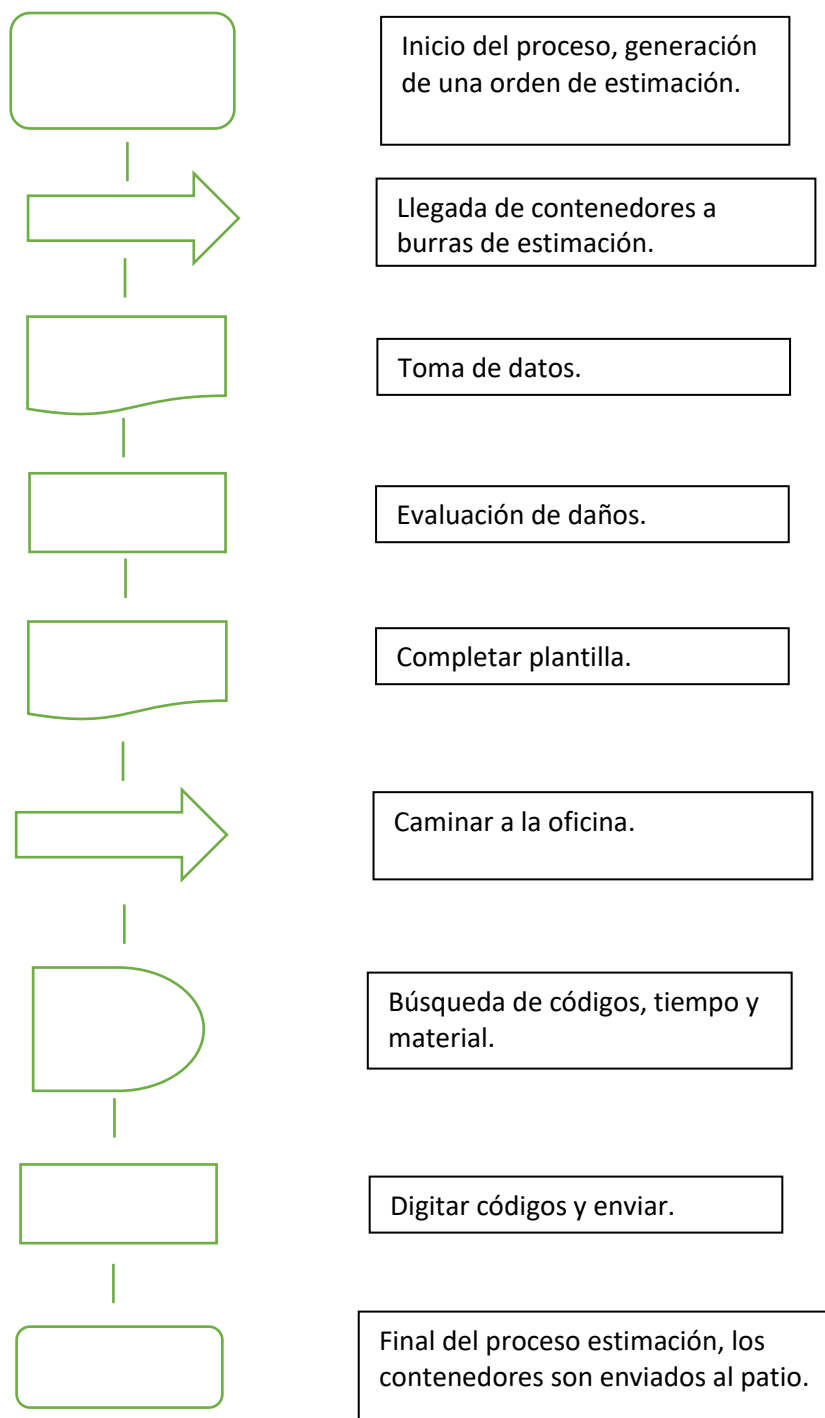


Figura 18. Diagrama de flujo del proceso

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de flujo anterior tiene ciertas características por tomar en cuenta, por ejemplo, el inicio del proceso actualmente lo determina el cliente, ya que este asigna contenedores a la empresa para luego enviarlos a la misma.

Luego de que los clientes envían los contenedores, se prepara en la empresa una autorización para que las unidades por ingresar sean las indicadas por el cliente, con el objetivo de tener un inventario ordenado de los contenedores que entran a la compañía.

Cuando los contenedores son recibidos, se envían al área respectiva de estimación, donde los estimadores se encargan de tomarles los datos identificativos y llevar a cabo una evaluación de los daños que puedan tener las unidades, para seguidamente completar una plantilla con los datos encontrados.

Completada una parte de la plantilla y finalizada la estimación del contenedor, los colaboradores se dirigen a su oficina, donde proceden a buscar los tiempos y costos en el manual para así terminar de completar la plantilla, la cual una vez finalizada se la entregan al digitador, quien la envía a los clientes por medio de un sistema que les permite rechazar o aceptar la misma.

## 4.2 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Antes de elaborar el diagrama de Ishikawa, se hace una clasificación de las causas según la “M” a la que correspondan; es decir, de acuerdo con la rama a la que pertenezcan. A continuación se aprecia la tabla de clasificación:

Tabla 14.

*Clasificación de causas para la elaboración del Ishikawa*

CLASIFICACIÓN PARA EL ISHIKAWA:		
CAUSAS SEGÚN LA LLUVIA DE IDEAS		TIPO
1	Falta de refrigerante.	MATERIALES
2	Condición del contenedor.	MEDICIÓN
3	Proceso a papel y lápiz.	MÉTODO
4	Disponibilidad de máquinas.	MAQUINARÍA
5	Disponibilidad de tomas.	MAQUINARÍA
6	Búsqueda de tiempos, costos y códigos en manuales.	MÉTODO
7	Ubicación del daño.	MÉTODO
8	Condiciones climáticas.	MEDIO AMBIENTE
9	No conocer todos los códigos.	MANO DE OBRA
10	Estimar solo los daños grandes.	MANO DE OBRA

Fuente: Elaboración propia

Así, conociendo las causas obtenidas y su clasificación, se procede a la elaboración del Ishikawa, con el objetivo de buscar el problema principal y análisis del porqué algunas causas son potenciales y otras se descartan:

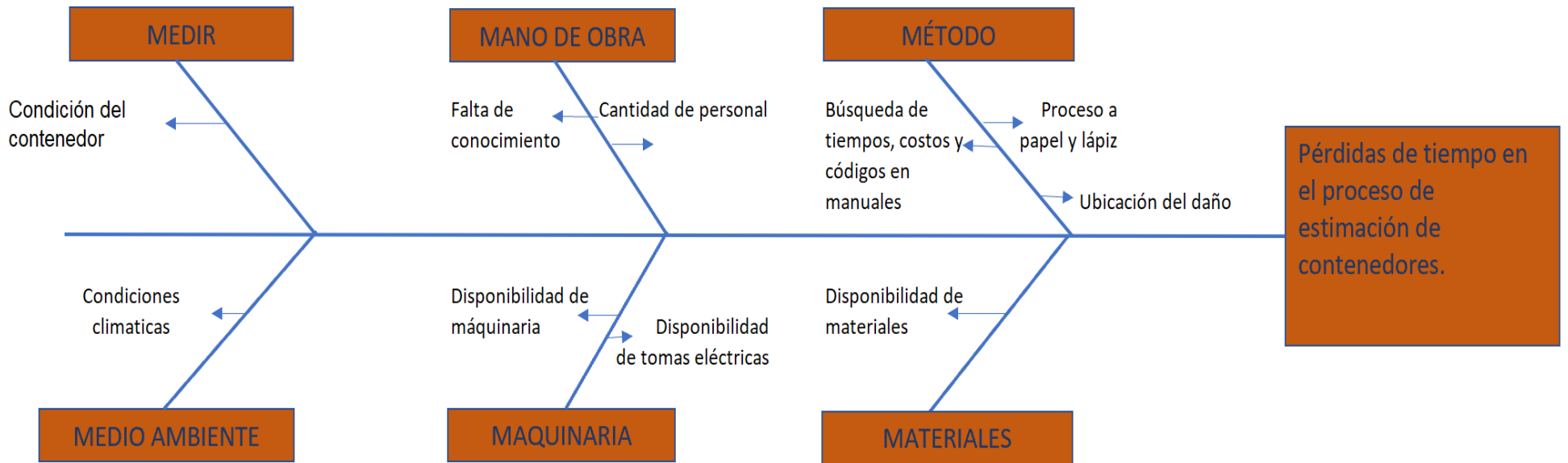


Figura 19. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Para definir la oportunidad de mejora, se desarrolla un diagrama de Ishikawa que ayuda a encontrar la causa principal de la cual deriva este proyecto. Una vez realizado el diagrama y después de encontradas las posibles causas, entonces se evalúa cada una:

En el campo “Medir”, se determina que la empresa debe medir los daños según la condición del contenedor y esto es una causa potencial de las demoras al momento de estimar, debido a que entre más daños tenga o más deteriorado esté el contenedor, la evaluación de los daños y las reparaciones correspondientes van a requerir la inversión de más tiempo.

En el área de “Mano de obra”, se evalúa la falta de conocimiento ya que por notificación de un supervisor se explica que cuando un técnico de estimación no conoce algún código, debe estar preguntándolo a alguno de sus compañeros; sin embargo, en este momento esto se descarta como causa potencial porque los cinco encargados de estimar tienen más de tres años en la empresa por lo que saben algunos códigos.

Asimismo, se analiza si la cantidad de personal para las estimaciones es la indicada, en especial para el área de estructura que solo cuenta con dos estimadores, quienes deben evaluar las paredes del contenedor que son de gran medida. No obstante, esta opción se descarta porque se les van a facilitar las herramientas necesarias para trabajos a gran escala; por ejemplo, para medir en la pared lateral del

contenedor, el empleado coloca una cuerda sujeta con un imán a un lado y la extiende hasta donde se ubica el daño con el objetivo de medirlo.

En el campo de “Método”, se analiza la búsqueda de códigos, tiempos y costos en manuales o ampos con hojas, lo que los empleados consideran como causa potencial debido a que deben revisar esta información en hojas en mal estado, rayadas y de una en una.

Por otra parte, también se señala el hecho de efectuar las estimaciones con papel y lápiz, al poder anotar mal los datos o tener que borrarlos, o inclusive dependiendo de la ubicación del daño, puede ser complicado anotarlo en una hoja; por ejemplo, si se está en una escalera estimando daños de la pared lateral del contenedor.

Esta opción abarca tanto la ubicación del daño como hacer las estimaciones con ese método; sin embargo, no se considera potencial al ser más sencillo trasladar una hoja o plantilla para anotación y anotar en casi cualquier posición si se realiza con una tabla como la que en la actualidad tienen los estimadores.

Para el área de “Medio ambiente”, se pretenden analizar las condiciones climáticas que pueden perjudicar el proceso y la principal es la lluvia, donde según comentarios de los encargados, cuando hay lluvia fuerte, no se puede estimar. Esto puede ser una causa principal, pero en la zona de Limón la lluvia no es abundante, se

presentan más los días soleados y cuando la lluvia no es tan fuerte, sí se puede estimar.

Para el estudio de la “Maquinaria”, se puede observar que hoy la empresa tiene cinco máquinas portac contenedores, pero solo cuenta con dos operarios por cada turno, así que si los operadores están ocupados, no se pueden retirar o cambiar los contenedores estimados por otros que deban recibir este proceso.

Esta causa es calificada como potencial ya que en ocasiones los operadores movilizan contenedores a los talleres de reparación o los colocan sobre camiones que se van a llevar los contenedores del predio y esto impide que puedan mover los contenedores de burras y sustituirlos por otros que requieran el proceso de estimación.

Como último campo por analizar, está el de “Materiales”. Según lo comentado durante la lluvia de ideas, en cuanto a la disponibilidad de materiales, específicamente de refrigerante, si el contenedor no tiene y en bodega no hay, entonces no se puede estimar al no conocerse la temperatura de refrigeración, pero esto se descarta porque la empresa mantiene un inventario de aproximadamente 10 refrigerantes (ITS Conglobal Costa Rica, s.f.).

### 4.3 HISTOGRAMA

Para llevar a cabo la elaboración del histograma, es necesario tabular la información recolectada a través de las encuestas, lo cual muestra la frecuencia con que ocurren las causas y con esto se puede diseñar el histograma; por esta razón, se exponen los siguientes datos:

Tabla 15.

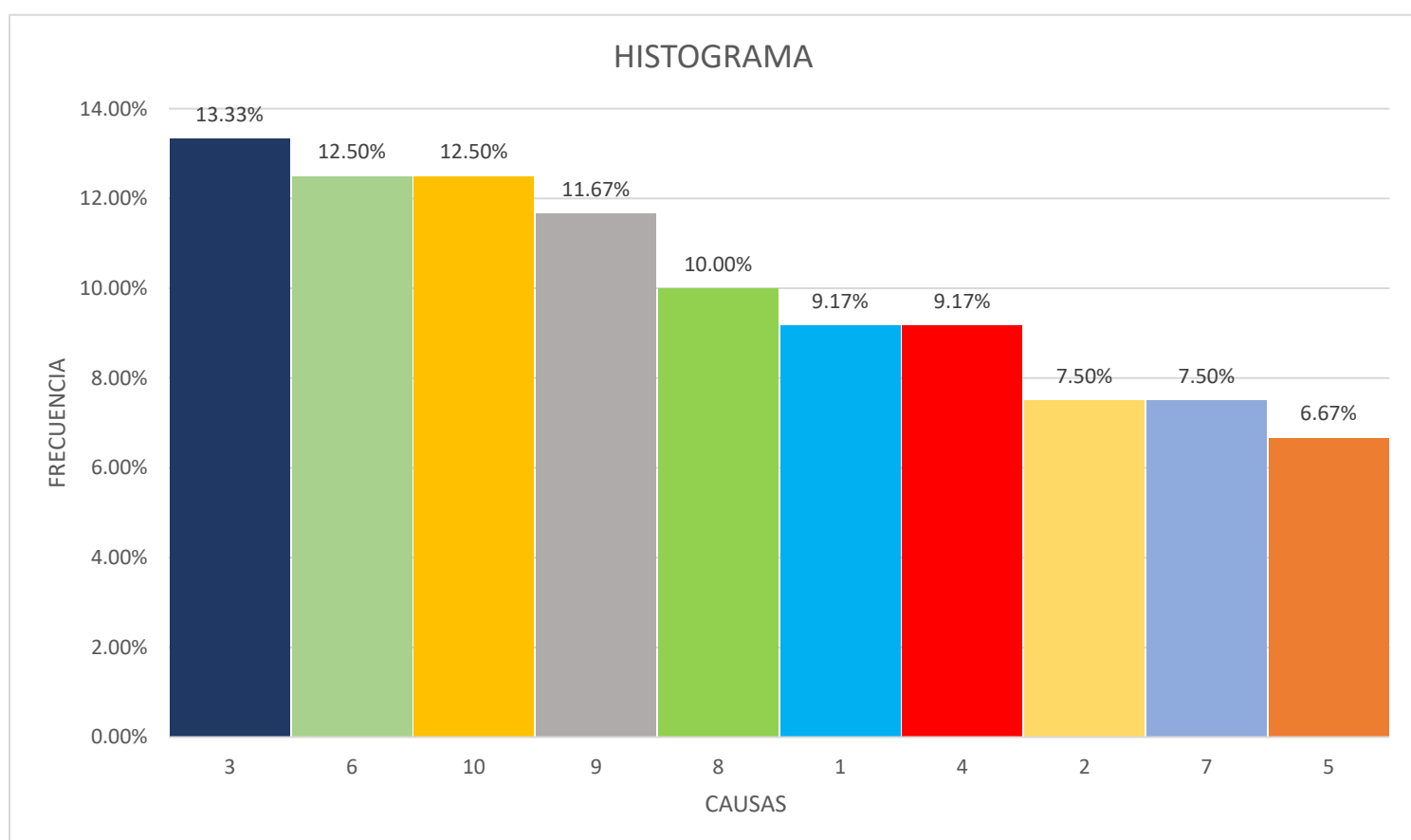
*Frecuencias para el diseño del histograma*

CAUSAS		1	2	3	4	5	6	TOTAL	FRECUENCIA
1	Condiciones climáticas.	2	1	2	2	2	2	11	9.17 %
2	Estimar una sola persona.	1	1	1	1	3	2	9	7.50 %
3	Búsqueda de tiempos y costos en el manual.	1	5	2	2	3	3	16	13.33 %
4	Falta de material (refrigerante).	3	3	1	2	1	1	11	9.17 %
5	Ubicación del daño.	3	1	1	1	1	1	8	6.67 %
6	Disponibilidad de maquinaria.	1	1	2	2	4	5	15	12.50 %
7	Proceso a papel y lápiz.	1	1	1	1	2	3	9	7.50 %
8	Disponibilidad de tomas.	2	2	1	1	1	5	12	10.00 %
9	Falta de conocimiento de códigos.	1	1	3	2	3	4	14	11.67 %
10	Condiciones del contenedor.	2	2	2	3	2	4	15	12.50 %
<b>TOTALES</b>								<b>120</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Elaboración propia

Los datos anteriores se entienden de la siguiente manera: las causas se obtienen de las encuestas realizadas y las numeraciones del uno al seis son las respuestas a dichas entrevistas, arrojando esto un total de respuestas que se proceden a sumar para luego conseguir la frecuencia porcentual, dividiendo el total de cada fila entre el total de la columna donde se suman todas las respuestas.

Así, derivado de los datos anteriores, se puede confeccionar el siguiente histograma:



*Figura 20.* Histograma

Fuente: Elaboración propia

El histograma anterior muestra los datos recolectados por medio de las encuestas hechas a seis personas, quienes participan en la lluvia de ideas. De este modo, se pondera la información y determina cuáles se consideran las causas de mayor afectación al momento de efectuar el proceso de estimación.

El eje “X” representa cada una de las preguntas aplicadas en la encuesta, las cuales se pueden observar en el apartado 3.1.2, y el eje “Y” se refiere a la frecuencia de ocurrencia de dichas causas.

Conociendo esta información, se establece que el histograma denota como las causas más significativas las 3, 6 y 10, que se refieren respectivamente a la búsqueda de tiempos y costos en los manuales, a la disponibilidad de la maquinaria para retirar equipos del área de estimación y a los atrasos que se puedan tener debido a la condición en que se encuentren los contenedores.

#### **4.4 CAUSAS-FRECUENCIA**

La tabla que se presenta a continuación contiene los datos necesarios para llevar a cabo la elaboración del diagrama de Pareto:

Tabla 16.

*Causas y frecuencias*

CAUSAS		FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
1	Clima: lluvia, viento, calor, humedad.	11	9.17 %
2	Cantidad de personal para realizar las estimaciones.	9	7.50 %
3	Búsqueda de tiempos, códigos y costos en manuales.	16	13.33 %
4	Disponibilidad de materiales como refrigerantes.	11	9.17 %
5	Ubicación de los daños.	8	6.67 %
6	Disponibilidad de maquinaria como los portacontenedores y montacargas.	15	12.50 %
7	Proceso a papel y lápiz.	9	7.50 %
8	Tomas eléctricas disponibles.	12	10.00 %
9	Capacitación, conocimiento de códigos.	14	11.67 %
10	Condiciones de los contenedores.	15	12.50 %
	<b>TOTAL</b>	<b>120</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Elaboración propia

Para realizar un diagrama de Pareto, es necesario conocer las posibles causas que pueden provocar atrasos en el proceso de estimación, las cuales -como se menciona con anterioridad- se obtienen de la lluvia de ideas y encuestas aplicadas a personas que conocen el proceso de estimación y de ahí el establecimiento de la frecuencia de ocurrencia para definir cuáles son las causas potenciales, lo que se demuestra en el Pareto que se desarrolla más adelante.

Se pretende hacer el diagrama de Pareto a partir de causas que tengan una frecuencia que está por encima de la media, la cual se establece a continuación:

**MEDIA:**  $\Sigma$  Frecuencia absoluta/Cantidad de causas encontradas.

**MEDIA:**  $120/10= 12$ .

Por lo tanto, las causas que se toman en cuenta para el Pareto son:

Tabla 17.

*Frecuencias para la elaboración del diagrama de Pareto*

CAUSAS		1	2	3	4	5	6	TOTAL	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ACUMULADA
3	Búsqueda de tiempos y costos en el manual.	1	5	2	2	3	3	16	22.22 %	22.22 %
6	Disponibilidad de maquinaria.	1	1	2	2	4	5	15	20.83 %	43.06 %
10	Condiciones del contenedor.	2	2	2	3	2	4	15	20.83 %	63.89 %
9	Falta de conocimiento de códigos.	1	1	3	2	3	4	14	19.45 %	83.33 %
8	Disponibilidad de tomas.	2	2	1	1	1	5	12	16.67 %	100.00 %
<b>TOTALES</b>								<b>72</b>	<b>100 %</b>	

Fuente: Elaboración propia

Las causas identificadas con los números 3, 6, 10, 9 y 8 se encuentran por encima de la media establecida anteriormente, que es de 12, como se puede observar en la columna de "Total", remarcada en color rojo. Estas causas ayudan a la confección del siguiente Pareto.

## 4.5 DIAGRAMA DE PARETO

El siguiente diagrama de Pareto se elabora con el fin de identificar cuál es el 20 % de las causas mencionadas que provoca el 80 % de los efectos de tiempo perdido para realizar el proceso de estimación de contenedores en la empresa. Por ello, se confecciona el siguiente diagrama:

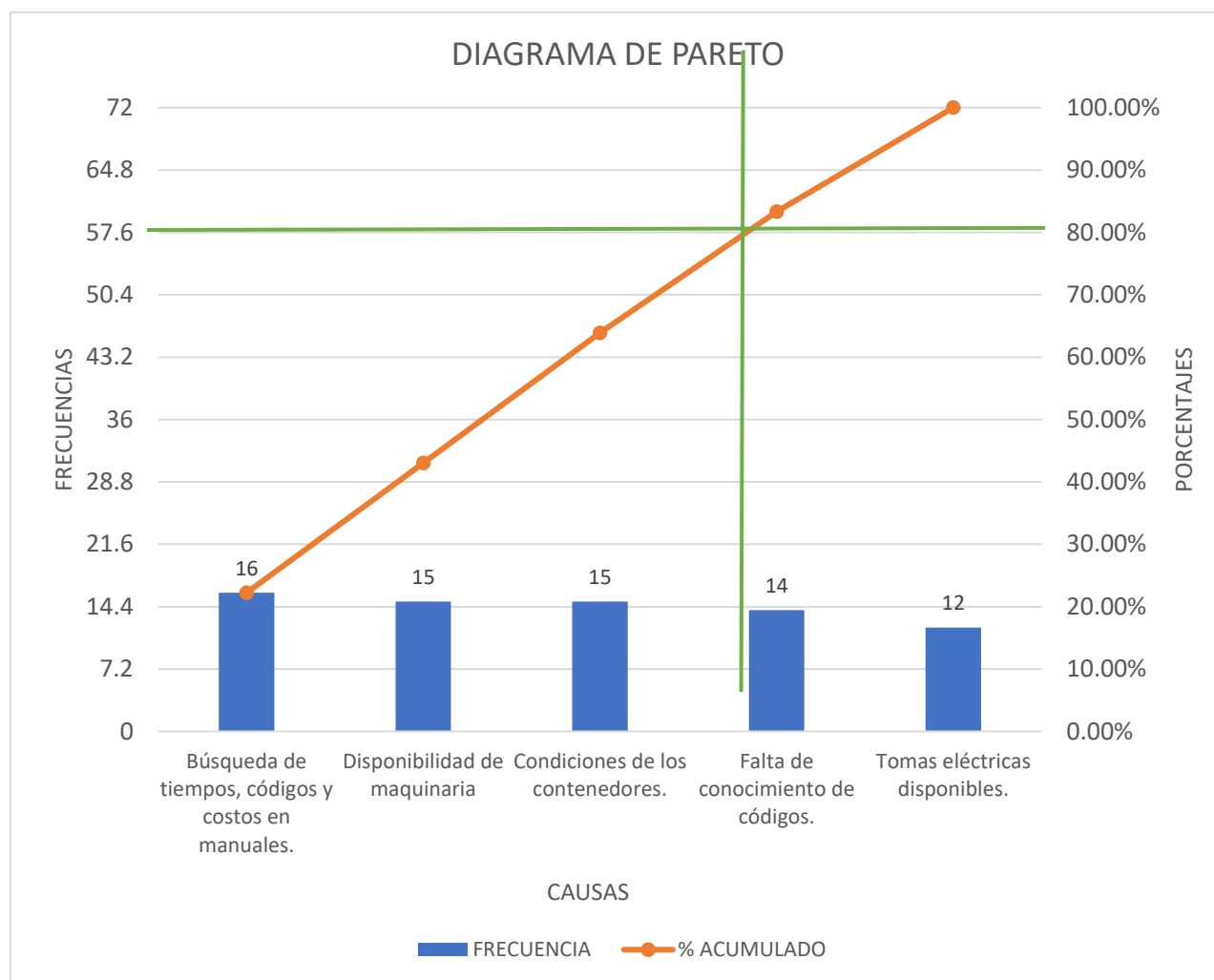


Figura 21. Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración Propia

El diagrama de Pareto anterior muestra que de las cinco causas significativas encontradas por encima de la media de 12 establecida anteriormente, la falta de conocimiento de códigos y la disponibilidad de tomas eléctricas no son potenciales para la identificación del problema central.

Por otro lado, las otras tres causas se encuentran por arriba del 80 % y se consideran para un análisis más a fondo al ser las razones principales de que se tarde tanto tiempo al momento de estimar contenedores.

## **4.6 ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS CON LA SITUACIÓN**

### **ACTUAL**

Al momento de llevar a cabo un estudio de tiempos, es necesario haber establecido una muestra de las unidades por estudiar, en este caso los contenedores son dichas unidades. Para poder establecerlo, se debe realizar un cálculo del tamaño de la muestra utilizando la siguiente fórmula:

$$N = \frac{z^2 pq}{e^2}$$

Donde:

N= Tamaño de la muestra.

$z^2$ = Valor de Z según el nivel de confianza.

pq= Varianza de la población.

$e^2$  = Constante de aceptación de error (margen aceptado).

$$N = \frac{1.96^2 \times 0.53}{.10^2} = 204 \text{ uds.}$$

Los datos con los que se efectúa el cálculo se obtienen de la siguiente manera:

Z= 1.96: Valor Z para un nivel de confianza del 95 % (ver anexo 1).

pq= 0.53: Varianza obtenida de la muestra preliminar de la estimación de 8 contenedores hecha el 07 de agosto donde se divide el tiempo más bajo entre el más alto.

e= 0.10: Margen de 10 % aceptado por la empresa.

Sin embargo, debido a que la empresa en este momento presenta una situación poco común de que no hay suficiente trabajo, entonces se procede a realizar el estudio con un tamaño de muestra a conveniencia ya que se ejecuta cuando hay suficientes contenedores por estimar.

En este caso, el tamaño de la muestra es de 74 contenedores, para los cuales se verifica el tiempo que se tarda estimándolos, específicamente se analiza el tiempo que duran los colaboradores en buscar los tiempos y costos en los manuales.

Estos datos obtenidos del estudio de tiempos se pueden observar en la siguiente tabla totalizada por cada uno de los días en los que se hace la toma de tiempos, donde los datos de las columnas significan lo siguiente:

**Cantidad:** Suma de contenedores estimados.

**Cantidad por día:** Contenedores estimados cada vez que se hace la toma de tiempos.

**Cliente:** Dueño del contenedor o arrendatario.

**Contenedor:** Identificación de la unidad.

**Fecha:** Día en que se realiza la toma de tiempos.

**Tiempo:** Lo que se tarda en llevar a cabo la estimación de todo el contenedor.

**Tiempo búsqueda códigos:** El tiempo que tardan los colaboradores en encontrar los tiempos y los costos de los materiales.

Tabla 18.

*Tiempos obtenidos con el método actual*

CANTIDAD	CANTIDAD POR DIA	CLIENTE	CONTENEDOR	FECHA	TIEMPO	TIEMPO BÚSQUEDA CÓDIGOS
1	1	TEXT	CHIU 901025 9	7/8/2018	00:54:18	00:11:19
2	2	TEXT	CHIU 902453 0	7/8/2018	01:02:23	00:14:02
3	3	TEXT	CHIU 902496 7	7/8/2018	00:52:13	00:13:29
4	4	TEXT	HJCU 614172 9	7/8/2018	00:57:26	00:11:22
5	5	TEXT	HJCU 614322 8	7/8/2018	01:18:22	00:15:37
6	6	TEXT	TEMU 906058 3	7/8/2018	00:41:39	00:09:33
7	7	TEXT	TEMU 909598 0	7/8/2018	00:48:02	00:10:14
8	8	TEXT	TEMU 909601 4	7/8/2018	00:45:28	00:09:53
<b>TOTAL, DÍA 07/08/2018</b>					<b>07:19:51</b>	<b>01:35:29</b>
9	1	FSCU	FSCU 567783 7	9/8/2018	00:49:44	00:09:48
10	2	FSCU	FSCU 568091 2	9/8/2018	00:55:53	00:12:23
11	3	FSCU	FSCU 568261 7	9/8/2018	01:05:26	00:14:43

12	4	FSCU	FSCU 568223 7	9/8/2018	00:51:03	00:13:09
13	5	CARL	SZLU 911384 4	9/8/2018	00:53:26	00:12:22
14	6	CARL	SZLU 911442 9	9/8/2018	00:48:16	00:11:28
15	7	CARL	SZLU 911444 0	9/8/2018	00:57:25	00:12:41
16	8	CARL	SZLU 911652 4	9/8/2018	00:47:35	00:12:35
17	9	CARL	SZLU 911658 7	9/8/2018	01:07:26	00:14:26
<b>TOTAL, DÍA 09/08/2018</b>					<b>08:16:14</b>	<b>01:53:35</b>
18	1	SEABD	CHIU 901028 5	20/8/2018	00:54:23	00:14:38
19	2	SEABD	CHIU 901193 3	20/8/2018	00:39:49	00:10:56
20	3	SEABD	CHIU 902478 2	20/8/2018	00:51:50	00:13:53
21	4	SEABD	TEMU 909626 7	20/8/2018	00:47:20	00:09:46
22	5	SEABD	TEMU 909684 2	20/8/2018	00:38:13	00:09:51
23	6	SEABD	TEMU 909730 3	20/8/2018	00:52:15	00:12:20
24	7	SEABD	TEMU 909800 1	20/8/2018	00:58:26	00:14:35
25	8	SEABD	TEMU 912159 1	20/8/2018	00:47:23	00:13:24
26	9	SEABD	TEMU 912329 6	20/8/2018	01:05:26	00:16:22
<b>TOTAL, DÍA 20/08/2018</b>					<b>07:35:05</b>	<b>01:55:45</b>
CANTIDAD	CANTIDAD POR DIA	CLIENTE	CONTENEDOR	FECHA	TIEMPO	TIEMPO BÚSQUEDA CÓDIGOS
27	1	GESEA	SEGU 901540 1	23/8/2018	01:02:26	00:15:21
28	2	GESEA	SEGU 901669 2	23/8/2018	00:57:14	00:13:28
29	3	GESEA	SEGU 901899 3	23/8/2018	00:48:22	00:12:18
30	4	GESEA	SEGU 902497 5	23/8/2018	00:52:17	00:10:29
31	5	GESEA	CXRU 109027 8	23/8/2018	00:46:35	00:11:31
32	6	GESEA	SEGU 902346 0	23/8/2018	00:52:03	00:12:36
33	7	GESEA	SEGU 902257 1	23/8/2018	00:49:36	00:10:19
<b>TOTAL, DÍA 23/08/2018</b>					<b>06:08:33</b>	<b>01:26:02</b>
34	1	CGMA	CGMU 511052 8	4/9/2018	01:01:59	00:16:34
35	2	CGMA	CGMU 930308 4	4/9/2018	01:13:26	00:17:22
36	3	CGMA	TCLU 100724 5	4/9/2018	00:55:33	00:14:19
37	4	CGMA	CGMU 493491 3	4/9/2018	00:57:22	00:14:14
38	5	CGMA	APRU 575479 8	4/9/2018	00:39:27	00:10:15
39	6	CGMA	APRU 585234 6	4/9/2018	00:42:25	00:13:26
40	7	DOLE	CXRU 122140 2	4/9/2018	00:45:13	00:14:09
41	8	DOLE	GESU 949347 4	4/9/2018	00:56:14	00:15:22
<b>TOTAL, DÍA 04/09/2018</b>					<b>07:11:39</b>	<b>01:55:41</b>
42	1	GESEA	GESU 949271 3	19/9/2018	00:42:26	00:09:56
43	2	GESEA	GESU 949302 6	19/9/2018	00:58:16	00:12:17
44	3	GESEA	GESU 949423 3	19/9/2018	00:38:40	00:09:03
45	4	GESEA	SEGU 901766 2	19/9/2018	00:39:57	00:09:35
46	5	GESEA	SEGU 901824 7	19/9/2018	00:42:59	00:10:15
47	6	GESEA	SEGU 901940 7	19/9/2018	00:58:16	00:11:22
48	7	GESEA	SEGU 902514 3	19/9/2018	00:49:55	00:13:23
49	8	GESEA	CXRU 108329 0	19/9/2018	01:12:22	00:14:39

50	9	GESEA	CXRU 109187 0	19/9/2018	00:53:29	00:12:46
<b>TOTAL, DÍA 19/09/2018</b>					<b>07:36:20</b>	<b>01:43:16</b>
51	1	CARL	SZLU 911662 7	15/10/2018	00:42:41	00:06:05
52	2	CARL	SZLU 911667 4	15/10/2018	00:39:03	00:03:29
53	3	CARL	SZLU 911676 1	15/10/2018	00:32:59	00:04:50
54	4	TEXT	TEMU 909750	15/10/2018	00:49:21	00:09:15
<b>TOTAL, DÍA 15/10/2018</b>					<b>02:44:04</b>	<b>00:23:39</b>
55	1	CARL	SZLU 910594 1	16/10/2018	00:44:02	00:10:31
56	2	CARL	SZLU 910701 3	16/10/2018	00:47:07	00:09:26
57	3	CARL	SZLU 911346 4	16/10/2018	00:54:02	00:13:24
58	4	CARL	SZLU 911353 0	16/10/2018	00:39:33	00:04:12
<b>TOTAL, DÍA 16/10/2018</b>					<b>03:04:44</b>	<b>00:37:33</b>
59	1	CARL	CBFU 346729	17/10/2018	00:30:43	00:04:38
60	2	CARL	CBFU 346825	17/10/2018	00:37:55	00:03:26
61	3	CARL	CBFU 346901	17/10/2018	00:35:11	00:04:21
62	4	CARL	CBFU 346649	17/10/2018	00:57:00	00:09:30
<b>TOTAL, DÍA 17/10/2018</b>					<b>02:40:49</b>	<b>00:21:55</b>
CANTIDAD	CANTIDAD POR DIA	CLIENTE	CONTENEDOR	FECHA	TIEMPO	TIEMPO BÚSQUEDA CÓDIGOS
63	1	CARL	CRLU 182788 5	18/10/2018	00:52:13	00:07:03
64	2	CARL	SZLU 910641 8	18/10/2018	00:30:09	00:06:17
65	3	CARL	SZLU 911425 0	18/10/2018	00:43:01	00:05:43
66	4	CARL	SZLU 911432 6	18/10/2018	00:47:59	00:08:21
67	5	CARL	SZLU 911437 3	18/10/2018	00:48:10	00:08:26
68	6	CARL	SZLU 911439 4	18/10/2018	00:40:41	00:06:36
69	7	CARL	SZLU 911647 9	18/10/2018	01:11:04	00:12:25
<b>TOTAL, DÍA 18/10/2018</b>					<b>05:33:17</b>	<b>00:54:51</b>
70	1	CARL	SZLU 911366 0	19/10/2018	01:01:01	00:13:31
71	2	CARL	SZLU 911380 2	19/10/2018	00:48:01	00:09:25
72	3	CARL	SZLU 911381 8	19/10/2018	01:03:11	00:12:47
73	4	CARL	SZLU 911398 9	19/10/2018	00:38:19	00:04:41
74	5	CARL	SZLU 911654 5	19/10/2018	00:54:19	00:09:39
<b>TOTAL, DÍA 19/10/2018</b>					<b>04:24:51</b>	<b>00:50:03</b>

Fuente: Elaboración propia

Todos estos datos se obtienen con el método que actualmente posee la empresa para efectuar estimaciones a contenedores refrigerados de 40 pies, labor que realiza un solo colaborador en un horario de 7:30 a.m. a 5:00 p.m., contando con una

hora de almuerzo; es decir, con la disposición de 8 horas y 30 minutos efectivos para ejecutar el trabajo.

De esta información se puede conocer que la empresa, según los once días estudiados, tiene un promedio de contenedores estimados al día de siete con un tiempo aproximado de estimación total de 50 minutos con 45 segundos. Además, el promedio del tiempo tardado en búsqueda de tiempos y costos en manuales por contenedor es de 11 minutos con 03 segundos.

Todos estos datos mencionados se observan en la siguiente tabla:

Tabla 19.

*Resultados obtenidos con el método actual*

Días que se realiza el estudio de tiempos:	11
Promedio de los contenedores estimados por día:	7
Promedio del tiempo tardado en estimar un contendor:	00:50:45
Promedio del tiempo tardado en buscar tiempos y costos:	00:11:03

Fuente: Elaboración propia

Según lo comentado, en la tabla anterior los resultados se obtienen empleándose el método actual que tiene la empresa para ejecutar las estimaciones.

## **4.7 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA MAQUINARIA DISPONIBLE**

Con los datos recolectados a partir de las herramientas previas, se determina que una de las causas potenciales de la demora al momento de hacer estimaciones es la disponibilidad de maquinaria, dándose esta situación porque la empresa cuenta solo con cuatro operadores de la maquinaria encargada de movilizar contenedores; de estos, dos trabajan en horario de 07:00 a.m. a 03:00 p.m. y los otros dos en horario de 02:00 p.m. a 10:00 p.m.

Recordando que los estimadores tienen un horario de trabajo de 07:30 a.m. a 05:00 p.m., se cuenta con solo dos operadores en predio mientras se realiza el proceso de estimación, pero estos operadores no solo llevan a cabo la labor de movimiento de contenedores estimados, sino que también mueven contenedores que deben ingresar al taller, los que deben ser lavados, los que vienen por parte de los clientes y los que van a ser despachados.

Asimismo, conociendo esta información, se muestra un gráfico de la cantidad de contenedores movilizados desde el área de estimación hasta el patio en los últimos seis meses. Y luego de esto se determina la cantidad movilizada por operador para comparar el proceso con la propuesta de mejora:



Figura 22. Promedio de los contenedores movilizados por día

Fuente: ITS Conglobal Costa Rica, s.f.

Según la figura anterior, la cantidad de contenedores movilizados por día en los primeros seis meses del año tiene un valor máximo de 22 contenedores al día en el mes de mayo y tomando en cuenta que se cuenta con dos operadores para la movilización, se puede afirmar que cada operador puede movilizar once contenedores en un día.

Conociendo esta información, se hace la propuesta de reacomodar los horarios de los operadores y despedir al otro operador, tomando en cuenta que la empresa ya

no requiere tener un horario de trabajo nocturno. Este reacomodo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 20.

*Propuesta de reacomodo de horarios de los operadores de maquinaria*

COLABORADOR	HORARIO ACTUAL	HORARIO PROPUESTO
OPERADOR 1	07:00 a.m.-03:00 p.m.	07:30 a.m.-05:00 p.m.
OPERADOR 2	07:00 a.m.-03:00 p.m.	07:30 a.m.-05:00 p.m.
OPERADOR 3	02:00 p.m.-10:00 p.m.	07:30 a.m.-05:00 p.m.
OPERADOR 4	02:00 p.m.-10:00 p.m.	DESPIDO

Fuente: Elaboración propia

Esta información y propuesta presentada en la tabla anterior, se evalúa más a detalle en el siguiente capítulo, para determinar el impacto que va a tener en la empresa.

## **4.8 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA CONDICIÓN DE LOS CONTENEDORES**

La tercera y última causa potencial encontrada a partir del diseño del diagrama de Pareto, se refiere a las condiciones del contenedor, lo cual se considera como provocador de demoras en los tiempos de estimación, y la razón de esto es que el contenedor cuando se presenta en predio con muchos daños, debe recibir más tiempo de estimación.

Lo anterior ocurre por varias razones, el hecho de que el contenedor se encuentre con muchos daños provoca que el estimador deba efectuar una mayor cantidad de apuntes en la plantilla de estimación. Asimismo, para poder realizar los apuntes, el estimador debe tomar las medidas necesarias y marcar el área de reparación, lo que lo lleva a demorarse más al momento de estimar.

Las estimaciones son hechas a observación y criterio del estimador por lo que no se puede decir que un contenedor esté en peor condición que otro hasta que no se haya observado y evaluado cada área del mismo.

Se establece que un contenedor se encuentra en peor condición que otro a través de la cantidad de líneas de reparación que vaya a necesitar; es decir, se determina a partir de la cantidad de componentes, localizaciones, daños y reparaciones que se anotan en la plantilla impresa de estimación.

Por tanto, derivado de lo anterior, se determina que la propuesta de mejora de la plantilla de estimación diseñada para combatir la primera causa es también la propuesta que funciona para atacar este otro problema. Sin embargo, se analiza y se prueba basándose en la cantidad de líneas que tengan los contenedores.

De esta manera, se comparan los contenedores que tardan menos de 50 minutos en ser estimados contra los que tarden más de este tiempo, utilizando así el

promedio de tiempo de estimación de contenedores como el parámetro para definir si un contenedor se encuentra en peores condiciones que otro.

Comentado lo anterior, en la siguiente página se presenta un ejemplo de uno de los contenedores estimados a los que se les toman tiempos y se tarda más de una hora para compararlo con otro que dura menos de los 50 minutos.

USACO  
 Zona Franca  
 Parque Industrial  
 Liverpool, Puerto Limon  
 Costa Rica  
 Tel: (506) 279-71 6 09  
 Fax: (506) 279-71 7 76

Lessee: DOLE  
 Canon's Court, 22 Victor Page:

Code: LT-VENTURA-  
 DOLE

Tel: 0019047215667  
 Fax: 9,0019047216285

OFF-HIRE ESTIMATE

Unit Number: FSCU 568261 7

Owner: FLORENS

Size/Type: 40 HR 40' HC RFR, OTHER MANF.	Termination Date: 09/30/15
Onhire Date:	Estimate Date: 08/09/15
Onhire Loc:	Mfg Date: 08/09

Unit of Measure: Inches Inspected By: GP

Ln	Description of Damage	Loc	L	W	Qty	P	Hours	Labor	Matl	Total
1	Resec, Loose, Drain Tube	UL1N			1	S	.20	3.60	4.20	7.80
2	Rep, W&T, High Cube Strips	FH23			4	O	.40	7.20	21.00	28.20
3	Line item deleted	FB2N			3	X	.05	.90	1.26	2.16
4	Rep, Scratched/Abraded, Caution Mkg	FB23			2	S	.50	9.00	10.50	19.50
5	Prep & Paint, Corroded, Front Frame Only	FX23			1	O	7.00	126.00	155.00	281.00
6	Line item deleted	DH23			2	X	.20	3.60	10.50	14.10
7	Prep & Paint, Corroded, Steel/Insulated Rail	DH23	96	4	1	O	1.75	31.50	15.00	46.50
8	Rep, Consequential dmg, Caution Mkg	DB3N			1	S	.25	4.50	5.25	9.75
9	Chem Clean, W&T, Reefer Container - Ext	DXXX			1	O	.75	13.50	14.00	27.50
10	Rep, Bent, Cam Keeper	DG3N			1	S	1.00	18.00	19.85	37.85
11	Chem Clean, W&T, Reefer Container - Ext	TX10			1	O	1.00	18.00	18.00	36.00
12	Rem Glu & Tape, Markings, Cargo Cont	XXXX			1	S	.25	4.50	1.00	5.50
13	Wash, Dirty, Reefer Container - Int	IXXX			1	S	1.00	18.00	11.03	29.03
14	Str, Bent, Air Baffle Floor Plate	BX0N			1	S	.25	4.50	.00	4.50

15	Install, Holed, Self Opening Drain	UL1N			1 0	.25	4.50	5.25	9.75	
16	Chem Clean, Dirty, Reefer Container - Ext	EXXX			1 0	4.50	81.00	111.00	192.00	
17	Rep, W&T, Hanging Rail Hook	LG1N			1 0	.25	4.50	5.81	10.31	
18	Part Refurb, W&T, Panel - Stainless Stee	LX10			1 0	2.50	45.00	25.00	70.00	
19	Reseal, W&T, Top Coving Interior	LG10			1 0	1.00	18.00	11.50	29.50	
20	Rep, Loose, Bulkhead Rivets	FB2N			4 0	.15	2.70	1.68	4.38	
21	Str, Bent, Air Baffle Floor Plate	BX0N			1 0	.50	9.00	5.00	14.00	
22	Patch & Foam, Cut, Panel - Stainless Stee	RX1N	88	22	1 0	7.00	126.00	477.83	603.83	
23	Reseal, W&T, Top Coving Interior	RG10			1 0	1.00	18.00	11.50	29.50	
24	Wash, Dirty, Reefer Container - Int	IXXX			1 0	1.00	18.00	11.03	29.03	
25	Reseal, W&T, T-Flr Gutter	BX1N			1 0	.25	4.50	2.76	7.26	
26	Rep, W&T, Serial No & Ck Digit	FH23			11 0	.35	6.30	9.35	15.65	
						Tax	Hours	Labor	Matl	Total

Figura 23. Ejemplo de un contenedor que tardó más de una hora siendo estimado

Fuente: ITS Conglobal Costa Rica, s.f.

La figura anterior es un ejemplo de una estimación una vez que es digitada en el sistema para que los clientes la puedan aprobar o rechazar y se muestra como un ejemplo ya que el mismo tarda 1 hora y 5 minutos siendo estimado el día 09 de agosto del presente año y contiene 26 líneas de daños. De este modo, se puede comparar contra el siguiente ejemplo de un contenedor que es estimado en un tiempo menor al promedio de 50 minutos y 45 segundos.



Tabla 21. Cantidad de líneas por contenedor y tiempo de búsqueda por línea

CANTIDAD	TIEMPO ESTIMACIÓN	TIEMPO BÚSQUEDA CÓDIGOS	TPO BÚSQUEDA CON MÉTODO MEJORA	LÍNEAS EN ESTIMADO	TIEMPO POR LÍNEA CON MÉTODO VIEJO	TIEMPO POR LÍNEA CON PROPUESTA
1	00:42:25	00:13:26	00:06:48	5	00:02:41	00:01:22
2	00:30:09	00:06:17	00:03:17	5	00:01:15	00:00:39
3	00:47:35	00:12:35	00:06:37	6	00:02:06	00:01:06
4	00:45:13	00:14:09	00:07:04	6	00:02:22	00:01:11
5	00:38:40	00:09:03	00:04:16	6	00:01:31	00:00:43
6	00:39:57	00:09:35	00:04:29	6	00:01:36	00:00:45
7	00:32:59	00:04:50	00:02:36	6	00:00:48	00:00:26
8	00:30:43	00:04:38	00:02:57	6	00:00:46	00:00:30
9	00:35:11	00:04:21	00:02:42	6	00:00:44	00:00:27
10	00:38:19	00:04:41	00:02:29	6	00:00:47	00:00:25
11	00:48:02	00:10:14	00:04:16	7	00:01:28	00:00:37
12	00:45:28	00:09:53	00:04:23	7	00:01:25	00:00:38
13	00:39:49	00:10:56	00:05:19	7	00:01:34	00:00:46
14	00:39:03	00:03:29	00:02:12	7	00:00:30	00:00:19
15	00:43:01	00:05:43	00:03:22	7	00:00:49	00:00:29
16	00:40:41	00:06:36	00:03:41	7	00:00:57	00:00:32
17	00:48:01	00:09:25	00:04:16	7	00:01:21	00:00:37
18	00:38:13	00:09:51	00:04:32	8	00:01:14	00:00:34
19	00:42:26	00:09:56	00:04:22	8	00:01:15	00:00:33
20	00:37:55	00:03:26	00:02:31	8	00:00:26	00:00:19
21	00:41:39	00:09:33	00:04:39	9	00:01:04	00:00:31
22	00:47:23	00:13:24	00:06:19	9	00:01:29	00:00:42
23	00:52:17	00:10:29	00:04:28	9	00:01:10	00:00:30
24	00:46:35	00:11:31	00:04:52	9	00:01:17	00:00:32
25	00:42:59	00:10:15	00:04:52	9	00:01:08	00:00:32
26	00:47:59	00:08:21	00:03:59	9	00:00:56	00:00:27

CANTIDAD	TIEMPO ESTIMACIÓN	TIEMPO BÚSQUEDA CÓDIGOS	TPO BÚSQUEDA CON METODO MEJORA	LÍNEAS EN ESTIMADO	TIEMPO POR LÍNEA CON METODO VIEJO	TIEMPO POR LÍNEA CON PROPUESTA
27	00:48:22	00:12:18	00:05:39	10	00:01:14	00:00:34
28	00:39:27	00:10:15	00:04:49	10	00:01:01	00:00:29
29	00:42:41	00:06:05	00:03:01	10	00:00:37	00:00:18
30	00:49:36	00:10:19	00:04:36	11	00:00:56	00:00:25
31	00:44:02	00:10:31	00:04:41	11	00:00:57	00:00:26
32	00:39:33	00:04:12	00:02:39	11	00:00:23	00:00:14
33	00:48:10	00:08:26	00:04:19	11	00:00:46	00:00:24
34	00:49:21	00:09:15	00:04:26	12	00:00:46	00:00:22
35	00:51:03	00:13:09	00:06:46	13	00:01:01	00:00:31
36	00:56:14	00:15:22	00:06:49	13	00:01:11	00:00:31
37	00:52:13	00:07:03	00:03:38	13	00:00:33	00:00:17
38	00:54:19	00:09:39	00:04:36	13	00:00:45	00:00:21
39	00:49:44	00:09:48	00:04:01	14	00:00:42	00:00:17
40	00:48:16	00:11:28	00:05:33	14	00:00:49	00:00:24
41	00:47:20	00:09:46	00:04:12	14	00:00:42	00:00:18
42	00:52:03	00:12:36	00:06:07	14	00:00:54	00:00:26
43	00:47:07	00:09:26	00:04:31	14	00:00:40	00:00:19
44	00:55:53	00:12:23	00:07:36	16	00:00:46	00:00:29
45	00:54:23	00:14:38	00:06:16	16	00:00:55	00:00:23
46	00:51:50	00:13:53	00:06:43	16	00:00:52	00:00:25
47	00:57:22	00:14:14	00:06:49	16	00:00:53	00:00:26
48	00:52:13	00:13:29	00:06:02	17	00:00:48	00:00:21
49	00:53:26	00:12:22	00:06:16	17	00:00:44	00:00:22
50	00:52:15	00:12:20	00:05:53	17	00:00:44	00:00:21
51	00:58:26	00:14:35	00:06:04	17	00:00:51	00:00:21
52	00:55:33	00:14:19	00:06:33	17	00:00:51	00:00:23

CANTIDAD	TIEMPO ESTIMACIÓN	TIEMPO BÚSQUEDA CÓDIGOS	TPO BÚSQUEDA CON METODO MEJORA	LÍNEAS EN ESTIMADO	TIEMPO POR LÍNEA CON METODO VIEJO	TIEMPO POR LÍNEA CON PROPUESTA
53	00:58:16	00:12:17	00:05:13	17	00:00:43	00:00:18
54	00:53:29	00:12:46	00:06:02	17	00:00:45	00:00:21
55	00:49:55	00:13:23	00:06:17	18	00:00:45	00:00:21
56	00:54:02	00:13:24	00:06:04	18	00:00:45	00:00:20
57	00:57:00	00:09:30	00:04:21	18	00:00:32	00:00:14
58	00:57:26	00:11:22	00:05:19	19	00:00:36	00:00:17
59	00:54:18	00:11:19	00:05:23	20	00:00:34	00:00:16
60	01:07:26	00:14:26	00:08:28	20	00:00:43	00:00:25
61	01:02:23	00:14:02	00:06:49	21	00:00:40	00:00:19
62	00:57:14	00:13:28	00:06:12	21	00:00:38	00:00:18
63	00:58:16	00:11:22	00:05:05	21	00:00:32	00:00:15
64	00:57:25	00:12:41	00:06:23	22	00:00:35	00:00:17
65	01:05:26	00:16:22	00:07:12	23	00:00:43	00:00:19
66	01:01:01	00:13:31	00:05:49	23	00:00:35	00:00:15
67	01:03:11	00:12:47	00:06:35	23	00:00:33	00:00:17
68	01:01:59	00:16:34	00:07:59	24	00:00:41	00:00:20
69	01:05:26	00:14:43	00:08:09	26	00:00:34	00:00:19
70	01:02:26	00:15:21	00:08:33	26	00:00:35	00:00:20
71	01:11:04	00:12:25	00:05:32	26	00:00:29	00:00:13
72	01:18:22	00:15:37	00:07:01	27	00:00:35	00:00:16
73	01:12:22	00:14:39	00:06:35	27	00:00:33	00:00:15
74	01:13:26	00:17:22	00:08:54	28	00:00:37	00:00:19

Fuente: Elaboración propia

Las tablas presentadas en las páginas anteriores detallan la cantidad de líneas de estimación que poseen los contenedores, además del periodo que se tarda en la búsqueda de tiempos de mano de obra y costos de materiales por cada línea con el método manual y con el método de la plantilla. Las tablas son diseñadas con el objetivo de mostrar los contenedores que poseen mayor cantidad de líneas; en otras palabras, los que están en peores condiciones tardan más tiempo en ser estimados.

Por esta razón, se establecen tiempos y costos promedios por cantidad de líneas para hacer un análisis proyectado con los 204 contenedores establecidos como tamaño de muestra, el cual se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 22.

*Comparación de tiempos y costos promedios para una muestra de 204 contenedores*

PROMEDIO DE LÍNEAS POR CONTENEDOR	13.88
PROMEDIO DE TIEMPO EN SEGUNDOS POR LÍNEA CON MÉTODO MANUAL	55.20
PROMEDIO DE TIEMPO EN SEGUNDOS POR LÍNEA CON PROPUESTA	25.80
<b>PROYECCIÓN CON MUESTRA DE 204 CONTENEDORES</b>	
PROMEDIO DE LÍNEAS POR LAS 204 MUESTRAS	2,831.19
<b>MÉTODO MANUAL</b>	
PROMEDIO DE TIEMPO EN HORAS PARA ESTIMACIÓN DE MUESTRA	43.25
COSTO DE MANO DE OBRA POR LÍNEA CON MÉTODO MANUAL	\$0.07
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL POR LÍNEAS DE ESTIMACIÓN	\$197.76
<b>MÉTODO PROPUESTO</b>	
PROMEDIO DE TIEMPO EN HORAS PARA ESTIMACIÓN DE MUESTRA	20.45
COSTO DE MANO DE OBRA POR LÍNEA CON PROPUESTA	\$0.03
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL POR LÍNEAS DE ESTIMACIÓN	\$93.49

Fuente: Elaboración propia

La tabla de la página anterior hace referencia a una proyección por la estimación de 204 contenedores, los cuales presentan un promedio de 14 líneas de estimación cada uno. Con el método manual hay un tiempo de búsqueda de tiempos y costos de 43.25 horas equivalentes a \$ 197,76 de mano de obra, lo cual se compara con el método propuesto que tiene un tiempo de 20.45 horas y un costo de \$ 93,49 de mano de obra.

Al efectuar la comparación, se establece que por la anotación de las 14 líneas por cada contenedor perteneciente a la muestra establecida de 204, se tiene una ganancia de \$ 104,3 si se lleva a cabo esta anotación con el método propuesto en lugar de utilizar el método manual; además de un ahorro de tiempo de 22.80 horas.

## **CAPÍTULO V**

### **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

## 5.1 PROPUESTAS DE MEJORA E IMPLEMENTACIÓN

Antes de mostrar las propuestas de mejora que se realizan en el proyecto, primero se mencionan las causas que conducen al establecimiento de las mismas; por esta razón, en la siguiente tabla se indican las causas potenciales identificadas en los capítulos anteriores mediante el Pareto y las propuestas de mejora para dichas causas.

Tabla 23.

### *Causas y propuestas de mejora*

CAUSAS	PROPUESTAS DE MEJORA
Búsqueda de tiempos, códigos y costos en manuales.	Plantilla digitalizada de estimación.
Disponibilidad de maquinaria	Reacomodo de horarios de operadores.
Condiciones de los contenedores.	Plantilla digitalizada de estimación.

Fuente: Elaboración propia

En el caso de estas propuestas, la primera y la tercera son la misma ya que a través del diseño y puesta en práctica de una plantilla digital capaz de autocompletar las columnas asignadas de horas de mano de obra y costos de materiales, se va a mejorar el tiempo de búsqueda de esta información en manuales y también la estimación de contenedores en malas condiciones.

Por otra parte, el caso de la disponibilidad se ataca por medio del reacomodo de los horarios de los operadores, al contarse con la maquinaria para realizar los movimientos de contenedores, pero no con el personal que la maneja.

### **5.1.1 Propuesta de mejora: Plantilla digitalizada de estimación**

Como se expuso, en la actualidad para el proceso de estimación de contenedores, la empresa realiza un proceso manual donde los colaboradores deben completar con lápiz una plantilla impresa.

Luego de esto, los colaboradores deben ir a su oficina y buscar tiempos de mano de obra y costos para los componentes que colocan en las plantillas previamente. De aquí la propuesta de implementar una plantilla digital que les permita colocar los mismos datos que escriben en las hojas impresas, pero ahora sin la necesidad de ir a la oficina a buscar los tiempos y costos, porque la plantilla se diseña para que autocomplete los espacios faltantes.

Así, una vez que la plantilla de estimación está lista, la misma se puede enviar al digitador a través de internet; sin embargo, esto deben hacerlo desde la oficina debido a que no se cuenta con internet inalámbrico en las áreas de estimación.

A continuación, se muestra la plantilla digital diseñada para las estimaciones:

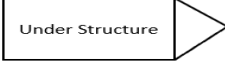
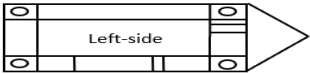
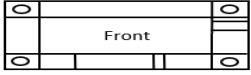
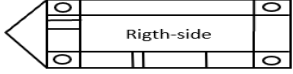
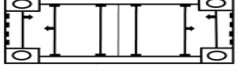
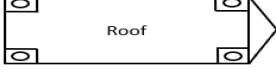
UNIVERSAL SERVICIOS A CONTENEDORES S.A										
ESTIMATE SHEET							DATE:			
UNIT #		Steel	20"	Reefer	H. CUBE					
MANUF. DATE:		Alum.	40"	DRY	Standart	C. CODE:				
Ubication		COMP.	LOCAT	DM	REP	L	W	QTY	HRS	MAT
 Under Structure									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
 Left-side									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
 Front									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
 Righth-side									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
 Door									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
 Roof									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A
									#N/A	#N/A

Figura 25. Plantilla digital de estimación

Fuente: Elaboración propia

La información de la plantilla anterior tiene los siguientes significados:

Tabla 24.

*Significados de la información de la plantilla de estimación*

Estimate Sheet	Hoja de estimación.
Date	Fecha de estimación.
Unit #	Identificación del contenedor.
Manuf. Date:	Fecha de revisión.
Steel	Contenedor de acero.
Alum.	Contenedor de aluminio.
20"	Tamaño 20 pies.
40"	Tamaño 40 pies.
Reefer	Refrigerado.
Dry	Seco.
H. Cube	Más alto.
Standart	Altura estándar.
Imágenes laterales	Ubicación del daño, por lado.
Comp.	Componente, material, artículo por reparar.
Locat.	Localización del daño por lado.
Dm	Código de identificación del daño.
Rep	Código de la reparación.
L	Tamaño del daño.
W	
Qty	Cantidad.
Hrs	Tiempo estimado de reparación.
Mat	Costo de los materiales para realizar la reparación.

Fuente: Elaboración propia

Con la plantilla digital se pretende que los colaboradores puedan completar los espacios que se observan marcados en amarillo y con esto las columnas “HRS” -correspondiente a horas- y “MAT” -correspondiente a costo de materiales- se

autocompletan, procurando la reducción de tiempos por búsqueda de tiempos y costos en los manuales.

Para la creación de esta plantilla, se efectúa una base de datos en la que se presentan las posibles combinaciones entre componentes, artículos o materiales con un código de reparación y una cantidad o un tamaño. De esta manera, las columnas de búsqueda señaladas en el párrafo anterior son capaces de encontrar los datos necesarios para autocompletar la plantilla.

El código de localización y el de daño no son influencia para los resultados de los tiempos y costos porque el código de reparación depende de esta localización y daño. El diseño de esta plantilla es llevado a cabo por Jose Díaz, quien cuenta con el apoyo de Wilber Chavarría y Roberto Sanders.

Todo este trabajo de diseño requiere de una inversión de horas, las cuales tienen un costo que se evalúa según el siguiente cronograma de tiempo invertido y la tabla de costo de tiempo invertido:

Tabla 25.

*Cronograma de diseño de la plantilla digital*

CRONOGRAMA DE DISEÑO DE LA PLANTILLA			
ACTIVIDAD	FECHA	PARTICIPANTE	HORAS INVERTIDAS
CREAR BASE DE DATOS	04/09/2018	JOSE DIAZ	02:30:00
	04/09/2018	ROBERTO SANDERS	02:30:00
	05/09/2018	JOSE DIAZ	03:15:00
	06/09/2018	JOSE DIAZ	06:00:00
	07/09/2018	JOSE DIAZ	04:00:00
	07/09/2018	WILBER CHAVARRÍA	04:00:00
	18/09/2018	JOSE DIAZ	04:30:00
	18/09/2018	WILBER CHAVARRÍA	04:30:00
	20/09/2018	JOSE DIAZ	01:30:00
	20/09/2018	WILBER CHAVARRÍA	01:30:00
	26/09/2018	JOSE DIAZ	01:00:00
	28/09/2018	JOSE DIAZ	01:15:00
	28/09/2018	ROBERTO SANDERS	01:15:00
	28/09/2018	WILBER CHAVARRÍA	01:15:00
DISEÑO DE PLANTILLA	26/09/2018	JOSE DIAZ	01:45:00
	11/12/2018	JOSE DIAZ	02:30:00
	12/12/2018	JOSE DIAZ	02:15:00
CORRECCIONES	17/10/2018	JOSE DIAZ	00:45:00
	17/10/2018	WILBER CHAVARRÍA	00:45:00
	19/10/2018	JOSE DIAZ	01:25:00
	24/10/2018	JOSE DIAZ	00:30:00

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta los datos de la tabla anterior, se determina que el total de horas invertidas en la confección total de la plantilla es de 48 horas y 55 minutos, las cuales para cuantificarse se elabora una tabla de salarios promedios por hora de los empleados participantes y en la misma se muestra el costo de las 48 horas y 55 minutos invertidos.

Tabla 26.

*Costo por horas invertidas en el diseño de la plantilla*

<b>COLABORADORES</b>	<b>SALARIO POR HORA</b>
COLABORADOR 1	\$ 3 508
COLABORADOR 2	\$ 4 050
COLABORADOR 3	\$ 3 827
TOTAL, SALARIOS	\$ 11 385
PROMEDIO SALARIO DÓLARES	\$ 3 795
<b>CARGAS SOCIALES</b>	
BANCO POPULAR (1%)	\$ 0.038
CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL (9.34%)	\$ 0.354
APORTE DEL PATRONO (26.33%)	\$ 0.999
<b>COSTO POR HORA DE MANO DE OBRA</b>	<b>\$ 5 187</b>
HORAS INVERTIDAS	48:55:00
<b>COSTO POR HORAS INVERTIDAS</b>	<b>\$ 253 709</b>

Fuente: Elaboración propia

Según los datos, se establece el costo de las 48 horas y 55 minutos invertidos, los cuales se costean a un salario por hora de \$ 5 187, generando esto un costo total por el diseño de la plantilla de \$ 253 709. Para determinar este costo, solo se consideran las horas invertidas al no incurrirse en gastos de materiales ni nada más que influyera en el diseño.

Los salarios percibidos son en colones por lo que se detalla la siguiente información:

Nombre	Compra	Venta	Actualizado
Banco Nacional	585.00	598.00	16/10/2018 08:07
Banco Popular	587.00	600.00	16/10/2018
Banco de Costa Rica	587.00	600.00	16/10/2018 11:01

Figura 26. Tipo de cambio del BCR al 16 de octubre del 2018

Fuente: Elaboración propia

La figura anterior indica el tipo de cambio del Banco de Costa Rica al 16 de octubre del 2018; utilizado este banco al ser el que usa la empresa para el pago de salarios. De este modo, los salarios anteriores se dividen entre 600 para poder efectuar cálculos en dólares de los costos de mano de obra anteriores y cualquier otro cálculo que se necesite en la ejecución del proyecto.

#### 5.1.1.1 Estudio de tiempos con método propuesto

Debido a las variaciones que hay entre los tiempos que se tarda en las estimaciones, se toma la decisión de realizar un nuevo estudio de tiempos con el método propuesto a los mismos contenedores a los que se les hace un primer análisis.

No obstante, recordando que el análisis es un estudio del periodo tardado en búsqueda de tiempos de mano de obra y costos de materiales, se ejecuta el nuevo análisis solo a la fase del proceso de estimación, donde se debe completar la plantilla con dichos tiempos de mano de obra y costos de materiales. Este análisis muestra los siguientes resultados:

Tabla 27.

*Tiempos obtenidos con el método propuesto*

CANTIDAD	CANTIDAD POR DIA	CLIENTE	CONTENEDOR	FECHA	TIEMPO	TIEMPO BÚSQUEDA CÓDIGOS CON MÉTODO MEJORA
1	1	TEXT	CHIU 901025 9	7/8/2018	00:54:18	00:05:23
2	2	TEXT	CHIU 902453 0	7/8/2018	01:02:23	00:06:49
3	3	TEXT	CHIU 902496 7	7/8/2018	00:52:13	00:06:02
4	4	TEXT	HJCU 614172 9	7/8/2018	00:57:26	00:05:19
5	5	TEXT	HJCU 614322 8	7/8/2018	01:18:22	00:07:01
6	6	TEXT	TEMU 906058 3	7/8/2018	00:41:39	00:04:39
7	7	TEXT	TEMU 909598 0	7/8/2018	00:48:02	00:04:16
8	8	TEXT	TEMU 909601 4	7/8/2018	00:45:28	00:04:23
<b>TOTAL, DÍA 07/08/2018</b>					<b>07:19:51</b>	<b>00:43:52</b>
CANTIDAD	CANTIDAD POR DIA	CLIENTE	CONTENEDOR	FECHA	TIEMPO	TIEMPO BÚSQUEDA CÓDIGOS
9	1	FSCU	FSCU 567783 7	9/8/2018	00:49:44	00:04:01
10	2	FSCU	FSCU 568091 2	9/8/2018	00:55:53	00:07:36
11	3	FSCU	FSCU 568261 7	9/8/2018	01:05:26	00:08:09
12	4	FSCU	FSCU 568223 7	9/8/2018	00:51:03	00:06:46
13	5	CARL	SZLU 911384 4	9/8/2018	00:53:26	00:06:16
14	6	CARL	SZLU 911442 9	9/8/2018	00:48:16	00:05:33
15	7	CARL	SZLU 911444 0	9/8/2018	00:57:25	00:06:23
16	8	CARL	SZLU 911652 4	9/8/2018	00:47:35	00:06:37
17	9	CARL	SZLU 911658 7	9/8/2018	01:07:26	00:08:28
<b>TOTAL, DÍA 09/08/2018</b>					<b>08:16:14</b>	<b>00:59:49</b>
18	1	SEABD	CHIU 901028 5	20/8/2018	00:54:23	00:06:16
19	2	SEABD	CHIU 901193 3	20/8/2018	00:39:49	00:05:19
20	3	SEABD	CHIU 902478 2	20/8/2018	00:51:50	00:06:43
21	4	SEABD	TEMU 909626 7	20/8/2018	00:47:20	00:04:12
22	5	SEABD	TEMU 909684 2	20/8/2018	00:38:13	00:04:32
23	6	SEABD	TEMU 909730 3	20/8/2018	00:52:15	00:05:53
24	7	SEABD	TEMU 909800 1	20/8/2018	00:58:26	00:06:04
25	8	SEABD	TEMU 912159 1	20/8/2018	00:47:23	00:06:19
26	9	SEABD	TEMU 912329 6	20/8/2018	01:05:26	00:07:12
<b>TOTAL, DÍA 20/08/2018</b>					<b>07:35:05</b>	<b>00:52:30</b>
27	1	GESEA	SEGU 901540 1	23/8/2018	01:02:26	00:08:33
28	2	GESEA	SEGU 901669 2	23/8/2018	00:57:14	00:06:12
29	3	GESEA	SEGU 901899 3	23/8/2018	00:48:22	00:05:39
30	4	GESEA	SEGU 902497 5	23/8/2018	00:52:17	00:04:28
31	5	GESEA	CXRU 109027 8	23/8/2018	00:46:35	00:04:52
32	6	GESEA	SEGU 902346 0	23/8/2018	00:52:03	00:06:07

33	7	GESEA	SEGU 902257 1	23/8/2018	00:49:36	00:04:36
<b>TOTAL, DÍA 23/08/2018</b>					<b>06:08:33</b>	<b>00:40:27</b>
34	1	CGMA	CGMU 511052 8	4/9/2018	01:01:59	00:07:59
35	2	CGMA	CGMU 930308 4	4/9/2018	01:13:26	00:08:54
36	3	CGMA	TCLU 100724 5	4/9/2018	00:55:33	00:06:33
37	4	CGMA	CGMU 493491 3	4/9/2018	00:57:22	00:06:49
38	5	CGMA	APRU 575479 8	4/9/2018	00:39:27	00:04:49
39	6	CGMA	APRU 585234 6	4/9/2018	00:42:25	00:06:48
40	7	DOLE	CXRU 122140 2	4/9/2018	00:45:13	00:07:04
41	8	DOLE	GESU 949347 4	4/9/2018	00:56:14	00:06:49
<b>TOTAL, DÍA 04/09/2018</b>					<b>07:11:39</b>	<b>00:55:45</b>
CANTIDAD	CANTIDAD POR DIA	CLIENTE	CONTENEDOR	FECHA	TIEMPO	TIEMPO BÚSQUEDA CÓDIGOS
42	1	GESEA	GESU 949271 3	19/9/2018	00:42:26	00:04:22
43	2	GESEA	GESU 949302 6	19/9/2018	00:58:16	00:05:13
44	3	GESEA	GESU 949423 3	19/9/2018	00:38:40	00:04:16
45	4	GESEA	SEGU 901766 2	19/9/2018	00:39:57	00:04:29
46	5	GESEA	SEGU 901824 7	19/9/2018	00:42:59	00:04:52
47	6	GESEA	SEGU 901940 7	19/9/2018	00:58:16	00:05:05
48	7	GESEA	SEGU 902514 3	19/9/2018	00:49:55	00:06:17
49	8	GESEA	CXRU 108329 0	19/9/2018	01:12:22	00:06:35
50	9	GESEA	CXRU 109187 0	19/9/2018	00:53:29	00:06:02
<b>TOTAL, DÍA 19/09/2018</b>					<b>07:36:20</b>	<b>00:47:11</b>
51	1	CARL	SZLU 911662 7	15/10/2018	00:42:41	00:03:01
52	2	CARL	SZLU 911667 4	15/10/2018	00:39:03	00:02:12
53	3	CARL	SZLU 911676 1	15/10/2018	00:32:59	00:02:36
54	4	TEXT	TEMU 909750	15/10/2018	00:49:21	00:04:26
<b>TOTAL, DÍA 15/10/2018</b>					<b>02:44:04</b>	<b>00:12:15</b>
55	1	CARL	SZLU 910594 1	16/10/2018	00:44:02	00:04:41
56	2	CARL	SZLU 910701 3	16/10/2018	00:47:07	00:04:31
57	3	CARL	SZLU 911346 4	16/10/2018	00:54:02	00:06:04
58	4	CARL	SZLU 911353 0	16/10/2018	00:39:33	00:02:39
<b>TOTAL, DÍA 16/10/2018</b>					<b>03:04:44</b>	<b>00:17:55</b>
59	1	CARL	CBFU 346729	17/10/2018	00:30:43	00:02:57
60	2	CARL	CBFU 346825	17/10/2018	00:37:55	00:02:31
61	3	CARL	CBFU 346901	17/10/2018	00:35:11	00:02:42
62	4	CARL	CBFU 346649	17/10/2018	00:57:00	00:04:21
<b>TOTAL, DÍA 17/10/2018</b>					<b>02:40:49</b>	<b>00:12:31</b>
63	1	CARL	CRLU 182788 5	18/10/2018	00:52:13	00:03:38
64	2	CARL	SZLU 910641 8	18/10/2018	00:30:09	00:03:17
65	3	CARL	SZLU 911425 0	18/10/2018	00:43:01	00:03:22
66	4	CARL	SZLU 911432 6	18/10/2018	00:47:59	00:03:59
67	5	CARL	SZLU 911437 3	18/10/2018	00:48:10	00:04:19

68	6	CARL	SZLU 911439 4	18/10/2018	00:40:41	00:03:41
69	7	CARL	SZLU 911647 9	18/10/2018	01:11:04	00:05:32
<b>TOTAL, DÍA 18/10/2018</b>					<b>05:33:17</b>	<b>00:27:48</b>
70	1	CARL	SZLU 911366 0	19/10/2018	01:01:01	00:05:49
71	2	CARL	SZLU 911380 2	19/10/2018	00:48:01	00:04:16
72	3	CARL	SZLU 911381 8	19/10/2018	01:03:11	00:06:35
73	4	CARL	SZLU 911398 9	19/10/2018	00:38:19	00:02:29
74	5	CARL	SZLU 911654 5	19/10/2018	00:54:19	00:04:36
<b>TOTAL, DÍA 19/10/2018</b>					<b>4:24:51</b>	<b>0:23:45</b>

Fuente: Elaboración propia

En este caso, la variación en los significados de los valores de las columnas se da solo en la última columna a la derecha, la cual se refiere al tiempo tardado en “búsqueda de tiempos y costos con el método propuesto”. Sin embargo, no es un tiempo de búsqueda, sino un tiempo de completar la plantilla ya que los tiempos y costos se autocompletan al digitar el resto de la información.

Así, derivado de los resultados obtenidos a partir del análisis con el método propuesto, se expone la siguiente información:

Tabla 28.

*Resultados obtenidos con el método propuesto*

Días que se realiza el estudio de tiempos:	11
Promedio de contenedores estimados por día:	7
Promedio de tiempo tardado en estimar un contenedor:	00:50:45
Promedio de tiempo tardado en completar la plantilla:	00:05:19

Fuente: Elaboración propia.

Estos datos presentan una mejora al momento de finalizar el proceso de completar la plantilla, pero esto se refleja mejor en la siguiente comparación entre el método actual y el método propuesto.

### 5.1.1.2 Comparación entre el método actual y el método de mejora propuesto

En la siguiente tabla se encuentran los resultados obtenidos mediante ambos métodos, con el propósito de notar la mejoría obtenida:

Tabla 29.

*Comparación entre el método actual y el propuesto*

DESCRIPCIÓN:	MÉTODO ACTUAL	PROPUESTA DE MEJORA	DIFERENCIAS
Días que se realiza el estudio de tiempos:	11	11	-
Promedio de contenedores estimados por día:	7	7	-
Promedio de tiempo tardado en estimar un contenedor:	00:50:45	00:45:01	00:05:44
Promedio de tiempo tardado en completar la plantilla:	00:11:03	00:05:19	51.89 %

Fuente: Elaboración propia

La diferencia obtenida en el promedio de tiempo tardado para completar la plantilla es de 5 minutos y 44 segundos, equivalente casi al 52 % de lo tardado con el método actual. Es necesario reiterar que hoy la empresa vive una situación inusual de poco trabajo que provoca que los contenedores que ingresan no tengan muchas reparaciones por hacer, y de ahí a que los tiempos sean bajos y las diferencias equivalgan a más del 50 %.

Seguidamente, se indagan los efectos que pueden generar estas mejoras de tiempos de búsqueda y completar la plantilla de estimación.

#### **5.1.1.2.1 Mejoras por cantidad de contenedores estimados**

A continuación, se detalla la información para el cálculo del promedio del costo de reparación de los contenedores:

Tabla 30.

*Información para el cálculo del costo promedio de reparación de un contenedor*

CANTIDAD	UNIDAD	MONTO \$	COSTO \$	GANANCIA \$
1	SEGU9020291	747.65	496.13	251.52
2	GESU9368810	763.50	453.94	309.56
3	SEGU9023460	941.68	617.24	324.44
4	GESU9329434	457.50	233.09	224.41
5	GESU9493788	1,273.83	846.78	427.05
6	GESU9362638	837.62	601.29	236.33
7	GESU9494470	397.79	176.45	221.34
8	SEGU9016898	1,584.73	1,126.44	458.29
9	GESU9497839	1,884.10	1,378.66	505.44
10	SEGU9018951	3,660.50	3,057.28	603.22
11	SEGU9022566	873.84	632.26	241.58
12	GESU9364076	753.72	412.39	341.33
13	GESU9493474	1,182.74	856.45	326.29
14	GESU9495184	287.84	152.34	135.50
15	GESU9498115	1,064.12	743.55	320.57
16	SEGU9022150	950.13	682.00	268.13
17	GESU9492713	495.98	245.67	250.31
18	SEGU9019011	942.33	704.72	237.61
19	GESU9492729	685.19	356.90	328.29
20	GESU9493221	1,371.53	925.37	446.16
21	GESU9496576	591.94	327.14	264.80
22	SEGU9016007	1,252.13	903.45	348.68
23	SEGU9023813	830.84	702.34	128.50
24	SEGU9022484	1,014.71	823.18	191.53
25	GESU9495100	728.32	591.67	136.65
26	GESU9401668	716.38	558.39	157.99
27	SEGU9023897	695.07	520.97	174.10
28	CXRU1083920	1,081.34	814.56	266.78
29	SEGU9019259	580.74	409.29	171.45
30	SEGU9017868	518.49	423.95	94.54
31	SEGU9017214	3,793.72	3,345.69	448.03
32	SEGU9015090	3,428.27	2,976.24	452.03
33	SEGU9024281	778.37	489.88	288.49
34	SEGU9022421	593.74	404.63	189.11
35	SEGU9015459	616.25	499.27	116.98
36	SEGU9024846	1,178.66	834.75	343.91
37	SEGU9016239	752.65	596.47	156.18
38	SEGU9024912	1,674.00	1,202.38	471.62
39	SEGU9025143	1,078.31	777.93	300.38
40	SEGU9020455	374.13	167.29	206.84

TOTAL, MONTO	\$	70 278.52
TOTAL, COSTO	\$	50 500.69
TOTAL, GANANCIA	\$	19 777.83

CANTIDAD	UNIDAD	MONTO \$	COSTO \$	GANANCIA \$
41	SEGU9022571	328.13	152.68	175.45
42	SEGU9022653	591.58	405.16	186.42
43	SEGU9019407	658.15	495.49	162.66
44	SEGU9018993	549.55	395.90	153.65
45	SEGU9017894	540.82	382.44	158.38
46	SEGU9017662	743.59	483.78	259.81
47	SEGU9017127	823.01	634.58	188.43
48	SEGU9017024	632.25	452.47	179.78
49	SEGU9018761	3,599.81	2,990.89	608.92
50	CHIU9011933	861.72	580.14	281.58
51	CHIU9024530	592.53	410.59	181.94
52	CHIU9024714	385.74	162.93	222.81
53	HJCU6111175	560.55	343.87	216.68
54	TEMU9096040	367.78	183.65	184.13
55	TEMU9096061	773.37	504.86	268.51
56	TEMU9096842	73.03	34.80	38.23
57	TEMU9097495	197.38	103.04	94.34
58	TEMU9097704	224.48	129.66	94.82
59	TEMU9098172	550.18	313.29	236.89
60	TEMU9098362	72.56	31.57	40.99
61	TEMU9122936	179.47	98.73	80.74
62	TEMU9122999	323.43	167.98	155.45
63	TEMU9123233	111.30	58.49	52.81
64	TEMU9134500	514.04	306.97	207.07
65	TEMU9135614	248.82	160.89	87.93
66	TEMU9135682	382.66	244.66	138.00
67	TGHU9915989	619.84	499.38	120.46
68	TGHU9916054	285.20	176.76	108.44
69	TGHU9916080	1,047.89	768.47	279.42
70	TGHU9916352	74.58	34.86	39.72
71	FSCU5678155	601.00	382.55	218.45
72	FSCU5680893	1,505.45	1,039.93	465.52
73	FSCU5681816	208.29	122.39	85.90
74	FSCU5682047	253.19	129.14	124.05
75	FSCU5682469	456.39	214.67	241.72
76	FSCU5682495	986.53	602.33	384.20
77	FSCU5655885	1,721.13	1,227.49	493.64
78	FSCU5678089	1,452.46	1,025.68	426.78
79	FSCU5678350	1,797.84	1,304.77	493.07
80	FSCU5680717	948.42	674.34	274.08

PROMEDIO MONTO	\$	878.48
PROMEDIO COSTO	\$	631.26
PROMEDIO GANANCIA	\$	247.22

Fuente: Elaboración propia.

Estos datos de las tablas de la página anterior se refieren a la facturación por reparaciones hechas a 80 contenedores, su costo y su ganancia. Este último dato obtenido de las tablas permite indicar un promedio de ganancia por contenedor reparado de \$ 247.22. Esta información se aprecia mejor cuando se considera lo siguiente:

Tabla 31.

*Diferencias obtenidas por comparación de tiempos entre métodos*

FECHA	CONTENEDORES ESTIMADOS	TIEMPO TOTAL ESTIMACIÓN	TIEMPO TOTAL BÚSQUEDA DE TIEMPOS Y COSTOS	TIEMPO TOTAL COMPLETAR PLANTILLA	DIFERENCIA
07/08/2018	8	07:19:51	01:35:29	00:43:52	00:51:37
09/08/2018	9	08:16:14	01:53:35	00:59:49	00:53:46
20/08/2018	9	07:35:05	01:55:45	00:52:30	01:03:15
23/08/2018	7	06:08:33	01:26:02	00:40:27	00:45:35
04/09/2018	8	07:11:39	01:55:41	00:55:45	00:59:56
19/09/2018	9	07:36:20	01:43:16	00:47:11	00:56:05
15/10/2018	4	02:44:04	00:23:39	00:12:15	00:11:24
16/10/2018	4	03:04:44	00:37:33	00:17:55	00:19:38
17/10/2018	4	02:40:49	00:21:55	00:12:31	00:09:24
18/10/2018	7	05:33:17	00:54:51	00:27:48	00:27:03
19/10/2018	5	04:24:51	00:50:03	00:23:45	00:26:18

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se observan las diferencias de tiempos entre lo tardado al buscar tiempos y costos en un día con el método actual y un día con el método propuesto. En este caso la diferencia más significativa se da en el día lunes 20 de agosto del 2018 con un total de 1 hora con 3 minutos y 15 segundos, lo cual es un

tiempo que está por encima del promediado para la estimación de un contenedor con el método anterior, que es de 50 minutos con 45 segundos.

Significa que para este caso en específico se puede estimar 1.25 contenedores más, lo que equivale a una ganancia de \$ 309.03. Y aunque el poder estimar un contenedor más no signifique que la empresa va a tener una ganancia inmediatamente, sí puede agilizar el proceso para que ese dinero ingrese más rápido.

Este caso puede suceder el resto de los días estudiados, por esta razón se presenta la siguiente tabla que muestra la cantidad de contenedores de más que se puede estimar con el proceso nuevo y a cuántos dólares equivaldría esto, tomando en cuenta que el promedio de estimación de contenedores nuevo es de 45 minutos con 01 segundos y un promedio de \$ 247.22 de ganancia por un contenedor reparado:

Tabla 32.

*Ganancias por la cantidad de contenedores estimados por día*

FECHA	CONTENEDORES ESTIMADOS	TIEMPO ESTIMACIÓN	TIEMPO BÚSQUEDA TIEMPOS Y COSTOS	TIEMPO COMPLETAR PLANTILLA	DIFERENCIA	GANANCIA CONTENEDORES ESTIMADOS	GANANCIA \$ POR CONTENEDOR
7/8/2018	8	07:19:51	01:35:29	00:43:52	00:51:37	1.02	252.16
9/8/2018	9	08:16:14	01:53:35	00:59:49	00:53:46	1.06	262.05
20/8/2018	9	07:35:05	01:55:45	00:52:30	01:03:15	1.25	309.03
23/8/2018	7	06:08:33	01:26:02	00:40:27	00:45:35	0.90	222.50
4/9/2018	8	07:11:39	01:55:41	00:55:45	00:59:56	1.18	291.72
19/9/2018	9	07:36:20	01:43:16	00:47:11	00:56:05	1.11	274.41
15/10/2018	4	02:44:04	00:23:39	00:12:15	00:11:24	0.22	54.39
16/10/2018	4	03:04:44	00:37:33	00:17:55	00:19:38	0.39	96.42
17/10/2018	4	02:40:49	00:21:55	00:12:31	00:09:24	0.19	46.97
18/10/2018	7	05:33:17	00:54:51	00:27:48	00:27:03	0.53	131.03
19/10/2018	5	04:24:51	00:50:03	00:23:45	00:26:18	0.52	128.55

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, la información anterior muestra cómo al aplicar el proceso de mejora, es decir, utilizar la plantilla para realizar las estimaciones, los empleados pueden hacer más estimaciones. En algunos de los ejemplos no se alcanza a una unidad más por estimar, pero se puede plantear la opción de que dicha estimación la efectúen entre dos personas, lo cual reduciría el tiempo de estimación y sería una opción para lograr la estimación de un contenedor completo.

Otra manera de ver la ventaja de la propuesta es analizándola con las 204 unidades de muestra establecidas previamente a modo de proyección, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 33.

*Comparación de tiempos entre métodos con una muestra de 204 contenedores*

PROMEDIOS						
CONTENEDORES CON MÉTODO VIEJO	TIEMPO DE ESTIMACIÓN MÉTODO VIEJO	CONTENEDORES CON MÉTODO PROPUESTO	TIEMPO DE ESTIMACIÓN MEJORA	TIEMPO BÚSQUEDA TIEMPOS Y COSTOS	TIEMPO COMPLETAR PLANTILLA	DIFERENCIA
10	50.75 minutos	11	45.01 minutos	11.05 minutos	05.32 minutos	05.44 minutos
	0.85 horas		0.75 horas	0.18 horas	0.09 horas	0.10 horas
PROYECCIÓN						
<b>MUESTRA DE CONTENEDORES</b>						<b>204</b>
<b>MÉTODO VIEJO</b>						
DÍAS PROMEDIO PARA ESTIMAR LA MUESTRA						20.40
MINUTOS PROMEDIO PARA ESTIMAR LA MUESTRA						10 353.00
HORAS PROMEDIO PARA ESTIMAR LA MUESTRA						172.55
MINUTOS PROMEDIO PARA BUSCAR TIEMPOS Y COSTOS						2 254.20
HORAS PROMEDIO PARA BUSCAR TIEMPOS Y COSTOS						36.72
<b>MÉTODO PROPUESTO</b>						
DÍAS PROMEDIO PARA ESTIMAR LA MUESTRA						18.55
MINUTOS PROMEDIO PARA ESTIMAR LA MUESTRA						9 182.04
HORAS PROMEDIO PARA ESTIMAR LA MUESTRA						153.03
MINUTOS PROMEDIO PARA BUSCAR TIEMPOS Y COSTOS						1 085.28
HORAS PROMEDIO PARA BUSCAR TIEMPOS Y COSTOS						18.36

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior es una forma de comparar el tiempo que se tarda en estimar 204 contenedores con el método que utiliza la empresa contra el tiempo que se puede tardar si se hace con el método propuesto. Si se observan las horas promediadas para la búsqueda de los tiempos de mano de obra y costos de materiales, hay una diferencia de la mitad de las horas invertidas en el trabajo.

### 5.1.1.2.2 Análisis de las mejoras por cantidad de contenedores estimados

Por otra parte, también se puede realizar un análisis comparativo entre el método actual y el método propuesto basándose en el tiempo de mano de obra que se utiliza para llevar a cabo la labor de estimación. Como se indica con anterioridad, la empresa mantiene para los colaboradores del área estudiada un horario de 7:30 a.m a 5:00 p.m.

Se presenta una tabla de salarios por hora para los empleados, con el fin de establecer un promedio de salario en dólares por minuto:

Tabla 34.

*Promedio de salarios por hora*

COLABORADORES	SALARIO POR HORA
COLABORADOR 1	\$ 3 251
COLABORADOR 2	\$ 4 050
COLABORADOR 3	\$ 3 879
COLABORADOR 4	\$ 2 552
COLABORADOR 5	\$ 2 989
TOTAL, SALARIOS	\$ 16 721
PROMEDIO, COSTO DE MANO DE OBRA	\$ 3.34
SALARIO DÓLARES POR MINUTO	\$ 0.05574
<b>CARGAS SOCIALES</b>	
BANCO POPULAR (1 %)	\$ 0.0006
CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL (9.34 %)	\$ 0.0052
APORTE DEL PATRONO (26.33 %)	\$ 0.0147
<b>COSTO POR MINUTO DE MANO DE OBRA</b>	<b>\$ 0.0762</b>

Fuente: Elaboración propia

Por cuestiones de confidencialidad, no se colocan los nombres de los colaboradores, pero sí los salarios percibidos por el personal encargado de la estimación. De este modo, se denota un promedio de salario en dólares por hora de \$ 3.34 sin cargas sociales, lo cual equivale a \$ 0.0762 por minuto de salario con cargas sociales.

De esta forma, conociendo el costo promedio de mano de obra en estimación, se expone la siguiente tabla que muestra a cuánto equivale dicho costo, los días en que se efectúa el estudio de tiempos y en los cuales la empresa puede aprovechar para que los colaboradores ejecuten otras labores.

Así, en la siguiente tabla se aprecia la comparación entre el método propuesto y el método actual:

Tabla 35.

*Ganancia por mano de obra*

FECHA	CONTENEDORES ESTIMADOS	TIEMPO TOTAL ESTIMACIÓN	TIEMPO TOTAL BÚSQUEDA DE TIEMPOS Y COSTOS	TIEMPO TOTAL COMPLETAR PLANTILLA	DIFERENCIA	GANANCIA \$ POR HORA DE MANO OBRA
07/08/2018	8	07:19:51	01:35:29	00:43:52	00:51:37	\$3.93
09/08/2018	9	08:16:14	01:53:35	00:59:49	00:53:46	\$4.10
20/08/2018	9	07:35:05	01:55:45	00:52:30	01:03:15	\$4.82
23/08/2018	7	06:08:33	01:26:02	00:40:27	00:45:35	\$3.47
04/09/2018	8	07:11:39	01:55:41	00:55:45	00:59:56	\$4.54
19/09/2018	9	07:36:20	01:43:16	00:47:11	00:56:05	\$4.27
15/10/2018	4	02:44:04	00:23:39	00:12:15	00:11:24	\$0.87
16/10/2018	4	03:04:44	00:37:33	00:17:55	00:19:38	\$1.50
17/10/2018	4	02:40:49	00:21:55	00:12:31	00:09:24	\$0.72
18/10/2018	7	05:33:17	00:54:51	00:27:48	00:27:03	\$2.06
19/10/2018	5	04:24:51	00:50:03	00:23:45	00:26:18	\$2.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se indican las diferencias entre los métodos. La ganancia que se obtiene por tiempos de búsqueda equivale a un monto en dólares que se puede aprovechar en otras labores para intentar reducir las horas extra, como despacho de contenedores u otras labores.

### 5.1.2 Propuesta de mejora: Reacomodo de horarios de operadores

Con los datos recolectados en el transcurso del proyecto, se establece que otra de las causas potenciales es la falta de maquinaria disponible y esto se refiere a que cuando los contenedores son estimados, esta labor se hace en un área específica y conforme se terminan de evaluar los contenedores, los mismos se quedan en el área en lugar de ser retirados.

Esta situación ocurre debido a que la empresa cuenta con cuatro operadores para conducir las cinco máquinas portacontenedores, pero ellos tienen horarios diurnos y nocturnos por lo que cuando se está estimando, solo se cuenta con dos operadores disponibles. De aquí la necesidad de reacomodar el horario de los operadores como se ve en la tabla número 20.

Además, recientemente se registra en la empresa una situación de preocupación. La compañía en Costa Rica brinda un servicio 24 horas al cliente CMA CGM; sin embargo, el cliente informa a la empresa que no requiere más de los servicios nocturnos porque el pasado 26 de octubre se da la apertura del nuevo muelle en Moín y el cliente va a utilizar el servicio que se brinda en este.

Tomando en cuenta lo mencionado, se hace la propuesta del reacomodo de los horarios y el despido de un operador, lo cual es una propuesta que no requiere que la empresa incurra en más gastos, no obstante, puede tener un ahorro al despedir a un operador nocturno y para mostrar el monto aproximado, se desarrolla la siguiente tabla:

Tabla 36.

*Promedio de los salarios de los operadores por hora*

COLABORADORES	SALARIO POR HORA
OPERADOR 1	\$ 4 383
OPERADOR 2	\$ 3 133
OPERADOR 3	\$ 3 703
OPERADOR 4	\$ 3 066
TOTAL, SALARIOS COLONES	\$ 14 285
PROMEDIO SALARIO DÓLARES	\$ 3.57
<b>CARGAS SOCIALES</b>	
BANCO POPULAR (1 %)	\$ 0.0357
CCSS (9.34 %)	\$ 0.3336
APOORTE DEL PATRONO (26.33 %)	\$ 0.9403
<b>COSTO POR HORA DE MANO DE OBRA</b>	<b>\$ 4.88</b>

Fuente: Elaboración propia

De los datos presentados en la tabla anterior, se percibe el salario por hora de mano de obra de los operadores de las máquinas que movilizan los contenedores, el cual es importante conocerlo para estimar el ahorro que se puede obtener en un día, mes o año, el cual es de \$ 39.04 por día, de \$ 1 171,20 en un mes y de \$ 14 054,40 por año. Todos estos salarios son basados en el tipo de cambio establecido en la figura 26.

También se puede efectuar el análisis como una proyección de lo que se tarda en estimar la muestra de 204 contenedores en este momento, contando con dos operadores durante la jornada de estimación, y analizar la muestra con tres operadores, denotando la cantidad de días menos que se tarda en estimar.

Tabla 37.

*Análisis comparativo de movimientos de contenedores con dos y tres operadores*

MES	CONTENEDORES	DÍAS EN EL MES	PROMEDIO POR DÍA	HORAS DE TRABAJO EN EL DÍA	PROMEDIO MOVIMIENTOS POR HORA	PROMEDIO MOVIMIENTOS POR OPERADOR POR HORA
ENERO	204	23	9	8.6	1.03	0.52
FEBRERO	272	20	14	8.6	1.58	0.79
MARZO	315	22	14	8.6	1.66	0.83
ABRIL	277	21	13	8.6	1.53	0.77
MAYO	516	23	22	8.6	2.61	1.30
JUNIO	252	21	12	8.6	1.40	0.70
<b>TOTAL</b>	<b>1836</b>	130	84	51.6	<b>1.64</b>	<b>0.82</b>
<b>ANÁLISIS</b>						
MOVIMIENTOS EN UN DÍA CON DOS OPERADORES:						14.07
MOVIMIENTOS EN UN DÍA CON TRES OPERADORES:						21.10
<b>MUESTRA DE CONTENEDORES</b>						204
DÍAS QUE TARDARÍA EN MOVILIZAR CON DOS OPERADORES						14.50
DÍAS QUE TARDARÍA EN MOVILIZAR CON TRES OPERADORES						9.67

Fuente: Elaboración propia

La información de la tabla anterior especifica lo siguiente: según los datos otorgados sobre los primeros seis meses de la empresa, se promedia una cantidad de contenedores movilizados al mes, los cuales son los mismos que se estiman. Determinado el promedio para cada mes, se promedia una cantidad de movimientos por hora por operador, que es de 0.82 contenedores.

Esta información se obtiene como un promedio de promedios; es decir, se suman los promedios de los seis meses y se dividen entre seis para tener un único promedio de movimientos por hora y uno de movimientos por hora por operador,

recordando que todos estos datos se obtienen en horarios de 7:30 a.m. a 5:00 p.m. y se cuenta con dos operadores.

De esta manera, se promedia la cantidad de contenedores que pueden movilizar dos y tres operadores en un día de 8.6 horas de trabajo (la otra hora es de almuerzo y café), para luego dividir las 204 unidades entre estos valores. Denotando así que con 2 operadores al día, la empresa puede mover los 204 contenedores en 14.5 días; mientras que con tres operadores, puede hacerlo en 9.67 días.

Permitiendo de este modo una mejora en los tiempos de estimación por el reacomodo de los horarios y un ahorro de aproximadamente \$ 1 171,20 por mes o de \$ 7 027,20 por seis meses al despedir al operador que la empresa ya no va a requerir para los trabajos nocturnos pues ya no hay trabajos en este horario.

## **5.2 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO**

### **5.2.1 Análisis costo-beneficio de la primera propuesta**

Para conocer la factibilidad del proyecto por realizar, se debe hacer un análisis costo beneficio y estudiar cada una de las propuestas. En el caso de la primera propuesta, se refiere al diseño de la plantilla digital, lo cual tiene un costo de \$ 253.709, debido a la cantidad de horas invertidas en su diseño por las tres personas participantes en la creación.

También, para llevar a cabo la puesta en práctica de esta propuesta, se necesita de la utilización de *tablets*, las cuales tienen un valor de \$ 124.99 cada una (ver anexo 2). En la actualidad la empresa cuenta con dos, pero se hace el análisis por la compra de las cinco unidades (una para cada estimador), debido a que las dos que posee se usan en algunas ocasiones para efectuar despachos.

El sexto colaborador participante en el proceso de estimación no requiere de la compra de una *tablet* debido a que el mismo cuenta con una oficina donde tiene una computadora de escritorio al ser el encargado de enviar al cliente las cotizaciones de los contenedores.

De esta manera, la inversión que realiza la empresa se resume en la siguiente fórmula:

$$\text{Inversión} = \$253.709 + (\$124.99 \times 5)$$

$$\text{Inversión} = \$878.659$$

Por otro lado, el ingreso que se debe percibir por implementar la plantilla se realiza calculando un promedio de contenedores de más que puede estimar la empresa en un día. Esto recordando que la empresa en la actualidad promedia un tiempo de estimación de 50.75 minutos, equivalentes a 0.85 horas, lo cual significa que en un día de trabajo de 8.6 horas laborales, se pueden estimar aproximadamente diez contenedores. Esta información se resume en la siguiente fórmula:

$$\frac{8.6 \text{ horas efectivas laborales}}{0.85 \text{ horas de estimación por contenedor}} = 10 \text{ Contenedores por estimar}$$

El cobro por una reparación de un contenedor se promedia en \$ 878.48 y su costo promedia a los \$ 631.26, generando una ganancia por contenedor reparado de \$ 247.22. Así, se efectúa el cálculo de la ganancia obtenida en un día de 8.6 horas efectivas laborales con el método manual que tiene la empresa, para luego compararlo contra el método con la plantilla digital puesta en práctica. Esto conduce al siguiente cálculo:

Ganancia:

$$\text{Facturación por reparación} - \text{Costo por reparación} = \text{Ganancia}$$

$$\$878.48 - \$631.26 = \$247.22$$

Ganancia por día efectivo:

$$\text{Ganancia por contenedor} \times 10 \text{ Contenedores Promedio Estimación Diario} = \text{Ganancia por día}$$

$$\$247.22 \times 10 = \$2,472.20$$

Ahora se presenta la cantidad de contenedores que se pueden estimar al utilizar la plantilla digital, la cual genera un promedio de 45.01 minutos de estimación por contenedor, lo que equivale a 0.75 horas y recordando que en un día de estimación se cuenta con 8.6 horas laborales efectivas, se puede decir que con la plantilla se pueden

estimar alrededor de once contenedores al día. En otras palabras, un contenedor más que con el método manual. Esto se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{8.6 \text{ horas efectivas laborales}}{0.75 \text{ horas de estimación por contenedor}} = 11 \text{ contenedores por estimar}$$

De este modo, la ganancia obtenida en un día de 8.6 horas efectivas laborales es la siguiente:

*Ganancia por contenedor x 11 contenedores promedio estimación diario = Ganancia por día*

$$\$247.22 \times 11 = \$2,719.42$$

Asimismo, conociendo la información anterior, se puede decir que con el método propuesto de la plantilla digital, la empresa obtiene una ganancia de estimación de un contenedor diario equivalente a \$ 247.22, correspondiente a \$ 5 438,84 en un mes de 30 días en el que se cuenta con 22 días hábiles laborales y de \$ 32 633,04 en seis meses laborados.

Pero para entender si es factible recibir esta ganancia comparándola contra la inversión realizada, es importante el siguiente cálculo de análisis costo-beneficio:

Tabla 38.

*Análisis costo beneficio de la primera propuesta*

MESES	INVERSIÓN	INGRESOS POR REPARACIONES	COSTO POR REPARACIONES	GASTOS POR AJUSTES	FLUJO DE CAJA
0	\$ 878.66	0	0		-\$878.66
1		\$ 19 326.56	\$ 13 887.72	\$ 41.50	\$ 5 397.34
2		\$ 19 326.56	\$ 13 887.72	\$ 41.50	\$ 5 397.34
3		\$ 19 326.56	\$ 13 887.72	\$ 41.50	\$ 5 397.34
4		\$ 19 326.56	\$ 13 887.72	\$ 41.50	\$ 5 397.34
5		\$ 19 326.56	\$ 13 887.72	\$ 41.50	\$ 5 397.34
<b>TIR</b>					614%
<b>VAN</b>					\$ 26 108.06
<b>PERIODO DE RECUPERACIÓN</b>					3.55 días
<b>SUMA INGRESOS</b>					\$ 96 632.80
<b>SUMA GASTOS</b>					\$ 69 646.08
<b>GASTOS-INVERSIÓN</b>					\$ 70 524.74
<b>RELACIÓN COSTO/BENEFICIO</b>					\$1.37

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la tabla anterior se hace proyectando la situación en seis meses, donde la inversión es de \$ 878.66, como se expuso, y la ganancia esperada con la aplicación de la propuesta es poder estimar un contenedor más por día, lo cual tiene una facturación promedio de \$ 878.48 con un costo de \$ 631.26, lo que representa \$ 247.22. De esta forma, se determina que en 3.55 días se puede recuperar la inversión, la cual indica que la empresa va a ganar \$ 1.37 por cada dólar invertido en esta propuesta.

Por mes la ganancia obtenida se establece con un contenedor más estimado por día que deja una ganancia de \$ 247.22 y el promedio de días en los que se estima en el mes es de 22 (señalado al inicio del proyecto), dejando esto una ganancia por mes

de \$ 5 438.84. Además, se proyecta que cada mes se destinen ocho horas laborales para efectuar los ajustes necesarios con el propósito de que la plantilla funcione al 100 %.

### **5.2.2 Análisis costo-beneficio de la segunda propuesta**

En el caso de la segunda propuesta de reacomodar los horarios de los operadores, hecha con el fin de atacar la causa de la disponibilidad de maquinaria para movilizar los contenedores una vez que son estimados, la misma no requiere de ninguna inversión por parte de la empresa porque lo que se hace es un ajuste de horarios.

Actualmente dos de los operadores se encuentran en horarios de lunes a sábado de las 07:00 a.m. a las 03:00 p.m. y los otros dos trabajan de 02:00 p.m. a 10:00 p.m. de lunes a viernes. Reiterando la información señalada en capítulos anteriores, la empresa ya no ejecuta labores en horarios nocturnos debido a que el cliente CMA CGM al que se le brinda con anterioridad este servicio ya no lo va a requerir porque va a emplear el mismo servicio facilitado por el nuevo muelle de Moín.

Por esta razón, se propone el cambio de horario para los operadores, de los cuales tres van a trabajar de lunes a viernes en horario de 07:30 a.m. a 05:00 p.m. y el cuarto operador va a ser despedido.

Recordando la información de la tabla número 36, el salario por hora de un operador promedia los \$ 4.88, por lo que si se despide a uno, la empresa puede evitar un gasto de \$ 39.04 por día, \$ 1 171.20 en un mes y \$ 14 054.40 por año.

### **5.2.3 Análisis costo-beneficio de la tercera propuesta**

La tercera propuesta realizada para atacar la causa de la demora en estimaciones por la condición en la que se presenta el contenedor, es la misma plantilla digital que se va a utilizar para atacar la causa de las demoras por búsqueda de costos de materiales y tiempos de mano de obra.

De esta manera, se determina que la inversión por hacer es la vista en el paso 5.4.1 que es la siguiente:

$$\text{Inversión} = \$253.709 + (\$124.99 \times 5)$$

$$\text{Inversión} = \$878.659$$

Sin embargo, el análisis costo-beneficio se calcula de forma distinta puesto que la causa es la condición de los contenedores. Por esta razón, en capítulos anteriores se determina que un contenedor en promedio posee catorce líneas de estimación y anotar las mismas con el método manual tiene un tiempo de 0.92 minutos por línea, mientras que con el método propuesto es un tiempo promedio de 0.43 minutos por línea.

También se establece que el costo de mano de obra promedio para un estimador es de \$ 0.0762, lo cual significa que para estimar, por ejemplo, la muestra de 204 unidades con el método manual tiene un costo de mano de obra de \$ 197.76, mientras que si se realizara con el método propuesto, el costo es de \$ 93.49.

Por esta razón, a pesar de no tener un cálculo de ingresos, la propuesta sí es factible al ayudar a la empresa a evitar un gasto por horas de mano de obra de \$ 104.27 para un aproximado de 204 contenedores, o en su defecto se puede decir que se evita un gasto de \$ 0.51 de costo de mano de obra por cada contenedor estimado.

### **5.3 DIAGRAMA DE GANTT**

Como se expuso, además de la plantilla por utilizar como método de control, también se desarrolla un diagrama de Gantt cuyo fin es establecer tiempos para realizar auditorías con las que se pueda determinar si el método propuesto se está ejecutando correctamente y si está generando los beneficios esperados para la empresa.

El mismo da inicio una vez que la plantilla es implementada, aunque la misma se encuentre a modo de prueba y sea ejecutada solo por dos estimadores porque la empresa posee solo dos tabletas con las que se puede ir desarrollando el proceso de esta forma.

A continuación, se aprecia un diagrama de Gantt para el seguimiento y control del método de mejora propuesto:

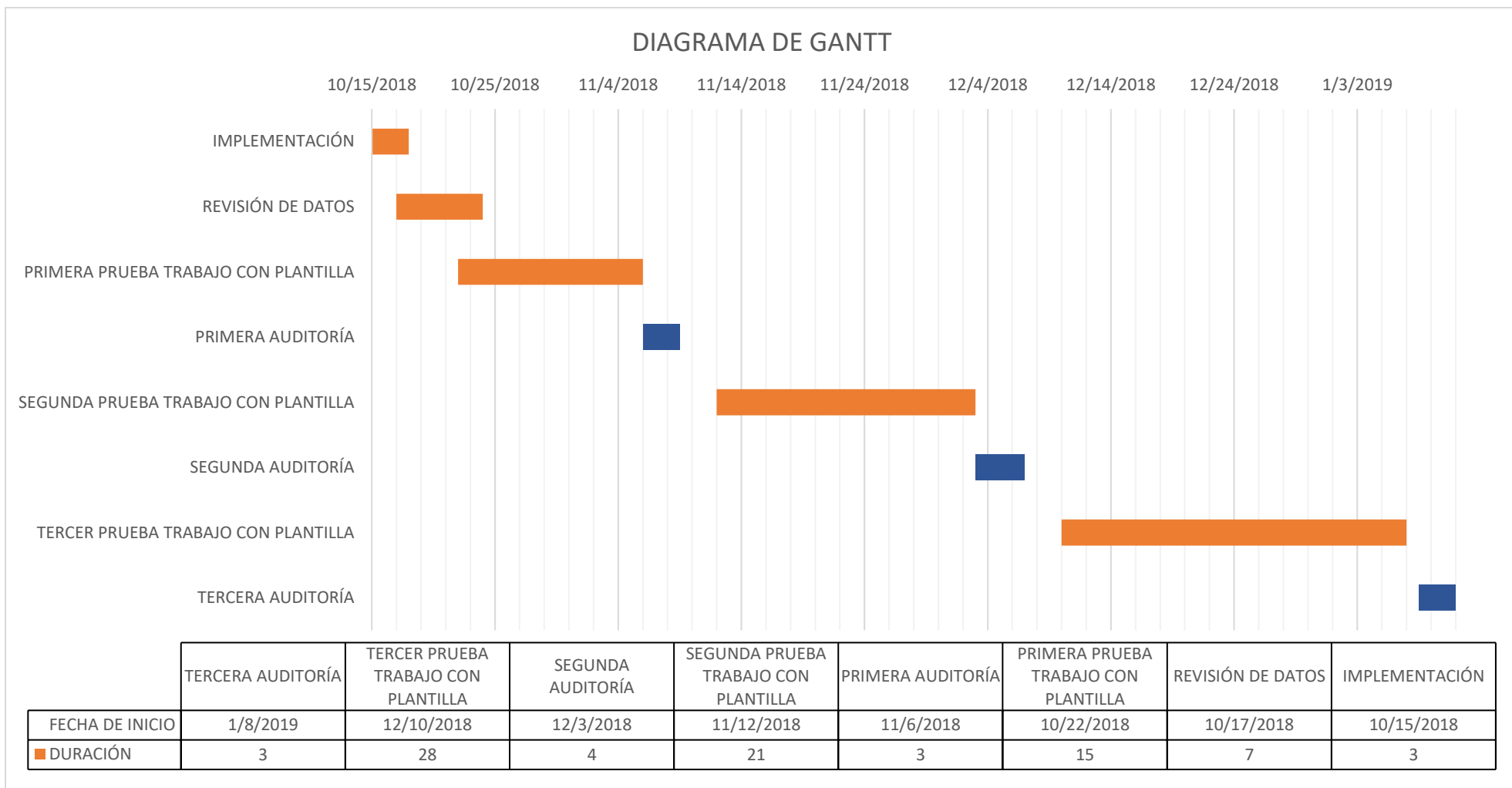


Figura 27. Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración propia

La información del anterior diagrama de Gantt se refiere a los periodos desde la implementación hasta una prueba de tres meses que va a hacer la empresa.

Tabla 39.

*Actividades y tiempos para el diagrama de Gantt*

ACTIVIDADES	FECHA DE INICIO	DURACIÓN EN DÍAS	TIEMPO FINAL
IMPLEMENTACIÓN	15/10/2018	3	18/10/2018
REVISIÓN DE DATOS	17/10/2018	7	24/10/2018
PRIMERA PRUEBA TRABAJO CON PLANTILLA	22/10/2018	15	06/11/2018
PRIMERA AUDITORÍA	06/11/2018	3	09/11/2018
SEGUNDA PRUEBA TRABAJO CON PLANTILLA	12/11/2018	21	03/12/2018
SEGUNDA AUDITORÍA	03/12/2018	4	07/12/2018
TERCER PRUEBA TRABAJO CON PLANTILLA	10/12/2018	28	07/01/2019
TERCERA AUDITORÍA	08/01/2019	3	11/01/2019

Fuente: Elaboración propia

Así, la implementación de la plantilla se hace el día 15 de octubre del 2018 con una explicación del funcionamiento de la misma a los estimadores, lo cual requiere un tiempo de tres días. Luego de esto, se hacen revisiones y correcciones en la base de datos conforme a como la plantilla muestra los datos de tiempo y costo.

Después, se establecen fechas para realizar auditorías de seguimiento y para la continuación del uso de la plantilla. Asimismo, se toma la medida de manejar la plantilla en una nube donde tanto los estimadores como los encargados puedan revisar si la misma posee errores.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 CONCLUSIONES

A partir del proyecto anterior se puede concluir que los tiempos pueden ser mejorados, lo cual ocurre con la implementación de la plantilla diseñada y previamente mostrada, que reduce los tiempos y a futuro permite una mayor estimación de contenedores por día, con la finalidad de ofrecer mejor servicio y rapidez en reparaciones a los clientes.

También se logra una disminución de demoras en tiempos de estimación al reacomodar los horarios de los operadores, porque ahora se cuenta con tres operadores al día para movilizar contenedores estimados o por estimar, en lugar de los dos con que se cuenta durante el horario de estimación.

Una vez que el proceso de estimación es diagnosticado, se determina que el mismo puede ser mejorado con la implementación de la plantilla digital que busque los tiempos de mano de obra y costos de reparación, y también con el reacomodo de los horarios de los operadores.

Luego de medir el proceso de estimación, se concluye que por cada contenedor estimado, se tardan aproximadamente 50 minutos y 45 segundos y que la demora por búsqueda de tiempos de mano de obra y costos de materiales ronda los 11 minutos y 3 segundos.

Se diseñan dos propuestas de mejora que atacan las tres causas potenciales de los problemas: se elabora la plantilla digital que ayuda a disminuir el periodo de

búsqueda de tiempos de mano de obra y costos de manuales de 11 minutos y 03 segundos a 05 minutos y 19 segundos. Además, con la implementación de esta plantilla, se reduce el tiempo de estimar contenedores que se presentan en muy malas condiciones.

Por otra parte, se diseñan nuevos horarios para los operadores de máquinas portacontenedores, con el objetivo de evitar demoras por no haber maquinaria disponible para cambiar contenedores en las áreas de estimación.

De estas propuestas, solo la primera requiere de una inversión ya que reacomodar los horarios solo evita un gasto que la empresa tiene, mas no implica ninguna inversión. No obstante, la primera propuesta necesita una inversión de \$ 878.66, los cuales se van a recuperar en alrededor de tres días, generando un beneficio de \$ 1.37 por cada dólar invertido.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

En el transcurso de la realización del proyecto, se pueden observar situaciones que pueden ser mejoradas y por eso se plantean algunas recomendaciones a la empresa por si deseara implementarlas a futuro:

Se observa que los colaboradores aprenden los pasos de sus labores en el día tras día, por eso se recomienda una capacitación a los empleados para que todos ejecuten las tareas bajo el mismo método.

Se aconseja facilitar un curso de informática para los colaboradores, ya que los mismos tienen poco conocimiento por lo que las explicaciones hechas en su momento acerca de lo que deben realizar es complicado debido a la falta de experiencia que tienen en el uso de computadoras.

Los manuales que poseen los estimadores son muy antiguos y mientras se digitalizan para formar la base de datos, se descubre que hay tiempos que se encuentran por debajo de lo que tardan los compañeros del taller en hacer la reparación. Por esta razón, se recomienda actualizar las tablas de tiempos de mano de obra y costos.

En el caso de los materiales de trabajo, se aconseja compararlos contra los últimos materiales comprados porque el costo de los mismos aumenta conforme pasa el tiempo y en el área de refrigeración sí se actualizan con listas de precios enviadas por los clientes, pero en el departamento de estructura no se efectúa esta actualización.

Por último, se sugiere a la empresa que en caso de querer mantener el método propuesto en este proyecto, debe establecer un método nuevo para que una vez finalizadas las estimaciones realizadas vía *tablet*, los estimadores puedan enviarlas al digitador con el propósito de que el mismo envíe la cotización de inmediato. Tomando en cuenta que se debe implementar un método de control para evitar enviar las cotizaciones más de una vez o, caso contrario, que alguna no se envíe.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Atehortua, J. (s.f.). *Estructuras aeronáuticas*. Recuperado de:

<https://www.josemiguelatehortua.com/practic-as-estandar/que-es-una-reparacion-estructural/>

Baca, G., Cruz, M., Critóbal, M., Gutiérrez, J., Pacheco, A., Rivera, A. et al. (2014).

*Introducción a la ingeniería industrial*, (2° ed.). México: Grupo Editorial Patria.

Banco de Costa Rica. (2018). *Tipo de cambio del dólar en entidades financieras de*

*Costa Rica*. Recuperado de: <http://indi-eco.appspot.com/tcd?f=16-10-2018>

Bertrand, I. y Prabhakar, M. (1990). *Control de calidad: teoría y aplicaciones*. Madrid,

España: Díaz de Santos.

Caso, A. (2006). *Técnicas de medición del trabajo*, (2° ed). Madrid, España: Fundación

Confemetal.

Chang, R. y Niedzwiecki, M. (1999). *Las herramientas para la mejora continua de la*

*calidad*. Buenos Aires, Argentina: Granica.

Coronado, J. (2007). *Escalas de medición*. Bogotá, Colombia: Corporación Universitaria

UNITEC.

Cuatrecasas, I. (2012). *Gestión de la calidad total*. Madrid, España: Díaz de Santos.

Cym Materiales S.A. (s.f.). *¿Qué es el sandblasting?* Recuperado de:

<https://cym.com.ar/faqs/que-es-el-sandblasting/>

De Saeger, A. y Feys, B. (2016). *El diagrama de Ishikawa, solucionar problemas desde*

*su raíz*. España: 50minutos.es.

- Del Valle, R. (2007). *Estudio y análisis de productividad y medición de tiempos para incrementar el nivel de producción en el proceso de setup & stage nivel 1 en Align Technology*. (Tesina en Ingeniería Industrial). Universidad Hispanoamericana. Costa Rica.
- Dwyer, B. y Efrón, A. (2017). *Eficiencia energética en la supply chain, economía circular en la práctica*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Gupta, P. y Sri, A. (2015). *Seis sigma sin estadística: Enfoque en la búsqueda de las mejoras inmediatas*. (S. Tate, Ed., y R. Carrillo, Trad.). Estados Unidos: Accelper Consulting.
- Hernández, E. (2006). *Manual de estadística-handbook of statistics*. Bogotá, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia.
- ITS Conglobal Costa Rica. (s.f.). *Maintenance-repairs*. Recuperado de:  
<http://www.cgini.com/products-services/depot-services/maintenance-repairs/>
- Juran, J., Gryna, F. y Bingham, R. (2005). *Manual de control de la calidad*, (2<sup>o</sup> ed.). Barcelona, España: Reverté.
- Manene, I. (2011). *Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones*. Recuperado de:  
[https://mimateriaenlinea.unid.edu.mx/dts\\_cursos\\_md/lic/AE/EA/AM/07/Los\\_diagramas\\_de\\_flujo\\_su\\_definicion\\_objetivoventajas\\_elaboracion\\_fase.pdf](https://mimateriaenlinea.unid.edu.mx/dts_cursos_md/lic/AE/EA/AM/07/Los_diagramas_de_flujo_su_definicion_objetivoventajas_elaboracion_fase.pdf)

Manzano, V. (2014). *Estimación estadística*. Recuperado de:

<https://docplayer.es/67782306-estimacion-estadistica-vicente-manzano-arrodo.html>

Miranda, F., Chamorro, A. y Rubio, S. (2007). *Introducción a la gestión de la calidad*.

Madrid, España: Delta Publicaciones.

Niebel, B. (2009). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*, (12<sup>o</sup> ed.). México: McGraw-Hill.

Niebel, B. y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial, métodos estándares y diseño del trabajo*, (12<sup>o</sup> ed.). México: McGraw-Hill.

Pérez, M. (2010). *Metodología seis sigma a través de Excel*. Madrid, España: RC Libros.

Quevedo, F. (2011). Estadística aplicada a la investigación en salud. *Medwave*, 11(5).

Rodríguez, F. (2017). *Control de calidad*. Recuperado de:

[https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/52695568/controlcalidad\\_tema2\\_2017.pdf?awsaccesskeyid=akiaiwowyygz2y53ul3a&expires=1541879170&signature=rjrquse6uqkveyphbppoedrbyea%3d&response-content-disposition=inline%3b%20filename%3dcontrol\\_de\\_calidad.p](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/52695568/controlcalidad_tema2_2017.pdf?awsaccesskeyid=akiaiwowyygz2y53ul3a&expires=1541879170&signature=rjrquse6uqkveyphbppoedrbyea%3d&response-content-disposition=inline%3b%20filename%3dcontrol_de_calidad.p)

Roldán, J. (2006). *Propuesta de mejoramiento de la productividad basada en un análisis de tiempos y movimientos, distribución en planta y el método de las cinco eses japonesas en la empresa embutidos filadelfia de Costa Rica*. (Tesis de Ingeniería Industrial). Universidad Hispanoamericana. Costa Rica.

- Sales, M. (2009). *Diagrama de Pareto*. España: EALDE Business School.
- Sangüesa, M., Mateo, R. y Ilzarbe, I. (2006). *Teoría y práctica de la calidad*. Madrid, España: Paraninfo.
- Terrazas, R. (2011). Planificación y programación de operaciones. *Revista Perspectivas*, (28), 7-32.
- Vargas, A. (1995). *Estadística descriptiva e inferencial*. Castilla, España: Universidad de Castilla-La Mancha.
- Vargas, Y. (2005). *Análisis y propuesta de un plan de mejoras en el método de trabajo para la elaboración de alimentos en la planta procesadora "Alimentos la Esperanza" en San José, Naranjo*. (Tesis de bachillerato en Ingeniería Industrial). Universidad Hispanoamericana. Costa Rica.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: DISTRIBUCIÓN “t” DE STUDENT

$\alpha$ r	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	636,578
2	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
$\infty$	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,290

## ANEXO 2: PRECIO DE LAS TABLETS



### RCA Viking Pro 10" 2-in-1 Tablet 32GB Quad Core Blue Laptop Computer with Touchscreen and Detachable Keyboard Google Android 6.0

by RCA

★★★★☆ 395 customer reviews | 504 answered questions

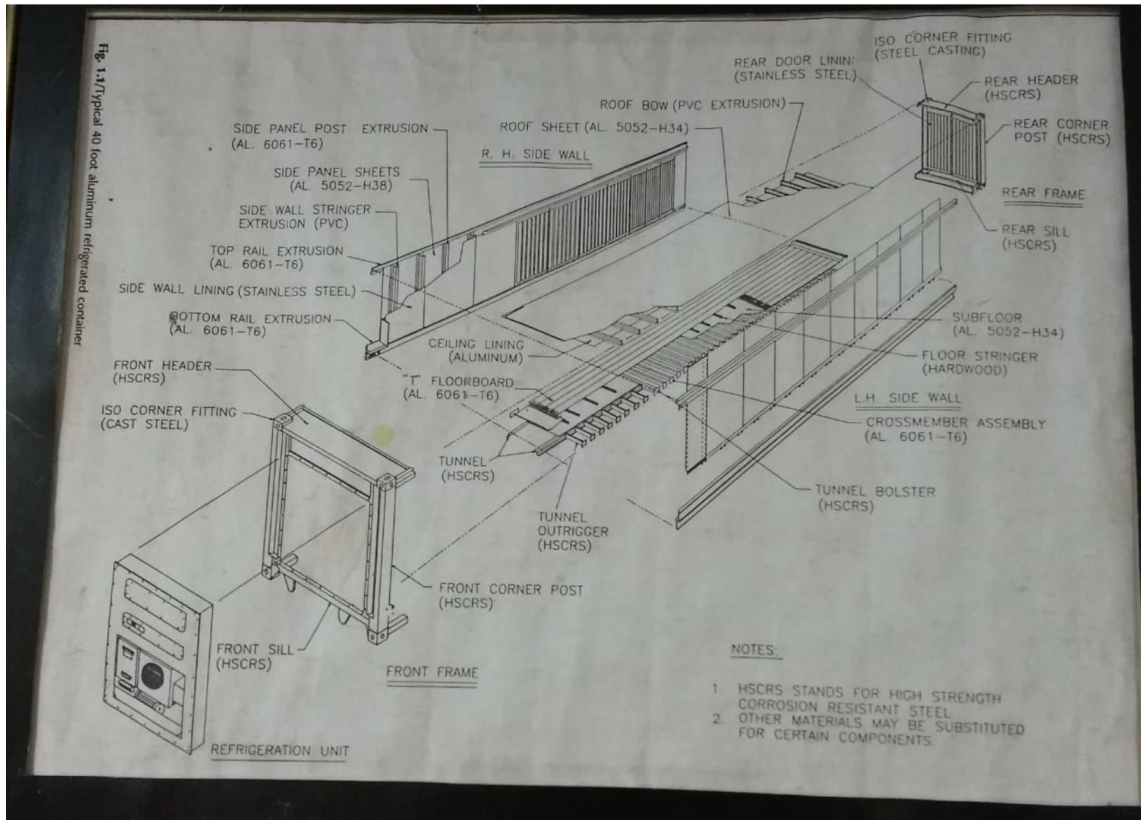
Available from these sellers.

- 10.1" touchscreen
  - 1.3GHz Quad-Core processor
  - 32GB of storage memory
  - Google Android 6.0 Marshmallow OS
- ▶ See more product details

[Compare with similar items](#)

[Used & new \(4\) from \\$124.99](#) [Details](#)

# ANEXO 3: PARTES DEL CONTENEDOR



# ANEXO 4: PLANTILLAS MANUALES DE ESTIMACIÓN

*Top grade End 2 panels - extra*

## ESTIMATE SHEET

### UNIVERSAL SERVICIOS A CONTENEDORES S.A.

UNIT # S220 980005-4 Steel  20"  Reefer  H. CUBE   
 Manuf. Date: 06-2008 ALUM.  40"  DRY  Standart  DATE 20-8-18  
 C. CODE WAS

	COMP	LOCAT	DM	REP	L	W	QTY	HRS	MAT
Under Structure	DRW	UX10	WT	RP	1	1	2	1,50	\$ 60,00
	RL2	UX1N	WT	RP	1	1	1	2	\$ 124,64
	HWD	UX1N	CD	RP	1	1	1	2	\$ 52,50
Left-side	PAS	UX1N	WT	RP	1	1	1	0,75	\$ 18,75
	PAS	LX1N	WT	RP	1	1	1	0,75	\$ 18,75
	MSN	LT1N	CD	RP	1	1	1	0,10	\$ 5,25
	MVI	LT1N	CD	RP	1	1	1	0,10	\$ 5,25
Front	MST	LX1N	CD	RP	1	1	1	0,10	\$ 5,25
	MHT	LX1N	CD	RP	1	1	1	0,10	\$ 5,25
	MCA	LX1N	CD	RP	1	1	1	0,10	\$ 5,25
	RL2	LX1N	WT	RP	1	1	1	0,12	\$ 20,92
Right-side	MHC	LX1N	CD	RP	1	1	1	0,12	\$ 5,25
	RG2	DH2N	CD	RP	1	1	1	1	\$ 44,10
	MSN	FH23	WT	RP	1	1	5	0,25	\$ 4,25
	TN	JX1N	WT	RP	1	1	1	1	\$ 11,03
Door	CEX	JX1N	WT	RP	1	1	1	4,50	\$ 111,00
	MSN	DH23	WT	RP	1	1	1	0,25	\$ 5,95
	PAS	JX1N	WT	RP	1	1	1	1,25	\$ 15,00
	MHC	JX1N	CD	RP	1	1	2	0,24	\$ 10,50
Roof	DH2	DH2N	WT	RP	1	1	1	0,80	\$ 15,00
	RL2	DH23	WT	RP	1	1	1	1,75	\$ 15,00
	PAS	JX1N	WT	RP	1	1	2	0,50	\$ 8,00
	MHC	JX1N	WT	RP	1	1	2	0,24	\$ 10,50
	TFC	BX1N	WT	WD	1	1	3	0,20	\$ 3,30
	TFG	BX1N	WT	WD	1	1	1	0,25	\$ 2,75
	PIC	JX1N	WT	RP	1	1	1	0,25	\$ 3,00
	COS	FH2N	WT	RP	1	1	1	0,25	\$ 5,00
	RL2	FH2N	WT	RP	1	1	1	0,12	\$ 5,25
	MHC	FH2N	WT	RP	1	1	1	0,12	\$ 5,25
TOTAL HRS/MAT.									

VMDIGITAL TEL: 8587-4550 FAX: 2248-2183

## ANEXO 5: BARRAS DE ESTIMACIÓN



## ANEXO 6: TOMA DE TIEMPOS



## ANEXO 7: MÁQUINA PORTACONTENEDORES



## ANEXO 8: CONTENEDORES EN PREDIO

