



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

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ADQUISICIÓN DE IMÁGENES DE  
CASQUILLOS Y PROYECTILES EN EL SISTEMA IBIS DE INACIF**

**Marlon Obdulio de León Gramajo**

Asesorado por el Ing. Jorge Fernando Fernández Pérez

Guatemala, septiembre de 2016



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ADQUISICIÓN DE IMÁGENES DE  
CASQUILLOS Y PROYECTILES EN EL SISTEMA IBIS DE INACIF**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**MARLON OBDULIO DE LEÓN GRAMAJO**

ASESORADO POR EL ING. JORGE FERNANDO FERNÁNDEZ PÉREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2016



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López de López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García (a.i.)
EXAMINADOR	Ing. Aldo Estuardo García Morales
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez.



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ADQUISICIÓN DE IMÁGENES DE CASQUILLOS Y PROYECTILES EN EL SISTEMA IBIS DE INACIF**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Industrial, con fecha 24 de febrero de 2014.



**Marlon Obdulio de León Gramajo**





Guatemala, 23 de marzo de 2015

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director de Escuela de Ingeniería Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala


Estimado Ingeniero:

Por medio de la presente me dirijo a usted deseándole éxitos en sus labores profesionales diarias.

Tengo el agrado de informarle que tuve a la vista el trabajo de graduación del señor Marlon Obdulio de León Gramajo, quien se identifica con DPI 2642 43595 1101, el cual lleva por título "**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ADQUISICIÓN DE IMÁGENES DE CASQUILLOS Y PROYECTILES EN EL SISTEMA IBIS DE INACIF**". Haciendo constar que revisé dicho trabajo y que estoy de acuerdo con su contenido.

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente:

  
Jorge Fernando Fernández Pérez  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Colegiado 5,282

---

Ing. Jorge Fernando Fernández Pérez





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ADQUISICIÓN DE IMÁGENES DE CASQUILLOS Y PROYECTILES EN EL SISTEMA IBIS DE INACIF**, presentado por el estudiante universitario **Marlon Obdulio de León Gramajo**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

*Priscila Yohana Sandoval Barrios  
Ingeniera Industrial  
Colegiada No 10392*

Guatemala, junio de 2016.

/mgp





REF.DIR.EMI.158.016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ADQUISICIÓN DE IMÁGENES DE CASQUILLO Y PROYECTILES EN EL SISTEMA IBIS DE INACIF**, presentado por el estudiante universitario **Marlon Obdulio de León Gramajo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Juan José Peralta Dardón  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2016.



/mgp



Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.430-2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ADQUISICIÓN DE IMÁGENES DE CASQUILLOS Y PROYECTILES EN EL SISTEMA IBIS DE INACIF**, presentado por el estudiante universitario: **Marlon Obdulio de León Gramajo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, septiembre de 2016

/cc





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme la luz diaria en mi vivir y colmarme de sus bendiciones y su gran amor en los momentos más difíciles.
- Mis padres** Héctor de León y Lilian Gramajo, quienes me dieron la vida y me enseñaron a vivirla.
- Mi esposa** Sandra Rodríguez de de León, por ser mi inspiración y darme aliento para afrontar cada obstáculo y superarlo juntos.
- Mi tía** Silvia Gramajo, porque sin ese impulso que me dio no hubiera dado ese primer paso para iniciar este camino.
- Mis hermanos** Hugo, Pablo, Marisa y Sara de León Gramajo, que siempre están para darme su apoyo, sus consejos y poder compartir la vida conmigo.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Alma mater donde se ha fecundado mi pensamiento, abriendo sus puertas para ser parte de ella.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por darme las herramientas del saber y ser parte fundamental en mi diario aprendizaje.
<b>Ing. Jorge Fernández</b>	Por su ayuda desinteresada en la supervisión del presente trabajo de graduación, por sus consejos y apoyo constante.
<b>Mis compañeros</b>	A cada uno de mis compañeros que estuvieron junto a mí a lo largo de mi carrera, compartiendo su conocimiento, dándome su apoyo.
<b>Mi familia</b>	A cada uno de ustedes que en poco o mucho me han ayudado a ser la persona que soy hoy.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Aspectos generales del INACIF.....	1
1.1.1. Historial del INACIF .....	1
1.1.2. Organización.....	2
1.1.3. Plan estratégico .....	4
1.1.3.1. Misión .....	4
1.1.3.2. Visión.....	4
1.1.3.3. Principios del INACIF.....	4
1.1.4. Ubicación .....	6
1.2. Marco teórico.....	7
1.2.1. Diseño del trabajo.....	7
1.2.2. Recurso humano .....	7
1.2.3. Medición del trabajo.....	8
1.2.4. Método científico.....	8
1.2.5. Técnicas de registro y análisis.....	10
1.2.5.1. Diagrama de proceso .....	10
1.2.5.2. Diagrama de proceso de operación.....	10
1.2.5.3. Diagrama de proceso de flujo.....	11

	1.2.5.4.	Diagrama de circulación .....	11
	1.2.5.5.	Diagrama de proceso hombre- máquina.....	11
	1.2.5.6.	Diagrama bimanual .....	12
	1.2.5.7.	Estudio de tiempos.....	12
	1.2.6.	Optimización de procesos .....	13
	1.2.6.1.	Calificación de un proceso .....	13
	1.2.6.2.	Rediseño y mejora de un proceso.....	14
1.3.		Antecedentes .....	14
2.		SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PROCESOS OPERATIVOS.....	17
2.1.		Origen de los indicios a ingresar al sistema IBIS .....	17
2.2.		Proceso de recepción de indicios.....	18
	2.2.1.	Calificación del proceso .....	20
	2.2.2.	Tiempo de ejecución del proceso.....	23
	2.2.3.	Control de recursos utilizados .....	26
	2.2.4.	Eficiencia del proceso .....	27
2.3.		Proceso de desembalaje y preparación de indicios .....	28
	2.3.1.	Calificación del proceso .....	34
	2.3.2.	Tiempo de ejecución del proceso.....	43
	2.3.3.	Control de recursos utilizados .....	46
	2.3.4.	Eficiencia del proceso .....	50
2.4.		Proceso de adquisición de imágenes de indicios.....	53
	2.4.1.	Calificación del proceso .....	57
	2.4.2.	Tiempo de ejecución del proceso.....	62
	2.4.3.	Control de recursos utilizados .....	67
	2.4.4.	Eficiencia del proceso .....	70
2.5.		Proceso de embalaje de indicios ingresados a IBIS .....	73
	2.5.1.	Calificación del proceso .....	75

2.5.2.	Tiempo de ejecución del proceso .....	78
2.5.3.	Control de recursos utilizados.....	79
2.5.4.	Eficiencia del proceso.....	81
2.6.	Traslado de indicios del laboratorio de balística informática a RCD.....	83
2.6.1.	Calificación del proceso .....	83
2.6.2.	Tiempo de evaluación del proceso .....	84
2.6.3.	Control de recursos utilizados.....	85
2.6.4.	Eficiencia del proceso.....	86
2.7.	Resumen de análisis de los procesos operativos.....	87
3.	OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS OPERATIVOS .....	89
3.1.	Nuevo diseño para la recepción de indicios .....	89
3.1.1.	Análisis de operaciones.....	89
3.1.2.	Diagrama de procesos de recepción de indicios ....	91
3.1.3.	Estudio de tiempos del método propuesto.....	92
3.1.4.	Diagrama de flujo del proceso .....	92
3.1.5.	Diagrama bimanual del proceso .....	94
3.1.6.	Establecimiento de estándares de tiempos para la recepción de indicios .....	95
3.1.7.	Propuesta del nuevo proceso .....	96
3.2.	Nuevo diseño para el desembalaje y preparación de indicios.....	96
3.2.1.	Análisis de operaciones.....	97
3.2.2.	Diagrama de procesos de desembalaje y preparación de indicios.....	98
3.2.3.	Estudio de tiempos del método propuesto.....	102
3.2.4.	Diagrama del flujo de proceso .....	102
3.2.5.	Diagrama bimanual del proceso .....	104

3.2.6.	Establecimiento de estándares de tiempos para el embalaje y preparación de indicios .....	105
3.2.7.	Propuesta del nuevo proceso.....	108
3.3.	Nuevo diseño para la adquisición de imágenes de indicios ...	108
3.3.1.	Análisis de operaciones.....	108
3.3.2.	Diagrama de proceso de adquisición de imágenes de indicios.....	110
3.3.3.	Estudio de tiempo del método propuesto .....	115
3.3.4.	Diagrama de flujo del proceso.....	115
3.3.5.	Diagrama bimanual .....	117
3.3.6.	Establecimiento de estándares de tiempos para la adquisición de imágenes .....	118
3.3.7.	Propuesta del nuevo proceso.....	121
3.4.	Nuevo diseño para el embalaje de indicios ingresados al sistema IBIS .....	122
3.4.1.	Análisis de operaciones.....	122
3.4.2.	Diagrama de proceso de embalaje de indicios ingresados al sistema IBIS .....	124
3.4.3.	Estudio de tiempos del método propuesto .....	126
3.4.4.	Diagrama de flujo del proceso.....	126
3.4.5.	Diagrama bimanual .....	128
3.4.6.	Establecimiento de estándares de tiempos para el embalaje de indicios .....	129
3.4.7.	Propuesta del nuevo proceso.....	130
3.5.	Nuevo diseño para el traslado de indicios del laboratorio de balística informática a RCD.....	130
3.5.1.	Análisis de operaciones.....	130
3.5.2.	Diagrama de proceso de recepción, control y distribución de indicios .....	132



3.5.3.	Estudio de tiempos del método propuesto.....	133
3.5.4.	Diagrama de flujo del proceso .....	133
3.5.5.	Establecimiento de estándares de tiempos para el traslado de indicios .....	134
3.5.6.	Propuesta del nuevo proceso .....	136
3.6.	Resumen del análisis de los nuevos procesos operativos.....	137
3.7.	Análisis comparativo.....	137
3.8.	Conclusión de resultado .....	138
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO MÉTODO.....	143
4.1.	Elaboración de manuales operativos.....	143
4.2.	Capacitación al personal operativo en los nuevos procesos .	145
4.3.	Implementación y aplicación de cada uno de los nuevos procesos propuestos .....	146
4.4.	Evaluación del desempeño operativo.....	147
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA .....	149
5.1.	Elaboración de listas de cotejo para cada uno de los procesos operativos .....	151
5.2.	Determinación del periodo de revisión y evaluación de cada uno de los procesos operativos .....	157
5.3.	Comparación de resultados de revisión y evaluación.....	157
	CONCLUSIONES .....	159
	RECOMENDACIONES .....	161
	BIBLIOGRAFÍA.....	163
	APÉNDICES .....	165
	ANEXOS.....	169



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama actual.....	3
2.	Ubicación del INACIF .....	6
3.	Proceso de recepción de indicios.....	19
4.	Proceso de desembalaje y preparación de casquillos .....	30
5.	Proceso de desembalaje y preparación de proyectiles .....	32
6.	Diagrama de operaciones de proceso actual recepción de indicios.....	90
7.	Diagrama de operaciones de proceso propuesto de recepción de indicios .....	91
8.	Diagrama de flujo de procesos propuesto para recepción de indicios .....	93
9.	Diagrama bimanual del proceso propuesto para la recepción de indicios .....	94
10.	Diagrama de operaciones de proceso actual de desembalaje y preparación de indicios .....	97
11.	Diagrama de proceso propuesto de desembalaje y preparación de indicios .....	99
12.	Diagrama de operaciones propuesto de desembalaje y preparación de indicio proyectil tipo dubitado .....	99
13.	Diagrama de operaciones propuesto de desembalaje y preparación de indicio proyectil tipo indubitado .....	100
14.	Diagrama de flujo de procesos propuesto para desembalaje y preparación de indicios .....	103

15.	Diagrama bimanual del proceso de desembalaje y preparación de indicios .....	104
16.	Diagrama de operaciones de proceso actual de adquisición de imágenes de indicios .....	109
17.	Diagrama de operaciones de proceso propuesto de adquisición de imágenes de indicios .....	111
18.	Diagrama de operaciones de proceso propuesto de adquisición de imágenes de indicio tipo proyectil dubitado .....	111
19.	Diagrama de operaciones de proceso propuesto de adquisición de imágenes de indicio huella balística tipo indubitado 1/2 .....	112
20.	Diagrama de operaciones de proceso propuesto de adquisición de imágenes de indicio huella balística tipo indubitado 2/2 .....	113
21.	Diagrama de flujo de proceso propuesto de adquisición de imágenes de indicios .....	116
22.	Diagrama bimanual del proceso propuesto para la adquisición de imágenes de indicios .....	117
23.	Diagrama de operaciones de proceso actual para el embalaje de indicios ingresados al sistema IBIS .....	123
24.	Diagrama de operaciones de proceso propuesto para el embalaje de indicios al sistema IBIS .....	125
25.	Diagrama de flujo de proceso propuesto para el embalaje de indicios ingresados al sistema IBIS .....	127
26.	Diagrama bimanual del proceso propuesto para el embalaje de indicios ingresados a IBIS .....	128
27.	Diagrama de operaciones de proceso actual de recepción, control y distribución de indicios .....	131
28.	Diagrama de operaciones de proceso propuesto de recepción, control y distribución de indicios .....	132

29.	Diagrama de flujo de proceso propuesto de recepción, control y distribución de indicios .....	134
30.	Círculo de mejora continua .....	150
31.	Formato de mejora continua propuesto.....	158

## TABLAS

I.	Calificación total del proceso.....	22
II.	Cronometraje del proceso .....	24
III.	Tiempo promedio de recepción de indicios .....	25
IV.	Costo del recurso humano .....	26
V.	Costo del proceso de recepción de indicios .....	27
VI.	Calificación total del proceso.....	35
VII.	Calificación total del proceso del indicio de proyectil.....	38
VIII.	Calificación de indicio de huella balística .....	41
IX.	Tiempo de ejecución de indicio de casquillo .....	44
X.	Tiempo de ejecución de proyectil tipo dubitado .....	45
XI.	Tiempo de ejecución huella balística.....	46
XII.	Control de recurso humano.....	47
XIII.	Control de depreciación de casquillo .....	47
XIV.	Costo total de los recursos de casquillo .....	47
XV.	Costo total de los recursos de proyectil.....	48
XVI.	Costo total de recursos de huella balística .....	49
XVII.	Calificación del proceso de casquillo .....	57
XVIII.	Calificación del proceso de proyectil dubitado .....	59
XIX.	Calificación del proceso de huella balística .....	61
XX.	Tiempo de ejecución de casquillo tipo dubitado .....	63
XXI.	Tiempo de ejecución de proyectil tipo dubitado .....	64
XXII.	Tiempo de ejecución de huella balística I.....	65

XXIII.	Tiempo de ejecución de huella balística II .....	65
XXIV.	Costo total de proceso de casquillo tipo dubitado.....	67
XXV.	Costo total del proceso de proyectil tipo dubitado .....	68
XXVI.	Costo total del proceso de huella balística tipo dubitado .....	70
XXVII.	Calificación proceso tipo dubitado .....	76
XXVIII.	Tiempo de ejecución del proceso de indicio tipo dubitado.....	78
XXIX.	Tiempo de ejecución de proceso de indicio tipo indubitado.....	79
XXX.	Costo de recursos indicio tipo dubitado .....	80
XXXI.	Costo de recurso indicio tipo dubitado .....	81
XXXII.	Calificación proceso de recepción, control y distribución de indicios ...	84
XXXIII.	Tiempo de ejecución del proceso a RCD.....	85
XXXIV.	Costo de recurso de proceso RCD .....	86
XXXV.	Estándares de tiempo del nuevo proceso de recepción de indicios .....	95
XXXVI.	Estándares de tiempo del nuevo proceso de desembalaje y preparación de indicios .....	105
XXXVII.	Estándares de tiempo del nuevo proceso de desembalaje y preparación de indicios de proyectil tipo dubitado .....	106
XXXVIII.	Estándares de tiempo del nuevo proceso de desembalaje y preparación de indicios huella balística tipo indubitado .....	107
XXXIX.	Estándares de tiempo del nuevo proceso de adquisición de imágenes de indicios .....	118
XL.	Estándares de tiempo del nuevo proceso de adquisición de imágenes de indicio proyectil tipo dubitado .....	119
XLI.	Estándares de tiempo del nuevo proceso de adquisición de imágenes de indicio huella balística tipo indubitado .....	120
XLII.	Estándares de tiempo del nuevo proceso de embalaje de indicios ...	129
XLIII.	Estándares de tiempo del nuevo proceso de recepción, control y distribución de indicios .....	135
XLIV.	Análisis comparativo de los procesos operativos .....	138

XLV.	Análisis del proceso de adquisición de imágenes de casquillos tipo dubitado .....	139
XLVI.	Análisis del proceso de adquisición de imágenes de proyectil tipo dubitado.....	140
XLVII.	Análisis del proceso de adquisición de imágenes de huella balística tipo indubitado .....	141
XLVIII.	Lista de cotejo de recepción de indicios.....	152
XLIX.	Lista de cotejo de desembalaje y preparación de indicios .....	153
L.	Lista de cotejo del proceso de adquisición de imágenes .....	154
LI.	Lista de cotejo de embalaje de indicios.....	155
LII.	Lista de cotejo de recepción, control y distribución de indicios .....	156





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>cm</b>	Centímetro
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>mm</b>	Milímetro
<b>min</b>	Minuto
<b>%</b>	Porcentaje
<b><math>\bar{x}</math></b>	Promedio
<b>Q</b>	Quetzal
<b>Seg</b>	Segundo



## GLOSARIO

<b>Balística forense</b>	Ciencia que estudia lo que ocurre en el interior de un arma de fuego durante el ciclo de disparo, al igual que las formas y características de las armas de fuego y sus municiones.
<b>Cadena de custodia</b>	Conjunto de medidas que se adoptan a fin de preservar la identidad e integridad del indicio.
<b>Casquillo</b>	Elemento componente del cartucho, que contiene la carga de pólvora y fulminante.
<b>Dubitado</b>	Indicio del que se cuestiona o se duda su procedencia.
<b>Embalaje</b>	Maniobra para guardar, inmovilizar y proteger algún indicio dentro de un receptáculo idóneo, individualizándolo en la medida de lo posible para evitar contaminación entre sí.
<b>Escena del crimen</b>	Lugar de los hechos en donde se verifico un suceso o se omitió una acción y el recorrido de los protagonistas del crimen que hayan realizado para su comisión, desenvolvimiento, consumación y ocultamiento, por excelencia es el medio generador de indicios, no obstante no ser el único.

<b>Evidencia</b>	Todo material sensible, significativo que se percibe por los sentidos.
<b>Huella balística</b>	Son los casquillos y proyectiles generados por disparos efectuados en ambiente controlado del laboratorio balístico.
<b>Indicio</b>	Toda pieza que es levantada en la escena del crimen y es sometida a análisis.
<b>Indubitado</b>	Indicio del que no se cuestiona o duda su procedencia.
<b>Proyectil</b>	Elemento que parte del cartucho, es expulsado del cañón del arma de fuego cuando se produce el disparo.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación describe la optimización del proceso de adquisición de imágenes de casquillos y proyectiles en el sistema IBIS del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala (INACIF), con lo cual se pretende optimizar recursos, mejorar los procesos operativos, reducir tiempos, estandarizar tiempos por procesos, diseñar nuevos diagramas de procesos (flujos), bimanual de los procesos operativos de recepción de indicios, desembalaje y preparación de indicios, adquisición de imágenes de indicios, embalaje de indicio ingresado al sistema y el traslado de indicios a recepción, su control y distribución.

El contenido de este trabajo de graduación se encuentra expuesto en cinco capítulos; el capítulo uno contiene los aspectos generales del INACIF, marco teórico y los antecedentes de los procesos operativos del proceso de adquisición de casquillos y proyectiles al sistema IBIS.

En el capítulo dos se hace referencia a la situación actual de los procesos operativos, así como la calificación de los procesos, tiempo ejecutado, control de los recursos y la eficacia.

El capítulo tres comprende el nuevo diseño de los procesos operativos, análisis de operaciones y la elaboración de los diagramas de procesos, flujo y bimanual y la estandarización de los nuevos tiempos de ejecución de los nuevos procesos a implementar.

Los capítulos cuarto y quinto hacen referencia a los pasos para la implementación de los nuevos procesos operativos y el plan de seguimiento y mejora continua para seguir optimizando los procesos, después que estos sean implementados.

En la parte final se presentan las conclusiones y recomendaciones de acuerdo con los resultados del análisis de los procesos operativos y desarrollo del proceso de adquisición de imágenes de casquillos y proyectiles al sistema IBIS del INACIF.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Optimizar el proceso de adquisición de imágenes de casquillos y proyectiles en el sistema IBIS de INACIF, aplicando herramientas de ingeniería con el fin de hacerlo más eficiente, reduciendo de esta manera los tiempos actuales del mismo.

### **Específicos**

1. Desarrollar un diagnóstico de las operaciones que se realizan actualmente.
2. Corregir las fallas detectadas en las operaciones actuales para minimizar el tiempo actual de su realización.
3. Elaborar estándares de tiempo para cada una de las operaciones del proceso de adquisición.
4. Implementar herramientas de ingeniería tales como diagrama de flujo de operaciones, diagrama de recorrido, estudios de tiempo, entre otros, que permitan optimizar el tiempo y los recursos actuales.
5. Establecer un método de trabajo que permita optimizar los recursos y tiempos en el proceso de adquisición de imágenes.





## INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala (INACIF), es una institución auxiliar de la administración de justicia, que tiene como finalidad principal la prestación de servicio de investigación científica de forma independiente.

El INACIF cuenta con varios laboratorios forenses entre los cuales se encuentra el laboratorio de balística informática, el mismo cuenta con el Sistema Integrado de Identificación Balística (IBIS por sus siglas en inglés), que es una base de datos que almacena imágenes de casquillos percutidos y detonados, así como proyectiles disparados por armas de fuego; imágenes que son convertidas en firmas digitales y almacenadas como tal, para luego ser correlacionadas y consultadas visualmente para determinar la posible participación de un arma de fuego en diferentes hechos delictivos.

Actualmente se tiene un proceso para la adquisición de imágenes en el sistema IBIS, el cual será objeto de estudio; se hará una evaluación del mismo para establecer si este proceso es el adecuado y establecer mejoras para lograr una mayor eficacia en el proceso al mismo tiempo de asegurarnos un correcto resultado.

Es por ello que en el presente trabajo se busca analizar el actual proceso de adquisición de imágenes en el sistema IBIS de INACIF, ya que el mismo es fruto de una recopilación y unión de procesos que se llevan a cabo en otros países y adecuado a las necesidades propias de la institución.

Este sistema no es un proceso estandarizado y no cuenta con un estudio de tiempos y movimientos para establecer un protocolo de adquisición de imágenes claro y conciso.

Se desea revisar dicho proceso y proponer mejoras, haciendo uso de herramientas de análisis de procesos, tales como estudios de tiempo, análisis de movimiento, diagramas de flujo, balance de líneas, entre otros, para la obtención y estandarización de un proceso propio de adquisición de imágenes.

Siendo el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala (INACIF), una institución de carácter científico y en actual proceso de acreditación ISO, es importante que sus procesos sean estandarizados y documentados; es por ello que surge la necesidad de la realización de un estudio adecuado, ya que con este se espera generar datos y diagramas que puedan ser utilizados para la elaboración de un correcto proceso de adquisición y así garantizar la reducción en el tiempo de adquisición, mejorando con ello la eficacia del mismo.

# **1. GENERALIDADES**

## **1.1. Aspectos generales del INACIF**

A continuación se presentan los aspectos generales más relevantes a considerar dentro del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala.

### **1.1.1. Historial del INACIF**

El Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala (INACIF), fue creado con el Decreto 32-2006 del Congreso de la República de Guatemala del ocho de septiembre de dos mil seis, como resultado de la necesidad de contar con medios de prueba válidos y fehacientes en los procesos judiciales.

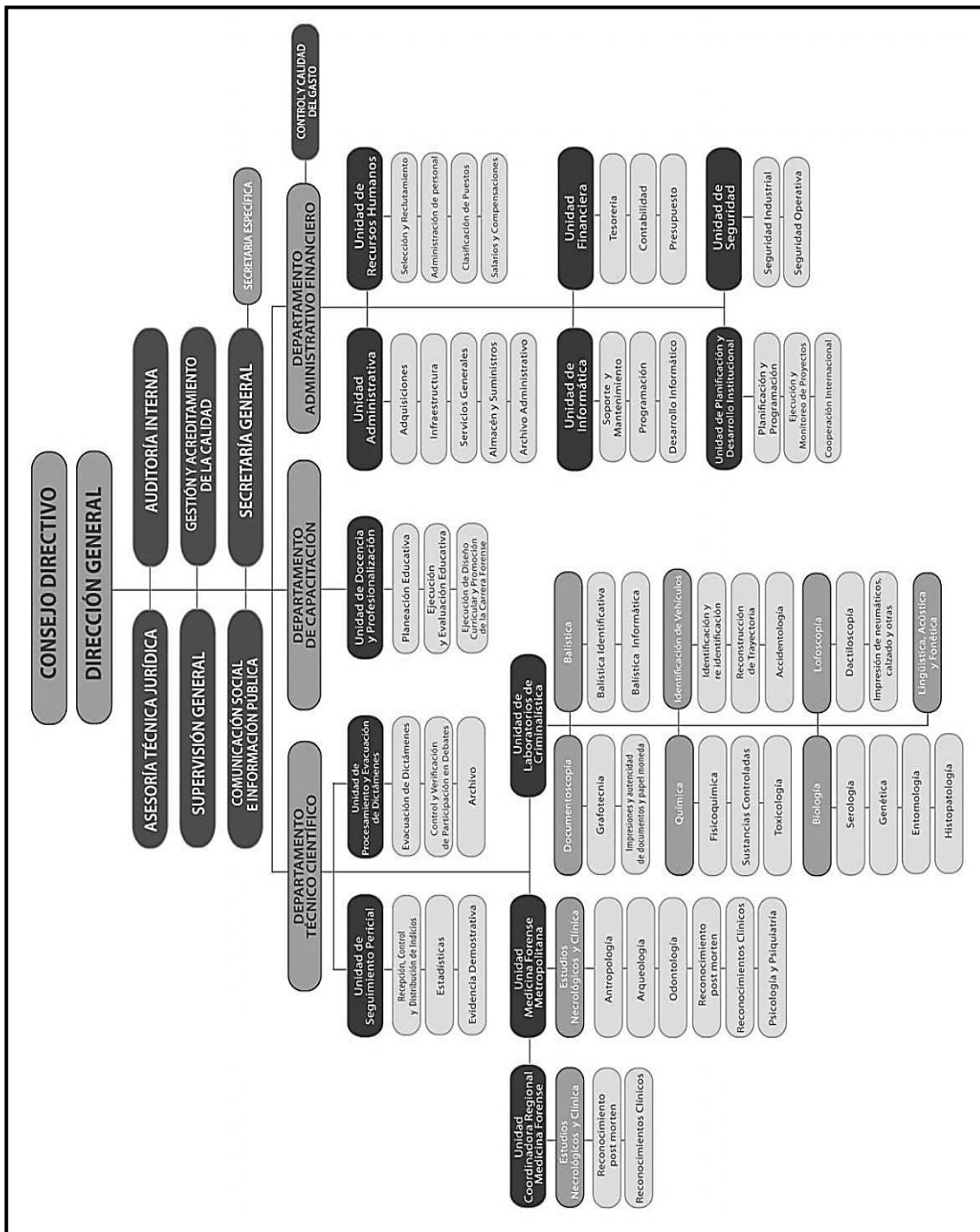
Cuenta con la cooperación de expertos y peritos en ciencias forenses que aplican los avances tecnológicos, metodológicos y científicos de la medicina legal y criminalística, como elementos esenciales en la investigación criminal y de cualquier otra naturaleza.

INACIF inicia sus funciones el día 19 de julio de 2007, y nace como institución auxiliar de la administración de justicia, con autonomía funcional, personalidad jurídica, patrimonio propio y con toda la responsabilidad en materia de peritajes técnico-científicos.

### **1.1.2. Organización**

El INACIF está organizado mediante una estructura establecida en su Ley Orgánica, siendo un tipo de estructura organizacional del tipo vertical; a continuación se presenta el organigrama actual de la institución.

Figura 1. Organigrama actual



Fuente: laboratorio de balística, INACIF.

### **1.1.3. Plan estratégico**

A continuación se presenta el plan estratégico de la institución, siendo su misión, visión y principios fundamentales.

#### **1.1.3.1. Misión**

Es una Institución responsable de brindar servicios de investigación científica forense fundamentada en la ciencia y el arte, emitiendo dictámenes periciales útiles al sistema de justicia, mediante estudios médico-legales y análisis técnico-científicos, apegados a la objetividad y transparencia.

#### **1.1.3.2. Visión**

Es una Institución reconocida y altamente valorada a nivel nacional e internacional, por su liderazgo en las ciencias forenses, los aportes a la investigación científica, la calidad en la gestión institucional y el respeto a la dignidad humana.

#### **1.1.3.3. Principios del INACIF**

El Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala (INACIF), se fundamenta en los siguientes principios institucionales:

- **Objetividad:** en el ejercicio de sus funciones mantendrá objetividad e imparcialidad y observará el más escrupuloso respeto y acatamiento a la Constitución Política y Leyes de la República de Guatemala, y en lo atinente a los tratados y convenios internacionales reconocidos y ratificados por Guatemala.

- Profesionalismo: sujetará sus actuaciones a los más altos niveles de rigor técnico, científico y ético, teniendo como metas la eficiencia y la efectividad de aquellas.
- Respeto a la dignidad humana: respetará la dignidad inherente al ser humano, cumpliendo, sin discriminación ni privilegios, con la aportación de estudios y dictámenes objetivos e imparciales.
- Unidad y concentración: el INACIF sistematizará y clasificará toda la información que procese, facilitando la consulta de la misma a las personas interesadas.
- Coordinación interinstitucional: los organismos e instituciones del Estado deberán cooperar con el INACIF cuando este lo requiera, para el cumplimiento de los fines que le asigna la presente Ley.
- Publicidad y transparencia: los procedimientos y técnicas periciales que se apliquen serán sistematizadas y ordenadas en protocolos o manuales, los cuales serán públicos y accesibles para los interesados, debiendo realizar actualizaciones periódicas.
- Actualización técnica: incorporará, con base en sus posibilidades económicas, las innovaciones tecnológicas y científicas para mejorar sus actuaciones y actualización para su personal técnico.

- Gratuidad del servicio: los servicios prestados por el INACIF en materia penal serán gratuitos, sin perjuicio de la condena en costas que establezca el órgano jurisdiccional. Además podrá prestar servicios en otros procesos judiciales, notariales, administrativos o arbitrales mediante el previo pago de honorarios, conforme el arancel que para el efecto se apruebe. Podrá concederse exoneración de pago de honorarios en los casos señalados en el reglamento.

#### 1.1.4. Ubicación

El INACIF es una institución con presencia en todo el país, estando sus oficinas centrales ubicadas en la 14 calle 5-49 zona 1, Ciudad de Guatemala, departamento de Guatemala, en donde se encuentran instalados los laboratorios forenses, entre ellos el laboratorio de balística informática.

Figura 2. Ubicación del INACIF



Fuente: [www.google.com/maps](http://www.google.com/maps). Consulta: enero de 2015.



## **1.2. Marco teórico**

A continuación se presenta las técnicas que se utilizarán dentro de la institución para el desarrollo del presenta trabajo de graduación.

### **1.2.1. Diseño del trabajo**

Es la técnica que tiene por objetivo aumentar la productividad del trabajo mediante la eliminación de todos los desperdicios de materiales, tiempo y esfuerzo; además, procura hacer más fácil y lucrativa cada tarea y aumenta la calidad de los productos o servicios, poniéndolos al alcance del mayor número de consumidores.

Tiene como objetivo aumentar la productividad con los mismos o menores recursos si se entiende al trabajo como la actividad que integra los recursos materiales, de mano de obra y de maquinaria, con el fin de producir los bienes o servicios.

El objetivo final cuando se aplica la ingeniería de métodos es que cuando la productividad crece, los costos disminuyen

### **1.2.2. Recurso humano**

En el INACIF, el recurso humano es tan importante como el tecnológico y el financiero; para poder obtener su máximo rendimiento, se les debe dedicar gran parte de los recursos económicos, capacitándoles para que puedan utilizar los últimos avances tecnológicos.

El Instituto Nacional de Ciencias Forenses no ha podido desempeñar todas sus funciones de investigación científica, debido a los problemas administrativos, estructurales y económicos que afronta desde su instauración.

La Procuraduría de Derechos Humanos inspecciona sedes del INACIF, en donde detectó falta de personal y otras debilidades, pero reconoció que se hace el mejor esfuerzo por mejorar. La Unidad Administrativa adquirió en el 2014 diferentes insumos y herramientas necesarias para obtener mejores resultados, como por ejemplo impresoras, vehículos, mobiliario y equipo de oficina, remodelaciones, entre otros.

### **1.2.3. Medición del trabajo**

La medición del trabajo es un método investigativo basado en la aplicación de diversas técnicas de criminalística, balística y ciencias forenses, para determinar el contenido de una investigación definida, fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida.

### **1.2.4. Método científico**

El método científico es el procedimiento planteado que se sigue en la investigación para descubrir las formas de existencia de los procesos objetivos, para desentrañar sus conexiones internas y externas, para generalizar y profundizar los conocimientos así adquiridos, para llegar a demostrarlos con rigor racional y comprobarlos en el experimento y con las técnicas de su aplicación.

El método científico consta de las siguientes etapas:

- Observación: es una capacidad inherente al ser humano e implica la observación sistemática de los cinco sentidos. Esto quiere decir que observar no solo se limita a ver, sino que implica también analizar de manera exhaustiva las cualidades de cualquier fenómeno, y que también se puede llevar a cabo con la ayuda de instrumentos.
- Planteamiento del problema: consiste en formular cuestiones críticas (preguntas).
- Hipótesis: son explicaciones posibles a las preguntas planteadas, afirmaciones susceptibles de comprobación o bien la posible respuesta a una pregunta acerca de la naturaleza.
- Diseño experimental: durante esta fase se pone a prueba la hipótesis con la ayuda del diseño experimental. Se debe establecer una estrategia para asegurar las condiciones en las que pueda recrearse o reproducirse el fenómeno y probar la hipótesis que se planteó.
- Análisis de resultados: luego de realizado el experimento, los resultados se interpretarán para obtener conclusiones. Estas deben registrarse de manera sistemática mediante tablas y de ser posible someterse a pruebas estadísticas que les den validez.
- Conclusiones: los resultados conducen de nuevo hacia la hipótesis, es decir, es necesario saber si esta puede ser aceptada o rechazada.

## **1.2.5. Técnicas de registro y análisis**

Las técnicas de registro y análisis de huella balística se enfocan más a procesos, para determinar la situación actual e identificar operaciones innecesarias, cuellos de botella o algún otro tipo de problema que esté afectando el flujo normal de trabajo o de operaciones. Se enfoca al estudio cuantitativo de las operaciones de los procesos para lograr un objetivo específico. Siendo las siguientes técnicas, entre otras, las aplicables en el presente trabajo.

### **1.2.5.1. Diagrama de proceso**

Esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

### **1.2.5.2. Diagrama de proceso de operación**

Es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; además, puede comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis. El objetivo de este diagrama es proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso.

### **1.2.5.3. Diagrama de proceso de flujo**

Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis; por ejemplo, el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para representar las secuencias de un producto, un operario, una pieza, entre otros.

### **1.2.5.4. Diagrama de circulación**

Es una modalidad del diagrama del proceso del recorrido que se utiliza para complementar el análisis del proceso. Se elabora con base en un plano a escala de la fábrica, en donde se indican las máquinas y demás instalaciones fijas; sobre este plano se dibuja la circulación del proceso, utilizando los mismos símbolos empleados en el diagrama del proceso de recorrido.

### **1.2.5.5. Diagrama de proceso hombre-máquina**

Este diagrama, que es la representación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas, permite conocer el tiempo empleado por cada uno; es decir, saber el tiempo invertido por los hombres y el utilizado por las máquinas.

El diagrama se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una sola estación de trabajo a la vez. Además, aquí el tiempo es indispensable para llevar a cabo el balance de las actividades del hombre y su máquina.

### **1.2.5.6. Diagrama bimanual**

Este diagrama muestra todos los movimientos realizados por la mano izquierda y por la mano derecha y la relación que existe entre ellos. El diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas, en cuyo caso se registra un solo ciclo completo de trabajo. Para representar las actividades se emplean los mismos símbolos que se utilizan en los diagramas de proceso, pero se les atribuye un sentido ligeramente distinto para que abarquen más detalles.

### **1.2.5.7. Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo que insume una operación.
- Surgen demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema.
- Se detectan bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

### **1.2.6. Optimización de procesos**

Un proceso puede ser definido como un conjunto de actividades enlazadas entre sí que generan un resultado. Las actividades de cualquier organización pueden ser concebidas como integrantes de un proceso determinado.

Un proceso puede ser realizado por una sola persona, o dentro de un mismo departamento de una organización. Sin embargo, los más complejos fluyen en la organización a través de diferentes áreas funcionales y departamentos, que se implican en aquél en mayor o menor medida.

El hecho de que en un proceso intervengan distintos departamentos dificulta su control y gestión, diluyendo la responsabilidad que esos departamentos tienen sobre el mismo, ya que cada área se responsabilizará del conjunto de actividades que desarrolla, pero la responsabilidad y compromiso con la totalidad del proceso tenderá a no ser tomada por alguien en específico.

#### **1.2.6.1. Calificación de un proceso**

La calificación de un proceso consiste en revisar que lo establecido a través de los estándares y objetivos, se esté logrando como lo planificado y sea eficiente. Este es un proceso repetitivo, por lo que se debe evitar que pase mucho tiempo entre una medición y otra. Si los resultados corresponden a lo establecido, todo está bajo control.

Al realizar una calificación de un proceso se busca establecer el nivel de eficiencia del mismo, por ello se define la eficiencia como la relación entre un ingreso y un egreso entre un recurso y un producto, una entrada y una salida.

Al calcular la eficiencia es importante especificar exactamente cuáles son los elementos empleados para evaluar el resultado a través de una relación de sus valores. También es necesario definir las unidades usadas para medir los valores de estos elementos.

Las relaciones entre valores no pueden ser consideradas como un indicador de eficiencia si no se explica claramente a qué elementos (variables en términos matemáticos) se refiere, a qué período se está aludiendo y qué unidades se utilizaron para establecer la relación numérica.

#### **1.2.6.2. Rediseño y mejora de un proceso**

Rediseñar un proceso es hacerlo más eficiente y eficaz. Es conseguir que rinda en un grado superior al que tenía anteriormente, y ello gracias a una acción ordenada sobre el proceso que hará posible que los cambios sean estables. Se trata de conocer el proceso, sus causas asignables de variación, de eliminar actividades sin valor añadido y de aumentar la satisfacción del cliente.

El rediseño de procesos incluye una actividad de mejora permanente, ya que al rediseño en sí ha de seguir la aplicación del ciclo de mejora continua.

### **1.3. Antecedentes**

En su tesis “Factores que condicionan de forma negativa, la eficacia de la investigación criminal por parte del INACIF”, (Guatemala, noviembre de 2012) el Licenciado Carlos Enrique Chex Semeyá, describe al Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala, como “una institución que tiene como misión convertir los indicios en prueba útil ante los tribunales de justicia, mediante la



realización de análisis y estudios médicos legales apegados a la objetividad, transparencia y autonomía, fundamentados en ciencia o arte y basados en el trabajo en equipo; asimismo tiene como visión, fortalecer mediante la mejora continua en sus procesos, en una institución del sector de justicia autónoma, independiente y confiable, que busca mediante el esfuerzo conjunto servir a la sociedad guatemalteca en forma efectiva y eficiente en el ámbito de la investigación científico forense”.

Hace particular énfasis en la línea fortalecer mediante la mejora continua en sus procesos, ya que el presente trabajo se basa en la optimización y mejora continua de uno de los procesos llevados a cabo en el INACIF.

Entendiendo como proceso la definición que da el ingeniero Oscar Rafael Monterroso Letona: “Optimización de los procesos administrativos del departamento de ventas y mercadeo de la unidad de oftalmología de Farma, S. A.”, (Guatemala, abril de 2007), en donde expone que: “Un proceso puede ser definido como un conjunto de actividades enlazadas entre sí que generan un resultado. Las actividades de cualquier organización pueden ser concebidas como integrantes de un proceso determinado”, define además que “un proceso puede ser realizado por una sola persona, o dentro de un mismo departamento. Sin embargo, los más complejos fluyen en la organización a través de diferentes áreas funcionales y departamentos, que se implican en aquél en mayor o menor medida”.<sup>1</sup>

Observando entonces que dichas definiciones son aplicables a la presente investigación y por lo tanto serán de mucha utilidad para el estudio a realizar,

---

<sup>1</sup> MONTERROSO LETONA, Oscar. *Optimización de los procesos administrativos del departamento de ventas y mercadeo de la unidad de oftalmología de Farma, S. A.*, p. 7.

que se busca en este trabajo la optimización de un proceso ya existente para poder obtener mejores resultados.

Citando nuevamente al ingeniero Oscar Rafael Monterroso Letona quien explica que: “Rediseñar un proceso es hacerlo más eficiente y eficaz. Es conseguir que rinda en un grado superior al que tenía anteriormente, y ello gracias a una acción ordenada sobre el proceso que hará posible que los cambios sean estables”, agregando que: “el rediseño de procesos incluye una actividad de mejora permanente, ya que al rediseño en sí ha de seguir la aplicación del ciclo de mejora continua”.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> MONTERROSO LETONA, Oscar. *Optimización de los procesos administrativos del departamento de ventas y mercadeo de la unidad de oftalmología de Farma, S. A.*, p. 10.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PROCESOS OPERATIVOS**

### **2.1. Origen de los indicios a ingresar al sistema IBIS**

Los indicios a ingresar al sistema IBIS proceden de dos fuentes principalmente, siendo estas el laboratorio de balística identificativa (indicios y huellas balísticas) y la Dirección General de Control de Armas y Municiones (DIGECAM).

- Laboratorio de balística identificativa: a este laboratorio ingresan todos los indicios dubitados e indubitados recogidos en la escena del crimen por peritos del Ministerio Público; también se generan las huellas balísticas de las armas que ingresan al INACIF para su análisis y peritajes requeridos.
- Dirección General de Control de Armas y Municiones: el DIGECAM es la dependencia del Ministerio de la Defensa Nacional, que tiene como función primordial el registro y control de todo lo relacionado con las armas de fuego y sus municiones; es por ello que son los encargados de generar la huella balística de toda arma que ha sido adquirida legalmente en el país y enviar dicha huella balística al INACIF para su ingreso al sistema IBIS.

## **2.2. Proceso de recepción de indicios**

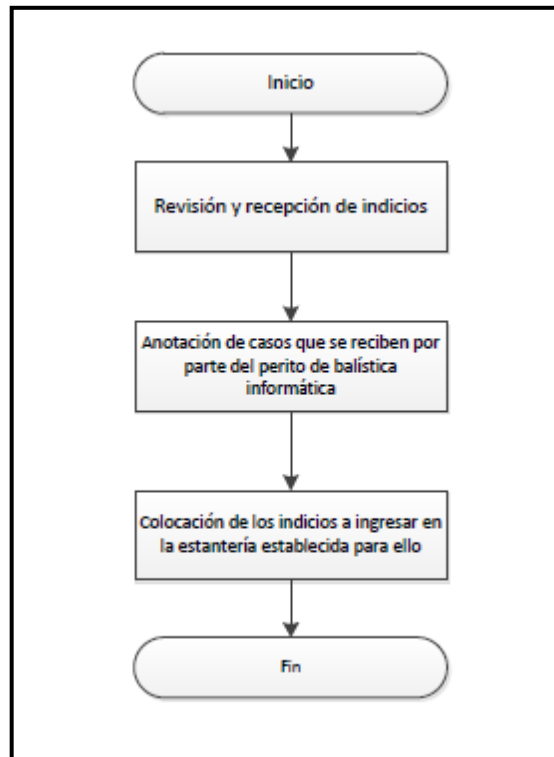
El proceso de recepción de indicios es fundamental en el proceso general que llevan los indicios para ser ingresados al sistema IBIS, ya que en él se inicia el recorrido que van a tener los indicios dentro del laboratorio de balística informática.

Se ha observado que el proceso de recepción de indicios consta de las siguientes actividades:

- El perito en balística encargado del caso lleva los indicios a balística informática para que un técnico los revise y los reciba, previa visualización y corroboración de los datos que identifican el caso.
- Luego de corroborar que los datos del caso llevado a balística informática corresponden a los que indica el perito en balística, se procede a dejar por escrito cuáles son los casos que se han recibido de parte del perito.
- Después dichos casos que contienen los indicios a ingresar al sistema IBIS son llevados a una estantería donde permanecerán hasta su ingreso a dicho sistema.

El proceso se establece como se muestra en la siguiente figura:

Figura 3. **Proceso de recepción de indicios**



Fuente: laboratorio de balística. INACIF.

Se determinó que el primer paso es el más importante en el proceso de recepción de indicios, ya que de él depende si estos indican las especificaciones del caso y su cadena de custodia; de no ser así, los indicios no son recibidos hasta que estén en concordancia a lo que indica las especificaciones.

Es importante observar que para llevar un mejor control de los indicios que son trasladados al laboratorio de balística informática para su ingreso al sistema IBIS, se debe llevar un registro por escrito de todos los indicios que se reciben en dicho laboratorio.

Por último, la colocación de los indicios en una estantería en donde se espera que se ingresen los indicios al sistema IBIS mediante un sistema que permita que el primer caso en llegar sea el primer caso en ingresar y con ello poder llevar un orden en el ingreso de indicios.

Cuando los indicios a ingresar al sistema IBIS son huellas enviadas de DIGECAM, no se lleva a cabo el proceso anterior, ya que dichas huellas deben ser ingresadas en el mismo día en el que son enviadas de DIGECAM a INACIF; por ello son ingresadas inmediatamente, sin necesidad de realizar el proceso antes descrito.

### **2.2.1. Calificación del proceso**

En la evaluación de dicho proceso se consideraran los siguientes aspectos importantes del mismo.

- Calificación al personal: debido a que el personal que ingresa las imágenes en el sistema IBIS es capacitado y acreditado a nivel internacional, no se considera realizar una calificación al mismo.
- Lugar para la recepción de indicios: se evalúa si se tiene dentro del laboratorio de balística informática un lugar establecido y único para la recepción de indicios.
- Tiempo de ejecución: tiempo que es requerido por el técnico que recibe para la verificación y corroboración de los datos de los indicios respecto de los datos del caso y su cadena de custodia.

- Guía de usuario: se evalúa si se tienen instrucciones y/o manuales sobre cómo realizar el proceso de recepción de indicios.
- Orden: el orden con el cual es llevado el proceso como tal.
- Lugar de colocación de indicios: se evalúa si el lugar a donde son llevados y colocados los indicios, previo a ser ingresados al sistema IBIS, es el adecuado.

La evaluación se llevará a cabo mediante letras en un rango de A a C, los valores utilizados son 3, 2 y 1 respectivamente, el mayor valor que se puede obtener es 15, el cual es equivalente al 100 %.

De acuerdo con la calificación obtenida el proceso puede ser eficiente, ineficiente y deficiente y los rangos de calificación serán los siguientes.

- Eficiente: mayor o igual a 75 %
- Deficiente: entre 50 % y 75 %
- Ineficiente: menor a 50 %

En la tabla I se presenta la calificación total obtenida del proceso:

Tabla I. **Calificación total del proceso**

<b>CRITERIO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
Lugar de recepción de indicios	C	1
Tiempo de ejecución	B	2
Guía de usuario	C	1
Orden	B	2
Lugar de colocación de indicios	B	2
<b>TOTAL DE CALIFICACIÓN</b>	8/15 = 53 %	8

Fuente: laboratorio de balística. INACIF.

La calificación que obtuvo el proceso fue de 8/15, lo que da un porcentaje de 53 %. El resultado indica que el grado de rendimiento del proceso es deficiente.

A continuación se explica el razonamiento de la calificación obtenida:

- Lugar de recepción de indicios: tiene calificación C debido a que no se tiene establecido un lugar fijo para la recepción de indicios por parte de los peritos de balística identificativa a los técnicos de balística informática; actualmente se reciben en el lugar donde se encuentra el perito de



balística informática, interrumpiendo así el trabajo que esté realizando el perito al momento de recibir los indicios.

- Tiempo de ejecución: tiene calificación B, ya que se procura hacer la revisión y corroboración de una forma práctica, confiable, segura y rápida, aunque no hay un tiempo mínimo establecido para su realización.
- Guía de usuario: su calificación fue de C, ya que no existe por el momento una guía de usuario para establecer cuál debe ser el procedimiento correcto para la revisión de indicios.
- Orden: el orden tiene un aspecto importante en el proceso y se observa que se mantiene un orden respecto de los casos que se llevan para su ingreso al sistema IBIS.
- Lugar de colocación de indicios: tiene calificación B, ya que aunque existe una estantería para la colocación de los indicios, esta no está rotulada por el perito que lleva el caso, únicamente se estableció un espacio para la recepción de indicios y otro para el de huellas balísticas sin tener en consideración el perito que está llevando el caso, generando con ello un desorden al momento de alojar los indicios en dicha estantería.

### **2.2.2. Tiempo de ejecución del proceso**

Para establecer el tiempo promedio del proceso se realiza un estudio de tiempos, utilizando el método de cronometraje continuo, ya que este método presenta un registro completo de todo el periodo de observación.

Para determinar el número de veces que una actividad debe ser cronometrada, se toma como base la tabla desarrollada por la compañía *General Electric* para estudio de tiempos.

Tabla II. **Cronometraje del proceso**

<b>Tiempo de ciclo (minutos)</b>	<b>Número recomendado (ciclos)</b>
0,1	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
5,00	15
10,00	10
20,00	8
40,00	5
Más de 40,00	3

Fuente: General Electric.

En el análisis del proceso de recepción de indicios se determinó que el tiempo del mismo es de 5 minutos y con la tabla anterior se comprobó que la actividad debe de cronometrarse 15 veces, dando como resultado la siguiente tabla.

Tabla III. Tiempo promedio de recepción de indicios

Núm.	Revisión y recepción de indicios	Anotación de los casos que se reciben	Colocación de indicios en estantería	Total (minutos)
1	3	1,3	1,2	5,5
2	2,8	1,6	0,90	5,3
3	2,7	1,2	1,1	5
4	3	1,1	0,8	4,9
5	2,7	1,3	0,9	4,9
6	3,1	1,2	1	5,3
7	2,5	1	0,8	4,3
8	2,8	1,2	1,1	5,1
9	2,8	1	1,2	5
10	3,1	1,1	0,7	4,9
11	2,6	1,5	0,8	4,9
12	2,9	1,3	1	5,2
13	2,7	1,1	0,9	4,7
14	2,9	1	0,7	4,6
15	2,6	1,3	1	4,9
<b>X</b>	2,81	1,21	0,94	<b>4,97</b>

Fuente: elaboración propia.

El tiempo promedio obtenido para el proceso es de 4,97 minutos.

### 2.2.3. Control de recursos utilizados

Los recursos utilizados en los procesos pueden ser técnicos y humanos; los recursos técnicos pueden ser el consumo eléctrico, equipo de cómputo y mobiliario, entre otros. Dentro de los recursos humanos se encuentra la remuneración de personal.

En el proceso de recepción de indicios únicamente actúan el perito que entrega los indicios y el técnico que los recibe, por lo tanto los recursos utilizados son únicamente humanos, detallando a continuación el costo del proceso por recursos humanos en la siguiente tabla, calculando el costo mediante el sueldo mensual percibido tanto por el perito como por el técnico, en un mes laboral y una jornada laboral diaria de 8 horas.

Tabla IV. Costo del recurso humano

Recurso humano	Sueldo mensual	Sueldo diario	Sueldo (minuto)
Perito	Q7 200,00	Q240,00	Q0,50
Técnico	Q4 800,00	Q160,00	Q0,33

Fuente: elaboración propia.

A continuación se calcula el costo del proceso, teniendo en cuenta el costo por recurso humano por minuto y el tiempo promedio en minutos, en el que se realiza el proceso.

Tabla V. **Costo del proceso de recepción de indicios**

Recurso	Costo (min)	Tiempo (min)	Total
Perito	Q0,50	5	Q2,50
Técnico	Q0,33	5	Q1,65
			Q3,15

Fuente: elaboración propia.

El costo en que se incurre cada vez que se lleva a cabo el proceso de recepción de indicios es de Q3,15.

#### 2.2.4. Eficiencia del proceso

La eficiencia del proceso se obtiene con la relación: calificación del proceso vs tiempo de ejecución.

$$E = \text{calificación} / \text{tiempo}$$

Asumiendo que en todos los aspectos evaluados el proceso hubiese obtenido la nota completa, el resultado hubiera sido 15/15 en calificación, obteniéndose un 100 % en la evaluación; ahora, para el cálculo de la eficiencia se divide la nota obtenida entre el tiempo promedio en que se lleva a cabo la ejecución del proceso, de donde se obtuvo:

$$E_{\text{tota}} = 15(\text{puntos}) / 5(\text{tiempo promedio}) = 3$$

Es decir, el valor 3 es ahora el 100 % de eficiencia para el proceso de recepción de indicios y a partir de un valor igual o mayor a 1,5 (50 %) la eficiencia del proceso es satisfactoria.

Ahora se procede a hacer el cálculo de la eficiencia real tomando en cuenta que la calificación del proceso fue de 8, es decir ahora el valor a utilizar para el cálculo de la eficiencia es de 8 en lugar de 15.

$$E = 8 / 5 = 1,6$$

Y para el cálculo porcentual de la eficiencia se realiza lo siguiente:

$$E\% = 1,6 / 3 = 0,5333 = 53,33 \%$$

Debido al porcentaje obtenido de la eficiencia del proceso, se puede decir que el mismo actualmente es satisfactorio aunque debe ser mejorado.

### **2.3. Proceso de desembalaje y preparación de indicios**

El proceso de desembalaje y preparación de indicios es el que se lleva a cabo luego del proceso de recepción, siendo este donde el técnico toma los indicios a ingresar al sistema IBIS.

Debido a que los indicios que llegan al laboratorio de balística informática van embalados, es necesario que sean desembalados y preparados para su ingreso; se debe tomar en cuenta el tipo de indicio a ingresar, ya que con anterioridad se mencionó que al sistema IBIS se ingresan los indicios dubitados (casquillos de escena y proyectiles de morgue).

Los indubitados (huellas balísticas generadas por el laboratorio de balística identificativa y DIGECAM) constando estas últimas de casquillos y proyectil.

Por lo anterior se determinan las actividades del presente proceso según el tipo de indicio que se trabaje:

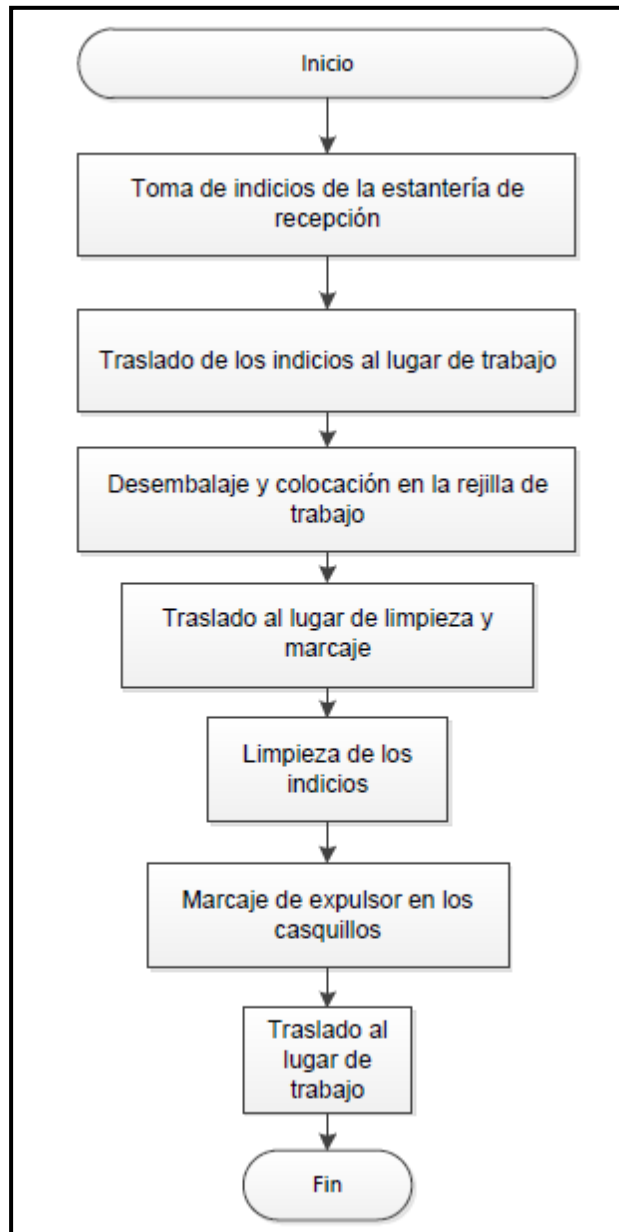
Indicio casquillo tipo dubitado:

El proceso de desembalaje y preparación para casquillos del tipo dubitado consta de las siguientes actividades:

- Toma de los indicios de la estantería donde se colocaron luego de su recepción.
- Traslado de los indicios al lugar de trabajo.
- Desembalaje y colocación de los indicios en la rejilla de trabajo.
- Traslado al lugar de limpieza y marcaje en estereoscopio.
- Limpieza de los indicios.
- Determinación de la posición del expulsor en los casquillos.
- Traslado al lugar de trabajo.

El proceso se establece como se muestra en la siguiente figura:

Figura 4. **Proceso de desembalaje y preparación de casquillos**



Fuente: laboratorio de balística. INACIF.



La actividad más importante en este proceso es el de marcar el expulsor en los casquillos, ya que esto ayudará más adelante para la correcta colocación del indicio en el equipo de adquisición de imágenes del sistema IBIS.

Otra actividad importante es la de limpieza de los indicios, ya que debido a la naturaleza del trabajo realizado por el equipo de adquisición de imágenes, es importante que estén limpios para una correcta adquisición. Las otras actividades son de menor importancia, aunque se debe de tomar las consideraciones adecuadas para evitar cualquier inconveniente.

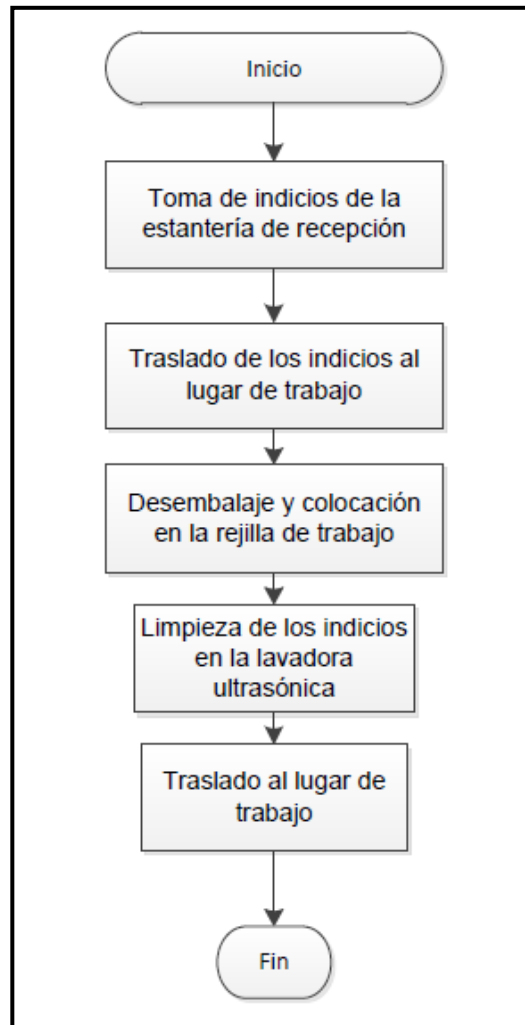
Indicio proyectil tipo dubitado:

El proceso de desembalaje y preparación para proyectiles del tipo dubitado consta de las siguientes actividades:

- Toma de los indicios de la estantería donde se colocaron luego de su recepción.
- Traslado de los indicios al lugar de trabajo.
- Desembalaje y colocación de los indicios en la rejilla de trabajo.
- Limpieza de los indicios en la lavadora ultrasónica de laboratorio.
- Traslado al lugar de trabajo.

El proceso se establece como se muestra en la siguiente figura:

Figura 5. **Proceso de desembalaje y preparación de proyectiles**



Fuente: laboratorio de balística, INACIF.

La actividad más importante es la del lavado de los indicios en la lavadora ultrasónica, ya que se debe de tener en cuenta la preparación de los indicios para el lavado; lo mismo el tiempo que se debe de dar para una correcta limpieza de los indicios.

Las otras actividades deben ser consideradas importantes para un adecuado proceso de adquisición.

Indicio huella balística tipo indubitado:

El proceso de desembalaje y preparación para huellas balísticas del tipo indubitado consta de las siguientes actividades:

- Toma de los indicios de la estantería donde se colocaron luego de su recepción.
- Traslado de los indicios al lugar de trabajo.
- Desembalaje y colocación de los indicios en la rejilla de trabajo.
- Traslado al lugar de limpieza y marcaje en estereoscopio.
- Limpieza de los indicios.
- Determinación de la posición del expulsor en los casquillos.
- Determinación del proyectil con mejores características para ser ingresado.
- Traslado al lugar de trabajo.

La actividad más importante en este proceso es la de marcar el expulsor en los casquillos, ya que esto ayudará más adelante para la correcta colocación del indicio en el equipo de adquisición de imágenes del sistema IBIS.

Otra actividad importante es la elección del proyectil a ingresar al sistema IBIS; esto debido a que se debe elegir al proyectil con mejores lesiones para su cotejo en el sistema.

### **2.3.1. Calificación del proceso**

Indicio casquillo tipo dubitado:

En la evaluación del proceso de indicio casquillo tipo dubitado se consideraran los siguientes aspectos importantes del mismo.

- Equipo y herramienta para la manipulación de indicios: se evalúa si el técnico cuenta con el equipo y herramienta adecuado para una correcta manipulación de los indicios, esto con el fin de evitar una posible contaminación.
- Herramientas para desembalar: se evalúa si el técnico cuenta con las herramientas adecuadas para un desembalaje rápido y correcto.
- Orden: el orden con el cual es llevado el proceso como tal.
- Tiempo de ejecución: tiempo que es requerido por el técnico para el desembalaje y preparación de indicios.
- Lugar de trabajo: se evalúan las condiciones del lugar de trabajo para el desembalaje de los indicios.
- Lugar de limpieza y marcaje: se analizan las condiciones del lugar para limpieza y marcaje de los indicios.
- Guía de usuario: se evalúa si se tienen instrucciones y/o manuales de cómo realizar el proceso de desembalaje y preparación de indicios.

El proceso de evaluación será el mismo que el proceso anterior, teniendo en cuenta que ahora se tendrá una nota máxima de 21, debido a que se evaluarán 7 aspectos.

En la tabla siguiente se presenta la calificación total obtenida del proceso:

Tabla VI. **Calificación total del proceso**

<b>CRITERIO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
Equipo y herramienta para la manipulación de indicios	B	2
Herramientas para desembalar	C	1
Orden	C	1
Tiempo de ejecución	B	2
Lugar de trabajo	C	1
Lugar de limpieza y marcaje	B	2
Guía de usuario	C	1
<b>Total de calificación</b>	10/21 = 48 %	10

Fuente: elaboración propia.

La calificación que obtuvo el proceso fue de 10/21, lo que da un porcentaje de 48 %. El resultado indica que el grado de rendimiento del proceso es ineficiente.

A continuación se explica el razonamiento de la calificación obtenida:

- Equipo y herramienta para la manipulación de indicios: la calificación obtenida fue de B, esto debido a que se observó que aunque los técnicos que ingresan indicios cuentan con guantes de látex, estos a veces resultan muy incómodos en su utilización. También se observó que el uso de bata en el laboratorio es obligatorio, siendo esto un punto a favor. Para el traslado de indicios, luego de desembalarlos, se hace uso de rejillas plásticas, observándose que se cuenta con las necesarias para cada técnico.

- Herramienta para desembalar: se obtuvo C, ya que se observó la falta de herramientas tales como tijeras, cuchillas, engrapadora, sacagrapas, entre otras, para un mejor y más rápido desembalaje de los indicios.
- Orden: la calificación fue de C, esto debido a que el desembalaje se lleva a cabo en el lugar de ingreso, siendo este de dimensiones no muy grandes y no permite tener un orden deseable para la colocación de los indicios a desembalar.
- Tiempo de ejecución: tiene calificación B, ya que se procura desembalar y preparar los indicios de una forma práctica, confiable, segura y rápida, aunque no hay un tiempo mínimo establecido para su realización.
- Lugar de trabajo: se obtuvo una C, ya que para el desembalaje de indicios no se cuenta con un lugar específico, sino que se realiza en la parte superior del escritorio donde se encuentra el equipo de adquisición de imágenes, dificultando con ello colocar varios indicios a desembalar en una forma ordenada.
- Lugar de limpieza y marcaje: se obtuvo B, ya que se cuenta con un lugar específico para ello, que cuenta con los insumos necesarios (hisopos y acetona) y equipo (estereoscopio) para una correcta limpieza y marcaje de los indicios.
- Guía de usuario: su calificación fue de C, debido a que no existe por el momento una guía de usuario para establecer cuál debe ser el procedimiento correcto para el desembalaje de indicios.

Indicio proyectil tipo dubitado:

En la evaluación de dicho proceso se considerarán los siguientes aspectos importantes del mismo.

- Equipo y herramienta para la manipulación de indicios: se evalúa si el técnico cuenta con el equipo y herramienta adecuado para una correcta manipulación de los indicios; esto con el fin de evitar una posible contaminación.
- Herramientas para desembalar: se evalúa si el técnico cuenta con las herramientas adecuadas para un desembalaje rápido y correcto.
- Orden: el orden con el cual es llevado el proceso como tal.
- Tiempo de ejecución: tiempo requerido por el técnico para el desembalaje y preparación de indicios.
- Lugar de trabajo: se evalúan las condiciones del lugar de trabajo para el desembalaje de los indicios.
- Lugar de lavado: se evalúan las condiciones del lugar de lavado de los indicios.
- Guía de usuario: se evalúa si se tienen instrucciones y/o manuales sobre cómo realizar el proceso de desembalaje y preparación de indicios.

El proceso de evaluación será el mismo del anterior, teniendo en cuenta que ahora se tendrá una nota máxima de 21, debido a que se evaluarán 7 aspectos.

En la tabla siguiente se presenta la calificación total obtenida del proceso:

Tabla VII. **Calificación total del proceso del indicio de proyectil**

<b>CRITERIO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
Equipo y herramienta para la manipulación de indicios	B	2
Herramientas para desembalar	C	1
Orden	C	1
Tiempo de ejecución	B	2
Lugar de trabajo	C	1
Lugar de lavado	C	1
Guía de usuario	C	1
<b>Total de calificación</b>	9/21 = 43 %	9

Fuente: elaboración propia.

La calificación que obtuvo el proceso fue de 9/21, lo que da un porcentaje de 43 %. El resultado indica que el grado de rendimiento del proceso es ineficiente.

A continuación se explica el razonamiento de la calificación obtenida:



- Equipo y herramienta para la manipulación de indicios: la calificación obtenida fue de B, esto debido a que se observó que aunque los técnicos que ingresan indicios cuentan con guantes de látex, estos a veces resultan muy incómodos en su utilización. También se observó que el uso de bata en el laboratorio es obligatorio, siendo esto un punto a favor. Para el traslado de indicios luego de desembalarlos se hace uso de rejillas plásticas, observándose que se cuenta con las necesarias para cada técnico.
- Herramienta para desembalar: se obtuvo C ya que se observó la falta de herramientas tales como tijeras, cuchillas, engrapadora, sacagrapas, entre otras, para un mejor y más rápido desembalaje de los indicios.
- Orden: la calificación fue de C, esto debido a que el desembalaje se lleva a cabo en el lugar de ingreso, siendo este de dimensiones no muy grandes y no permite tener un orden deseable para la colocación de los indicios a desembalar.
- Tiempo de ejecución: tiene calificación B, ya que se procura desembalar y preparar los indicios de una forma práctica, confiable, segura y rápida, aunque no hay un tiempo mínimo establecido para su realización.
- Lugar de trabajo: se obtuvo una C, ya que para el desembalaje de indicios no se cuenta con un lugar específico, sino que se realiza en la parte superior del escritorio, donde se encuentra el equipo de adquisición de imágenes, dificultando con ello colocar varios indicios a desembalar en una forma ordenada.

- Lugar de lavado de indicios: se obtuvo C, ya que no hay un lugar específico para la preparación del compuesto que se utiliza para el lavado de proyectiles (bicarbonato + agua destilada + jabón) y el equipo que se utiliza para el lavado (lavadora ultrasónica de laboratorio) no se encuentra en el laboratorio, sino que en el laboratorio de balística identificativa.
- Guía de usuario: su calificación fue de C, debido a que no existe por el momento una guía de usuario para establecer cuál debe ser el procedimiento correcto para el desembalaje de indicios.

Indicio huella balística tipo indubitado:

En la evaluación de dicho proceso se considerarán los siguientes aspectos importantes del mismo.

- Equipo y herramienta para la manipulación de indicios: se evalúa si el técnico cuenta con el equipo y herramienta adecuado para una correcta manipulación de los indicios; esto con el fin de evitar una posible contaminación.
- Herramientas para desembalar: se evalúa si el técnico cuenta con las herramientas adecuadas para un desembalaje rápido y correcto.
- Orden: el orden con el cual es llevado el proceso como tal.
- Tiempo de ejecución: tiempo requerido por el técnico para el desembalaje y preparación de indicios.

- Lugar de trabajo: se evalúan las condiciones del lugar de trabajo para el desembalaje de los indicios.
- Lugar de limpieza y marcaje: se evalúan las condiciones del lugar para limpieza y marcaje de los indicios.
- Guía de usuario: se evalúa si se tienen instrucciones y/o manuales sobre cómo realizar el proceso de desembalaje y preparación de indicios.

El proceso de evaluación será el mismo que el anterior, tomando en cuenta que ahora se tendrá una nota máxima de 21 debido a que se evaluarán 7 aspectos.

En la tabla siguiente se presenta la calificación total obtenida del proceso:

Tabla VIII. **Calificación de indicio de huella balística**

<b>CRITERIO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
Equipo y herramienta para la manipulación de indicios	B	2
Herramientas para desembalar	C	1
Orden	C	1
Tiempo de ejecución	B	2
Lugar de trabajo	C	1
Lugar de limpieza y marcaje	B	2
Guía de usuario	C	1
<b>Total de calificación</b>	10/21 = 48 %	10

Fuente: elaboración propia.

La calificación que obtuvo el proceso fue de 10/21 lo que da un porcentaje de 48 %. El resultado indica que el grado de rendimiento del proceso es ineficiente.

A continuación se explica el razonamiento de la calificación obtenida.

- Equipo y herramienta para la manipulación de indicios: la calificación obtenida fue de B; esto debido a que se observó que aunque los técnicos que ingresan indicios cuentan con guantes de látex, los mismos a veces resultan muy incómodos en su utilización. También se observó que el uso de bata en el laboratorio es obligatorio, siendo esto un punto a favor. Para el traslado de indicios luego de desembalarlos se hace uso de rejillas plásticas, observándose que se cuenta con las necesarias para cada técnico.
- Herramienta para desembalar: se obtuvo C, ya que se observó la falta de herramientas tales como tijeras, cuchillas, engrapadora, sacagrapas, entre otras, para un mejor y más rápido desembalaje de los indicios.
- Orden: la calificación fue de C, esto a que el desembalaje se lleva a cabo en el lugar de ingreso, siendo este de dimensiones no muy grandes y no permite tener un orden deseable para la colocación de los indicios a desembalar.
- Tiempo de ejecución: tiene calificación B, ya que se procura desembalar y preparar los indicios de una forma práctica, confiable, segura y rápida, aunque no hay un tiempo mínimo establecido para su realización.

- Lugar de trabajo: se obtuvo una C, ya que para el desembalaje de indicios no se cuenta con un lugar específico, sino que se realiza en la parte superior del escritorio donde se encuentra el equipo de adquisición de imágenes, dificultando con ello colocar varios indicios a desembalar en una forma ordenada.
- Lugar de limpieza y marcaje: se obtuvo B, debido a que se cuenta con un lugar específico para ello, que dispone de insumos necesarios (hisopos y acetona) y equipo (estereoscopio) para una correcta limpieza y marcaje de los indicios.
- Guía de usuario: su calificación fue de C, ya que no existe por el momento una guía de usuario para establecer cuál debe ser el procedimiento correcto para el desembalaje de indicios.

### **2.3.2. Tiempo de ejecución del proceso**

Indicio casquillo tipo dubitado:

En el análisis del proceso de desembalaje y preparación de casquillos se determinó que el tiempo del mismo es aproximadamente 8 minutos, por lo tanto la actividad se debe cronometrar 10 veces, dando como resultado la siguiente tabla:

Tabla IX. **Tiempo de ejecución de inicio de casquillo**

Núm.	Toma y traslado de los indicios	Desembalaje y colocación en la rejilla de trabajo	Traslado al lugar de limpieza	Limpieza de indicio	Marcaje de los casquillos	Traslado al lugar de trabajo	Total (minutos)
1	1,1	3,2	0,5	1,4	1,8	0,4	8,4
2	0,9	3	0,6	1,5	1,6	0,4	8
3	1	3,1	0,4	1,5	1,5	0,5	8
4	0,8	2,8	0,5	1,3	1,6	0,4	8,1
5	1	2,7	0,7	1,5	1,4	0,6	7,9
6	0,8	2,9	0,7	1,2	1,5	0,5	7,6
7	1	3	0,7	1,3	1,4	0,5	7,9
8	0,9	2,9	0,5	1,1	1,3	0,4	7,1
9	1	3	0,6	1	1,5	0,4	7,5
10	1	2,8	0,5	1,3	1,4	0,5	7,5
<b>X</b>	0,95	2,98	0,57	1,32	1,52	0,469	<b>7,8</b>

Fuente: elaboración propia.

El tiempo promedio obtenido para el proceso es de 7,8 minutos.

Indicio proyectil tipo dubitado:

En el análisis del proceso de desembalaje y preparación de proyectiles se determinó que el tiempo del mismo es aproximadamente 24 minutos; por lo tanto la actividad se debe cronometrar 8 veces, dando como resultado la siguiente tabla.

Tabla X. **Tiempo de ejecución de proyectil tipo dubitado**

Núm.	Toma y traslado de los indicios	Desembalaje y colocación en la rejilla de trabajo	Preparación del compuesto	Traslado a lavadora	Lavado de indicios	Traslado al lugar de trabajo	Total (minutos)
1	1	3,1	1	1,8	15	1,9	23,8
2	0,9	3,2	1,2	2	15	1,8	24,1
3	1,1	3	1,3	2	15	2,1	24,5
4	1,1	3,2	1,1	1,9	15	2,1	24,4
5	0,8	3	1,1	1,7	15	1,9	23,5
6	1,1	2,9	1	2	15	2,2	24,2
7	1,2	3,2	1,2	2,1	15	1,9	24,6
8	1,1	3,1	1	2	15	2,1	24,3
<b>X</b>	1,03	3,08	1,11	1,93	15	2	<b>24,17</b>

Fuente: elaboración propia.

El tiempo promedio obtenido para el proceso es de 24,17 minutos.

Indicio huella balística tipo indubitado:

En el análisis del proceso de desembalaje y preparación de casquillos se determinó que el tiempo del mismo es aproximadamente de 10 minutos; por lo tanto la actividad se debe cronometrar 10 veces, dando como resultado la siguiente tabla.

Tabla XI. **Tiempo de ejecución huella balística**

Núm.	Toma y traslado de los indicios	Desembalaje y colocación en la rejilla de trabajo	Traslado al lugar de limpieza	Limpieza de indicio	Marcaje de casquillos y elección de proyectil	Traslado al lugar de trabajo	Total (minutos)
1	1,1	3,5	0,8	2	2,1	0,5	10
2	1	3,6	0,7	2,1	2,2	0,5	10,1
3	0,9	3,5	0,8	2	2,2	0,6	10
4	1,2	3,4	0,9	2,2	2,3	0,5	10,5
5	1	3,2	1	2,1	2,2	0,6	10,1
6	1	3,3	0,8	2	2	0,6	9,7
7	1,1	3,3	0,9	2,1	2,1	0,5	10
8	1	3,4	1	2	2,2	0,6	10,2
9	1	3,2	0,8	2,1	2	0,6	9,7
10	1,1	3,5	0,8	2	2,2	0,5	10,1
<b>X</b>	<b>1,04</b>	<b>3,39</b>	<b>0,85</b>	<b>2,06</b>	<b>2,15</b>	<b>0,55</b>	<b>10,04</b>

Fuente: elaboración propia.

El tiempo promedio obtenido para el proceso es de 10,04 minutos.

### 2.3.3. **Control de recursos utilizados**

Indicio casquillo tipo dubitado:

En el proceso de desembalaje y preparación de casquillos únicamente actúa el técnico que ingresará los indicios, haciendo uso de equipo óptico (estereoscopio), detallando a continuación el costo del proceso por recurso humano en la siguiente tabla, calculando el costo mediante el sueldo percibido por el técnico, en un mes laboral y una jornada de 8 horas diarias.



Tabla XII. **Control de recurso humano**

<b>Recurso humano</b>	<b>Sueldo mensual</b>	<b>Sueldo diario</b>	<b>Sueldo (minuto)</b>
Técnico	Q4 800,00	Q160,00	Q0,33

Fuente: elaboración propia.

También se calcula el costo de usar el estereoscopio mediante su depreciación por minuto. La depreciación de este equipo es de 25 % anual.

Tabla XIII. **Control de depreciación de casquillo**

Equipo	Valor	Depreciación		
		Anual	Diaria	Por minuto
Estereoscopio	Q5 500,00	Q1 375,00	Q3,82	Q0,008

Fuente: elaboración propia.

A continuación se calcula el costo del proceso teniendo en cuenta el costo por recurso humano y depreciación por minuto y el tiempo promedio, en el que se realiza el proceso.

Tabla XIV. **Costo total de los recursos de casquillo**

<b>Recurso</b>	<b>Costo (min)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Total</b>
Técnico	Q0,33	7.8	Q2,574
Estereoscopio	Q0,008	7.8	Q0,062
			Q2,636

Fuente: elaboración propia.

El costo en que se incurre cada vez que se lleva a cabo el proceso de desembalaje y preparación de casquillos es de Q 2 636,00

Indicio proyectil tipo dubitado:

En el proceso de desembalaje y preparación de proyectiles únicamente actúa el técnico que ingresará los indicios, haciendo uso del estereoscopio y de lavadora ultrasónica, detallando a continuación el costo del proceso por recurso humano en la siguiente tabla, calculando el costo mediante el sueldo percibido por el técnico, en un mes laboral y una jornada laboral de 8 horas diarias.

También se calcula el costo de usar el estereoscopio y la lavadora ultrasónica mediante su depreciación por minuto. La depreciación de este equipo es de 25 % anual.

A continuación se calcula el costo del proceso, teniendo en cuenta el costo por recurso humano y depreciación por minuto y el tiempo promedio, en el que se realiza el proceso.

Tabla XV. **Costo total de los recursos de proyectil**

<b>Recurso</b>	<b>Costo (min)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Total</b>
Técnico	Q0,33	24,17	Q7,976
Estereoscopio	Q0,008	24,17	Q0,193
Lavadora	Q0,004	24,17	Q0,097
			Q8,266

Fuente: elaboración propia.

El costo en que se incurre cada vez que se lleva a cabo el proceso de desembalaje y preparación de proyectiles es de Q8,266.

Indicio huella balística tipo indubitado:

En el proceso de desembalaje y preparación de casquillos únicamente actúa el técnico que ingresará los indicios, haciendo uso de equipo óptico (estereoscopio), detallando a continuación el costo del proceso por recurso humano en la siguiente tabla, calculando el costo mediante el sueldo al mes percibido por el técnico, en un mes laboral y una jornada de 8 horas diarias.

También se calcula el costo de usar el estereoscopio mediante su depreciación por minuto. La depreciación de este equipo es de 25 % anual.

A continuación se calcula el costo del proceso, teniendo en cuenta el costo por recurso humano y depreciación por minuto y el tiempo promedio, en el que se realiza el proceso.

Tabla XVI. **Costo total de recursos de huella balística**

<b>Recurso</b>	<b>Costo (min)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Total</b>
Técnico	Q0,33	10,04	Q3,313
Estereoscopio	Q0,008	10,04	Q0,080
			Q3,393

Fuente: elaboración propia.

El costo en que se incurre cada vez que se lleva a cabo el proceso de desembalaje y preparación de huellas balísticas es de Q3,393.

#### **2.3.4. Eficiencia del proceso**

Indicio casquillo tipo dubitado:

Asumiendo que en todos los aspectos evaluados nuestro proceso hubiese obtenido la nota completa, el resultado hubiera sido 21/21 en calificación obteniéndose un 100 % en la evaluación; ahora, para el cálculo de la eficiencia se divide la nota obtenida entre el tiempo promedio que se lleva a cabo la ejecución del proceso, de donde se obtiene:

$$E_{\text{total}} = 21(\text{puntos}) / 7,8 (\text{tiempo promedio}) = 2,7$$

Es decir, el valor 2,7 es ahora el 100 % de eficiencia para el proceso de recepción de indicios y a partir de un valor igual o mayor a 1,35 (50 %) la eficiencia del proceso es satisfactoria.

Ahora se procede a hacer el cálculo de la eficiencia real, tomando en cuenta que la calificación del proceso fue de 10.

$$E = 10 / 7,8 = 1,28$$

Para el cálculo porcentual de la eficiencia se realiza lo siguiente:

$$E\% = 1,28 / 2,7 = 0,4740 = 47,40 \%$$

Debido al porcentaje obtenido de la eficiencia del proceso, se puede decir que el actual es insatisfactorio.

Indicio proyectil tipo dubitado:

Asumiendo que en todos los aspectos evaluados el proceso hubiese obtenido la nota completa, el resultado hubiera sido 21/21 en calificación, obteniéndose un 100 % en la evaluación; ahora, para el cálculo de la eficiencia se divide la nota obtenida entre el tiempo promedio que se lleva a cabo la ejecución del proceso, de donde se obtiene:

$$E_{\text{total}} = 21(\text{puntos}) / 24,17 (\text{tiempo promedio}) = 0,87$$

Es decir, el valor 0,87 es ahora el 100 % de eficiencia para el proceso de recepción de indicios y a partir de un valor igual o mayor a 0,435 (50 %) la eficiencia del mismo es satisfactoria.

Ahora se procede a hacer el cálculo de la eficiencia real, tomando en cuenta que la calificación del proceso fue de 9.

$$E = 9 / 24,17 = 0,37$$

Y para el cálculo porcentual de la eficiencia, se realiza lo siguiente

$$E\% = 0,37/0,87 = 0,4252 = 42,52 \%$$

Debido al porcentaje obtenido de la eficiencia del proceso, se puede decir que el actual es insatisfactorio.

Indicio huella balística tipo indubitado:

Asumiendo que en todos los aspectos evaluados el proceso hubiese obtenido la nota completa, el resultado hubiera sido 21/21 en calificación, obteniéndose un 100 % en la evaluación; ahora, para el cálculo de la eficiencia se divide la nota obtenida entre el tiempo promedio que se lleva a cabo la ejecución del proceso, de donde se obtiene:

$$E_{\text{total}} = 21(\text{puntos}) / 10,04 (\text{tiempo promedio}) = 2,09$$

Es decir, el valor 2,09 es ahora el 100 % de eficiencia para el proceso de recepción de indicios y a partir de un valor igual o mayor a 1,045 (50 %) la eficiencia del proceso es satisfactoria.

Ahora se procede a hacer el cálculo de la eficiencia real, tomando en cuenta que la calificación del proceso fue de 10.

$$E = 10 / 10,04 = 0,99$$

Y para el cálculo porcentual de la eficiencia se realiza lo siguiente:

$$E\% = 0,99 / 2,09 = 0,4737 = 47,37 \%$$

Debido al porcentaje obtenido de la eficiencia del proceso, se puede decir que el actual es insatisfactorio.

## **2.4. Proceso de adquisición de imágenes de indicios**

El proceso de adquisición de imágenes de indicios al sistema IBIS es el proceso fundamental de estudio en el presente trabajo, por lo cual se hará un análisis del mismo para establecer la forma en la que actualmente se realiza, haciendo un análisis según el tipo de indicio a ingresar (dubitado e indubitado), esto con la intención de dar un resultado acorde a la realidad actual del proceso.

En el proceso de adquisición de imágenes actúa el técnico que realiza el proceso, haciendo uso de equipo especial y herramientas que le ayudan a efectuar de una mejor manera su trabajo; este proceso es el que sigue luego de desembalar y preparar los indicios y es aquí donde se centra la mayor parte del trabajo del proceso general de adquisición de imágenes en el laboratorio de balística informática.

El proceso de adquisición de imágenes de casquillos del tipo dubitado consta de las siguientes actividades:

- Acceso a cuenta de usuario en el equipo
- Creación del caso a ingresar
- Creación de la muestra de casquillo
- Colocación de indicio en la torre de adquisición
- Introducción de la torre de adquisición al equipo
- Determinación de parámetros de adquisición
- Adquisición de imágenes
- Validación de imágenes
- Retiro de torre de adquisición
- Retiro de indicio de torre de adquisición

La actividad más importante en este proceso es la determinación de parámetros de adquisición, ya que es donde el técnico, haciendo uso de su experiencia, le indica al equipo bajo qué parámetros realizará la adquisición de las imágenes del indicio a ingresar, siendo alguno de estos parámetros la posición adecuada del indicio, el brillo y enfoque de las imágenes, las delimitaciones de las áreas de interés del casquillo a ingresar, entre otras.

En la actividad de adquisición de imágenes es importante mencionar que es el equipo el que realiza el trabajo y el tiempo de dicha actividad que consume el equipo para la adquisición, es considerado como un tiempo muerto para el operario, ya que es el equipo el que está trabajando.

Una actividad importante es la de validación de imágenes debido a que en ella se aceptan o rechazan las imágenes adquiridas por el equipo y son el resultado de la adquisición de imágenes.

El proceso de adquisición de imágenes de proyectiles del tipo dubitado consta de las siguientes actividades:

- Acceso a cuenta de usuario en el equipo
- Creación del caso a ingresar
- Creación de la muestra de proyectil
- Colocación de indicio en el soporte de adquisición
- Colocación del soporte en el equipo
- Determinación de parámetros de adquisición
- Adquisición de imágenes
- Validación de imágenes
- Retiro de soporte de adquisición
- Retiro de indicio del soporte de adquisición



La actividad más importante en este proceso es la determinación de parámetros de adquisición, ya que es donde el técnico, haciendo uso de su experiencia, le indica al equipo bajo qué parámetros realizará la adquisición de las imágenes del indicio a ingresar, siendo alguno de estos parámetros la incidencia de la luz sobre la superficie del proyectil, el porcentaje de la periferia del proyectil a adquirir, el enfoque ideal, las delimitaciones de las áreas de interés del proyectil a ingresar, entre otras.

En la actividad de adquisición de imágenes es importante mencionar que es el equipo el que realiza el trabajo y el tiempo de dicha actividad es el que consume el equipo para la adquisición, es este considerado como un tiempo muerto para el operario, ya que es el equipo el que está trabajando.

Una actividad importante es la de validación de imágenes, ya que en ella se delimitan las estrías y campos a adquirir, lo mismo que se aceptan o rechazan las imágenes adquiridas por el equipo y son el resultado de la adquisición de imágenes.

El proceso de adquisición de imágenes para huellas balísticas del tipo indubitado es un poco más complejo de los anteriores debido a que se deben ingresar tanto casquillos como proyectiles, haciendo una combinación de los procesos, consta de las siguientes actividades:

- Acceso a cuenta de usuario en el equipo de adquisición de proyectiles
- Creación del caso a ingresar
- Creación de la muestra de proyectil
- Colocación de proyectil en el soporte
- Colocación del soporte en el equipo
- Determinación de parámetros de adquisición para el proyectil

- Adquisición de imágenes de proyectil
- Traslado al equipo de adquisición de casquillos
- Acceso a cuenta de usuario en el equipo de adquisición de casquillos
- Creación del caso a ingresar
- Creación de la muestra de casquillo
- Colocación de indicio en la torre de adquisición
- Introducción de la torre de adquisición al equipo
- Determinación de parámetros de adquisición para el casquillo
- Adquisición de imágenes de casquillo
- Validación de imágenes
- Retiro de torre de adquisición
- Retiro de indicio de torre de adquisición
- Traslado al equipo de adquisición de proyectiles
- Validación de imágenes de proyectil
- Retiro de soporte de adquisición
- Retiro de indicio de soporte de adquisición

Dentro de este proceso las actividades más importantes siguen siendo las de determinar los parámetros de adquisición, ya que de estos depende la calidad de imagen adquirida y el área de interés de las imágenes validadas.

Este proceso tiene su complejidad en que se debe ingresar simultáneamente el proyectil y los casquillos, debido a que el tiempo que requiere un proyectil es mayor al de casquillo, permitiendo así que mientras se adquieren las imágenes del proyectil se pueda seguir con el proceso de adquisición de casquillo.

### 2.4.1. Calificación del proceso

En la evaluación del proceso de indicio casquillo tipo dubitado se considerarán los siguientes aspectos importantes del mismo:

- Orden: el orden con el cual es llevado el proceso como tal.
- Tiempo de ejecución: tiempo que es requerido por el técnico para la adquisición de imágenes.
- Condiciones del equipo de adquisición: se evalúan las condiciones físicas y de software del equipo utilizado en la adquisición de imágenes.
- Lugar de trabajo: se evalúan las condiciones del lugar de trabajo para el desembalaje de los indicios.
- Guía de usuario: se evalúa si se tienen instrucciones y/o manuales de cómo realizar el proceso de desembalaje y preparación de indicios.

El proceso de evaluación será el mismo que el anterior, teniendo en cuenta que se tendrá una nota máxima de 15 debido a que se evaluarán 5 aspectos.

Tabla XVII. **Calificación del proceso de casquillo**

CRITERIO	CALIFICACIÓN	VALOR
Orden	B	2
Tiempo de ejecución	B	2
Condiciones del equipo	A	3
Lugar de trabajo	C	1
Guía de usuario	C	1
<b>Total de calificación</b>	9/15 = 60 %	9

Fuente: elaboración propia.

La calificación que obtuvo el proceso fue de 9/15 lo que da un porcentaje de 60 %. El resultado indica que el grado de rendimiento del proceso es eficiente.

A continuación se explica el razonamiento de la calificación obtenida:

- Orden: la calificación fue de B, esto debido a que el proceso de adquisición de imágenes de casquillos se realiza mediante un paso a paso, no se puede efectuar de manera alterna debido al software que se utiliza, aunque se consideró la forma en la cual el técnico puede variar algunos pasos, haciendo el proceso un poco distinto.
- Tiempo de ejecución: tiene calificación B ya que se procura realizar la toma de imágenes de casquillos de una forma práctica, confiable, segura y rápida, aunque no hay un tiempo mínimo establecido para su realización.
- Condiciones del equipo: su calificación es de A, ya que el equipo cuenta con un mantenimiento adecuado y actualización constante, permitiendo con ello que siempre se encuentre en óptimas condiciones.
- Lugar de trabajo: obtuvo C, esto debido a que aunque el lugar de trabajo es el adecuado para el ingreso y adquisición de imágenes, es usado con otros fines tales como el desembalaje, causando con ello una reducción del mismo.
- Guía de usuario: su calificación fue de C, ya que no existe por el momento una guía de usuario para establecer cuál debe ser el procedimiento correcto para el desembalaje de indicios.

Los aspectos a evaluar en el proceso de indicio proyectil tipo dubitado, son los mismos que en el anterior y debido a que el criterio de evaluación es el mismo, se puede determinar que ambos procesos obtuvieron la misma calificación al momento de ser evaluados, teniendo las mismas características; el razonamiento del porqué obtuvieron esa calificación es el mismo.

Tabla XVIII. **Calificación del proceso de proyectil dubitado**

<b>CRITERIO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
Orden	B	2
Tiempo de ejecución	B	2
Condiciones del equipo	A	3
Lugar de trabajo	C	1
Guía de usuario	C	1
<b>Total de calificación</b>	9/15 = 60 %	9

Fuente: elaboración propia.

La calificación que obtuvo el proceso fue de 9/15, lo que da un porcentaje de 60 %. El resultado indica que el grado de rendimiento del proceso es eficiente.

A continuación se explica el razonamiento de la calificación obtenida:

- Orden: la calificación fue de B, esto se debe a que el proceso de adquisición de imágenes de proyectiles se realiza mediante un paso a paso; no se puede efectuar de maneras alternas debido al software que se utiliza, aunque se consideró la forma en la cual el técnico puede variar algunos pasos, haciendo el proceso un poco distinto.

- Tiempo de ejecución: tiene calificación B, ya que se procura realizar la toma de imágenes de proyectiles de una forma práctica, confiable, segura y rápida, aunque no hay un tiempo mínimo establecido para su realización.
- Condiciones del equipo: su calificación es de A, ya que el equipo cuenta con un mantenimiento adecuado y actualización constante, permitiendo con ello que siempre se encuentre en óptimas condiciones.
- Lugar de trabajo: obtuvo C; esto debido a que aunque el lugar de trabajo es el adecuado para el ingreso y adquisición de imágenes, es usado con otros fines tales como el desembalaje, causando con ello una reducción del mismo.
- Guía de usuario: su calificación fue de C; debido a que no existe por el momento una guía de usuario para establecer cuál debe ser el procedimiento correcto para el desembalaje de indicios.

En la evaluación del proceso de indicio huella balística tipo indubitado se considerarán los siguientes aspectos importantes:

- Orden: el orden con el cual es llevado el proceso como tal.
- Coordinación: la coordinación con la que el técnico realiza la adquisición de proyectil y casquillo a la vez.
- Tiempo de ejecución: tiempo que es requerido por el técnico para la adquisición de imágenes.
- Condiciones del equipo de adquisición: se evalúan las condiciones físicas y de software del equipo utilizado, en la adquisición de imágenes.
- Lugar de trabajo: se evalúan las condiciones del lugar de trabajo para el desembalaje de los indicios.

- Guía de usuario: se evalúa si se tienen instrucciones y/o manuales sobre cómo realizar el proceso de desembalaje y preparación de indicios.

Tabla XIX. **Calificación del proceso de huella balística**

CRITERIO	CALIFICACIÓN	VALOR
Orden	B	2
Coordinación	C	1
Tiempo de ejecución	B	2
Condiciones del equipo	A	3
Lugar de trabajo	C	1
Guía de usuario	C	1
<b>Total de calificación</b>	10/18 = 55,55 %	10

Fuente: elaboración propia.

La calificación que obtuvo el proceso fue de 10/18, lo que da un porcentaje de 55,55 %. El resultado indica que el grado de rendimiento del proceso es deficiente.

A continuación se explica el razonamiento de la calificación obtenida:

- Orden: la calificación fue de B; esto debido a que el proceso de adquisición de imágenes de proyectiles se realiza mediante un paso a paso, no se puede realizar de forma alterna debido al software que se utiliza, aunque se consideró la forma en la cual el técnico puede variar algunos pasos haciendo el proceso un poco distinto.
- Coordinación: obtuvo C, debido a que se debe de tener un grado de experiencia para poder realizar el ingreso de proyectiles y casquillos de manera simultánea.

- Tiempo de ejecución: tiene calificación B, ya que se procura realizar la toma de imágenes de proyectiles de una forma práctica, confiable, segura y rápida, aunque no hay un tiempo mínimo establecido para su realización.
- Condiciones del equipo: su calificación es A, debido a que el equipo cuenta con un mantenimiento adecuado y actualización constante, permitiendo con ello que siempre se encuentre en óptimas condiciones.
- Lugar de trabajo: obtuvo C; esto debido que aunque el lugar de trabajo es el adecuado para el ingreso y adquisición de imágenes, es usado con otros fines tales como el desembalaje, causando con ello una reducción del mismo.
- Guía de usuario: su calificación fue de C, debido a que no existe por el momento una guía de usuario para establecer cuál debe ser el procedimiento correcto para el desembalaje de indicios.

#### **2.4.2. Tiempo de ejecución del proceso**

- Indicio casquillo tipo dubitado: en el análisis del proceso de adquisición de imágenes de casquillos se determinó que el tiempo del mismo es aproximadamente 21 minutos; por lo tanto la actividad se debe cronometrar 8 veces, dando como resultado la siguiente tabla.



Tabla XX. **Tiempo de ejecución de casquillo tipo dubitado**

Núm.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Total (min)
1	0,3	1,2	0,8	0,5	1,5	3,5	9	2,5	1,5	0,5	21,3
2	0,3	1	1	0,4	1,3	3,6	8,7	2,4	1,6	0,4	20,7
3	0,3	1,1	1	0,6	1,5	3,4	9,1	2,5	1,6	0,6	21,7
4	0,3	1,1	1,1	0,4	1,2	3,3	8,9	2,4	1,5	0,6	20,8
5	0,3	1	0,9	0,5	1,3	3,5	9	2,6	1,4	0,5	21
6	0,3	1,1	1,1	0,5	1,5	3,4	9,1	2,3	1,6	0,4	21,3
7	0,3	1,2	1	0,7	1,3	3,5	9	2,6	1,5	0,5	21,6
8	0,3	1	1,1	0,5	1,4	3,2	9,1	2,5	1,3	0,6	21
X	0,3	1,08	1	0,51	1,37	3,43	8,98	2,47	1,5	0,51	21,17

Fuente: elaboración propia.

Donde:

- A = acceso a usuario
- B = crear caso
- C = crear muestra
- D = colocación de indicio en torre
- E = introducción de la torre al equipo
- F = determinación de parámetros
- G = adquisición de imágenes
- H = validación de imágenes
- I = retiro de torre
- J = retiro de indicio

El tiempo promedio obtenido para el proceso es de 21,17 minutos.

- Indicio proyectil tipo dubitado: en el análisis del proceso de adquisición de imágenes de proyectiles se determinó que el tiempo del mismo es

aproximadamente 28 minutos; por lo tanto la actividad se debe cronometrar 8 veces, dando como resultado la siguiente tabla.

Tabla XXI. **Tiempo de ejecución de proyectil tipo dubitado**

Núm.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Total (min)
1	0,3	1	1	2,6	0,5	5,7	12,5	3,8	0,6	0,5	28,5
2	0,3	1,1	0,9	2,5	0,5	5,4	12	4	0,5	0,5	27,7
3	0,3	1,2	1,1	2,4	0,4	5,5	12,3	4,1	0,4	0,6	28,3
4	0,3	1	1	2,4	0,6	5,3	12,1	4	0,5	0,4	27,6
5	0,3	1,1	0,8	2,4	0,6	5,6	12,2	4,1	0,5	0,5	28,1
6	0,3	1,2	1	2,5	0,5	5,5	12,3	4	0,6	0,4	28,3
7	0,3	1	0,9	2,6	0,6	5,4	12,1	4,1	0,5	0,4	27,9
8	0,3	1,1	1,2	2,4	0,5	5,5	12,2	4	0,6	0,6	28,4
<b>X</b>	0,3	1,08	0,98	2,47	0,52	5,48	12,2	4,01	0,52	0,48	<b>28,1</b>

Fuente: elaboración propia.

Donde:

- A = acceso a usuario
- B = crear caso
- C = crear muestra
- D = colocación de indicio en el soporte
- E = colocación del soporte en el equipo
- F = determinación de parámetros
- G = adquisición de imágenes
- H = validación de imágenes
- I = retiro del soporte
- J = retiro de indicio del soporte

El tiempo promedio obtenido para el proceso es de 28,1 minutos.

- Indicio huella balística tipo indubitado: en el análisis del proceso de adquisición de imágenes de huellas balísticas se determinó que el tiempo del mismo es aproximadamente 36,48 minutos; por lo tanto la actividad se debe cronometrar 8 veces, dando como resultado la siguiente tabla.

Tabla XXII. **Tiempo de ejecución de huella balística I**

Núm.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	0,3	1,1	1,1	2,5	0,4	5,6	8	0,4	0,3	1	0,9
2	0,3	1	0,9	2,6	0,4	5,5	8,1	0,4	0,3	0,9	1
3	0,3	0,9	0,9	2,5	0,6	5,6	8,2	0,4	0,3	1,1	1
4	0,3	1,1	1	2,4	0,5	5,3	8,1	0,4	0,3	1,2	1,1
5	0,3	1	1,1	2,3	0,6	5,5	8,3	0,4	0,3	1,1	1
6	0,3	0,9	1	2,6	0,5	5,4	8,1	0,4	0,3	1	1,1
7	0,3	1,1	1	2,5	0,6	5,3	8,3	0,4	0,3	1,1	1,2
8	0,3	1	0,8	2,6	0,4	5,5	8,2	0,4	0,3	1,1	1
<b>X</b>	0,3	1,01	0,97	2,5	0,5	5,46	8,16	0,4	0,3	1,06	1,03

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Tiempo de ejecución de huella balística II**

Núm.	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	Total (min)
1	0,5	1,4	3,4	1	2,5	1,4	0,6	0,4	2,8	0,5	0,5	36,6
2	0,4	1,5	3,6	1,1	2,4	1,3	0,5	0,4	2,7	0,6	0,4	36,3
3	0,6	1,3	3,5	1,2	2,3	1,2	0,6	0,4	2,6	0,5	0,5	36,5
4	0,5	1,3	3,5	1,1	2,6	1,3	0,5	0,4	2,5	0,6	0,4	36,4
5	0,5	1,4	3,3	1	2,5	1,1	0,5	0,4	2,6	0,6	0,5	36,3
6	0,6	1,5	3,4	1,1	2,4	1,2	0,6	0,4	2,5	0,5	0,6	36,4
7	0,6	1,5	3,5	1,1	2,6	1,2	0,5	0,4	2,6	0,6	0,6	37,3
8	0,5	1,4	3,6	1	2,5	1,1	0,5	0,4	2,5	0,6	0,4	36,1
<b>X</b>	0,5	1,41	3,47	1,07	2,47	1,22	0,5	0,4	2,6	0,5	0,4	<b>36,48</b>

Fuente: elaboración propia.

Donde:

- A = acceso a cuenta de usuario en el equipo de adquisición de proyectiles
- B = creación del caso a ingresar
- C = creación de la muestra de proyectil
- D = colocación de proyectil en el soporte
- E = colocación del soporte en el equipo
- F = determinación de parámetros de adquisición para el proyectil
- G = adquisición de imágenes de proyectil
- H = traslado al equipo de adquisición de casquillos
- I = acceso a cuenta de usuario en el equipo de adquisición de casquillos
- J = creación del caso a ingresar
- K = creación de la muestra de casquillo
- L = colocación de indicio en la torre de adquisición
- M = introducción de la torre de adquisición al equipo
- N = determinación de parámetros de adquisición para el casquillo
- O = adquisición de imágenes de casquillo
- P = validación de imágenes
- Q = retiro de torre de adquisición
- R = retiro de indicio de torre de adquisición
- S = traslado al equipo de adquisición de proyectiles
- T = validación de imágenes de proyectil
- U = retiro de soporte de adquisición
- V = retiro de indicio de soporte de adquisición

El tiempo promedio obtenido para el proceso es de 36,48 minutos

### 2.4.3. Control de recursos utilizados

- Indicio casquillo tipo dubitado: en el proceso de adquisición de imágenes de casquillos únicamente actúa el técnico que ingresará los indicios, haciendo uso del equipo de adquisición de imágenes (IBIS), detallando a continuación el costo del proceso por recurso humano en la siguiente tabla, calculando el costo mediante el sueldo al mes percibido por el técnico, en un mes laboral y una jornada laboral diaria de 8 horas. También se calcula el costo de usar el equipo de cómputo mediante su depreciación por minuto. La depreciación de este equipo es de 33,33 % anual. Se calcula además el costo de energía eléctrica tomando en cuenta el precio por kilowatt-min que es de Q0,03 por kilowatt consumido por equipo y por el tiempo que dura el proceso.

En la siguiente tabla se calcula el costo total del proceso:

Tabla XXIV. Costo total de proceso de casquillo tipo dubitado

Equipo	Consumo (KW)	Costo (Q)	Tiempo (min)	Total (Q)
Monitor	0,050	0,030	21,17	0,032
Computadora	0,475	0,030	21,17	0,301
Equipo IBIS	0,480	0,030	21,17	0,304
Depreciación monitor		0,003	21,17	0,063
Depreciación computadora		0,015	21,17	0,317
Depreciación equipo IBIS		0,096	21,17	2,032
Sueldo operario		0,330	21,17	6,986
<b>Total</b>				10,602

Fuente: elaboración propia.

El costo en que se incurre cada vez que se lleva a cabo el proceso de desembalaje y preparación de casquillos es de Q10,602.

- Indicio proyectil tipo dubitado: en el proceso de adquisición de imágenes de proyectiles únicamente actúa el técnico que ingresará los indicios, haciendo uso del equipo de adquisición de imágenes (IBIS), detallando a continuación el costo del proceso por recurso humano en la siguiente tabla, calculando el costo mediante el sueldo al mes percibido por el técnico, en un mes laboral y una jornada laboral diaria de 8 horas. Se calcula el costo de usar el equipo de cómputo mediante su depreciación por minuto. La depreciación de este equipo es de 33,33 % anual y se calcula el costo de energía eléctrica tomando en cuenta el precio por kilowatt-min, el cual es de Q0,03 por kilowatt consumido por equipo y por el tiempo que dura el proceso.

Tabla XXV. **Costo total del proceso de proyectil tipo dubitado**

<b>Equipo</b>	<b>Consumo (KW)</b>	<b>Costo (Q)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Total (Q)</b>
Monitor	0,050	0,030	28,1	0,042
Computadora	0,475	0,030	28,1	0,400
Equipo IBIS	0,480	0,030	28,1	0,404
Depreciación monitor		0,003	28,1	0,084
Depreciación computadora		0,015	28,1	0,421
Depreciación equipo IBIS		2,890	28,1	81,209
Sueldo operario		0,330	28,1	9,273
<b>Total</b>				<b>91,833</b>

Fuente: elaboración propia.

El costo en que se incurre cada vez que se lleva a cabo el proceso de desembalaje y preparación de casquillos es de Q91,833.

- Indicio huella balística tipo indubitado: en el proceso de adquisición de imágenes de huellas balísticas únicamente actúa el técnico que ingresará los indicios, haciendo uso del equipo de adquisición de imágenes (IBIS), tanto de casquillos como de proyectiles simultáneamente. Se detalla el costo del proceso por recurso humano en la siguiente tabla, calculando el costo mediante el sueldo mensual percibido por el técnico, en un mes laboral y una jornada laboral diaria de 8 horas. Se calcula el costo de usar el equipo de cómputo mediante su depreciación por minuto. La depreciación de este equipo es de 33,33 % anual. También se calcula el costo de energía eléctrica tomando en cuenta el precio por kilowatt-min, que es de Q0,03 por kilowatt consumido por equipo y por el tiempo que dura el proceso.

Tabla XXVI. **Costo total del proceso de huella balística tipo dubitado**

<b>Equipo</b>	<b>Consumo (KW)</b>	<b>Costo (Q)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Total (Q)</b>
Monitor (C)	0,050	0,030	36,48	0,054
Computadora	0,475	0,030	36,48	0,519
Equipo IBIS	0,480	0,030	36,48	0,525
Monitor (P)	0,050	0,030	36,48	0,054
Computadora	0,475	0,030	36,48	0,519
Equipo IBIS	0,480	0,030	36,48	0,525
Depreciación monitor (C)		0,003	36,48	0,109
Depreciación computadora		0,015	36,48	0,547
Depreciación equipo IBIS		0,096	36,48	3,502
Depreciación monitor (P)		0,003	36,48	0,109
Depreciación computadora		0,015	36,48	0,547
Depreciación equipo IBIS		2,890	36,48	105,427
Sueldo operario		0,330	36,48	12,038
<b>Total</b>				<b>124,475</b>

Fuente: elaboración propia.

El costo en que se incurre cada vez que se lleva a cabo el proceso de desembalaje y preparación de casquillos es de Q124,475.

#### **2.4.4. Eficiencia del proceso**

Indicio casquillo tipo dubitado:

Asumiendo que en todos los aspectos evaluados el presente proceso hubiese obtenido la nota completa, el resultado hubiera sido 15/15 en calificación, obteniéndose un 100 % en la evaluación; ahora, para el cálculo de



la eficiencia se divide la nota obtenida entre el tiempo promedio que se lleva a cabo la ejecución del proceso, de donde se obtiene:

$$E_{\text{total}} = 15(\text{puntos}) / 21,17(\text{tiempo promedio}) = 0,71$$

Es decir, el valor 0,71 es ahora el 100 % de eficiencia para el proceso de recepción de indicios y a partir de un valor igual o mayor a 0,355 (50 %) la eficiencia del proceso es satisfactoria.

Ahora se procede a hacer el cálculo de la eficiencia real, tomando en cuenta que la calificación del proceso fue de 9.

$$E = 9/21,17 = 0,43$$

Para el cálculo porcentual de la eficiencia se realiza lo siguiente:

$$E\% = 0,43/0,71 = 0,6056 = 60,56 \%$$

Debido al porcentaje obtenido de la eficiencia del proceso, se puede decir que el mismo actualmente es satisfactorio.

Indicio proyectil tipo dubitado:

Asumiendo que en todos los aspectos evaluados el presente proceso hubiese obtenido la nota completa; el resultado hubiera sido 15/15 en calificación, dando un 100 % en la evaluación; ahora, para el cálculo de la eficiencia se divide la nota obtenida entre el tiempo promedio que se lleva a cabo la ejecución del proceso, de donde se obtiene:

$$E_{\text{total}} = 15(\text{puntos}) / 28,1(\text{tiempo promedio}) = 0,53$$

Es decir, el valor 0,53 es ahora el 100 % de eficiencia para el proceso de recepción de indicios y a partir de un valor igual o mayor a 0,265 (50 %) la eficiencia del proceso es satisfactoria.

Ahora se procede a hacer el cálculo de la eficiencia real tomando en cuenta que la calificación del proceso fue de 9.

$$E = 9 / 28,1 = 0,32$$

Para el cálculo porcentual de la eficiencia se realiza lo siguiente:

$$E\% = 0,32/0,53 = 0,6037 = 60,37 \%$$

Debido al porcentaje obtenido de la eficiencia del proceso, se puede decir que el mismo actualmente es satisfactorio.

Indicio huella balística tipo indubitado:

Asumiendo que en todos los aspectos evaluados el proceso hubiese obtenido la nota completa, el resultado hubiera sido 18/18 en calificación, obteniéndose un 100 % en la evaluación; ahora, para el cálculo de la eficiencia se divide la nota obtenida entre el tiempo promedio que se lleva a cabo la ejecución del proceso, de donde se obtiene:

$$E_{\text{total}} = 18(\text{puntos}) / 36,48(\text{tiempo promedio}) = 0,49$$

Es decir, el valor 0,49 es ahora el 100 % de eficiencia para el proceso de recepción de indicios y a partir de un valor igual o mayor a 0,245 (50 %) la eficiencia del proceso es satisfactoria.

Ahora se procede a hacer el cálculo de la eficiencia real, tomando en cuenta que la calificación del proceso fue de 10.

$$E = 10 / 36,48 = 0,27$$

Y para el cálculo porcentual de la eficiencia se realiza lo siguiente:

$$E\% = 0,27 / 0,49 = 0,5510 = 55,10 \%$$

Debido al porcentaje obtenido de la eficiencia del proceso se puede decir que el actual es satisfactorio pero debe de mejorar por encontrarse muy cerca del 50 %.

## **2.5. Proceso de embalaje de indicios ingresados a IBIS**

El proceso de embalaje es el que se realiza luego de que los indicios han sido ingresados al sistema IBIS es importante, ya que aquí es donde se termina el proceso total de ingreso al sistema, se debe de tener cuidado al momento de embalar, ya que se tiene que respetar la cadena de custodia de cada caso para evitar confusiones y posibles traslapes o cambios de indicios por caso.

Hay dos subprocesos de embalaje, uno cuando son indicios dubitados (casquillos de escena y proyectiles de morgue) e indicios indubitados (huellas balísticas), se analizarán para ambos casos.

#### Indicio tipo dubitado:

El proceso de embalaje para indicios del tipo dubitado consta de las siguientes actividades:

- Toma de los indicios de la rejilla de trabajo
- Introducción de los indicios en el sobre que los contenía inicialmente
- Firma y sello del sobre
- Colocación, firma y sello de etiqueta de identificación
- Firma de la cadena de custodia
- Traslado a la estantería de entrega de indicios

La actividad más importante en este proceso es la de la firma de cadena de custodia, ya que se debe tener cuidado con lo que se firma, lo mismo con la introducción de indicios en el sobre, ya que se tiene que evitar cualquier error o cambio de indicio por caso.

#### Indicio tipo indubitado:

El proceso de embalaje para indicios del tipo indubitado consta de las siguientes actividades:

- Toma de los indicios de la rejilla de trabajo
- Introducción de los indicios en el embalaje original
- Sellado térmico al embalaje original
- Firma y sello del embalaje
- Colocación, firma y sello de etiqueta de identificación
- Firma de la cadena de custodia
- Traslado a la estantería de entrega de indicios

La actividad más importante en este proceso es la de la firma de cadena de custodia, ya que se debe de tener cuidado con lo que se firma; lo mismo con la introducción de indicios en el embalaje, debido a que se tiene que evitar cualquier error o cambio de indicio por caso.

### **2.5.1. Calificación del proceso**

Indicio tipo dubitado:

En la evaluación de dicho proceso se considerarán los siguientes aspectos importantes del mismo:

- Equipo y herramienta para la manipulación de indicios: se evalúa si el técnico cuenta con el equipo y herramienta adecuado para una correcta manipulación de los indicios, esto con el fin de evitar una posible contaminación.
- Herramientas para embalar: se evalúa si el técnico cuenta con las herramientas adecuadas para un desembalaje rápido y correcto.
- Orden: el orden con el cual es llevado el proceso como tal.
- Tiempo de ejecución: tiempo que es requerido por el técnico para el desembalaje y preparación de indicios.
- Lugar de trabajo: se evalúan las condiciones del lugar de trabajo para el desembalaje de los indicios.

- Guía de usuario: se evalúa si se tienen instrucciones y/o manuales sobre cómo realizar el proceso de desembalaje y preparación de indicios.

El proceso de evaluación será el mismo, teniendo en cuenta que ahora se tendrá una nota máxima de 18, debido a que se evaluarán 6 aspectos.

Tabla XXVII. **Calificación proceso tipo dubitado**

<b>CRITERIO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
Equipo y herramienta para la manipulación de indicios	B	2
Herramientas para embalar	C	1
Orden	C	1
Tiempo de ejecución	B	2
Lugar de trabajo	C	1
Guía de usuario	C	1
<b>Total de calificación</b>	8/18 = 44 %	8

Fuente: elaboración propia.

La calificación que obtuvo el proceso fue de 8/18 lo que da un porcentaje de 44 %. El resultado indica que el grado de rendimiento del proceso es ineficiente.

A continuación se explica el razonamiento de la calificación obtenida:

- Equipo y herramienta para la manipulación de indicios: la calificación obtenida fue de B, esto debido a que se observó que aunque los técnicos que ingresan indicios cuentan con guantes de látex, estos a veces resultan muy incómodos en su utilización. También se observó que el uso de bata en el laboratorio es obligatorio, siendo esto un punto a favor.

- Herramienta para embalar: se obtuvo C, ya que se observó la falta de herramientas tales como tijeras, cuchillas, engrapadora, sacagrapas, entre otras, para un mejor y más rápido desembalaje de los indicios.
- Orden: la calificación fue de C, esto debido a que el embalaje se lleva a cabo en el lugar de ingreso, siendo este de dimensiones no muy grandes y no permite tener un orden deseable para la colocación de los indicios a embalar.
- Tiempo de ejecución: tiene calificación B, ya que se procura desembalar y preparar los indicios de una forma práctica, confiable, segura y rápida, aunque no hay un tiempo mínimo establecido para su realización.
- Lugar de trabajo: se obtuvo una C, ya que para el embalaje de indicios no se cuenta con un lugar específico, sino que se realiza en la parte superior del escritorio donde se encuentra el equipo de adquisición de imágenes, dificultando con ello colocar varios indicios a embalar en una forma ordenada.
- Guía de usuario: su calificación fue de C, debido a que no existe por el momento una guía de usuario para establecer cuál debe ser el procedimiento correcto para el desembalaje de indicios.

Indicio tipo dubitado:

Este proceso tiene los mismos resultados que el anterior, ya que sus características son similares tanto en operaciones como en condiciones de trabajo.

## 2.5.2. Tiempo de ejecución del proceso

Indicio tipo dubitado:

En el análisis del proceso de embalaje de indicios dubitados se determinó que el tiempo del mismo es aproximadamente 8 minutos, por lo tanto la actividad se debe cronometrar 10 veces, dando como resultado la siguiente tabla:

Tabla XXVIII. **Tiempo de ejecución del proceso de indicio tipo dubitado**

Núm.	Toma de indicios de la rejilla	Introducción de indicios al sobre	Firma y sello de sobre	Identificación por etiqueta	Firma de cadena de custodia	Traslado	Total (min)
1	1,1	3,2	0,5	1,4	1,8	0,4	8,4
2	1	3,2	0,4	1,3	1,7	0,6	8,2
3	0,9	3	0,6	1,4	1,6	0,5	8
4	1,1	3,3	0,5	1,3	1,5	0,6	8,3
5	1	3,2	0,6	1,2	1,7	0,5	8,2
6	0,8	3,3	0,5	1,5	1,6	0,6	8,3
7	1	3,2	0,5	1,2	1,8	0,4	8,1
8	0,9	3	0,6	1,5	1,5	0,4	7,9
9	1,1	3,2	0,5	1,4	1,6	0,6	8,4
10	0,9	3	0,4	1,2	1,5	0,4	7,4
<b>X</b>							<b>8,12</b>

Fuente: elaboración propia.

El tiempo promedio obtenido para el proceso es de 8,12 minutos.

Indicio tipo indubitado:

En el análisis del proceso de embalaje de indicios indubitados se determinó que el tiempo del mismo es aproximadamente 12 minutos; por lo



tanto la actividad se debe cronometrar 10 veces, dando como resultado la siguiente tabla:

Tabla XXIX. **Tiempo de ejecución de proceso de indicio tipo indubitado**

Núm.	Toma de indicios de la rejilla	Introducción de indicios al sobre	Sellado térmico de embalaje	Firma y sello de sobre	Identificación por etiqueta	Firma de cadena de custodia	Traslado	Total (min)
1	1	3,2	4,1	0,4	1,3	1,6	0,5	12,1
2	1,1	3,1	4	0,5	1,2	1,5	0,6	12
3	0,9	3,2	4,2	0,4	1,4	1,3	0,5	11,9
4	1,1	3,3	4	0,5	1,3	1,5	0,6	12,3
5	1	3,2	4,2	0,6	1,2	1,7	0,5	12,4
6	0,8	3,3	3,9	0,5	1,5	1,6	0,6	12,2
7	1	3,2	4	0,5	1,2	1,8	0,4	12,1
8	0,9	3	3,8	0,6	1,5	1,5	0,4	11,7
9	1,1	3,2	3,7	0,5	1,4	1,6	0,6	12,1
10	0,9	3	4,2	0,4	1,2	1,5	0,4	11,6
X								<b>12,04</b>

Fuente: elaboración propia.

El tiempo promedio obtenido para el proceso es de 12,04 minutos.

### 2.5.3. Control de recursos utilizados

Indicio tipo dubitado:

En el proceso de embalaje de indicios tipo dubitado únicamente actúa el técnico que ingresará los indicios.

Se calcula el costo del proceso en siguiente tabla:

Tabla XXX. **Costo de recursos indicio tipo dubitado**

Recurso	Costo (min)	Tiempo (min)	Total
Técnico	Q0,33	8,12	Q2,68
			Q2,68

Fuente: elaboración propia.

El costo del proceso es de Q2,68.

Indicio tipo indubitado:

En el proceso de embalaje de indicios tipo indubitado únicamente actúa el técnico que ingresará los indicios, haciendo uso de equipo de sellado térmico, detallando a continuación el costo del proceso por recurso humano en la siguiente tabla, calculando el costo mediante el sueldo al mes percibido por el técnico, en un mes laboral y una jornada laboral diaria de 8 horas.

Se calcula el costo de usar la selladora térmica mediante su depreciación por minuto. La depreciación de este equipo es de 10 % anual.

A continuación se calcula el costo del proceso teniendo en cuenta el costo por recurso humano y depreciación por minuto, y el tiempo promedio en el que se realiza el proceso.

Tabla XXXI. **Costo de recurso indicio tipo dubitado**

<b>Recurso</b>	<b>Costo (min)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Total</b>
Técnico	Q0,33	12,04	Q3,97
Selladora	Q0,0008	12,04	Q0,009
			Q3,979

Fuente: elaboración propia.

El costo en que se incurre cada vez que se lleva a cabo el proceso de desembalaje y preparación de huellas balísticas es de Q3,979.

#### **2.5.4. Eficiencia del proceso**

Indicio tipo dubitado:

Asumiendo que en todos los aspectos evaluados el proceso hubiese obtenido la nota completa, el resultado hubiera sido 18/18 en calificación, obteniéndose un 100 % en la evaluación; ahora, para el cálculo de la eficiencia se divide la nota obtenida entre el tiempo promedio que se lleva a cabo la ejecución del proceso, de donde se obtiene:

$$E_{\text{total}} = 18_{(\text{puntos})} / 8,12_{(\text{tiempo promedio})} = 2,22$$

Es decir, el valor 2,22 es ahora el 100 % de eficiencia para el proceso de recepción de indicios y a partir de un valor igual o mayor a 1,11 (50 %) la eficiencia del proceso es satisfactoria.

Ahora se procede a hacer el cálculo de la eficiencia real, tomando en cuenta que la calificación del proceso fue de 8.

$$E = 8/8,12 = 0,98$$

Para el cálculo porcentual de la eficiencia se realiza lo siguiente:

$$E\% = 0,98/2,22 = 0,4414 = 44,14 \%$$

Debido al porcentaje obtenido de la eficiencia del proceso, se puede decir que el mismo actualmente es insatisfactorio.

Indicio tipo dubitado:

Asumiendo que en todos los aspectos evaluados el proceso hubiese obtenido la nota completa, el resultado hubiera sido 18/18 en calificación, obteniéndose un 100 % en la evaluación; ahora, para el cálculo de la eficiencia se divide la nota obtenida entre el tiempo promedio que se lleva a cabo la ejecución del proceso, de donde se obtiene:

$$E_{\text{total}} = 18_{(\text{puntos})} / 12,04_{(\text{tiempo promedio})} = 1,50$$

Es decir, el valor 1,50 es ahora el 100 % de eficiencia para el proceso de recepción de indicios y a partir de un valor igual o mayor a 0,75 (50 %) la eficiencia del proceso es satisfactoria.

Ahora se procede a hacer el cálculo de la eficiencia real, tomando en cuenta que la calificación del proceso fue de 8.

$$E = 8 / 12,04 = 0,66$$

Para el cálculo porcentual de la eficiencia se realiza lo siguiente:

$$E\% = 0,66/1,50 = 0,44 = 44,00 \%$$

Debido al porcentaje obtenido de la eficiencia del proceso se puede decir que el mismo actualmente es insatisfactorio.

## **2.6. Traslado de indicios del laboratorio de balística informática a RCD**

Debido a cambio de políticas y procesos dentro de la institución, este proceso pasa a ser parte del laboratorio de balística identificativa, quedando desvinculado por el momento del laboratorio de balística informática.

### **2.6.1. Calificación del proceso**

En la evaluación de dicho proceso se considerarán los siguientes aspectos importantes del mismo:

- Bodega de almacenamiento: se evalúa si el departamento de RCD cuenta con el espacio necesario para almacenar todos los indicios previamente embalados.
- Orden: el orden con el cual es llevado el proceso como tal.
- Tiempo de ejecución: tiempo que es requerido por el técnico para el ingreso a RCD y almacenaje.
- Lugar de trabajo: se evalúa las condiciones del lugar de trabajo para el almacenamiento de indicios.

- Guía de usuario: se evalúa si se tienen instrucciones y/o manuales de cómo realizar el proceso de ingreso a RCD y almacenaje.

El proceso de evaluación será el mismo, teniendo en cuenta que ahora se tendrá una nota máxima de 15, debido a que se evaluarán 5 aspectos.

Tabla XXXII. **Calificación proceso de recepción, control y distribución de indicios**

<b>CRITERIO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
Bodega de almacenamiento	B	2
Orden	B	2
Tiempo de ejecución	C	1
Lugar de trabajo	B	1
Guía de usuario	B	2
<b>Total de calificación</b>	8/15 = 53 %	8

Fuente: elaboración propia.

La calificación que obtuvo el proceso fue de 8/15, lo que da un porcentaje de 53 %. El resultado indica que el grado de rendimiento del proceso es aceptable.

### **2.6.2. Tiempo de evaluación del proceso**

A continuación se presenta la tabla del tiempo de evaluación del proceso RCD:

Tabla XXXIII. **Tiempo de ejecución del proceso a RCD**

Núm.	Revisión y Recepción en RCD	Anotación en libro de RCD	Verificación de cadena de custodia	Codificación interna de RCD	Traslado a recepción de bodega RCD	Anotación de ingreso a bodega general	Total (min)
1	1,9	3,2	1,4	2	2	2	12,5
2	2	3,2	1,5	2,3	2,5	2,5	14
3	2,1	3	1,1	2,5	3	2,2	13,9
4	3	3,3	1,2	2,6	3,5	2,2	15,8
5	2,6	3,2	1,1	2,7	3,3	2,3	15,2
6	2	3,3	1,4	2,2	3,2	2,4	14,5
7	2,3	3,2	1,5	2,4	3,1	2,5	15
8	2,3	3	1,1	2,5	3,5	2	14,4
9	2,5	3,2	1,2	2,6	3,5	1,9	14,9
10	2,8	3	1,3	2,6	3,5	1,8	15
<b>X</b>							<b>14,52</b>

Fuente: elaboración propia.

El tiempo promedio obtenido para el proceso es de 14,52 minutos.

### 2.6.3. Control de recursos utilizados

A continuación se calcula el costo del proceso RCD, teniendo en cuenta el costo por recurso humano, depreciación y el tiempo promedio, en minutos, en el que se realiza el proceso.

Tabla XXXIV. **Costo de recurso de proceso RCD**

<b>Recurso</b>	<b>Costo (min)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Total</b>
Técnico	Q0,45	15,00	Q6,75
Anotación	Q0,0009	15,00	Q0,0135
			Q6,76

Fuente: elaboración propia.

El costo en que se incurre cada vez que se lleva a cabo el proceso de recepción, control y distribución de indicios es de Q6,76.

#### **2.6.4. Eficiencia del proceso**

Asumiendo que en todos los aspectos evaluados del presente proceso hubiese obtenido la nota completa, el resultado hubiera sido 15/15 en calificación, obteniéndose un 100 % en la evaluación; ahora, para el cálculo de la eficiencia se divide la nota obtenida entre el tiempo promedio que se lleva a cabo la ejecución del proceso, de donde se obtiene:

$$E_{\text{total}} = 15_{(\text{puntos})} / 14,52_{(\text{tiempo promedio})} = 1,03$$

Es decir, el valor 1,03 es ahora el 100 % de eficiencia para el proceso de recepción, control y distribución de indicios y a partir de un valor igual o mayor a 0,51 (50 %) la eficiencia del proceso es satisfactoria.

Ahora se procede a hacer el cálculo de la eficiencia real, tomando en cuenta que la calificación del proceso fue de 8.

$$E = 8 / 14,52 = 0,55$$



Para el cálculo porcentual de la eficiencia se realiza lo siguiente:

$$E\% = 0,55 / 1,03 = 0,53 = 53,49 \%$$

Debido al porcentaje obtenido de la eficiencia del proceso, se puede decir que el mismo actualmente es insatisfactorio.

## **2.7. Resumen de análisis de los procesos operativos**

En resumen los procesos operativos de recepción de indicios, proceso de desembalaje y preparación de indicios, proceso de adquisición de imágenes de indicios al sistema IBIS; proceso de embalaje de indicios ingresados al sistema IBIS y el traslado de indicios del laboratorio de balística informática a RCD no son eficientes, los cuales utilizan mucho tiempo y recurso en su proceso antes de ingresar al sistema IBIS; por tal motivo se necesita mejorar la eficiencia de los procesos operativos, los métodos, técnicas, estudios de nuevos tiempos y nuevos procedimientos, los cuales se detallarán en el siguiente capítulo.



### **3. OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS OPERATIVOS**

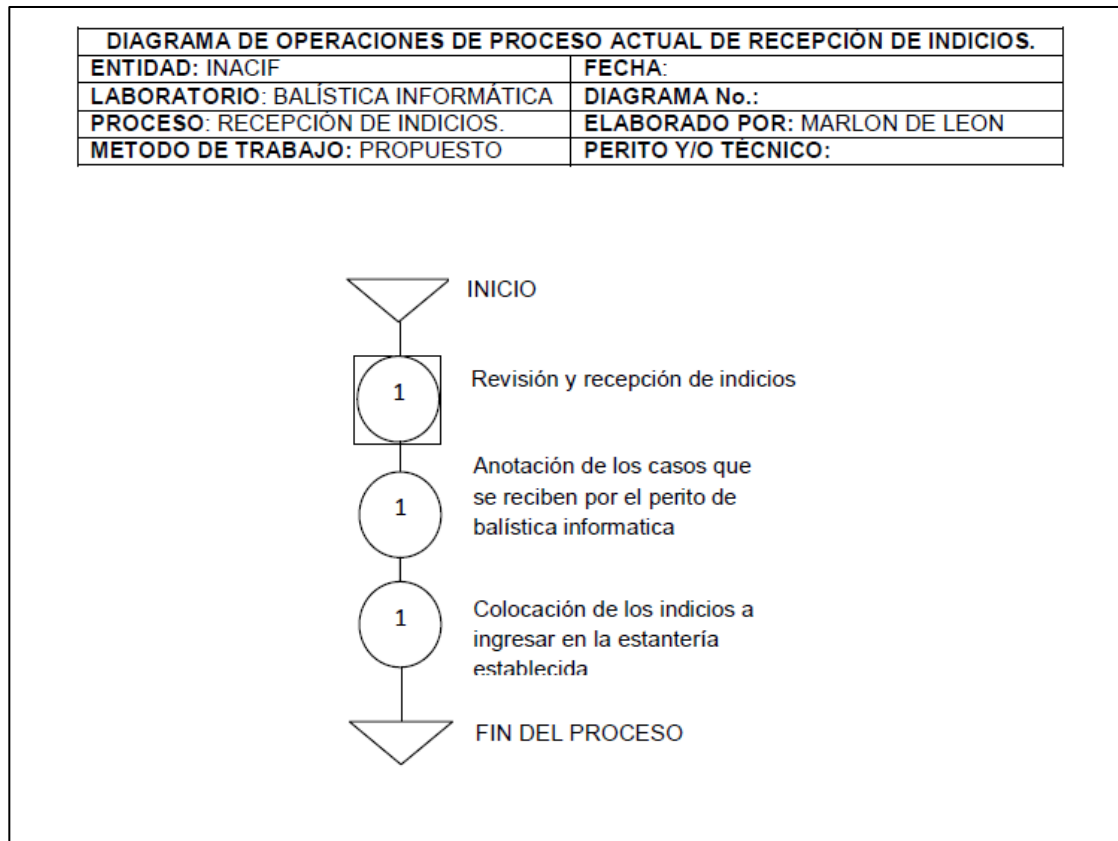
#### **3.1. Nuevo diseño para la recepción de indicios**

A continuación se presenta el nuevo diseño propuesto para la recepción de indicios dentro del laboratorio de balística del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala.

##### **3.1.1. Análisis de operaciones**

A través del diagrama actual del proceso de recepción de indicios se analizan las operaciones, observando que dicho proceso es efectuado por el técnico que ingresa los indicios al sistema IBIS.

Figura 6. **Diagrama de operaciones de proceso actual recepción de indicios**



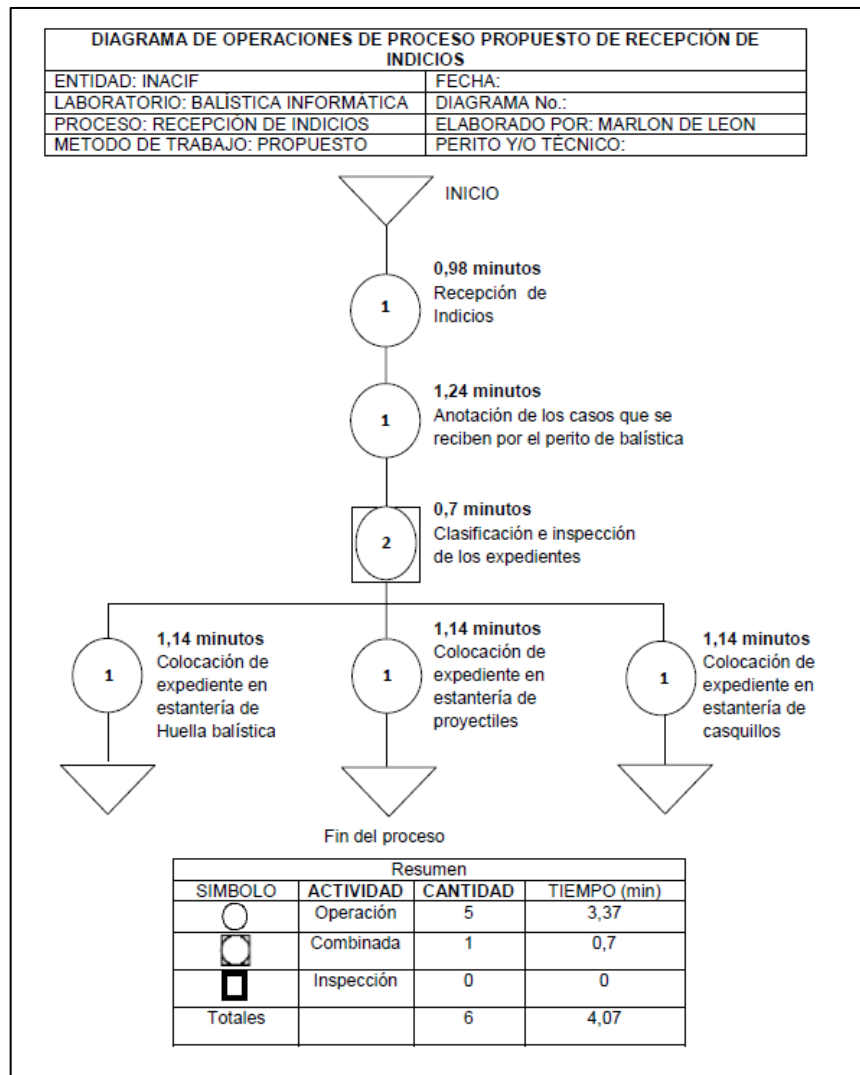
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

En la figura anterior se sabe que el tiempo promedio obtenido para el proceso es de 4,97 minutos, el cual tiene una calificación del 53 %, siendo un procedimiento muy lento e ineficiente; debido a esto se establece un nuevo diagrama de flujo en el cual se pretende mejorar este proceso para reducir el tiempo de la recepción de indicios y ser más eficiente.

### 3.1.2. Diagrama de procesos de recepción de indicios

A continuación se presenta el diagrama de proceso propuesto para el área de recepción de indicios:

Figura 7. Diagrama de operaciones de proceso propuesto de recepción de indicios



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### **3.1.3. Estudio de tiempos del método propuesto**

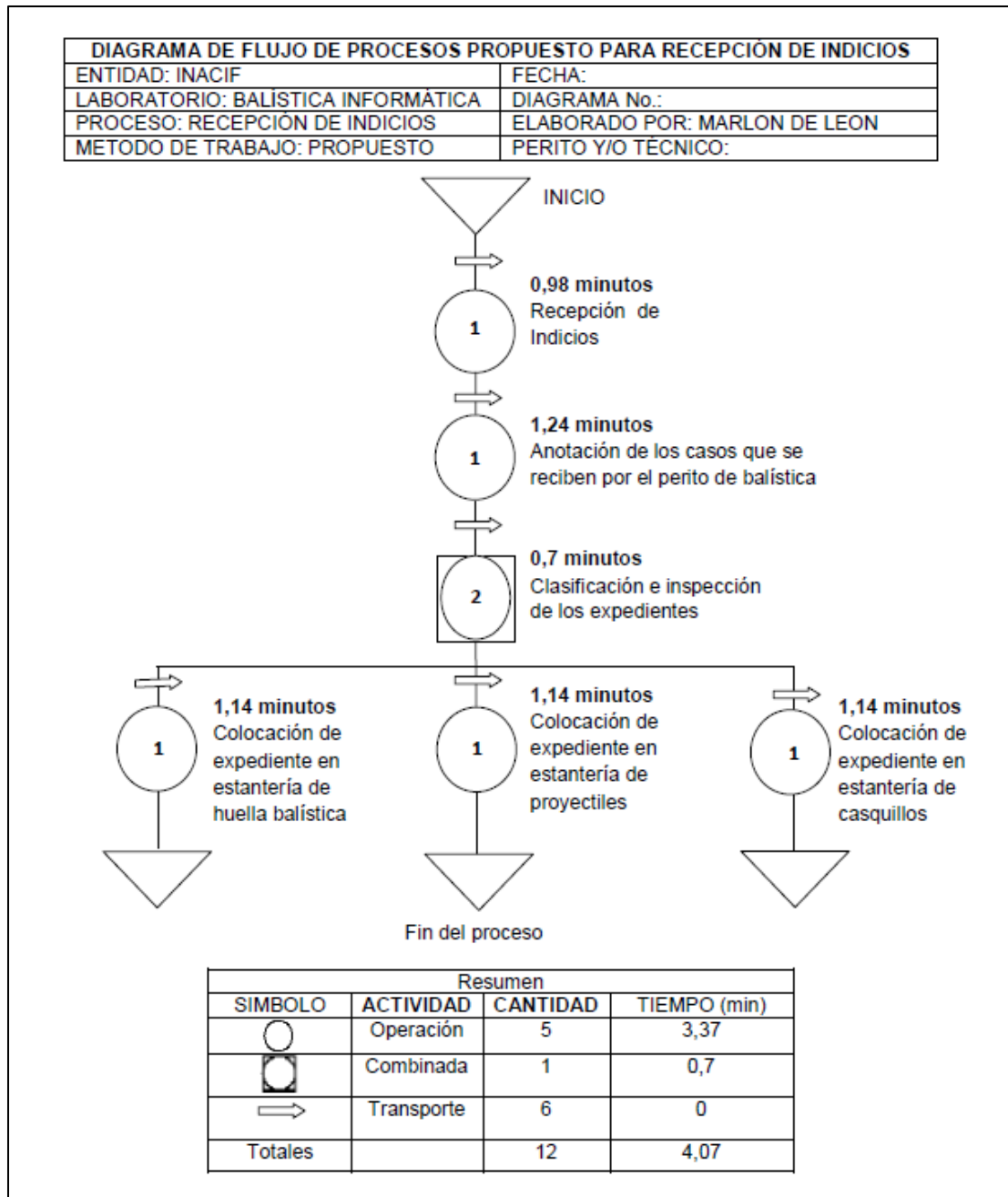
Para establecer el tiempo promedio del proceso se realiza un estudio de tiempos, utilizando el método de cronometraje continuo, ya que este presenta un registro completo de todo el periodo de observación.

Se harán varias tomas de tiempo cronometrado para calcular la eficiencia del nuevo procedimiento para el área de recepción de indicios; se tabulará una tabla con los datos obtenidos.

### **3.1.4. Diagrama de flujo del proceso**

A continuación se presenta el diagrama de flujo propuesto para el área de recepción de indicios:

Figura 8. Diagrama de flujo de procesos propuesto para recepción de indicios



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### 3.1.5. Diagrama bimanual del proceso

A continuación se presenta el diagrama bimanual propuesto para el área de recepción de indicios.

Figura 9. Diagrama bimanual del proceso propuesto para la recepción de indicios

DIAGRAMA BIMANUAL									
ENTIDAD: INACIF					FECHA:				
LABORATORIO: BALISTICA INFORMATICA					DIAGRAMA NO.:				
PROCESO: RECEPCION DE INDICIOS					ELABORADO POR: MARLON DE LEON				
METODO DE TRABAJO: PROPUESTO					PERITO Y/O TECNICO:				
MANO IZQUIERDA	SIMBOLOS				SIMBOLOS				MANO DERECHA
	○	⇒	□	▽	○	⇒	□	▽	
Toma el expediente	X				X				Manipula el expediente para verificar datos
Deja expediente sobre escritorio	X								
Toma cuaderno para anotar	X				X				Toma lapicero para anotar
					X				Anota expediente
Toma el expediente	X								
Clasifica el expediente	X				X				Clasifica el expediente
Traslado a estantería		X				X			Traslado a estantería
Coloca expediente según su clasificación				X				X	Coloca expediente según su clasificación

RESUMEN		
ACTIVIDAD	MANO IZQUIERDA	MANO DERECHA
OPERACIÓN	05	04
TRASLADO	01	01
DEMORA	00	00
ALMACENAMIENTO	01	01
TOTAL	07	06

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.



### 3.1.6. Establecimiento de estándares de tiempos para la recepción de indicios

A continuación se establecen los estándares de tiempos para el nuevo proceso de recepción de indicios propuesto, por el método de cronometraje continuo, ya que este método presenta un registro completo de todo el periodo de prueba del proceso.

Tabla XXXV. **Estándares de tiempo del nuevo proceso de recepción de indicios**

Núm.	Recepción de indicios	Anotación de los casos que se reciben	Clasificación de expedientes	Colocación en estanterías	Total (min)
1	1	1,3	0,5	1,2	4
2	1,1	1,6	0,7	1	4,4
3	0,9	1,2	0,8	1,1	4
4	0,8	1,1	0,8	1,2	3,9
5	0,8	1,3	0,7	1,1	3,9
6	1,1	1	0,5	1,1	3,7
7	1,2	1,2	0,9	1,3	4,6
<b>Promedio</b>	0,98	1,24	0,7	1,14	<b>4,07</b>

Fuente: elaboración propia.

El análisis de la tabla anterior demuestra que el nuevo proceso de recepción de indicios tiene un tiempo promedio 4,07 minutos, el cual en comparación con el actual se reduce a 0,90 minutos.

### **3.1.7. Propuesta del nuevo proceso**

La propuesta del nuevo diseño de recepción de indicios estará bajo el cargo del jefe del laboratorio de balística, quien solicitará que sean aprobados y autorizados por la Dirección General del INACIF, las modificaciones al proceso de recepción de indicios, previa autorización, girará órdenes para que los cambios sean inmediatos y comience el proceso de implementación, quien conjuntamente con los técnicos de balística realizará inspecciones a los indicios y los clasificará según sus características y se harán nuevas tomas de tiempo para cumplir con los estándares de tiempo propuestos, capacitación del personal operativo y puesta en funcionamiento del nuevo diseño de recepción de indicios.

La clasificación de expedientes en tres estanterías: estantería de casquillo, de proyectiles y de huella balística, es el cambio más significativo en este procedimiento; esta clasificación la realizará la secretaria encargada de la recepción de indicios, quien tendrá a su cargo la distribución de los indicios conforme sus características; de aquí en adelante los demás procesos tendrán una variación considerable en el tiempo de ejecución de los procesos siguientes, ya que en este paso se elimina el cuello de botella existente en el proceso actual.

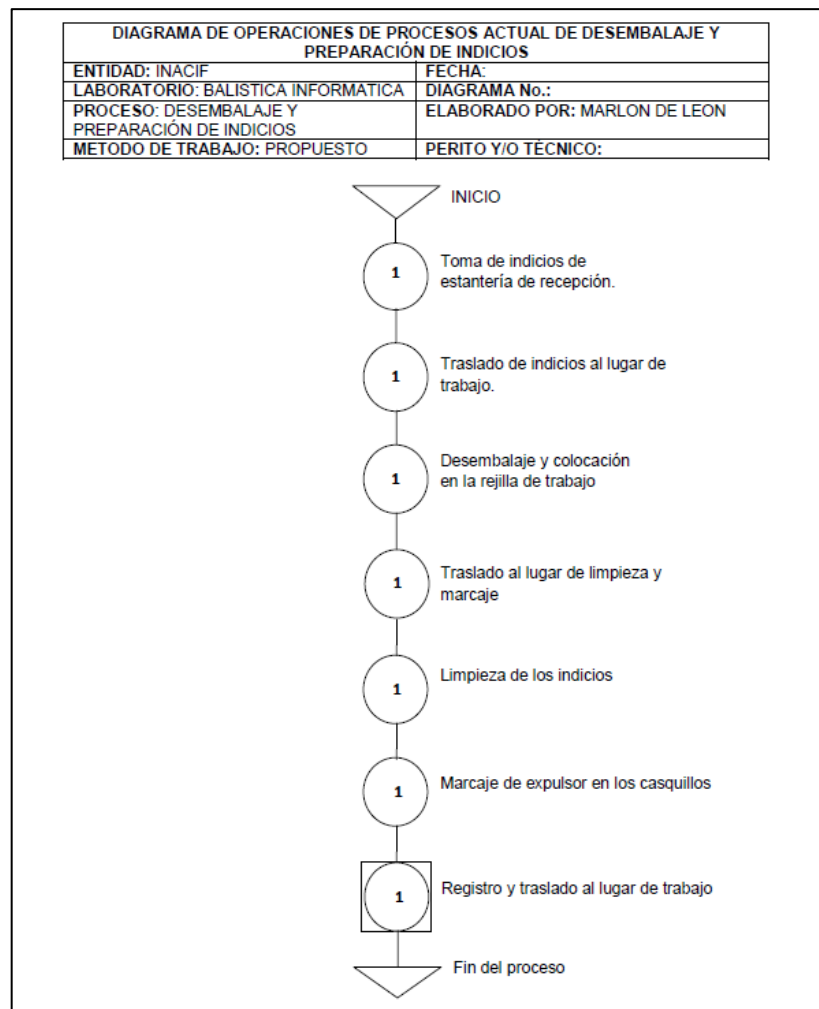
### **3.2. Nuevo diseño para el desembalaje y preparación de indicios**

Se presenta el nuevo diseño para este proceso:

### 3.2.1. Análisis de operaciones

A continuación se analiza por medio del diagrama actual del proceso de desembalaje y preparación de indicios. Observando que dicho proceso es efectuado por el técnico que ingresa los indicios al sistema IBIS.

Figura 10. **Diagrama de operaciones de proceso actual de desembalaje y preparación de indicios**



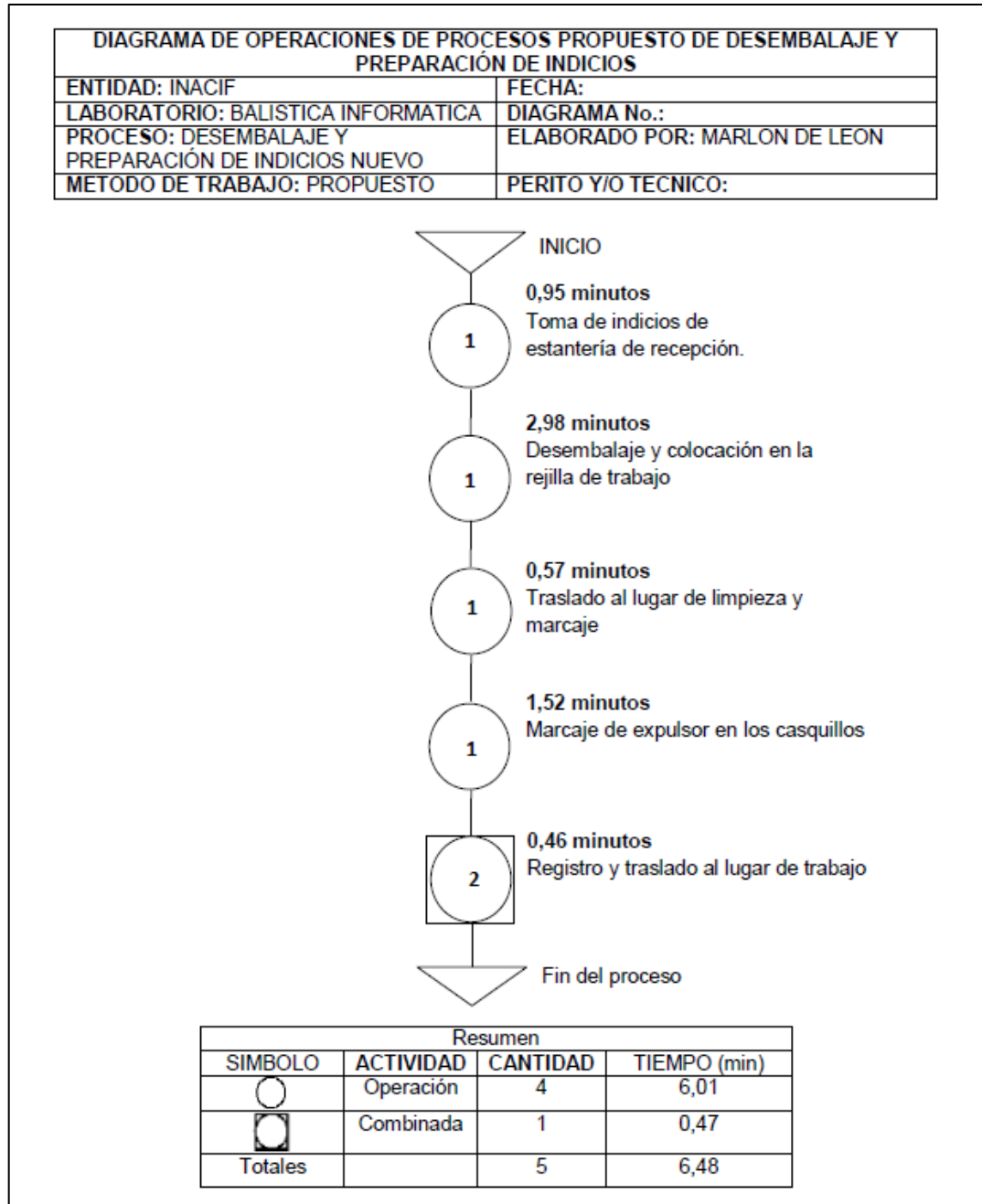
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

En la figura anterior puede verse que el tiempo promedio obtenido para el proceso es de 7,8 minutos, el cual tiene una calificación del 48 %, siendo un procedimiento muy lento e ineficiente; debido a esto se establece un nuevo diagrama de flujo en el cual se pretende mejorar este proceso para reducir el tiempo de desembalaje y preparación de indicios y ser más eficiente.

### **3.2.2. Diagrama de procesos de desembalaje y preparación de indicios**

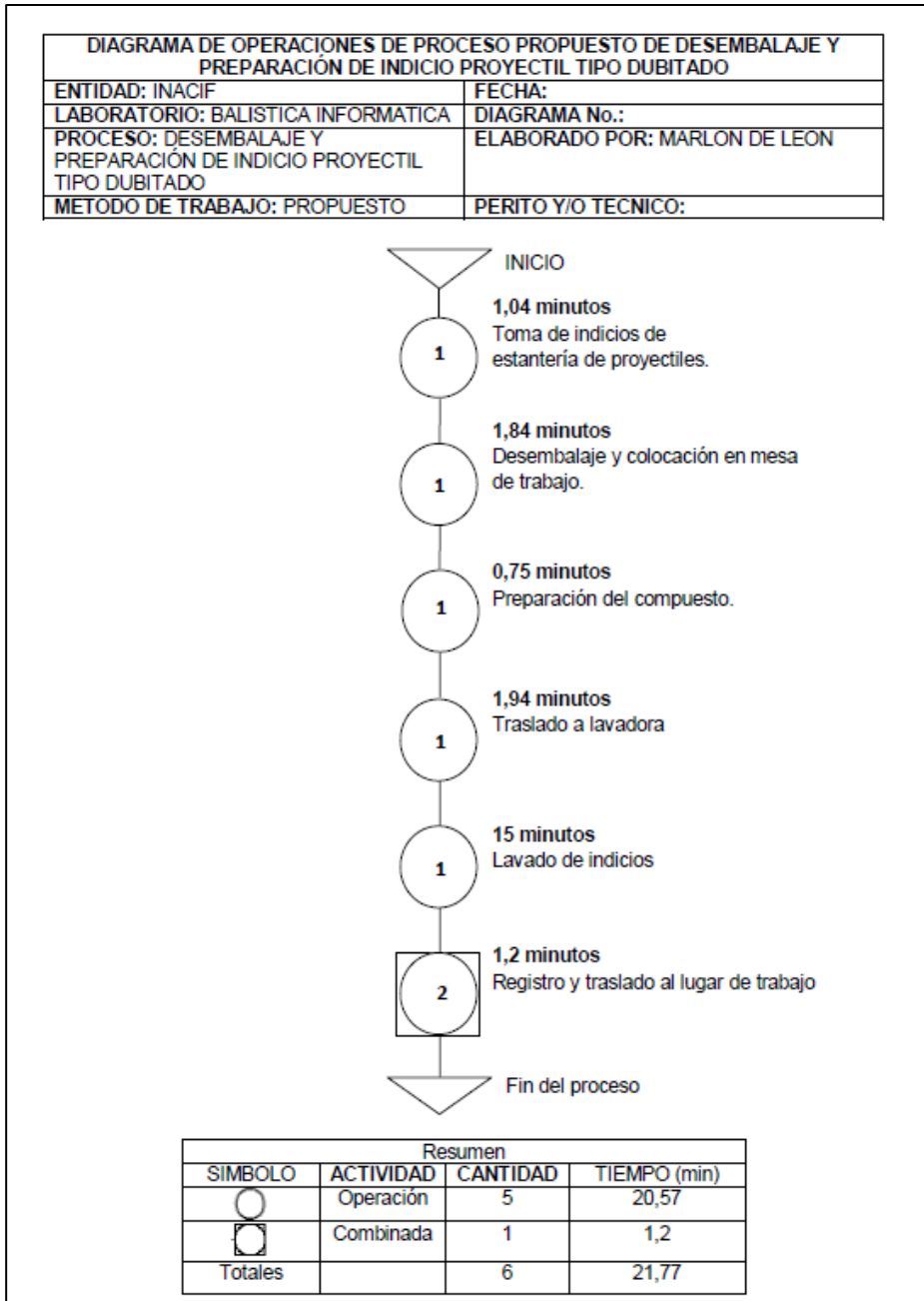
A continuación se presenta el diagrama de proceso propuesto para el desembalaje y preparación de indicios:

Figura 11. Diagrama de proceso propuesto de desembalaje y preparación de indicios



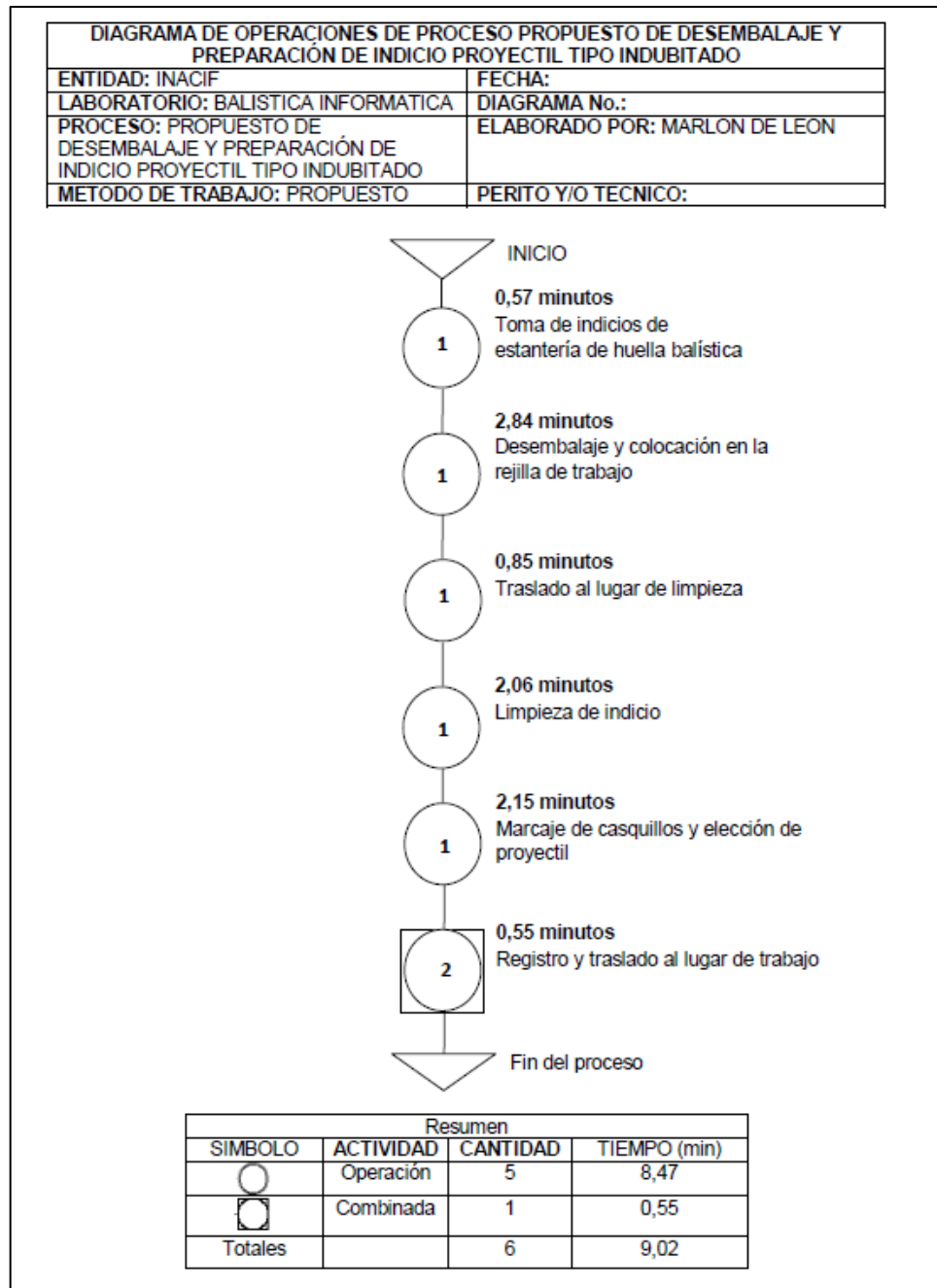
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

Figura 12. Diagrama de operaciones propuesto de desembalaje y preparación de indicio proyectil tipo dubitado



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

Figura 13. Diagrama de operaciones propuesto de desembalaje y preparación de indicio proyectil tipo indubitado



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### **3.2.3. Estudio de tiempos del método propuesto**

Para establecer el tiempo promedio del proceso se realiza un estudio de tiempos, utilizando el método de cronometraje continuo, ya que este método presenta un registro completo de todo el periodo de observación.

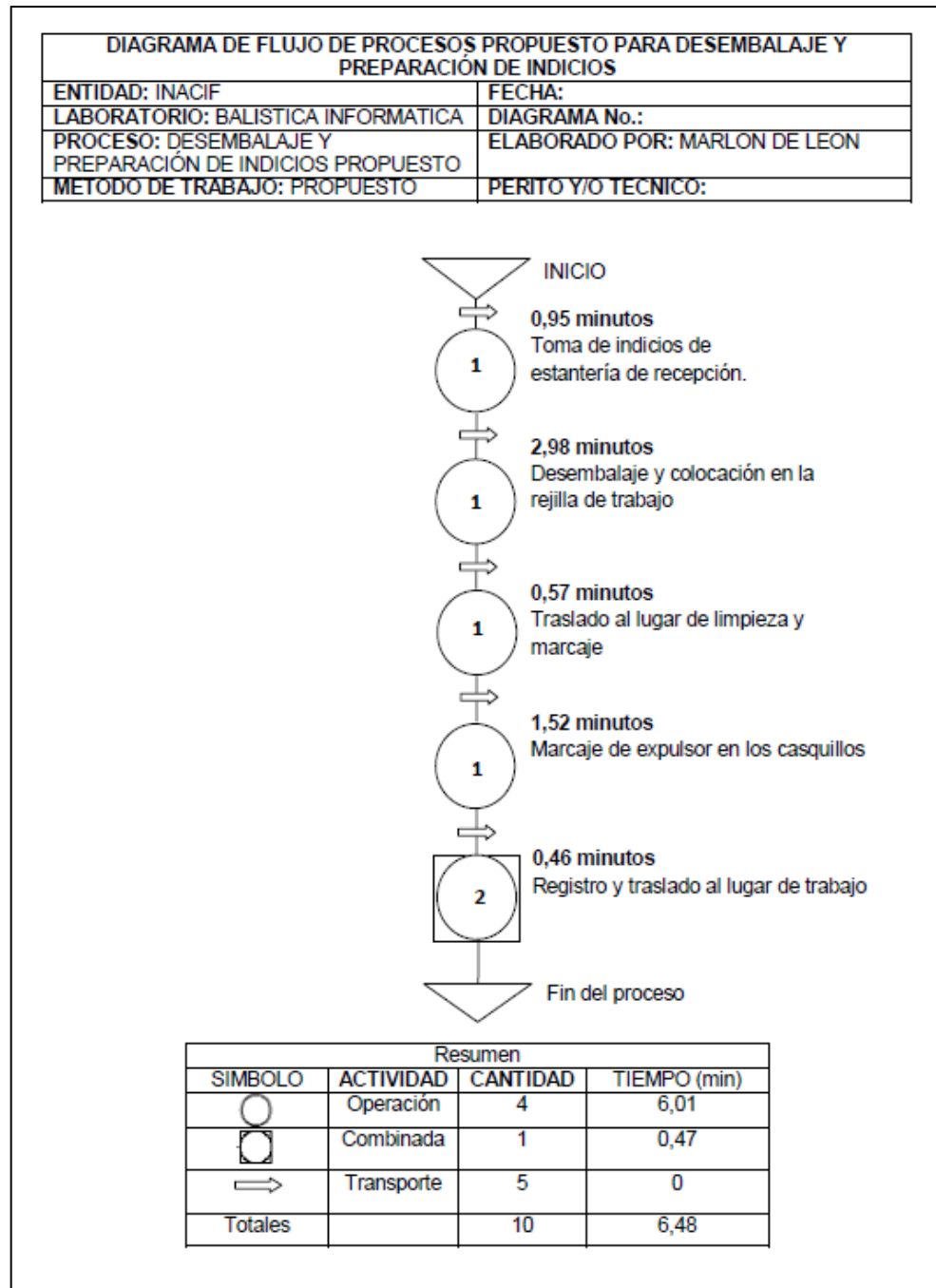
Se harán varias tomas de tiempo cronometrado para calcular la eficiencia del nuevo procedimiento para el proceso de desembalaje y preparación de indicios, se tabulará una tabla con los datos obtenidos.

### **3.2.4. Diagrama del flujo de proceso**

A continuación se presenta el diagrama de flujo propuesto para el proceso de desembalaje y preparación de indicios:



Figura 14. Diagrama de flujo de procesos propuesto para desembalaje y preparación de indicios



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### 3.2.5. Diagrama bimanual del proceso

A continuación se presenta el diagrama bimanual propuesto para el proceso de desembalaje y preparación de indicios:

Figura 15. Diagrama bimanual del proceso de desembalaje y preparación de indicios

DIAGRAMA BIMANUAL									
ENTIDAD: INACIF				FECHA:					
LABORATORIO: BALÍSTICA INFORMATICA				DIAGRAMA NO.:					
PROCESO: DESEMBALAJE Y PREPARACION				ELABORADO POR: MARLON DE LEON					
MÉTODO DE TRABAJO: PROPUESTO				PERITO Y/O TÉCNICO:					
MANO IZQUIERDA	SIMBOLOS				SIMBOLOS				MANO DERECHA
	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	
Toma el indicio	X				X				Manipula el indicios para revisión
Traslado de indicio a lugar de trabajo		X				X			
					X				Desembalaje y colocación en rejilla de trabajo
Marcaje de expulsor en casquillos	X				X				Anota datos al expediente
					X				Embalaje de indicio
Traslado a estantería		X				X			Traslado a estantería
Coloca expediente según su clasificación				X				X	Coloca expediente según su clasificación

RESUMEN		
ACTIVIDAD	MANO IZQUIERDA	MANO DERECHA
OPERACIÓN	02	04
TRASLADO	02	02
DEMORA	00	00
ALMACENAMIENTO	01	01
<b>TOTAL</b>	<b>05</b>	<b>07</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### 3.2.6. Establecimiento de estándares de tiempos para el embalaje y preparación de indicios

A continuación se establecen los estándares de tiempos para el nuevo proceso de desembalaje y preparación de indicio propuesto, por el método de cronometraje continuo, ya que este presenta un registro completo de todo el periodo de prueba del proceso:

Tabla XXXVI. **Estándares de tiempo del nuevo proceso de desembalaje y preparación de indicios**

Núm.	Toma y traslado de los indicios	Desembalaje y colocación en la rejilla de trabajo	Traslado al lugar de limpieza	Marcaje de los casquillos	Traslado al lugar de trabajo	Total (min)
1	1,1	3,2	0,5	1,8	0,4	7
2	0,9	3	0,6	1,6	0,4	6,5
3	1	3,1	0,4	1,5	0,5	6,5
4	0,8	2,8	0,5	1,6	0,4	6,1
5	1	2,7	0,7	1,4	0,6	6,4
6	0,8	2,9	0,7	1,5	0,5	6,4
7	1	3	0,7	1,4	0,5	6,6
8	0,9	2,9	0,5	1,3	0,4	6
9	1	3	0,6	1,5	0,4	6,5
10	1	2,8	0,5	1,4	0,5	6,2
<b>X</b>	0,95	2,98	0,57	1,52	0,469	<b>6,49</b>

Fuente: elaboración propia.

El análisis de la tabla anterior demuestra que el nuevo proceso de desembalaje y preparación de indicios tiene un tiempo promedio 6,48 minutos; el cual al compararlo con el actual se está obteniendo un reducción de 1,38 minutos.

Tabla XXXVII. **Estándares de tiempo del nuevo proceso de desembalaje y preparación de indicios de proyectil tipo dubitado**

Núm.	Toma de estantería de proyectil	Desembalaje y colocación mesa de trabajo	Preparación del compuesto	Traslado a lavadora	Lavado de indicios	Traslado al lugar de trabajo	Total (min)
1	1	1,9	0,5	1,8	15	1,1	21,3
2	0,9	1,9	0,6	2	15	1,2	21,6
3	1,1	1,9	0,7	2	15	1,3	22
4	1,1	1,8	0,8	1,9	15	1,1	21,7
5	0,8	1,7	1	1,7	15	1,5	21,7
6	1,1	1,9	1	2	15	1	22
7	1,2	1,9	0,7	2,1	15	1	21,9
8	1,1	1,7	0,7	2	15	1,4	21,9
<b>X</b>	0,98	1,7	0,6	2	15	1,2	<b>21,76</b>

Fuente: elaboración propia.

El análisis de la tabla anterior demuestra que el nuevo proceso de desembalaje y preparación de indicio tipo proyectil dubitado tiene un tiempo promedio 21,76 minutos, el cual al compararse con el actual, se está obteniendo un reducción de 2,41 minutos.

Tabla XXXVIII. **Estándares de tiempo del nuevo proceso de desembalaje y preparación de indicios huella balística tipo indubitado**

Núm.	Toma de estantería de huella balística	Desembalaje y colocación en la rejilla de trabajo	Traslado al lugar de limpieza	Limpieza de indicio	Marcaje de casquillos y elección de proyectil	Traslado al lugar de trabajo	Total (min)
1	0,5	2,9	0,8	2	2,1	0,5	8,8
2	0,6	2,8	0,7	2,1	2,2	0,5	8,9
3	0,7	2,9	0,8	2	2,2	0,6	9,2
4	0,5	2,8	0,9	2,2	2,3	0,5	9,2
5	0,7	2,8	1	2,1	2,2	0,6	9,4
6	0,5	2,9	0,8	2	2	0,6	8,8
7	0,5	2,9	0,9	2,1	2,1	0,5	9
8	0,5	2,9	1	2	2,2	0,6	9,2
9	0,6	2,9	0,8	2,1	2	0,6	9
10	0,6	2,6	0,8	2	2,2	0,5	8,7
<b>X</b>	0,6	2,7	0,9	2,1	2,15	0,6	<b>9,02</b>

Fuente: elaboración propia.

El análisis de la tabla anterior demuestra que el nuevo proceso de desembalaje y preparación de indicio huella balística tipo indubitado tiene un tiempo promedio 9,02 minutos, con el cual en comparación con el actual se está obteniendo un reducción de 1,02 minutos.

### **3.2.7. Propuesta del nuevo proceso**

La propuesta del nuevo diseño de desembalaje y preparación de indicios estará bajo el cargo del jefe del laboratorio de balística, quien solicitará que sean aprobadas y autorizadas por la Dirección General del INACIF las modificaciones al proceso de desembalaje y preparación de indicios; previa autorización, girará órdenes para que los cambios sean inmediatos y comience el proceso de implementación.

Los técnicos de balística informática realizarán el desembalaje, inspecciones, limpieza a los indicios, preparación del área para análisis del indicio, se anotará la información necesaria y tomas de tiempo para cumplir con los estándares de tiempo propuestos y puesta en funcionamiento del nuevo diseño de desembalaje y preparación de indicios.

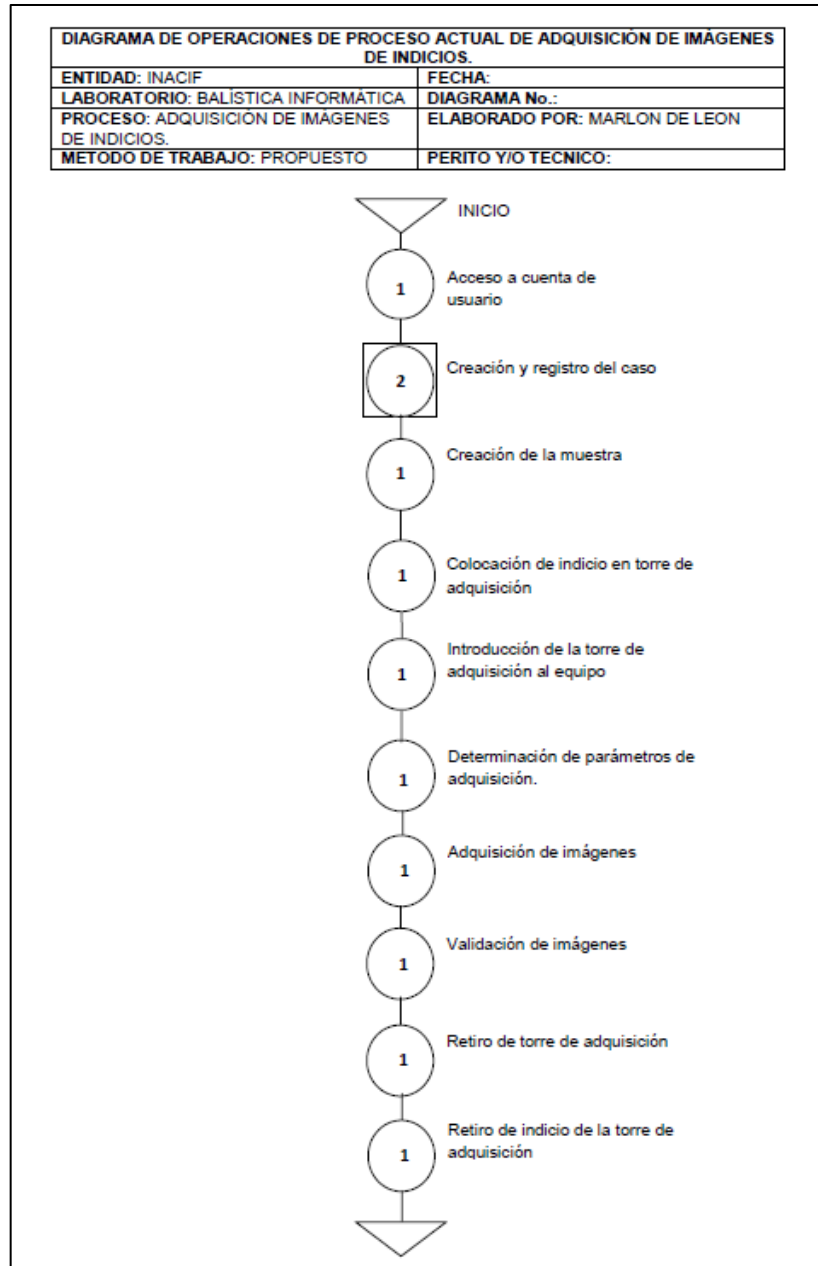
### **3.3. Nuevo diseño para la adquisición de imágenes de indicios**

Se presenta el nuevo diseño para este proceso:

#### **3.3.1. Análisis de operaciones**

A continuación se analiza por medio del diagrama actual el proceso de adquisición de imágenes de indicios. Observando que dicho proceso es efectuado por el técnico que ingresa los indicios al sistema IBIS.

Figura 16. **Diagrama de operaciones de proceso actual de adquisición de imágenes de indicios**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

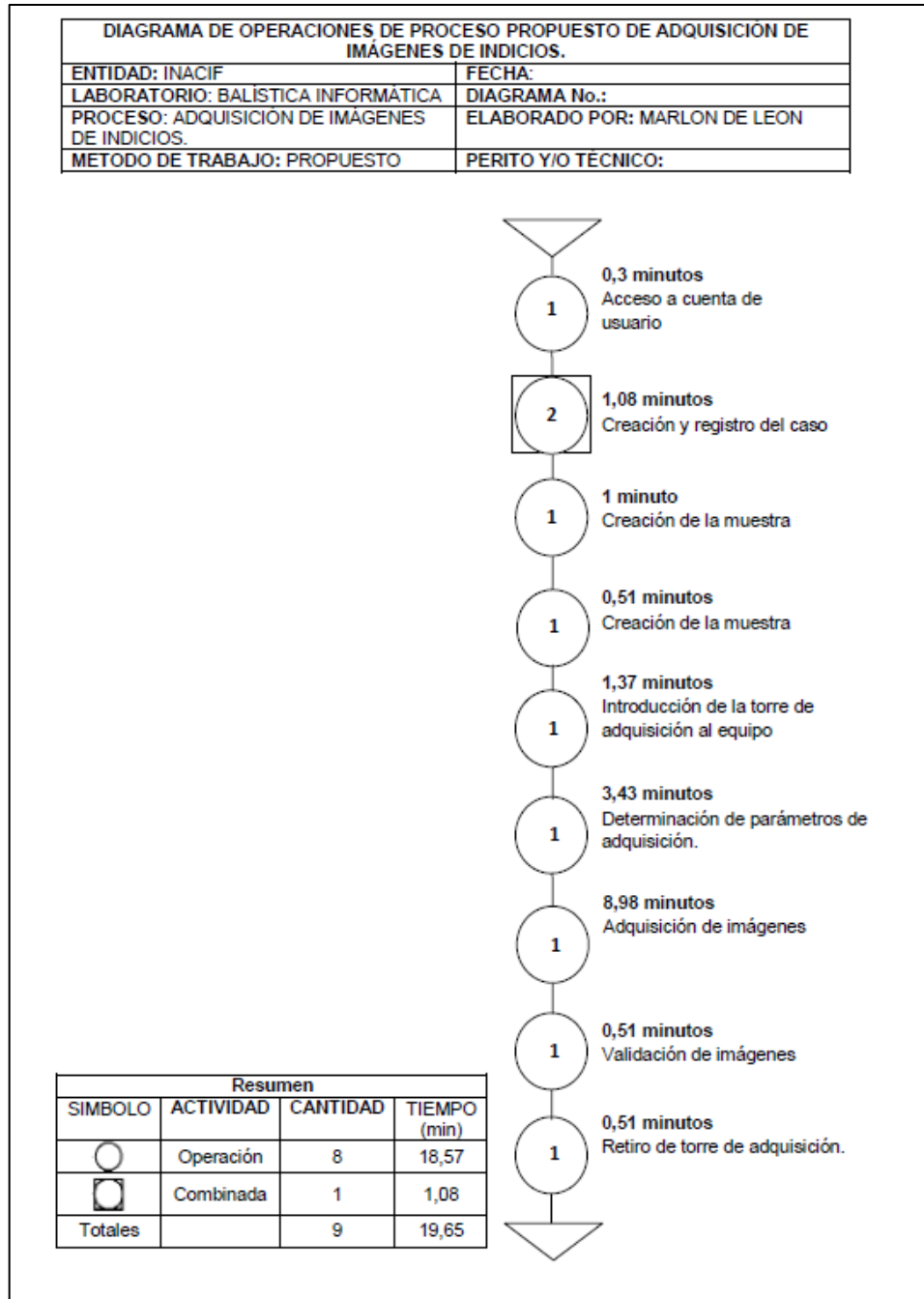
De la figura anterior se sabe que el tiempo promedio obtenido para el proceso es de 21,17 minutos, el cual tiene una calificación del 60 %, siendo un procedimiento muy lento e ineficiente; debido a esto se establece un nuevo diagrama de flujo en el cual se pretende mejorar este proceso para reducir el tiempo de adquisición de imágenes de indicios y ser más eficiente

### **3.3.2. Diagrama de proceso de adquisición de imágenes de indicios**

A continuación se presenta el diagrama de proceso propuesto para la adquisición de imágenes de indicios:

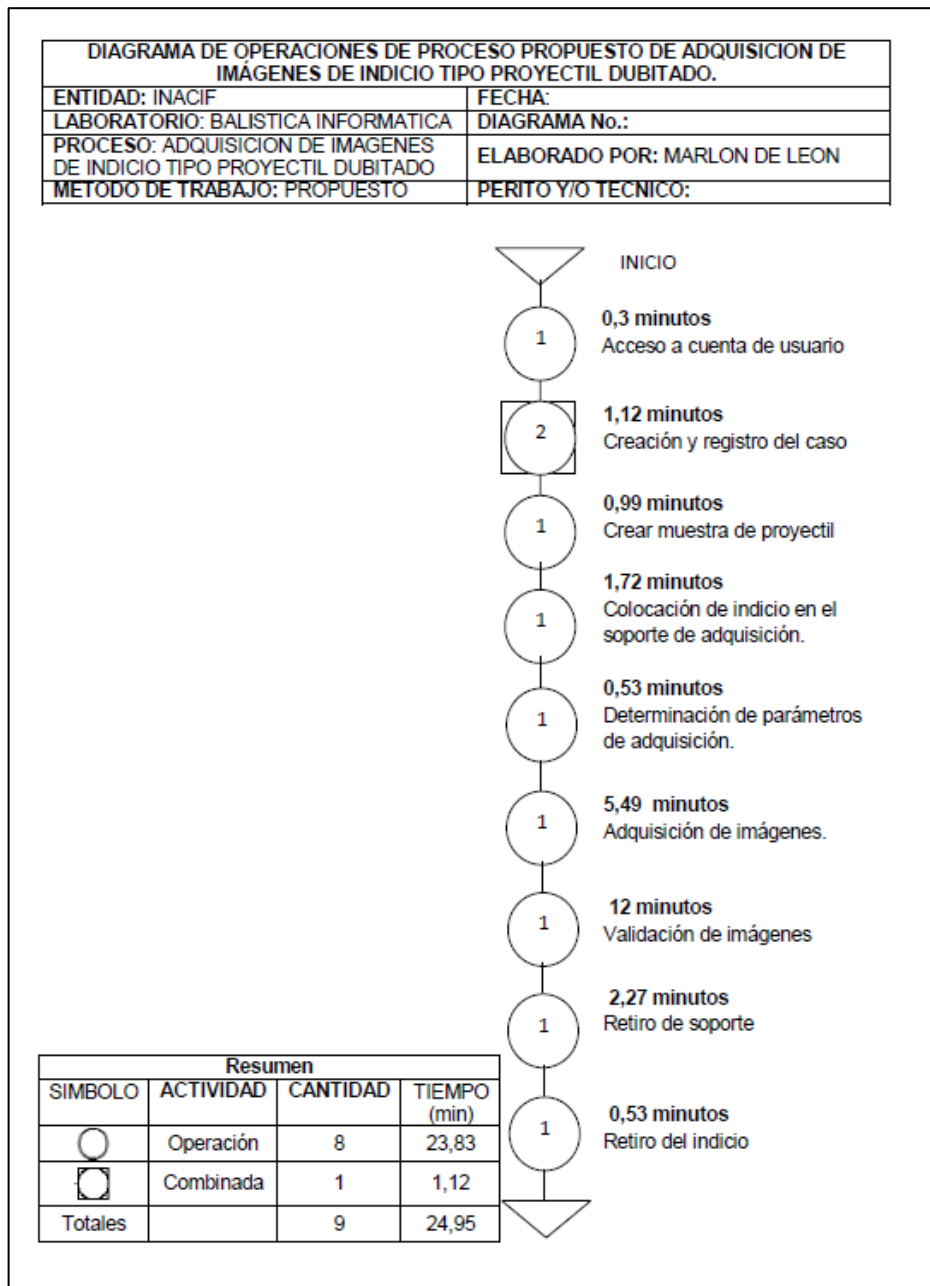


Figura 17. Diagrama de operaciones de proceso propuesto de adquisición de imágenes de indicios



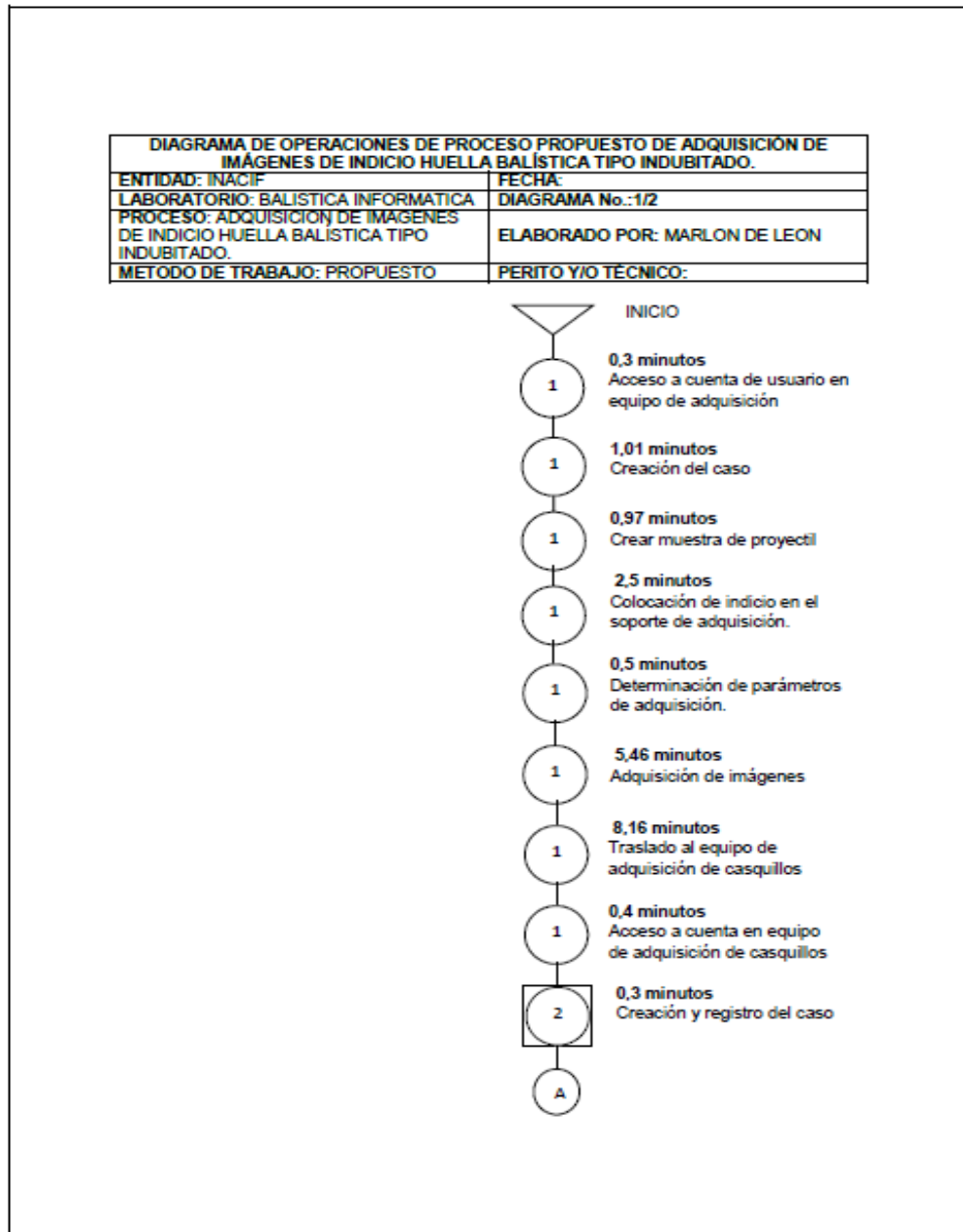
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

Figura 18. Diagrama de operaciones de proceso propuesto de adquisición de imágenes de indicio tipo proyectil dubitado



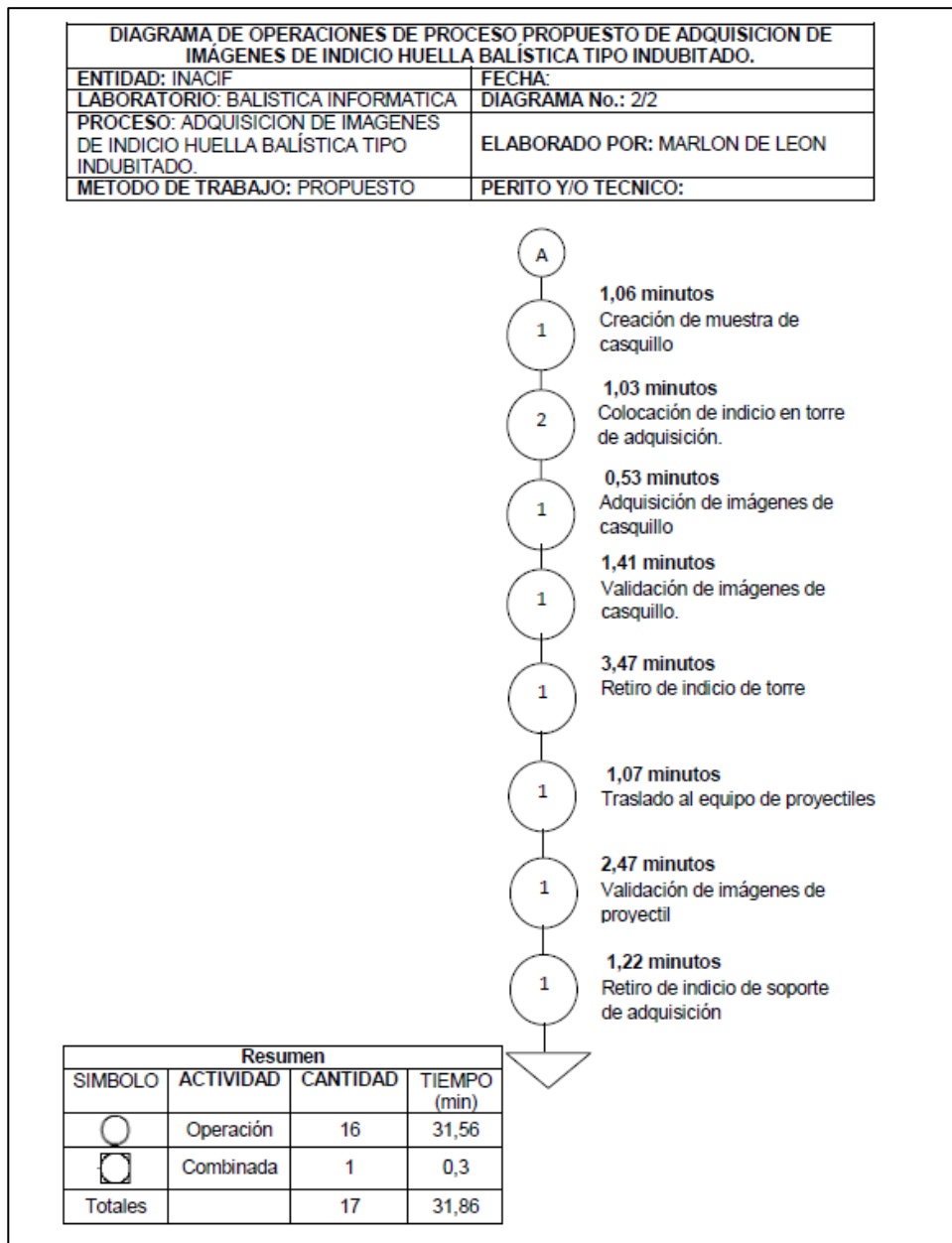
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

Figura 19. Diagrama de operaciones de proceso propuesto de adquisición de imágenes de indicio huella balística tipo indubitado 1/2



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

Figura 20. Diagrama de operaciones de proceso propuesto de adquisición de imágenes de indicio huella balística tipo indubitado 2/2



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### **3.3.3. Estudio de tiempo del método propuesto**

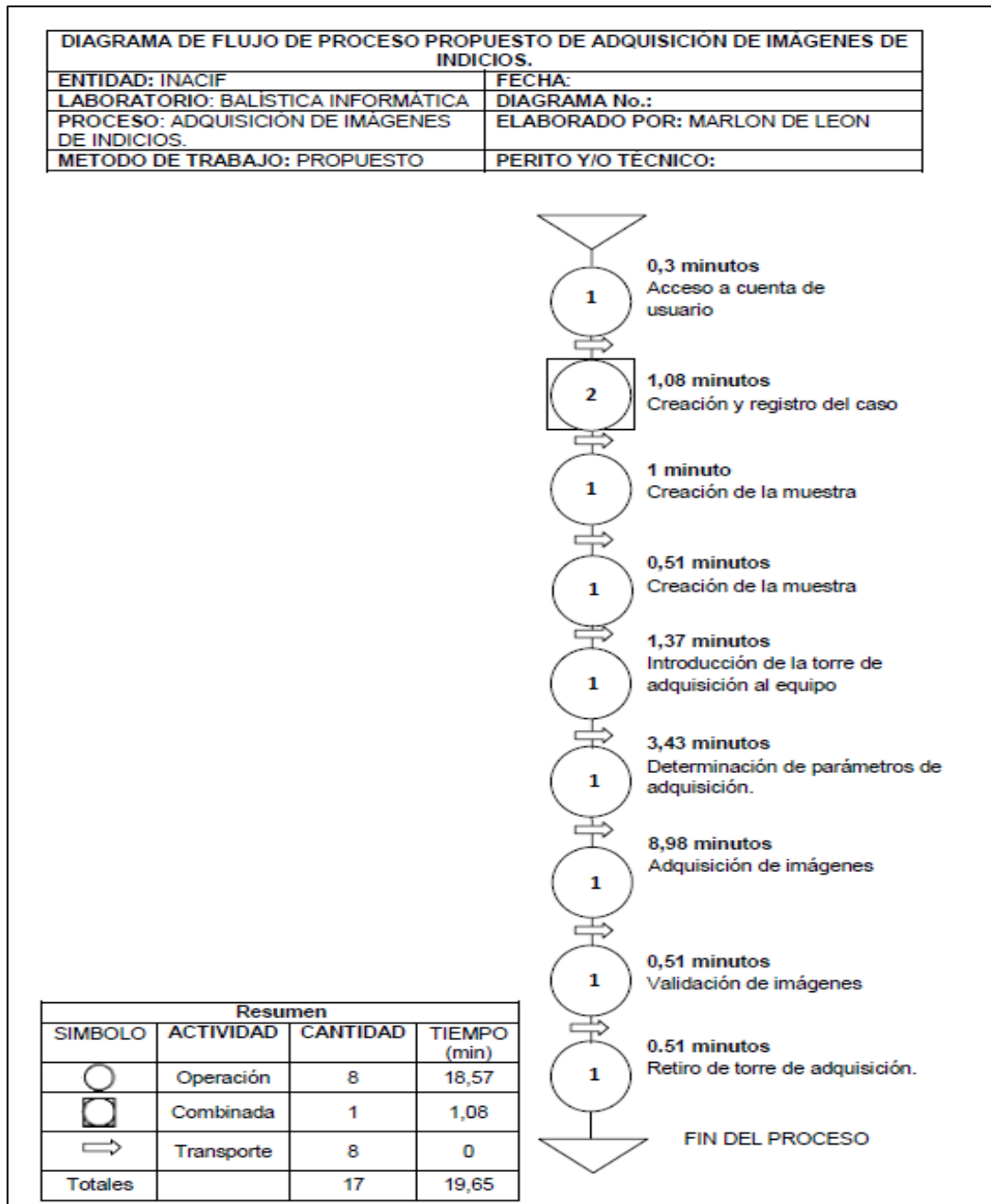
Para establecer el tiempo promedio del proceso se realiza un estudio de tiempos utilizando el método de cronometraje continuo, ya que dicho método presenta un registro completo de todo el periodo de observación.

Se harán varias tomas de tiempo cronometrado para calcular la eficiencia del nuevo procedimiento para la adquisición de imágenes de indicios; se tabulará una tabla con los datos obtenidos.

### **3.3.4. Diagrama de flujo del proceso**

A continuación se presenta el diagrama de flujo propuesto para la adquisición de imágenes de indicios.

Figura 21. Diagrama de flujo de proceso propuesto de adquisición de imágenes de indicios



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### 3.3.5. Diagrama bimanual

A continuación se presenta el diagrama bimanual propuesto para la adquisición de imágenes de indicios.

Figura 22. Diagrama bimanual del proceso propuesto para la adquisición de imágenes de indicios

DIAGRAMA BIMANUAL									
ENTIDAD: INACIF					FECHA:				
LABORATORIO: BALISTICA INFORMATICA					DIAGRAMA NO.:				
PROCESO: ADQUISICION DE IMAGENES					ELABORADO POR: MARLON DE LEON				
MÉTODO DE TRABAJO: PROPUESTO					PERITO Y/O TÉCNICO:				
MANO IZQUIERDA	SIMBOLOS				SIMBOLOS				MANO DERECHA
	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	
Ingreso a cuenta de usuario	X				X				Ingreso a cuenta de usuario
Creación del caso	X				X				Creación de caso
Creación de muestra	X				X				Creación de muestra
Traslado de indicios a torre		X			X				Abrir cubierta de torre
					X				Ingreso de indicio a torre
					X				Determinación de parámetros
					X				Click en el botón de escaneo
Validación de imágenes	X				X				Validación de imágenes
					X				Retiro de indicio de torre
Traslado de indicio a estantería		X				X			Traslado de indicio a estantería
Coloca expediente según su clasificación				X				X	Coloca expediente e indicio según su clasificación

RESUMEN		
ACTIVIDAD	MANO IZQUIERDA	MANO DERECHA
OPERACIÓN	04	09
TRASLADO	02	01
DEMORA	00	00
ALMACENAMIENTO	01	01
<b>TOTAL</b>	<b>07</b>	<b>12</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### 3.3.6. Establecimiento de estándares de tiempos para la adquisición de imágenes

A continuación se establecen los estándares de tiempos para el nuevo proceso de adquisición de imágenes de indicios propuesto, por el método de cronometraje continuo, ya que este método presenta un registro completo de todo el periodo de prueba del proceso.

Tabla XXXIX. **Estándares de tiempo del nuevo proceso de adquisición de imágenes de indicios**

Núm.	Ingreso de usuario	Crear caso	Muestra	Colocación indicio	Introducción	Parámetro	Adquisición imágenes	Validación	Retiro de indicio	Total (min)
1	0,3	1,2	0,8	0,5	1,5	3,5	9	2,5	0,5	19,8
2	0,3	1	1	0,4	1,3	3,6	8,7	2,4	0,4	19,1
3	0,3	1,1	1	0,6	1,5	3,4	9,1	2,5	0,6	20,1
4	0,3	1,1	1,1	0,4	1,2	3,3	8,9	2,4	0,6	19,3
5	0,3	1	0,9	0,5	1,3	3,5	9	2,6	0,5	19,6
6	0,3	1,1	1,1	0,5	1,5	3,4	9,1	2,3	0,4	19,7
7	0,3	1,2	1	0,7	1,3	3,5	9	2,6	0,5	20,1
8	0,3	1	1,1	0,5	1,4	3,2	9,1	2,5	0,6	19,7
<b>X</b>	0,3	1,08	1	0,51	1,37	3,43	8,98	2,47	0,51	<b>19,675</b>

Fuente: elaboración propia.

El análisis de la tabla anterior demuestra que el nuevo proceso de adquisición de imágenes de indicios de casquillo tipo dubitado tiene un tiempo promedio 19,68 minutos; el cual en comparación con el actual permite obtener una reducción de 1,49 minutos.



Tabla XL. **Estándares de tiempo del nuevo proceso de adquisición de imágenes de indicio proyectil tipo dubitado**

Núm.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Total (min)
1	0,3	1	1	1,8	0,5	5,7	12	2,5	0,6	25,4
2	0,3	1,1	0,9	1,7	0,5	5,4	12	2	0,5	24,4
3	0,3	1,2	1,1	1,5	0,4	5,5	12	2,1	0,4	24,8
4	0,3	1	1	1,5	0,6	5,3	12	2,2	0,5	24,5
5	0,3	1,1	0,8	1,8	0,6	5,6	12	2,4	0,5	25,3
6	0,3	1,2	1	1,8	0,5	5,5	12	2,5	0,6	25,7
7	0,3	1	0,9	1,8	0,6	5,4	12	2,3	0,5	24,9
8	0,3	1,1	1,2	1,9	0,5	5,5	12	2,2	0,6	25,5
<b>X</b>	0,3	1,1	0,9	1,7	0,65	5,54	12	2,3	0,55	<b>25,1</b>

Fuente: elaboración propia.

Donde:

- A = acceso a usuario
- B = crear caso
- C = crear muestra de proyectil
- D = colocación de indicio en el soporte de adquisición
- E = determinación de parámetros de adquisición
- F = adquisición de imágenes
- G = validación de imágenes
- H = retiro de soporte
- I = retiro del indicio

El análisis de la tabla anterior se muestra que el nuevo proceso de adquisición de imágenes de indicio tipo proyectil tipo dubitado tiene un tiempo promedio 25,1 minutos; el cual en comparación con el actual permite obtener una reducción de 3 minutos.

Tabla XLI. **Estándares de tiempo del nuevo proceso de adquisición de imágenes de indicio huella balística tipo indubitado**

Núm.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	Total (min)
1	0,3	1,1	1,1	2,5	0,4	5,6	8	0,4	0,3	1	0,9	0,5	1,4	3,4	1	2,5	1,4	31,8
2	0,3	1	0,9	2,6	0,4	5,5	8,1	0,4	0,3	0,9	1	0,4	1,5	3,6	1,1	2,4	1,3	31,7
3	0,3	0,9	0,9	2,5	0,6	5,6	8,2	0,4	0,3	1,1	1	0,6	1,3	3,5	1,2	2,3	1,2	31,9
4	0,3	1,1	1	2,4	0,5	5,3	8,1	0,4	0,3	1,2	1,1	0,5	1,3	3,5	1,1	2,6	1,3	32
5	0,3	1	1,1	2,3	0,6	5,5	8,3	0,4	0,3	1,1	1	0,5	1,4	3,3	1	2,5	1,1	31,7
6	0,3	0,9	1	2,6	0,5	5,4	8,1	0,4	0,3	1	1,1	0,6	1,5	3,4	1,1	2,4	1,2	31,8
7	0,3	1,1	1	2,5	0,6	5,3	8,3	0,4	0,3	1,1	1,2	0,6	1,5	3,5	1,1	2,6	1,2	32,6
8	0,3	1	0,8	2,6	0,4	5,5	8,2	0,4	0,3	1,1	1	0,5	1,4	3,6	1	2,5	1,1	31,7
<b>X</b>	0,3	1,05	0,95	2,5	0,5	5,45	8,2	0,4	0,3	1,05	1,1	0,5	1,4	3,6	1,1	2,4	1,1	<b>31,9</b>

Fuente: elaboración propia.

Donde:

- A = acceso a cuenta de usuario en el equipo de adquisición de proyectiles
- B = creación del caso a ingresar
- C = creación de la muestra de proyectil
- D = colocación de proyectil en el soporte
- E = colocación del soporte en el equipo
- F = determinación de parámetros de adquisición para el proyectil
- G = adquisición de imágenes de proyectil

- H = traslado al equipo de adquisición de casquillos
- I = acceso a cuenta de usuario en el equipo de adquisición de casquillos
- J = creación del caso a ingresar
- K = creación de la muestra de casquillo
- L = colocación de indicio en la torre de adquisición
- M = adquisición de imágenes de casquillo
- N = validación de imágenes
- O = retiro de indicio de torre de adquisición
- P = traslado al equipo de adquisición de proyectiles
- Q = validación de imágenes de proyectil

El análisis de la tabla anterior muestra que el nuevo proceso de adquisición de imágenes de indicio de huella balística tiene un tiempo promedio 31,9 minutos; el cual en comparación con el actual, permite obtener una reducción de 4,58 minutos.

### **3.3.7. Propuesta del nuevo proceso**

La propuesta del nuevo diseño de adquisición de imágenes de indicios estará bajo el cargo del jefe del laboratorio de balística quien solicitará que sean aprobadas y autorizadas por la Dirección General del INACIF las modificaciones al proceso de adquisición de imágenes de indicios; previa autorización se girarán órdenes para que los cambios sean inmediatos y comience el proceso de implementación.

En el proceso de adquisición de imágenes de casquillos tipo dubitado, se espera reducir el tiempo haciendo que la operación de retiro de indicio abarque conjuntamente el retiro del indicio de la torre de sujeción.

En el proceso de adquisición de imágenes de proyectiles tipo dubitado se espera que el técnico que realiza la operación de colocación de indicio en el soporte de adquisición desarrolle la habilidad de colocar simultáneamente dicho soporte en el equipo de adquisición de imágenes, con ello reducir dos operaciones del proceso anterior en una sola.

En el proceso de adquisición de imágenes de huella balística del tipo indubitado, se reduce el tiempo haciendo que el técnico desarrolle la habilidad de colocar el casquillo en la torre de adquisición, al mismo tiempo que esta es colocada en el equipo, también se espera que la adquisición de imágenes abarque el establecimiento de parámetros de adquisición.

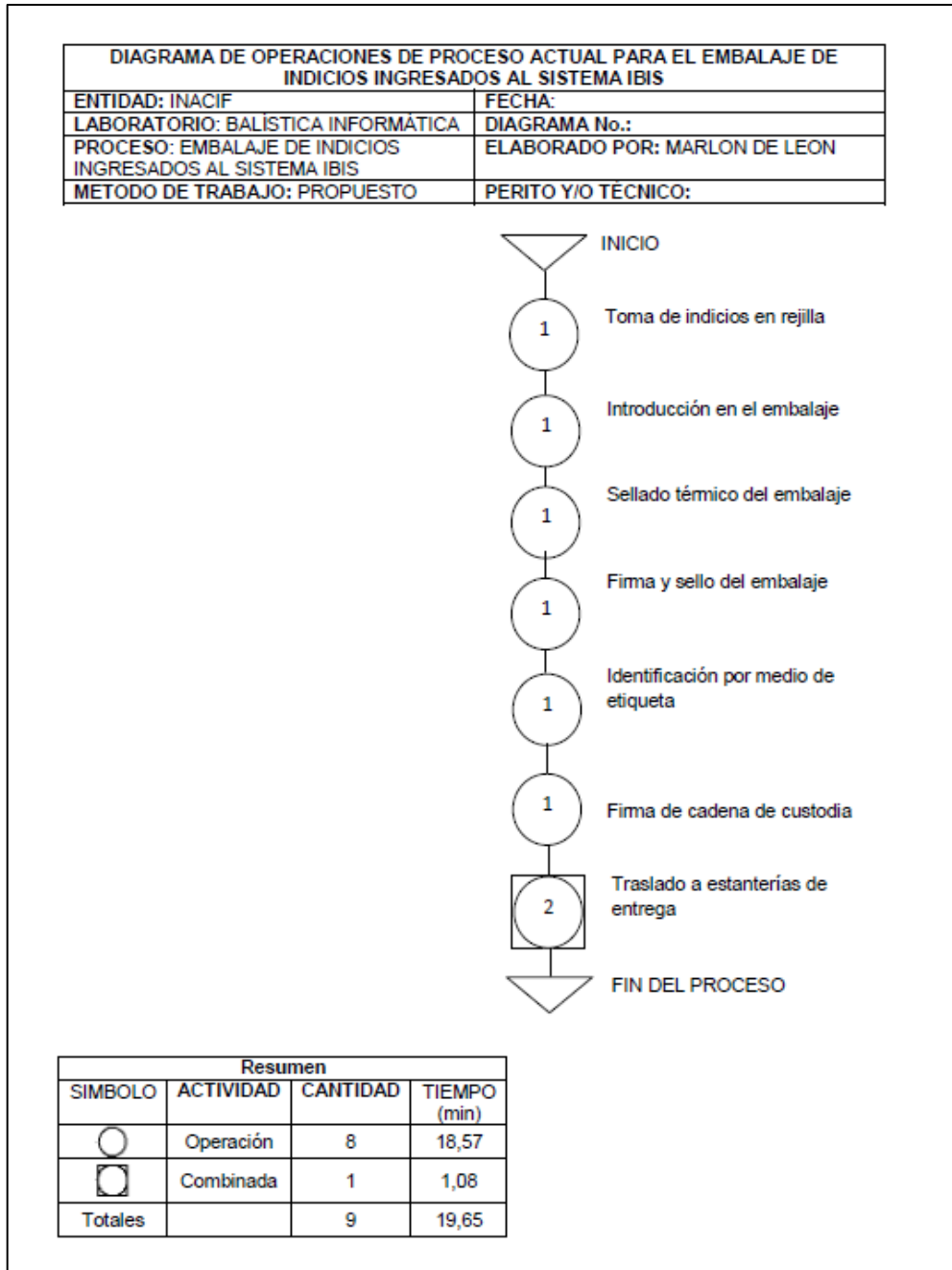
### **3.4. Nuevo diseño para el embalaje de indicios ingresados al sistema IBIS**

Se presenta el nuevo diseño para este proceso:

#### **3.4.1. Análisis de operaciones**

A continuación se analiza por medio del diagrama actual de proceso para el embalaje de indicios ingresados al sistema IBIS, observando que dicho proceso es efectuado por el técnico que ingresa los indicios al sistema IBIS.

Figura 23. Diagrama de operaciones de proceso actual para el embalaje de indicios ingresados al sistema IBIS



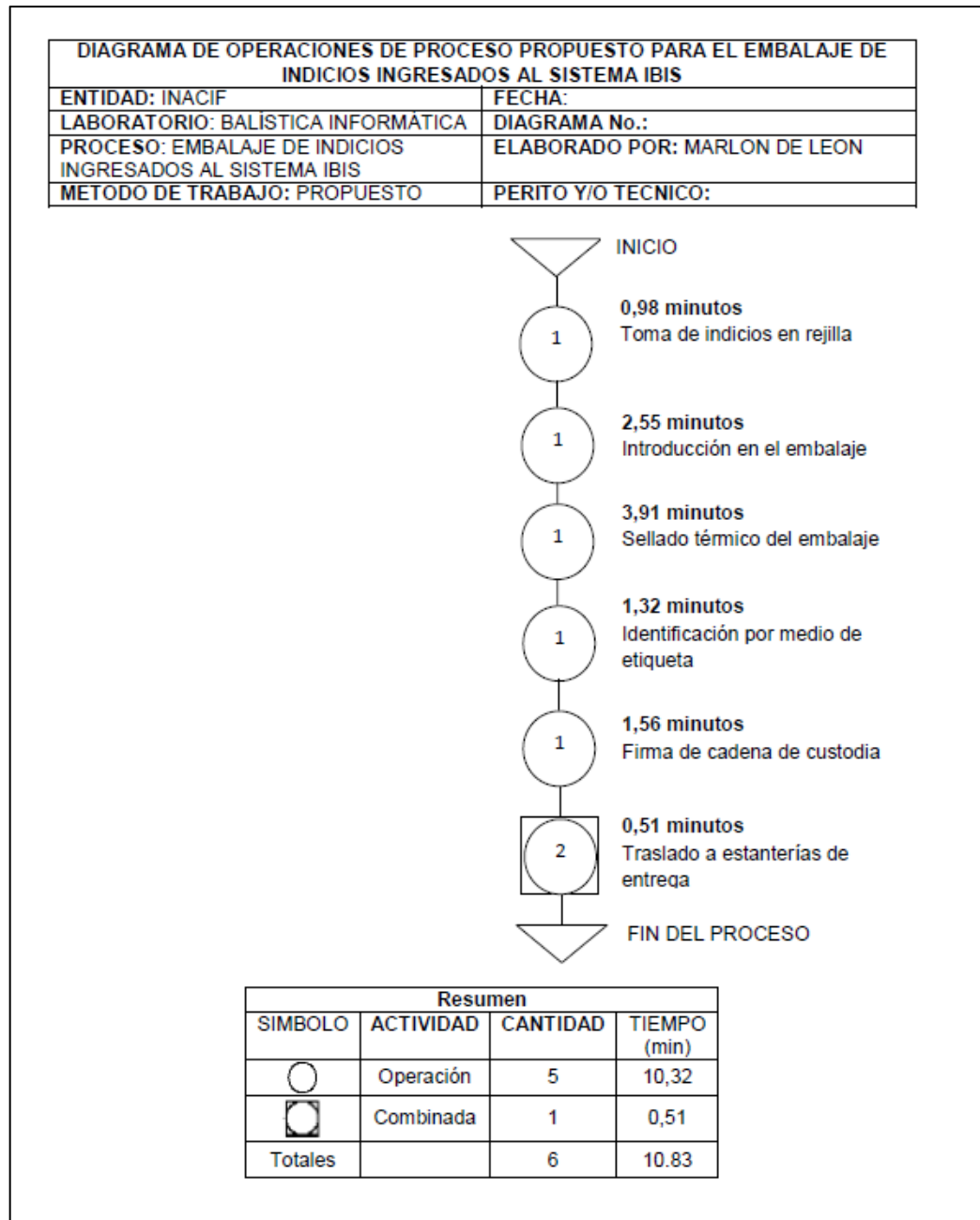
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

En la figura anterior se sabe que el tiempo promedio obtenido para el proceso es de 19,65 minutos, el cual tiene una calificación del 40 %; siendo un procedimiento muy lento e ineficiente; debido a esto se establece un nuevo diagrama de flujo en el cual se pretende mejorar este proceso para reducir el tiempo de embalaje de indicios ingresados al sistema IBIS y ser más eficiente.

#### **3.4.2. Diagrama de proceso de embalaje de indicios ingresados al sistema IBIS**

A continuación se presenta el diagrama de proceso propuesto para el embalaje de indicios ingresados al sistema IBIS.

Figura 24. **Diagrama de operaciones de proceso propuesto para el embalaje de indicios al sistema IBIS**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### **3.4.3. Estudio de tiempos del método propuesto**

Para establecer el tiempo promedio del proceso se realiza un estudio de tiempos, utilizando el método de cronometraje continuo, ya que presenta un registro completo de todo el periodo de observación.

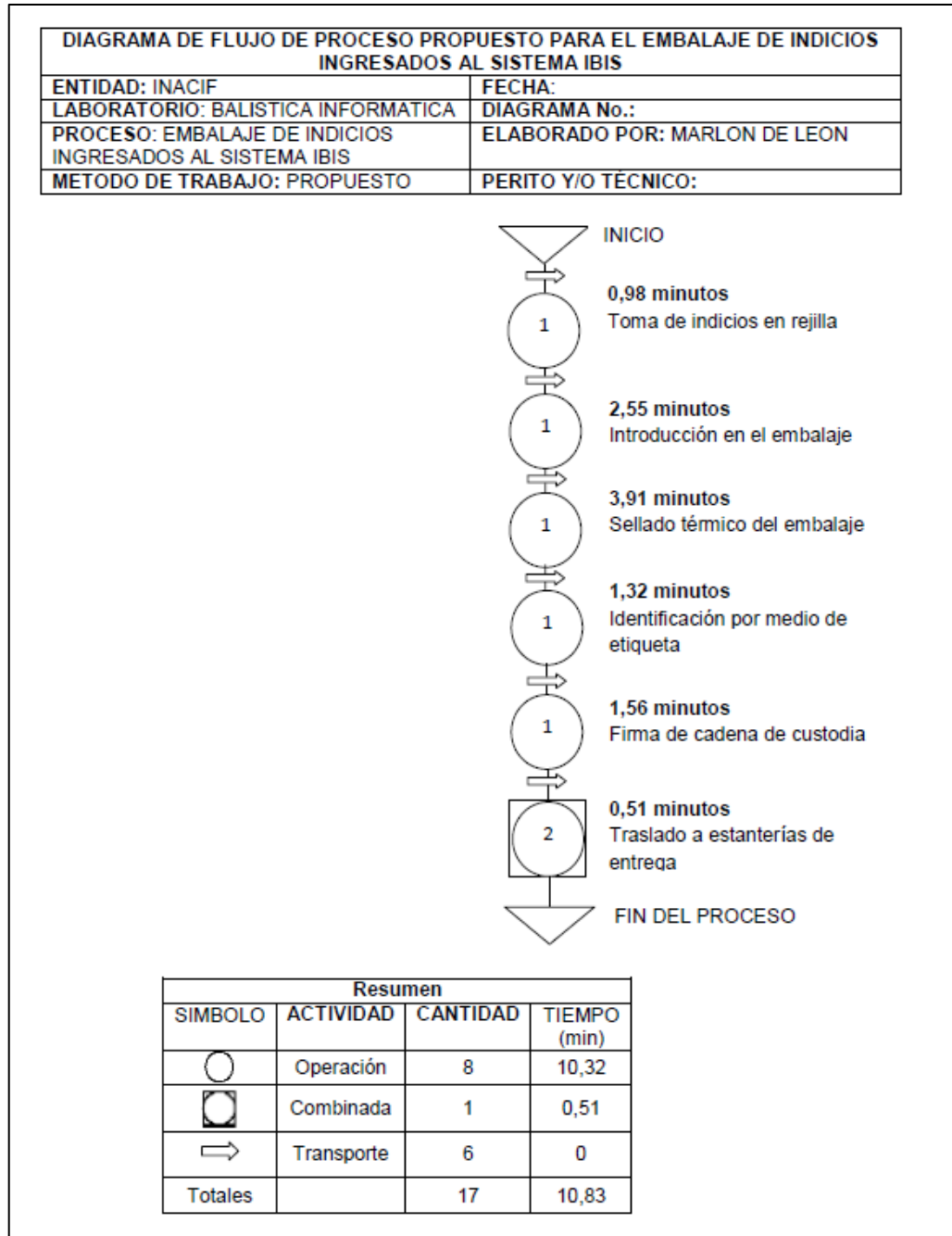
Se harán varias tomas de tiempo cronometrado para calcular la eficiencia del nuevo procedimiento para el área de recepción de indicios; se tabulará una tabla con los datos obtenidos.

### **3.4.4. Diagrama de flujo del proceso**

A continuación se presenta el diagrama de flujo propuesto para el embalaje de indicios ingresados a IBIS:



Figura 25. Diagrama de flujo de proceso propuesto para el embalaje de indicios ingresados al sistema IBIS



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### 3.4.5. Diagrama bimanual

A continuación se presenta el diagrama bimanual propuesto para el embalaje de indicios ingresados a IBIS:

Figura 26. **Diagrama bimanual del proceso propuesto para el embalaje de indicios ingresados a IBIS**

DIAGRAMA BIMANUAL									
ENTIDAD: INACIF				FECHA:					
LABORATORIO: BALÍSTICA INFORMATICA				DIAGRAMA NO.:					
PROCESO: EMBALAJE DE INDICIOS IBIS				ELABORADO POR: MARLON DE LEON					
MÉTODO DE TRABAJO: PROPUESTO				PERITO Y/O TÉCNICO:					
MANO IZQUIERDA	SIMBOLOS				SIMBOLOS				MANO DERECHA
	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	
Toma el indicio en rejilla	X				X				Manipula el indicio para verificar datos
Deja indicio sobre escritorio	X				X				Anotación de datos en etiqueta
Introduce indicio en el sobre	X				X				Introduce indicio en el sobre
Manipulación de maquina selladora	X				X				Manipulación de maquina selladora
Pegado etiqueta en sobre	X				X				Pegado etiqueta en sobre
					X				Firma cadena de custodia
Traslado a estantería		X				X			Traslado a estantería
Coloca indicio según su clasificación				X				X	Coloca indicio según su clasificación
RESUMEN									
ACTIVIDAD	MANO IZQUIERDA				MANO DERECHA				
OPERACIÓN	05				06				
TRASLADO	01				01				
DEMORA	00				00				
ALMACENAMIENTO	01				01				
TOTAL	07				07				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### 3.4.6. Establecimiento de estándares de tiempos para el embalaje de indicios

A continuación se establecen los estándares de tiempos para el nuevo proceso de embalaje de indicios tipo dubitados e indubitados ingresados al IBIS propuesto por el método de cronometraje continuo, ya que este presenta un registro completo de todo el periodo de prueba del proceso.

Tabla XLII. Estándares de tiempo del nuevo proceso de embalaje de indicios

Núm.	Toma de indicios de la rejilla	Introducción de indicios al sobre	Sellado térmico de embalaje	Identificación por etiqueta	Firma de cadena de custodia	Traslado	Total (min)
1	1	2,5	3,6	1,3	1,6	0,5	10,5
2	1,1	2	3,8	1,2	1,5	0,6	10,2
3	0,9	2,3	4,2	1,4	1,3	0,5	10,6
4	1,1	2,5	4	1,3	1,5	0,6	11
5	1	2	4,1	1,2	1,7	0,5	10,5
6	0,8	3	3,9	1,5	1,6	0,6	11,4
7	1	3,1	4	1,2	1,8	0,4	11,5
8	0,9	2,6	3,8	1,5	1,5	0,4	10,7
9	1,1	2,7	3,7	1,4	1,6	0,6	11,1
10	0,9	2,8	4	1,2	1,5	0,4	10,8
<b>X</b>	0,98	2,55	3,91	1,32	1,56	0,51	<b>10,83</b>

Fuente: elaboración propia.

El análisis de la tabla anterior demuestra que el nuevo proceso de embalaje de indicios ingresado a IBIS tiene un tiempo promedio 10,83 minutos, con el cual en comparación con el actual, se estará obteniendo un reducción de 1,25 minutos.

### **3.4.7. Propuesta del nuevo proceso**

La propuesta del nuevo diseño de embalaje de indicios ingresados a IBIS estará bajo el cargo del jefe del laboratorio de balística quien solicitará que sean aprobadas y autorizadas por la Dirección General del INACIF las modificaciones al proceso de embalaje de indicios ingresados a IBIS; previa autorización girará órdenes para que los cambios sean inmediatos y comience el proceso de implementación quien conjuntamente con los técnicos de balística realizarán el embalaje respectivo y el resguardo de la cadena de custodia del indicio, y etiquetarán los indicios, y trasladándolos al Departamento de Recepción, Control y Distribución para su almacenaje final y realizar tomas de tiempo para cumplir con los estándares de tiempo propuestos y puesta en funcionamiento del nuevo diseño de embalaje de indicios ingresados a IBIS.

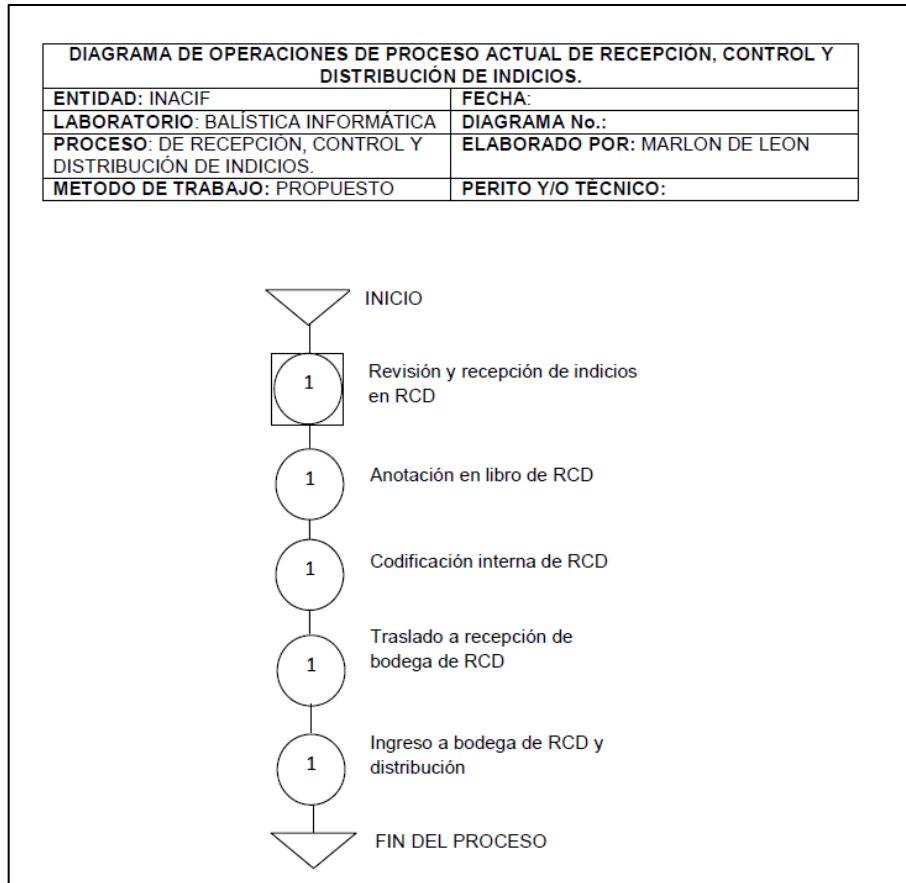
### **3.5. Nuevo diseño para el traslado de indicios del laboratorio de balística informática a RCD**

Se presenta a continuación el nuevo diseño para este proceso:

#### **3.5.1. Análisis de operaciones**

A continuación se analiza por medio del diagrama actual del proceso de traslado de indicios del laboratorio de balística a RCD. Observando que el técnico es el encargado de llevar el indicio a la recepción del departamento de RCD, donde posteriormente los técnicos de RCD ingresarán la información a la base de datos para la codificación del indicio y posterior almacenaje en la bodega general de RCD.

Figura 27. **Diagrama de operaciones de proceso actual de recepción, control y distribución de indicios**



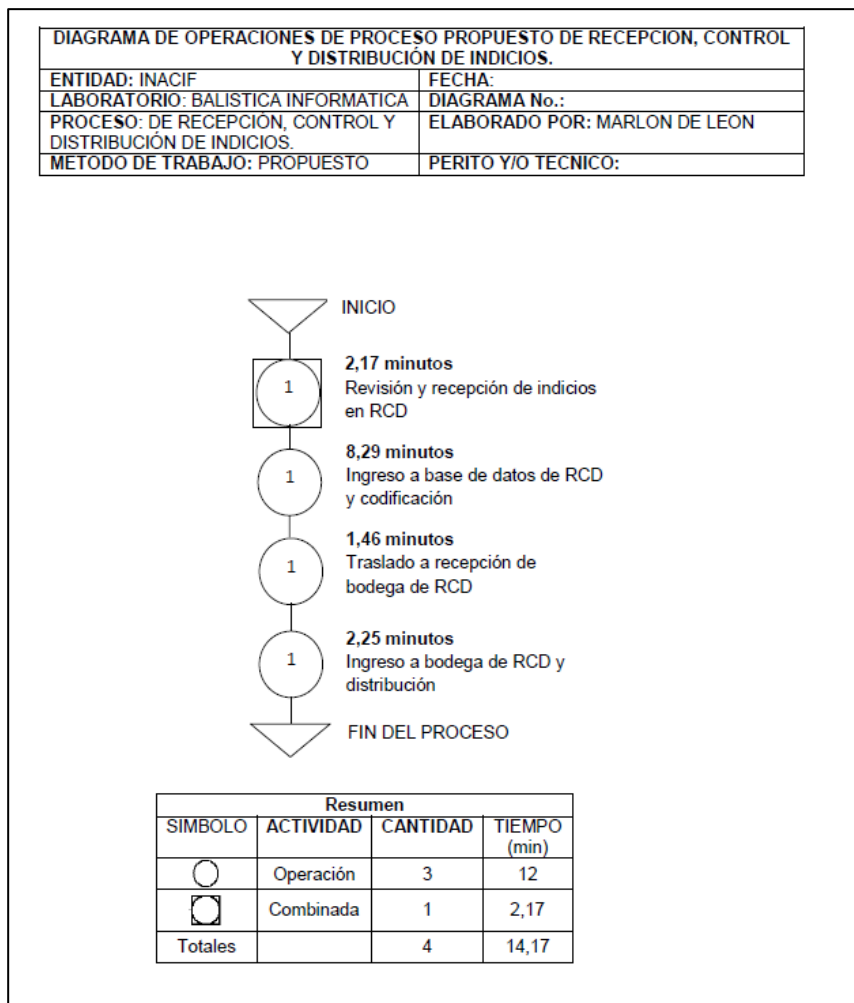
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

En la figura anterior se sabe que el tiempo promedio obtenido para el proceso es de 14,52 minutos; el cual tiene una calificación del 53 %, siendo un procedimiento lento e ineficiente; debido a esto se establece un nuevo diagrama de flujo en el cual se pretende mejorarlo para reducir el tiempo de recepción, control y distribución de indicios más eficiente.

### 3.5.2. Diagrama de proceso de recepción, control y distribución de indicios

A continuación se presenta el diagrama de proceso propuesto para el área de recepción, control y distribución de indicios.

Figura 28. Diagrama de operaciones de proceso propuesto de recepción, control y distribución de indicios



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### **3.5.3. Estudio de tiempos del método propuesto**

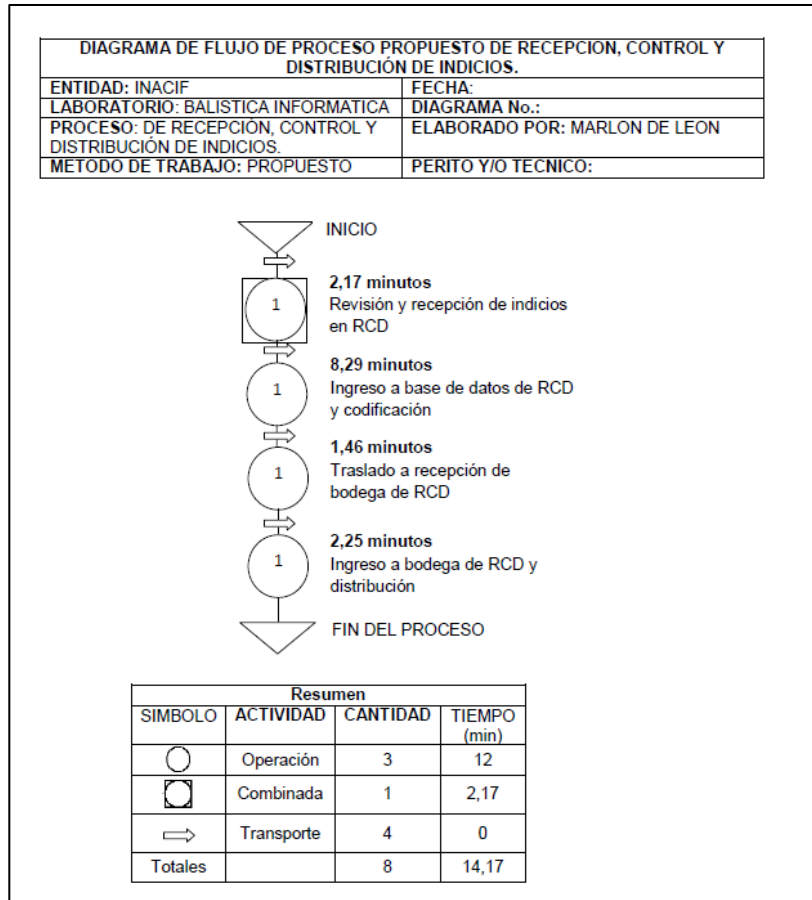
Para establecer el tiempo promedio del proceso se realiza un estudio de tiempos utilizando el método de cronometraje continuo, ya que este presenta un registro completo de todo el periodo de observación.

Se harán varias tomas de tiempo cronometrado para calcular la eficiencia del nuevo procedimiento para el área de recepción de indicios; se tabulará una tabla con los datos obtenidos.

### **3.5.4. Diagrama de flujo del proceso**

A continuación se presenta el diagrama de flujo propuesto para la recepción, control y distribución de indicios:

Figura 29. **Diagrama de flujo de proceso propuesto de recepción, control y distribución de indicios**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

### 3.5.5. Establecimiento de estándares de tiempos para el traslado de indicios

A continuación se establecen los estándares de tiempos para el nuevo proceso de recepción, control y distribución de indicios propuestos por el método de cronometraje continuo, ya que este método presenta un registro completo de todo el periodo de prueba del proceso.



Tabla XLIII. **Estándares de tiempo del nuevo proceso de recepción, control y distribución de indicios**

Núm.	Revisión y control de indicios	Ingreso a base de datos y codificación	Traslado a recepción de bodega	Ingreso a bodega y colocación de estantería especial	Total (min)
1	1,9	4	1,5	2	9,4
2	2	4,5	1,6	2,3	10,4
3	2,1	4,1	1,7	2,3	10,2
4	3	4	1,5	2,4	10,9
5	1,9	4	1,1	2,2	9,2
6	2	4,5	1,4	2,2	10,1
7	2	4,6	1,5	2,4	10,5
8	2,3	4	1,4	2,5	10,2
9	2,5	4,5	1,6	2,1	10,7
10	2	4,2	1,3	2,1	9,6
<b>X</b>	<b>2,17</b>	<b>4,29</b>	<b>1,45</b>	<b>2,15</b>	<b>10,16</b>

Fuente: elaboración propia.

El análisis de la tabla anterior demuestra que el nuevo proceso de recepción, control y distribución de indicios tiene un tiempo promedio 10,16 minutos, el cual en comparación con el actual permite una reducción de 4,92 minutos.

### **3.5.6. Propuesta del nuevo proceso**

La propuesta del nuevo diseño de recepción, control y distribución de indicios estará bajo el cargo del jefe del departamento de RCD quien solicitará que sean aprobadas y autorizadas por la Dirección General del INACIF; las modificaciones al proceso de recepción, control y distribución de indicios, previa autorización, girará órdenes para que los cambios sean inmediatos y comience el proceso de implementación quienes al ser presentada una solicitud de peritaje, la Sección de Recepción de Control y Distribución de Indicios de INACIF procederán a:

- Verificar el cumplimiento de los indicios.
- Establecer que la cadena de custodia haya sido cumplida en forma técnica y correcta.
- Corroborar que el indicio enviado coincida con el indicio descrito.
- Comprobar que el indicio esté en condiciones para ser resguardado.

Los técnicos de RCD serán los encargados de verificar los pasos descritos para darle su codificación y almacenaje final dentro de bodega general de RCD y realizar tomas de tiempo para cumplir con los estándares de tiempo propuestos, capacitación del personal operativo y puesta en funcionamiento del nuevo diseño de recepción, control y distribución de indicios.

### **3.6. Resumen del análisis de los nuevos procesos operativos**

En resumen se podría decir que la implementación de los nuevos procesos administrativos y operativos dará como resultado una reducción de tiempo muy útil para la adquisición e ingreso de imágenes al sistema IBIS, cumpliendo con el objetivo trazado de optimizar los procesos operativos para encontrar una coordinación entre técnicos en balística y de IBIS, comprobando la eficacia y reducción de costos de estas operaciones, tomando en cuenta que toda modificación o cambio que se realice deber ser consensuado con el jefe del laboratorio de balística y jefe del balística informática, ya que ellos son los responsables de que siga mejorando el proceso operativo para seguir mejorando la eficiencia del proceso.

### **3.7. Análisis comparativo**

A continuación se presenta una tabla donde se hace el análisis comparativo de los procesos mostrando el porcentaje de eficiencia alcanzado y costo que se ahorrará la institución por la reducción de este tiempo, de forma individual.

Tabla XLIV. **Análisis comparativo de los procesos operativos**

No.	Proceso operativo	Tiempo actual (min)	Costo actual por proceso	Eficiencia del proceso	Tiempo propuesto (min)	Tiempo reducido (min)	Ahorro alcanzado
<b>1</b>	<b>Recepción de indicios</b>	4,97	Q. 3,15	53 %	4,07	0,9	Q. 0,57
<b>2</b>	<b>Desembalaje y preparación de indicios</b>						
	Indicios casquillo tipo dubitado	7,8	Q. 2,63	47 %	6,42	1,38	Q. 0,46
	Indicio proyectil tipo dubitado	24,17	Q. 8,26	42 %	21,76	2,41	Q. 0,82
	Huella balística tipo indubitado	10,04	Q. 3,39	47 %	9,02	1,02	Q. 0,34
<b>3</b>	<b>Adquisición de imágenes de indicios</b>						
	Indicios casquillos tipo dubitado	21,17	Q. 10,60	60 %	19,68	1,49	Q. 0,75
	Indicio proyectil tipo dubitado	28,1	Q. 91,83	60 %	25,1	3	Q. 9,80
	Huella balística tipo indubitado	36,48	Q. 124,75	55 %	31,9	4,58	Q. 15,66
<b>4</b>	<b>Proceso de embalaje</b>						
	Indicio tipo dubitado	8,12	Q. 2,68	44 %	10,83	(-) 2,71	(-) Q. 0,89
	Indicio tipo indubitado	12,04	Q. 3,97	44 %	10,83	1,21	Q. 0,40
<b>5</b>	<b>Traslado de indicio a RCD</b>	14,52	Q. 6,76	53 %	10,12	4,4	Q. 2,05

Fuente: elaboración propia.

### 3.8. Conclusión de resultado

De la tabla XLIV se observa una reducción de tiempo en cada proceso operativo, conllevando a un ahorro económico por cada proceso.

Tabla XLV. **Análisis del proceso de adquisición de imágenes de casquillos tipo dubitado**

No.	Proceso operativo	Tiempo actual (min)	Costo actual por proceso	Eficiencia del proceso	Tiempo propuesto (min)	Tiempo reducido (min)	Ahorro alcanzado
1	<b>Recepción de indicios</b>	4,97	Q. 3,15	53 %	4,07	0,9	Q. 0,57
2	<b>Desembalaje y preparación de indicios</b>						
	Indicios casquillo tipo dubitado	7,8	Q. 2,63	47 %	6,42	1,38	Q. 0,46
3	<b>Adquisición de imágenes de indicios</b>						
	Indicios casquillos tipo dubitado	21,17	Q. 10,60	60 %	19,68	1,49	Q. 0,75
4	<b>Proceso de embalaje</b>						
	Indicio tipo dubitado	8,12	Q. 2,68	44 %	10,83	(-) 2,71	(-) Q. 0,89
5	<b>Traslado de indicio a RCD</b>	14,52	Q. 6,76	53 %	10,12	4,4	Q. 2,05
	<b>Total</b>	56,58	Q. 25,82		51,12	5,46	Q. 2,94

Fuente: elaboración propia.

En el proceso de adquisición de imágenes de casquillos tipo dubitado se observa que el tiempo total desde que se hace la recepción de los indicios hasta su traslado a RCD es de 56,58 minutos; lo mismo que el tiempo total propuesto es de 51,12 minutos, teniendo una reducción de 5,46 minutos y un ahorro de Q. 2,94. Si se tiene una jornada de trabajo de 8 horas = 480 minutos, se determina que con el nuevo proceso propuesto se estarían haciendo 9 procesos aproximados al día; un aproximado de 180 al mes y si por cada proceso se ahorra Q. 2,94, se tendría un ahorro de Q. 529,20 al mes en el proceso de adquisición de imágenes de casquillos tipo dubitado.

Tabla XLVI. **Análisis del proceso de adquisición de imágenes de proyectil tipo dubitado**

No.	Proceso operativo	Tiempo actual (min)	Costo actual por proceso	Eficiencia del proceso	Tiempo propuesto (min)	Tiempo reducido (min)	Ahorro alcanzado
1	<b>Recepción de indicios</b>	4,97	Q. 3,15	53 %	4,07	0,9	Q. 0,57
2	<b>Desembalaje y preparación de indicios</b>						
	Indicio proyectil tipo dubitado	24,17	Q. 8,26	42 %	21,76	2,41	Q. 0,82
3	<b>Adquisición de imágenes de indicios</b>						
	Indicio proyectil tipo dubitado	28,1	Q. 91,83	60 %	25,1	3	Q. 9,80
4	<b>Proceso de embalaje</b>						
	Indicio tipo dubitado	8,12	Q. 2,68	44 %	10,83	(-) 2,71	(-) Q. 0,89
5	<b>Traslado de indicio a RCD</b>	14,52	Q. 6,76	53 %	10,12	4,4	Q. 2,05
	<b>Total</b>	79,88	112,68		71,88	8	12,35

Fuente: elaboración propia.

En el proceso de adquisición de imágenes de proyectiles tipo dubitado se observa que el tiempo total desde que se hace la recepción de los indicios hasta su traslado a RCD es de 79,88 minutos; lo mismo que el tiempo total propuesto es de 71,88 minutos, teniendo una reducción de 8,00 minutos y un ahorro de Q. 12,35. Si se tiene una jornada de trabajo de 8 horas = 480 minutos, se determina que con el nuevo proceso propuesto se estarían haciendo 6 procesos aproximados al día; un aproximado de 120 procesos al mes y si por cada uno se ahorra Q. 12,35, se tendría un ahorro de Q. 1482,00 al mes en el proceso de adquisición de imágenes de proyectiles tipo dubitado.

Tabla XLVII. **Análisis del proceso de adquisición de imágenes de huella balística tipo indubitado**

No.	Proceso operativo	Tiempo actual (min)	Costo actual por proceso	Eficiencia del proceso	Tiempo propuesto (min)	Tiempo reducido (min)	Ahorro alcanzado
1	Recepción de indicios	4,97	Q. 3,15	53 %	4,07	0,9	Q. 0,57
2	Desembalaje y preparación de indicios						
	Huella balística tipo indubitado	10,04	Q. 3,39	47 %	9,02	1,02	Q. 0,34
3	Adquisición de imágenes de indicios						
	Huella balística tipo indubitado	36,48	Q. 124,75	55 %	31,9	4,58	Q. 15,66
4	Proceso de embalaje						
	Indicio tipo indubitado	12,04	Q. 3,97	44 %	10,83	1,21	Q. 0,40
5	Traslado de indicio a RCD	14,52	Q. 6,76	53 %	10,12	4,4	Q. 2,05
	<b>Total</b>	78,05	142,02		65,94	12,11	19,02

Fuente: elaboración propia.

En el proceso de adquisición de imágenes de huella balística tipo indubitado, se observa que el tiempo total desde que se hace la recepción de los indicios hasta su traslado a RCD es de 78,05 minutos; lo mismo que el tiempo total propuesto es de 65,94 minutos, teniendo una reducción de 12,11 minutos y un ahorro de Q. 19,02. Si se tiene una jornada de trabajo de 8 horas = 480 minutos se determina que con el nuevo proceso propuesto se estarían haciendo 7 procesos aproximados al día, un aproximado de 140 procesos al mes y si por cada proceso se ahorra Q. 19,02 se tendría un ahorro de Q. 2662,80 al mes, en el proceso de adquisición de imágenes de huellas balísticas tipo indubitado.





## **4. IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO MÉTODO**

### **4.1. Elaboración de manuales operativos**

El objetivo principal de este inciso es proporcionar un manual mediante el cual se documente y conste una guía de los procesos operativos que se están implementando, dado que este laboratorio es reciente y los procesos, también el personal de este laboratorio debe ser parte fundamental en el desarrollo de los manuales, ya que ellos estarán día a día realizando las mismas operaciones y ellos mejor que nadie sabrán la mejor manera de realizar los procesos que se están implementando, los nuevos diseños de procesos que serán utilizados en la implementación están descritos en el capítulo 3 de este trabajo de graduación.

Los manuales operativos apoyan los procesos de verificación del ingreso de datos al sistema IBIS, los que tienen que ver con el procesamiento de los indicios, como adquisición, validación, codificación.

- Características y requisitos del manual operativo para el laboratorio de balística informática: el manual operativo para el laboratorio de balística informática debe estar conformado por tres tipos de elementos:
  - El contenido del desarrollo y fase de implementación de los nuevos procesos operativos de adquisición de imágenes a IBIS.
  - El diagrama de procesos, de flujos y bimanuales de los nuevos procesos operativos.

- Listado detallado del procedimiento a seguir para la implementación de los procesos.
- Estos manuales deberán ser restringidos, solo el personal de laboratorio de balística informática tendrá acceso a ellos.
- Contarán con la supervisión y participación del jefe del laboratorio de balística.
- Los manuales operativos formaran parte de la inducción al nuevo personal del laboratorio para que se relacionen con los procesos operativos.

En cuanto a los requisitos que debe presentar el manual operativo del laboratorio de balística, se deben considerar los siguientes:

- Debe ser práctico y didáctico para el personal del laboratorio de balística informática.
- Su redacción y estilo debe ser lo más sencillo, claro y directo posible.
- La información de los procesos operativos debe ser real, actual y concisa y con ello se asegura un manejo fácil del manual, ya que en varias ocasiones se da el caso que el personal del laboratorio utilizará el manual operativo como documento para auxiliarse en las tareas que se le encomienden para la implementación de los procesos operativos.

- Debe contar con un apartado para medir los tiempos alcanzados con los tiempos propuestos para medir la eficacia de los nuevos procesos operativos.

#### **4.2. Capacitación al personal operativo en los nuevos procesos**

La capacitación del personal operativo del laboratorio de balística informática será impartida en la modalidad presencial; se deberá contar con todo el personal del laboratorio de balística, incluyendo técnicos y peritos en balística, serán capacitados por el jefe del laboratorio de balística y de balística informática del INACIF, quien impartirá 8 capacitaciones a sus peritos en horario de 8 a.m. a 12 p.m. para describir el funcionamiento, partes principales de los equipos, descripción de los diagramas de proceso y flujo sobre los nuevos diseños de los diferentes procesos operativos para la optimización del proceso de adquisición de imágenes para ingresar al sistema IBIS.

Se dará mucho énfasis en la tabla de tiempos propuestos para los nuevos procesos operativos, ya que de estos tiempos depende la optimización de los procesos operativos para que se cumplan y estandaricen los procesos.

El plan de capacitación abarcará los temas respecto de la interpretación de los diagramas de procesos y flujos propuestos, capacitación al personal operativo en temas de balística, clasificación de indicios, optimización del proceso de adquisición de imágenes previo a ingreso al sistema IBIS, uso del sistema IBIS y realizaciones de pruebas de tiempos para ajustar los tiempos establecidos en el capítulo anterior.

### **4.3. Implementación y aplicación de cada uno de los nuevos procesos propuestos**

A continuación se describen la implementación de los métodos de trabajo para optimizar el proceso de adquisición de imágenes de casquillos y proyectiles en el sistema IBIS del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala.

Se diseñaron los nuevos diagramas de flujo de los procesos de recepción de indicios, desembalaje y preparación de indicios, adquisición de imágenes de indicios, embalaje de indicios previo ingreso a IBIS y el traslado de indicios del laboratorio de balística informática a recepción, control y distribución de indicios, los cuales serán implementados en fases conforme el jefe del laboratorio de balística considere necesario y las fases vayan obteniendo los resultados esperados.

El jefe de balística, en coordinación con los peritos, harán varias pruebas previo a dejar implementados los nuevos procesos para corroborar que la optimización del proceso de adquisición de imágenes de casquillos y proyectiles en el sistema IBIS es efectiva, y con esto se contribuirá a tener una mejor comunicación entre el personal de balística identificativa y balística informática, además de conservar a los clientes al conocer las existencias de productos.

Se llevará una evaluación del desempeño operativo por cada proceso implementado para ir calificando cada uno de los procesos por individual y seguir encontrando cuellos de botella o tiempos muertos en estas fases para optimizar los tiempos de los procesos; dicha evaluación estará a cargo de los peritos de balística, quienes velarán porque el desarrollo de los nuevos procesos se cumplan en un 100 %.

#### **4.4. Evaluación del desempeño operativo**

La evaluación del desempeño operativo para la optimización del proceso de adquisición de imágenes de casquillos y proyectiles en el sistema IBIS de INACIF deberá ser un proceso continuo, a través del cual el jefe del laboratorio de balística y perito en balística analizará cómo se ha desarrollado el trabajo de implementación de los nuevos diseños de los diferentes procesos operativos y modifiquen en conjunto las desviaciones, si las hubiera.

La implementación de los nuevos procesos operativos efectúa de manera formal una evaluación del desempeño operativo, habitualmente con periodicidad semestral, para este trabajo en particular se hará con una frecuencia trimestral que quedará documentada y servirá de apoyo a los jefes del laboratorio de balística, para tomar decisiones en prácticamente todos los aspectos que están relacionados con las personas en la institución.



## 5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

El plan de seguimiento y mejora continua está enfocado en la optimización de un proceso, es necesario tener en cuenta que todo proceso puede mejorarse de forma continua; es por ello que deben establecerse métodos que permitan dicha mejora.

Un método adecuado para asegurar la mejora continua en cualquier proceso es el que establece el Círculo de Mejora Continua o Círculo de Deming, el cual establece cuatro etapas necesarias para que un proceso se mantenga continuamente mejorando, siendo las siguientes:

- Planificar: en esta etapa es importante buscar toda actividad que sea susceptible de cambio y mejora para alcanzar los objetivos deseados. Para establecer que actividades pueden ser mejoradas es necesario hacer un análisis de cada una de ellas, lo cual se llevó a cabo en el capítulo 2 del presente trabajo de graduación. También es necesario que en esta etapa se realicen propuestas de mejora a las actividades identificadas como susceptibles a cambio, las cuales se busca mejorar, dichas propuestas son llevadas a cabo en el capítulo 3.
- Actuar: en esta etapa es donde se llevan a cabo los cambios necesarios para la implementación de las propuestas del nuevo método o proceso. Esta etapa se realiza en el capítulo 4.

- **Chequear:** luego de haber implementado el nuevo método es conveniente dejar un periodo de prueba y verificar si se está cumpliendo con lo establecido y para llevar a cabo dicha verificación es necesario establecer herramientas que permitan analizar de forma clara el cumplimiento de los objetivos establecidos. Las herramientas utilizadas en el presente trabajo serán las listas de cotejo por cada proceso establecido y la revisión y evaluación periódica de los mismos, las cuales se establecen en el presente capítulo en los numerales 5.1 y 5.2.
- **Ajustar:** en esta etapa es importante el análisis de los datos obtenidos para establecer la estandarización del método propuesto y la retroalimentación del mismo para poder establecer alternativas de mejora; esto se presenta en el numeral 5.3 del presente capítulo.

Figura 30. **Círculo de mejora continua**



Fuente: *Círculo de mejora continua*. <https://www.google.com.gt>. Consulta: 5 de marzo de 2016.



Otro método utilizado muy frecuentemente es la realización de inspecciones visuales como un seguimiento para mejorar y velar que el tiempo propuesto para cada proceso se cumpla; este método permitirá determinar si en algún momento luego de la implementación de los nuevos procesos propuestos existen nuevos tiempos muertos o cuellos de botella para el desarrollo de los procesos, con lo cual se tomarán otras acciones correctivas, evitando que los procesos se demoren conforme al estándar propuesto de tiempos.

#### **5.1. Elaboración de listas de cotejo para cada uno de los procesos operativos**

A continuación se presentan las listas de cotejo para los procesos operativos de recepción de indicios, desembalaje y preparación de indicios, adquisición de imágenes, embalaje de indicios ya ingresados a IBIS y la recepción, control y distribución de indicios.

Estas listas de cotejo se realizan con base en los nuevos procesos diseñados e implementados para verificar que se cuenta con los recursos, materiales necesarios para efectuar a cabalidad los procesos implementados y así llevar un registro y control de los procedimientos, creando un registro para poder realizar mejoras en el futuro a los procesos operativos ya implementados, los cuales serán llenados trimestralmente por el jefe del laboratorio de balística y jefe de recepción, control y distribución de indicios.

Tabla XLVIII. **Lista de cotejo de recepción de indicios**

INDICADOR	SI	NO
Se inspecciona el indicio antes de ingresar al laboratorio.		
Se recibe el indicio conforme el procedimiento operativo.		
Anotación de fecha de ingreso de indicio.		
Anotación de las características del indicio.		
Clasificación de expediente según tipo de indicio.		
Traslado de indicio a estanterías.		
Se cuenta con los materiales y útiles para realizar el proceso de recepción de indicios.		
Se recibió capacitación del proceso de recepción de indicios por parte del Jefe de laboratorio de balística informática.		
Se cuenta con un manual impreso de puestos y funciones del personal del laboratorio de balística.		
Se cuenta con el manual de implementación del proceso operativo de recepción de indicios.		
Se cuenta con un plan de emergencia al detectar procesos lentos en la operación.		
Se cuenta con una programación diaria de los expedientes que serán ingresados al sistema IBIS.		
Se realizan supervisiones diarias por parte de los peritos en balística.		
Se cuenta con la estandarización de tiempo del proceso de recepción de indicios.		
Se cuenta con folletos, manuales, guías o documentos que pueda consultar para mejorar el proceso de recepción de indicios ya implementado.		

**OBSERVACIONES:**

---



---



---

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Lista de cotejo de desembalaje y preparación de indicios**

INDICADOR	SÍ	NO
Se toma el indicio de la estantería de recepción de indicios.		
Se verifican los datos del expediente con el indicio a desembalar.		
Se traslada al área de trabajo bajo el cuidado de no manchar o dañar los indicios respectivos.		
El desembalaje del indicio se lleva a cabo con guantes.		
La limpieza del indicio se realiza con químicos adecuados que cumplen las normas establecidas.		
Se realiza el marcaje del expulsor del casquillo con cuidado.		
Se cuenta con los materiales y útiles necesarios para realizar el proceso de limpieza del proyectil.		
Se recibió capacitación del proceso de desembalaje y preparación indicios por parte del jefe de laboratorio de balística informática.		
Se cuenta con un manual impreso de puestos y funciones del personal del laboratorio de balística.		
Se cuenta con el manual de implementación del proceso operativo de desembalaje y preparación de indicios.		
Se cuenta con un plan de emergencia al detectar procesos lentos en la operación.		
Se cuenta con una programación diaria de los expedientes que serán ingresados al sistema IBIS.		
Se realizan supervisiones diarias por parte de los jefes y peritos en balística.		
Se cuenta con la estandarización de tiempo del proceso de recepción de indicios.		
Se cuenta con folletos, manuales, guías o documentos que pueda consultar para mejorar el proceso de desembalaje y preparación de indicios ya implementado.		

**OBSERVACIONES:**

---



---



---

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Lista de cotejo del proceso de adquisición de imágenes**

INDICADOR	SÍ	NO
Posee una cuenta de usuario en el sistema IBIS.		
Recibe capacitación constante sobre el uso del sistema IBIS.		
Posee conocimientos sobre el manejo y uso de los diferentes equipos que se utilizan en el área de adquisición de imágenes.		
Conoce el procedimiento en caso de que el equipo tenga problemas en el proceso de adquisición de imágenes y se tenga que resetear.		
Se cuenta con los materiales y útiles necesarios para realizar el proceso de adquisición de imágenes.		
Se recibió capacitación del proceso de adquisición de imágenes por parte del jefe de laboratorio de balística informática.		
Se cuenta con un manual impreso de puestos y funciones del personal del laboratorio de balística.		
Se cuenta con el manual de implementación del proceso operativo de adquisición de imágenes.		
Se cuenta con un plan de emergencia al detectar procesos lentos en la operación.		
Se cuenta con una programación diaria de los expedientes que serán ingresados al sistema IBIS.		
Se realizan supervisiones diarias por parte de los jefes y peritos en balística.		
Se cuenta con la estandarización de tiempo del proceso de adquisición de imágenes.		
Se cuenta con folletos, manuales, guías o documentos que pueda consultar para mejorar el proceso de adquisición de imágenes ya implementado.		

**OBSERVACIONES:**

---



---



---

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LI. Lista de cotejo de embalaje de indicios**

INDICADOR	SÍ	NO
Se cuenta con un sobre especial para el embalaje del indicio previamente ingresado al sistema IBIS.		
Se cuenta con una máquina térmica especial para el sellado del embalaje.		
Siempre se firma y sella el embalaje por medio de una etiqueta.		
Se firma la cadena de custodia del indicio ya ingresado a IBIS.		
Se traslada a la estantería de entrega de RCD.		
Se cuenta con un manual impreso de puestos y funciones del personal del laboratorio de Balística.		
Se cuenta con el manual de implementación del proceso operativo de embalaje de indicios previo ingreso al sistema IBIS.		
Se cuenta con un plan de emergencia al detectar procesos lentos en la operación.		
Se cuenta con una programación diaria de los embalajes que serán entregados a RCD.		
Se realizan supervisiones diarias por parte de los jefes y peritos en balística.		
Se cuenta con la estandarización de tiempo del proceso de embalaje de indicios ya ingresados al sistema IBIS.		
Se cuenta con folletos, manuales, guías o documentos que pueda consultar para mejorar el proceso de embalaje ya ingresados a IBIS.		

**OBSERVACIONES:**

---



---



---

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **Lista de cotejo de recepción, control y distribución de indicios**

INDICADOR	SÍ	NO
Posee una cuenta de usuario para ingresar a la base de datos de RCD.		
Se codifica e identifica el indicio ingresado.		
Posee conocimientos sobre el manejo y espacios de bodegas.		
Se cuenta con los materiales y útiles necesarios para realizar el proceso de recepción, control y distribución de indicios.		
Se recibió capacitación del proceso de adquisición de imágenes por parte del jefe de recepción, control y distribución de indicios.		
Se cuenta con un manual impreso de puestos y funciones del personal del laboratorio de balística.		
Se cuenta con el manual de implementación del proceso operativo de recepción, control y distribución de indicios.		
Se cuenta con un plan de emergencia al detectar procesos lentos en la operación.		
Se cuenta con una programación diaria de los indicios que serán ingresados a bodega.		
Se realizan supervisiones diarias por parte del jefe de bodega de RCD.		
Se cuenta con la estandarización de tiempo del proceso de recepción, control y distribución de indicios.		
Se cuenta con folletos, manuales, guías o documentos que pueda consultar para mejorar el proceso de recepción, control y distribución de indicios.		

**OBSERVACIONES:**

---



---



---

Fuente: elaboración propia.

## **5.2. Determinación del periodo de revisión y evaluación de cada uno de los procesos operativos**

La determinación del periodo de revisión y evaluación de cada uno de los procesos operativos para la optimización del proceso de adquisición de imágenes de casquillos y proyectiles en el sistema IBIS de INACIF queda establecido en un periodo trimestral, el cual evaluará cada uno de los procesos por individual para verificar su funcionamiento y que se estén cumpliendo y registrando los tiempos estandarizados de los procesos para verificar la eficacia y eficiencia de los procesos operativos de recepción de indicios, desembalaje y preparación de indicios, adquisición de imágenes, embalaje de indicios ya ingresados a IBIS y la recepción, control y distribución de indicios.

## **5.3. Comparación de resultados de revisión y evaluación**

La comparación de resultados de la revisión y evaluación se hace tras la implementación de los nuevos procesos operativos; se asegura que los resultados del proceso de optimización de la adquisición de imágenes de casquillos y proyectiles en el sistema IBIS de INACIF sean comparados con los estándares fijados de forma preliminar, ya que es ahí donde se ven reflejados todos los valores de tiempos estandarizados para los procesos operativos a los que se debe llegar.

El resultado de la verificación del cumplimiento de las exigencias a los procesos operativos será un proceso de retroalimentación que asegura que los valores obtenidos hagan reevaluar los planteamientos estratégicos y así cambiar, si es necesario, los estándares, o incluso iniciar una reestructuración de los procesos operativos.

Para eso el personal del laboratorio de balística debe mantenerse apegado a los estándares de tiempo establecidos y estar abierto para cambios de origen interno o externo. Cumpliendo bien con esta exigencia, y retroalimentando de forma correcta y tomando los resultados a tiempo en serio e iniciando las acciones correctivas necesarias, el proceso de optimización del proceso de adquisición de imágenes de casquillos y proyectiles en el sistema IBIS de INACIF llega a la mejora continua deseada.

A continuación se presenta el formato de actividades de mejora continua que se deberá implementar a partir del tercer mes de haber implementado, con lo cual se llevará el registro y documentación sobre las actividades de mejora continua para el plan.

Figura 31. **Formato de mejora continua propuesto**

FORMATO DE ACTIVIDADES DE MEJORA CONTINUA						
2016						
Mes: _____						
DÍA	Actividad	Realizó	Observaciones	Recomendaciones	Responsable	Jefe Vo. Bo.
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. En la actualidad el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala cuenta con el Sistema Integrado de Identificación Balística (IBIS), el cual ha logrado esclarecer e identificar las armas de fuego utilizadas en las escenas del crimen, basándose en la identificación de la huella balística; motivo por el cual es imprescindible ingresar la mayor cantidad de información de indicios de casquillos y proyectiles de armas de fuego en el menor tiempo posible al sistema IBIS.
2. Se diagnosticaron y detectaron las fallas en los procesos operativos de recepción de indicios, desembalaje y preparación de indicios, adquisición de imágenes de indicios, embalaje de indicios y el traslado de indicios a RCD, las cuales han hecho que el proceso de ingreso de imágenes de casquillos y proyectiles al sistema IBIS sea lento, provocando ingresos tardíos de información esencial para el buen funcionamiento del sistema.
3. Se elaboraron y determinaron los estándares de tiempo para cada una de las operaciones de recepción de indicios, desembalaje y preparación de indicios, adquisición de imágenes de indicios, embalaje y traslado de indicios a recepción, control y distribución de indicios del proceso de optimización de adquisición de imágenes de casquillos y proyectiles al sistema IBIS.

4. Se elaboraron y diseñaron los nuevos diagramas de proceso, diagrama de flujo, diagrama bimanual de los procesos de recepción de indicios, desembalaje y preparación de indicios, adquisición de imágenes de indicios, embalaje y traslado de indicios al departamento de recepción, control y distribución.
  
5. Se diseñaron y establecieron los nuevos procedimientos para el proceso operativo de adquisición de imágenes de casquillos y proyectiles al sistema IBIS para facilitar el trabajo, eliminar los movimientos innecesarios y estandarizar los necesarios; adoptar nuevas formas de flujo de los indicios en la operación, observar la utilidad de las ayudas de trabajo en las posiciones correctas, emplear mejores técnicas de manejo de equipo o herramienta y colocar adecuadamente los materiales y accesorios en la estación de trabajo que ahorran tiempo, materiales y esfuerzos de trabajo.
  
6. Se establecieron los lineamientos para la implementación y aplicación de los procesos operativos de la recepción de indicios, desembalaje y preparación de indicios, adquisición de imágenes de indicios, embalaje y traslado de indicios al departamento de recepción, control y distribución.

## RECOMENDACIONES

1. Llevar un control sobre el tiempo que tarda cada técnico en balística en realizar su respectiva operación.
2. Hacer tomas de tiempos frecuentemente para monitorear la eficiencia de los procesos operativos ya implementados.
3. Usar los formatos respectivos y lista de cotejo para verificar que se está cumpliendo con los estándares de tiempo establecidos.
4. Tomar acciones inmediatas al detectar operaciones lentas y verificar el diseño propuesto de los procesos operativos para resolver el problema.
5. Comparar los datos actuales con los anteriores, para verificar que se está cumpliendo con la optimización de los procesos operativos.



## BIBLIOGRAFÍA

1. CHINCHILLA LEIVA, Roberto Carlos. *Optimización de procesos en el Departamento de Bodega de Reciclados de Centro América, S. A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 132 p.
2. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo: ingeniería de métodos y medición del trabajo*, 2a. ed. México: McGraw-Hill, 2005. 442 p.
3. Guatemala. Congreso de la República de Guatemala. *Ley de Armas y Municiones*. Decreto 39-89. Guatemala, 1989. 46 p.
4. \_\_\_\_\_. *Ley Orgánica del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala*. Decreto 32-2006. Guatemala, 2006. 18 p.
5. Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala. *Guía sobre el laboratorio de balística*. Guatemala: 2013. 28 p.
6. LOCLES, Roberto Jorge. *Tratado de balística*, Tomo I. Argentina: Editorial La Rocca S.R.L., 2005. 81 p.
7. MONTIEL SOSA, Juventino. *Manual de criminalística*, Tomo I. México: Limusa, 1993. 70 p.



## APÉNDICES

### Apéndice 1. Vista del laboratorio de balística informática



Fuente: laboratorio de balística, INACIF.

Apéndice 2. **Vista de equipo de adquisición de imágenes a IBIS**



Fuente: laboratorio de balística, INACIF.

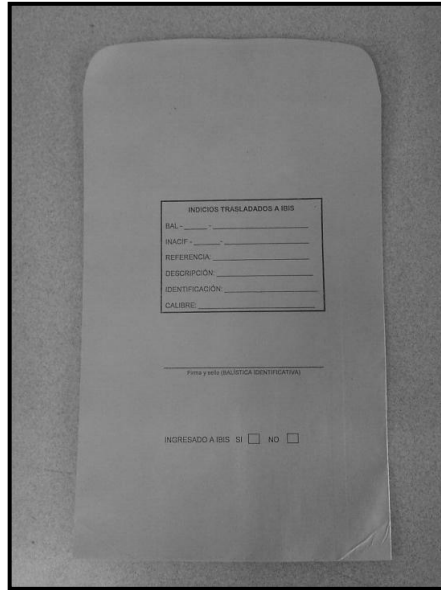
Apéndice 3. **Vista de equipo de adquisición de imágenes a IBIS**



Fuente: laboratorio de balística, INACIF.

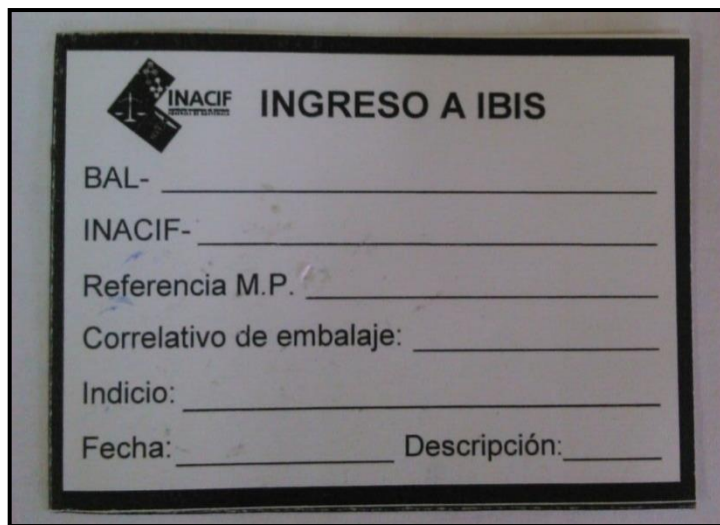


Apéndice 4. **Vista de sobre para embalaje de indicios a IBIS**



Fuente: laboratorio de balística, INACIF.

Apéndice 5. **Vista de etiqueta para huella balística**



Fuente: laboratorio de balística, INACIF.



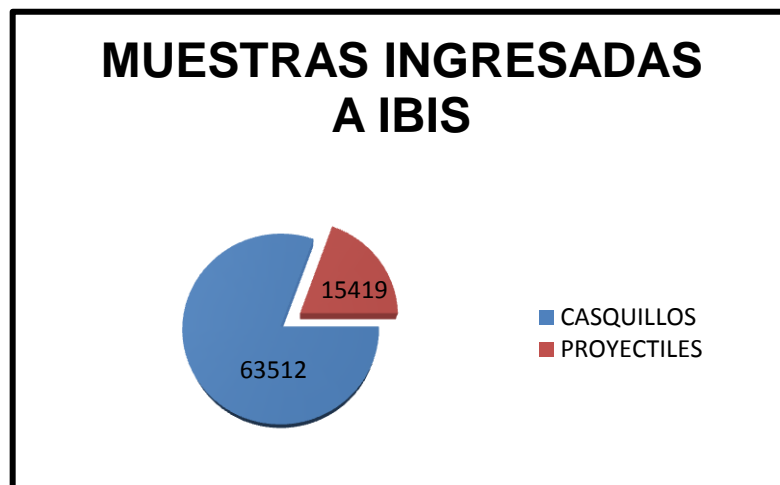
## ANEXOS

### Anexo 1. Estadística de tipos de calibres ingresados al sistema IBIS



Fuente: laboratorio de balística, INACIF.

### Anexo 2. Estadística de muestras ingresadas al sistema IBIS



Fuente: laboratorio de balística, INACIF.

Anexo 3. **Imagen de cartucho para arma de fuego**



Fuente: laboratorio de balística, INACIF.

Anexo 4. **Imagen de casquillo de arma de fuego**



Fuente: laboratorio de balística, INACIF.

Anexo 5. **Imagen de proyectil de arma de fuego**



Fuente: Laboratorio de balística, INACIF.

