



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRENSADO DE PET EN LA
EMPRESA MARBELL PACHASS, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. IVAN DENIELS PAREDES MENDOZA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRENSADO DE PET EN LA
EMPRESA MARBELL PACHASS, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. IVAN DENIELS PAREDES MENDOZA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

PRIMER MIEMBRO

: 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Ing. ADWAR RANULFO SÁNCHEZ CARREÓN

ASESOR DE TESIS

: 
M. Sc. JESUS ESTEBAN CATILLO MACHACA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN DE OPERACIONES Y PROCESOS – P20

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ****RESOLUCIÓN DECANAL N° 1691-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 10 de diciembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 12346 presentado por el (la) Bachiller: **IVAN DENIELS PAREDES MENDOZA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Industrial** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **IVAN DENIELS PAREDES MENDOZA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRENSADO DE PET EN LA EMPRESA MARBELL PACHASS, 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **GESTIÓN DE OPERACIONES Y PROCESOS** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Industrial**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
- * **1er Miembro** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **2do Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

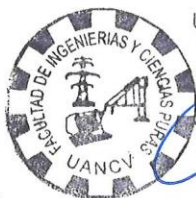
ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **IVAN DENIELS PAREDES MENDOZA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRENSADO DE PET EN LA EMPRESA MARBELL PACHASS, 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Industrial**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 18 de diciembre del 2025
- * **HORA** : 14:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 204 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Industrial** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASDr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP 12730cc.
Archivo
interesado (a)UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
DIRECTOR
Dr. CESAR G. CAMARGO NÁJAR
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 575-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 4958 por el señor (a): **IVAN DENIELS PAREDES MENDOZA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 488- 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 08- 2025 del integrante del comité de investigación EPII de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **IVAN DENIELS PAREDES MENDOZA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRENSADO DE PET EN LA EMPRESA MARBELL PACHASS, 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Ricardo Anibal Maldonado Mamani de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 08- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRENSADO DE PET EN LA EMPRESA MARBELL PACHASS, 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **GESTIÓN DE OPERACIONES Y PROCESOS**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **IVAN DENIELS PAREDES MENDOZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, con el Tema Titulado: **ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRENSADO DE PET EN LA EMPRESA MARBELL PACHASS, 2024** correspondiente a la línea de investigación **GESTIÓN DE OPERACIONES Y PROCESOS**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), M.Sc. **JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc.
Archivo
interesado (a)



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 042-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de enero del 2025

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 19224, presentado el señor (a) **IVAN DENIELS PAREDES MENDOZA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 1609-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 45 -2024 del integrante del comité de investigación EPII de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **IVAN DENIELS PAREDES MENDOZA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRENSADO DE PET EN LA EMPRESA MARBELL PACHASS, 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Ricardo Anibal Maldonado Mamani** de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 45 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRENSADO DE PET EN LA EMPRESA MARBELL PACHASS, 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **IVAN DENIELS PAREDES MENDOZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, con el Tema Titulado: **ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRENSADO DE PET EN LA EMPRESA MARBELL PACHASS, 2024** correspondiente a la línea de investigación **GESTIÓN DE OPERACIONES Y PROCESOS**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANGA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS

Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)



IVAN DENIELS PAREDES MENDOZA

ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRENSADO DE PET EN L...

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:553775138

Fecha de entrega

6 feb 2026, 11:37 GMT-5

Fecha de descarga

7 feb 2026, 23:14 GMT-5

Nombre del archivo

T036_75885778_T.docx

Tamaño del archivo

19.1 MB

147 páginas

20.674 palabras

114.576 caracteres



15% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

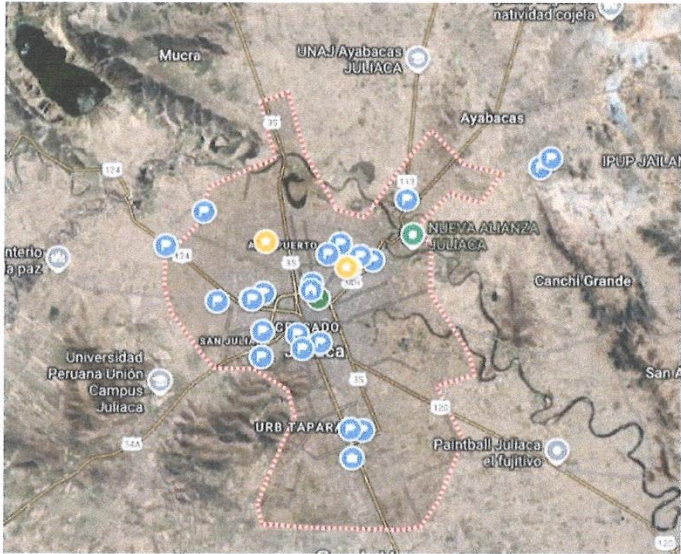
Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos complementarios - UANCV

Título de la Tesis	
ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PENSADO DE PET EN LA EMPRESA MARBELL PACHASS, 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	IVAN DENIELS PAREDES MENDOZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75885778
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-6847-7464
Datos del asesor	
Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4595-7589
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02406088
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SÁNCHEZ CARREÓN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066



Datos de investigación	
Línea de investigación	GESTIÓN DE OPERACIONES Y PROCESOS -P20
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Departamento: PUNO Provincia: SAN ROMAN Distrito: JULIACA Longitud oeste: -15.483488880851368 Latitud sur: , -70.12817121230837  URL: https://maps.app.goo.gl/ksP1HPRmiw2BhdZQ6
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2025 – Diciembre 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería industrial https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.04 Ingeniería de producción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.03
- Librería	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS
Dr. César G. Camargo Najar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo IVAN DENIELS PAREDES MENDOZA, identificado con DNI
Nro. 75885778, en mi condición de egresado de:

- ☒ Escuela Profesional
☐ Programa de Segunda Especialidad,
☐ Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA INDUSTRIAL

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico
denominada:

ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN
EL ÁREA DE PRENSADO DE PET EN LA EMPRESA MARBELL PACHASS, 2024

Asesorado por: M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Es un tema original.

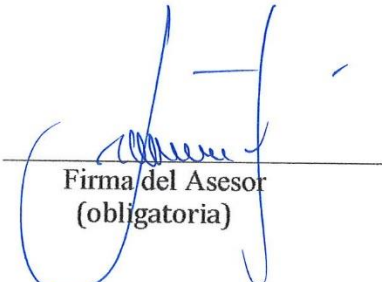
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 23 de **DICIEMBRE** del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

A Dios, por haberme guiado en el camino de la fe, por confiarme esta carrera profesional, permitirme culminarla con éxito y, sobre todo, por transformar mi vida en cada paso de este proceso.

A mis padres, Nicacio Paredes y Nilda Mendoza, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida; su apoyo incondicional, amor y sacrificios constantes fueron el motor y la razón principal para la realización de este estudio. A ellos les debo este logro profesional.

A mi familia en general, por su respaldo constante durante mi crecimiento personal y por ser parte esencial de mi formación como ingeniero.



AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi luz y fortaleza en cada paso de este camino; le agradezco infinitamente por haberme permitido cumplir este sueño y por transformar mi vida.

A mis padres, Nicacio y Nilda, les agradezco de todo corazón por su amor incondicional y sus sacrificios; ustedes son mi mayor orgullo y todo mi esfuerzo es para ustedes.

A mi alma mater, la UANCV de la ciudad de Juliaca, y de manera especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial.



ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	12
1.2.1 Problema general	12
1.2.2 Problema específico	12
1.3. Objetivos de la investigación	12
1.3.1 Objetivo general	12
1.3.2 Objetivo específico	12
1.4. Justificación de la investigación	13



1.4.1	Justificación teórica	13
1.4.2	Justificación metodológica	13
1.4.3	Justificación práctica	13
1.4.4	Justificación económica	14
1.5.	Hipótesis de la investigación.....	14
1.5.1	Hipótesis general	14
1.5.2	Hipótesis específica	14
1.6.	Variables.....	14
1.6.1	Variable independiente.....	14
1.6.2	Variable dependiente	14
1.6.3	Operacionalización de variables	15

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de la investigación	17
2.1.1	Antecedentes internacionales	17
2.1.2	Antecedentes nacionales	18
2.2.	Marco teórico	19
2.2.1	Estudio del trabajo.....	19
2.2.1.1.	Ingeniería de métodos.....	20
2.2.1.2.	Dimensiones del estudio de trabajo.....	21



2.2.1.3. Etapas del estudio de métodos	21
2.2.1.4. Herramientas del estudio de método	22
2.2.1.5. Simbología en cursogramas	23
2.2.2 Medición de trabajo	24
2.2.2.1. Clasificación de tiempos	25
2.2.2.2. Etapas de medición del trabajo	26
2.2.2.3. Técnicas de medición del trabajo	27
2.2.3 Productividad	27
2.2.3.1. Enfoques para la medición de la productividad	28
2.2.3.2. Áreas de produc.	30

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Enfoque	31
3.2. Tipo	31
3.3. Diseño	31
3.4. Población y muestra	32
3.4.1 Población	32
3.4.2 Muestra	32
3.5. Técnicas e instrumentos de investigación	33
3.5.1 Técnicas	33



3.5.2 Instrumentos	33
--------------------------	----

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado.....	34
4.1.1 Método de trabajo actual.....	34
4.1.2 Método de trabajo propuesto	62
4.1.3 Resultado y análisis	92
4.2. Discusión	109
CONCLUSIONES.....	111
SUGERENCIAS	112
BIBLIOGRAFÍA	113
ANEXOS	119



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Producción anual del 2023 de Marbell Pachass	6
Tabla 2	Matriz de correlación	9
Tabla 3	Frecuencia acumulada.	10
Tabla 4	Operacionalización.	15
Tabla 5	Tabla de tiempos registrados durante la observación.....	53
Tabla 6	Cálculo de muestras para determinar el tiempo promedio	54
Tabla 7	Cálculo de tiempo promedio mediante muestras	55
Tabla 8	Cálculo de tiempo normal	56
Tabla 9	Cálculo de tiempo Estándar.....	57
Tabla 10	Pre Test - Eficiencia.....	58
Tabla 11	Pre Test - Eficacia	60
Tabla 12	Pre Test - Productividad	61
Tabla 13	Operaciones del prensado de Pet.....	63
Tabla 14	Costeo mensual del proceso de compactación de PET blanco	66
Tabla 15	Resumen de los tiempos registrados durante la observación	80
Tabla 16	Cálculo de muestras para determinar el tiempo promedio	81
Tabla 17	Cálculo de tiempo promedio mediante muestras	82
Tabla 18	Cálculo de tiempo normal - post test.....	83
Tabla 19	Cálculo de tiempo estándar - post test.....	83
Tabla 20	Desempeño Post Test	84
Tabla 21	Eficacia Post Test	86
Tabla 22	Productividad Post Test	87



Tabla 23	Análisis de costos mensuales para la fabricación de PCS	91
Tabla 24	Estudio de movimientos	92
Tabla 25	Estudio de movimientos	93
Tabla 26	Efic.	95
Tabla 27	Efic.	95
Tabla 28	Porcentaje de Eficacia	97
Tabla 29	Eficacia post test.....	97
Tabla 30	Porcentaje productividad Post Test.....	99
Tabla 31	Productividad Post Test	99
Tabla 32	análisis de normalidad - HG.....	101
Tabla 33	Prueba Wilcoxon.....	101
Tabla 34	Estadísticos de prueba a	102
Tabla 35	Análisis de normalidad – HE1	103
Tabla 36	Prueba Wilcoxon - Hipótesis específica 1	104
Tabla 37	Estadísticos de prueba a – HE1.....	105
Tabla 38	Análisis de normalidad – HE 2	106
Tabla 39	Prueba Wilcoxon - hipótesis específica 2.....	107
Tabla 40	Estadísticos de prueba a – HE2.....	107



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Tipos de desechos solidos.....	2
Cuadro 2	Disposición final de los residuos sólidos a nivel mundial.....	3
Cuadro 3	Causas posibles de la baja producción en Marbell Pachass	8
Cuadro 4	Etapas del estudio de métodos.....	22
Cuadro 5	Herramientas del estudio de métodos.....	23
Cuadro 6	Simbología empleada en los cursogramas	24
Cuadro 7	Tipos de tiempo en el trabajo.....	25
Cuadro 8	Etapas de la medición del trabajo.	26
Cuadro 9	Mapeo minucioso del proceso de prensado de Pet Pre Test	44
Cuadro 10	Representación bimanual del proceso Pre Test.....	45
Cuadro 11	Esquema bimanual del procedimiento de prensado de PET – etapa de clasificación	46
Cuadro 12	Secuencia bimanual para seleccionar PET blanco en el proceso de prensado	47
Cuadro 13	Representación bimanual del traslado de sacos en el proceso de prensado de PET	48
Cuadro 14	Esquema bimanual correspondiente a la acción de prensado de PET.....	49
Cuadro 15	Representación bimanual del proceso de prensado de pet – Prensado.....	50
Cuadro 16	Técnica de interrogatorio sistemático.....	64
Cuadro 17	Técnica de interrogatorio sistemático P4	65
Cuadro 18	Gráfico bimanual del procedimiento de puesta a punto del equipo – Post test.....	72
Cuadro 19	Representación bimanual del proceso de clasificar el pet – Post test	73
Cuadro 20	Representación bimanual del proceso de seleccionar el pet – Post test	74



Cuadro 21	Representación bimanual del proceso de traslado de sacos – Post test.....	75
Cuadro 22	Representación bimanual del Á. de prensado Post test.....	76
Cuadro 23	Representación bimanual post test.....	77
Cuadro 24	Diagrama de recorrido Post Test	78



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Clasificación de los residuos sólidos.....	2
Gráfico 2	Gráf. de Ishikawa.....	7
Gráfico 3	Diagrama de Pareto.....	11
Gráfico 4	Dimensiones del estudio del trabajo	21
Gráfico 5	Factores.....	28
Gráfico 6	Dimensiones de la productividad	30
Gráfico 7	Estructura organizativa	36
Gráfico 8	Estructura organizativa Marbell pachass.....	37
Gráfico 9	Fardos de botellas de PET transparente.....	38
Gráfico 10	Distribución de planta Pre Test	41
Gráfico 11	Representación operativa inicial Pre Test.....	42
Gráfico 12	Estudio del flujo de trabajo Pre Test	43
Gráfico 13	Mapa de flujoPre Test.....	51
Gráfico 14	Organización de planta Post Test	68
Gráfico 15	Diagrama de operaciones Post Test	69
Gráfico 16	Esquema de análisis de proceso – fase Post Test.....	70
Gráfico 17	Análisis grafico del ciclo productivo optimizado post Test	71
Gráfico 18	Actividades que agregan valor antes y después	93
Gráfico 19	Tiempo del proceso de prensado de pet.....	94
Gráfico 20	Grado de Desempeño antes y después	95
Gráfico 21	Nivel de eficacia post test	97
Gráfico 22	Nivel de productividad post test	100

RESUMEN

La investigación titulada “Aplicación del estudio de métodos para optimizar la productividad en el área de prensado de PET en la empresa Marbell Pachass, 2024” tiene como propósito central evaluar cómo el estudio del trabajo puede mejorar la eficiencia del proceso de prensado de PET blanco en dicha empresa.

Este estudio emplea un enfoque cuantitativo, con un propósito aplicado y bajo un diseño de tipo preexperimental. La totalidad de la población evaluada corresponde al número de pacas de PET blanco comprimidas durante un ciclo de 30 días laborales. Dichas unidades fueron analizadas a través de una evaluación inicial (pretest), seguida por una intervención basada en herramientas de ingeniería de métodos, y finalizando con una evaluación posterior (postest). Al tratarse de un universo manejable, no se realizó muestreo, por lo que la muestra equivale a la población completa. Para la recolección de datos se utilizó la técnica de observación experimental, respaldada por instrumentos como cronómetros digitales y formatos de observación.

Asimismo, se implementaron múltiples recursos de análisis del trabajo, entre ellos: hojas de verificación de tiempos, diagramas de operación y de recorrido, representaciones gráficas de la distribución de planta, esquemas bimanuales, y fichas para calcular eficiencia, eficacia y productividad.

Los resultados del estudio mostraron un incremento significativo en el rendimiento del proceso de prensado, evidenciado a través del análisis comparativo entre los datos del pretest y el postest. Inicialmente, los indicadores reflejaban una productividad del 70.39%, eficiencia del 95.85% y eficacia del 66.84%. Tras la aplicación de las mejoras, dichos valores ascendieron a 84.00%, 98.17% y 82.68%, respectivamente. Esto implica una mejora de 15.62 puntos porcentuales en productividad, 3.34 en eficiencia y 16.84 en eficacia. Los datos procesados en el software estadístico SPSS versión 29 confirmaron la validez de los resultados, con niveles de significancia inferiores a 0.001 para todos los indicadores, lo que permitió rechazar la hipótesis nula y respaldar las hipótesis planteadas por los autores.

Palabras clave: Análisis del trabajo, optimización de métodos, medición de tiempos, rendimiento industrial, eficiencia operativa, eficacia en procesos.



ABSTRACT

The research entitled "Application of methods to optimize productivity in the PET pressing area at Marbell Pachass, 2024" aims to evaluate how work study can improve the efficiency of the white PET pressing process at that company.

This study uses a quantitative approach, with an applied purpose and a pre-experimental design. The entire population evaluated corresponds to the number of white PET bales compressed during a 30-working-day cycle. These units were analyzed through an initial evaluation (pretest), followed by an intervention based on methods engineering tools, and ending with a subsequent evaluation (posttest). As this was a manageable universe, no sampling was performed, so the sample is equivalent to the entire population. The experimental observation technique was used for data collection, supported by instruments such as digital stopwatches and observation forms.

Likewise, multiple work analysis resources were implemented, including: time verification sheets, operation and route diagrams, graphical representations of the plant layout, bimanual diagrams, and forms to calculate efficiency, effectiveness, and productivity.

The results of the study showed a significant increase in the performance of the pressing process, evidenced by the comparative analysis between the pretest and posttest data. Initially, the indicators reflected a productivity of 70.39%, efficiency of 95.85%, and effectiveness of 66.84%. After the improvements were implemented, these values rose to 84.00%, 98.17%, and 82.68%, respectively. This represents an improvement of 15.62 percentage points in productivity, 3.34 in efficiency, and 16.84 in effectiveness. The data processed in the statistical software SPSS version 29 confirmed the validity of the results, with significance levels below 0.001 for all indicators, which allowed the null hypothesis to be rejected and the hypotheses proposed by the authors to be supported.

Keywords: Work analysis, method optimization, time measurement, industrial performance, operational efficiency, process effectiveness.



INTRODUCCIÓN

Con la fuerte competencia actual en el mundo empresarial, aumentar la productividad es crucial para las empresas industriales que desean mantenerse y expandirse. Al optimizar la producción, no solo se reducen drásticamente los gastos y la duración, sino que también se mejora la calidad del producto y se garantiza un uso eficiente de los recursos. Por lo tanto, la ingeniería de métodos se convierte en una herramienta importante para analizar, crear y mejorar los sistemas de trabajo de los fabricantes.

El reciclaje de plásticos, y en especial la manipulación del PET (tereftalato de polietileno), se enfrenta constantemente a problemas de eficiencia, fluctuaciones en el proceso y duras condiciones de trabajo. Supongo que el área de prensado es el producto final más valioso (MVP), ya que sus resultados determinan la cantidad, la calidad y el flujo constante de material que se vende o se reelabora. No es de extrañar que cualquier error en este paso pueda afectar de inmediato la producción de toda la empresa.

Marbell Pachass, que se dedica al reciclaje y prensado de PET, ha detectado un margen de mejora en su área de prensado, donde la pérdida de tiempo, las idas y venidas innecesarias y las rutinas de trabajo desordenadas son sin duda una característica destacada. Estos problemas reducen el rendimiento de la planta y generan costos innecesarios, lo que reduce la ventaja de Marbell en el mercado.

Para abordar los problemas, este proyecto planea utilizar estrategias de ingeniería de métodos para impulsar el proceso de prensado de Marbell Pachass en 2024. Al explorar cómo funcionan las cosas ahora, realizar comprobaciones de tiempos, observar los movimientos de los trabajadores y crear rutinas más fluidas, el plan busca agilizar el trabajo, optimizar el uso de los recursos y, en esencia, ayudar a la empresa a mejorar aún más su trabajo.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

A nivel global, las regulaciones ambientales han cobrado relevancia como respuesta al deterioro del entorno natural y los desastres ecológicos. Este marco regulatorio se remonta a 1970 con la promulgación de la National Environmental Policy Act (NEPA) en Estados Unidos, que sirvió como referencia para que organismos como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial exigieran políticas de control ambiental en sus acuerdos internacionales.

Entre las regiones más afectadas y activas en la producción de residuos sólidos se encuentra Asia-Pacífico, conformada por 37 ciudades y economías de Asia, Oceanía e islas del Pacífico, que representa aproximadamente el 23% de la generación mundial de residuos.

Según datos del World Bank Group, los residuos sólidos comunes han alcanzado niveles críticos, lo que motivó su clasificación en ocho categorías para facilitar su análisis. De estas, la más predominante a nivel mundial es la categoría Food and Green Waste, que se origina principalmente en zonas urbanas y constituye una de las mayores preocupaciones tanto para los ciudadanos como para las entidades gubernamentales. Este tipo de residuo representa el 44% de la producción global anual de desechos sólidos, con más de 887 millones de toneladas por año, consolidándose como la categoría dominante a lo largo del tiempo.

Cuadro 1

Tipos de desechos solidos

Categoría	Composición mundial de residuos
Food and Green (comida y vegetales)	44%
Paper and Cardboard (papel y cartón)	17%
Other (otros)	14%
Plastic (plásticos)	12%
Glass (vidrio)	5%
Metal (metal)	4%
Rubber and leather (caucho y cuero)	2%
Wood (madera)	2%

Nota: WORLD BANK GROUP

Los residuos de papel y cartón representan la segunda categoría más significativa a nivel mundial, con un 17% de participación. Sin embargo, el grupo conocido como *Dry Recyclables* —que incluye papel, plástico, vidrio, metales, caucho y cuero— constituye en conjunto más del 40% de los residuos sólidos generados globalmente, equivalentes a más de 806 millones de toneladas anuales. Un 16% adicional corresponde a materiales no aptos para reciclaje ni compostaje.

Gráfico 1

Clasificación de los residuos sólidos



Según el World Bank Group, la inadecuada gestión de residuos —tanto urbanos como industriales— genera impactos ambientales, sociales y económicos negativos. Se identificó que los métodos de disposición más utilizados son los vertederos, sean estos abiertos o controlados. Solo un 19% del total de residuos sólidos es sometido a procesos de valorización como el reciclaje (13.5%) o el compostaje (5.5%).

Cuadro 2

Disposición final de los residuos sólidos a nivel mundial

DISPOSICIÓN FINAL	
Open dump (basurero abierto)	33%
Landfill (unspecified), (vertedero)	25%
Recycling (Reciclado)	13.5%
Incineration (Incinerado)	11%
Sanitary landfill (Relleno Sanitario)	7.7%
Composting (Conpostaje)	5.5%
Controlled Landfill (Vertedero Controlado)	4%
Other (otros)	0.3%

Nota: WORLD BANK GROUP

En América Latina y el Caribe, región compuesta por 42 ciudades y más de 638 millones de habitantes, se producen 231 millones de toneladas de residuos anuales. El promedio per cápita diario es de 0.99 kg, con un 52% generado en zonas urbanas. El 69% de estos residuos urbanos termina en vertederos, de los cuales el 50% corresponde a rellenos sanitarios con control ambiental. No obstante, solo el 4.5% se recicla y menos del 1% se composta, lo cual evidencia una subutilización de alternativas sostenibles.

En Perú, la producción diaria de residuos sólidos es de 0.75 kg por habitante, colocándolo en el puesto 31 de 42 a nivel regional. Tras la pandemia, esta cifra subió a 0.80 kg diarios, con una generación nacional de 21 mil toneladas diarias. A pesar del volumen, apenas se recicla el 1.9%, con una ligera mejora en Lima (4.6%). Este incremento también es visible en provincias.

En Puno, el promedio per cápita subió de 0.45 kg en 2023 a 0.47 kg en 2024. Solo el 4.4% de los hogares gestionan adecuadamente sus residuos. De las 109 municipalidades, 108 recogen residuos urbanos, pero solo 12 cuentan con relleno sanitario; el resto utiliza vertederos, incineración (39 municipios) o reciclaje (31 municipios), aunque su uso efectivo varía según la gestión local.

El departamento de Puno está conformado por 13 provincias, destacándose entre ellas la provincia de San Román y la provincia de Puno, siendo la primera la más poblada. En San Román se ubica la ciudad de Juliaca, reconocida como el núcleo comercial del departamento y la urbe con mayor densidad poblacional. Juliaca acoge no solo a sus residentes, sino también a personas provenientes de distintas localidades que acuden semanalmente para realizar actividades económicas. Esta dinámica convierte a Juliaca en el principal generador de residuos sólidos en la región.

Marbell Pachass es una destacada recicladora ubicada en la ciudad de Puno, con más de quince años de experiencia en el sector ambiental. Se ha consolidado como un referente regional en la gestión de residuos reciclables, especialmente en la categoría **Dry Recyclable**. Su cadena de suministro incluye diversos tipos de proveedores clasificados según su origen:

- Acopiadores de primer nivel: Son recolectores individuales que recogen residuos por sus propios medios y los comercializan directamente con la planta. A veces trasladan los materiales a las instalaciones o solicitan su recojo en el lugar donde operan.
- Acopiadores de segundo nivel: Estos no solo recolectan residuos por cuenta propia, sino que además adquieren material de otros acopiadores, a precios más bajos, para luego revenderlos a un valor algo superior.

- **Municipalidades:** Gracias a su consolidación en el mercado, Marbell Pachass ha logrado establecer convenios de cooperación con gobiernos locales que poseen planes formales de gestión de residuos sólidos.
- **Rellenos sanitarios:** Representan una fuente clave de insumos reciclables. En estos lugares, grupos de trabajadores —en su mayoría mujeres y jóvenes— clasifican y venden materiales a precios más altos que los acopiadores primarios, debido al mayor volumen disponible. En el caso del relleno sanitario de Juliaca, se ha establecido un acuerdo con empresas competidoras para alternar la compra semanal de material. En Ilave, ciudad de menor escala, el acopio requiere una espera de aproximadamente 20 días para reunir una cantidad que justifique el traslado. Por su parte, en Puno se puede comprar a diario, salvo por restricciones derivadas de competencia o falta de liquidez.
- **Locales comerciales:** Restaurantes, bodegas, tiendas y otros negocios también proveen materiales reciclables a la planta.

La empresa cuenta con infraestructura, maquinaria, logística y recursos humanos y financieros adecuados para captar una porción significativa del mercado regional de reciclaje. Gracias a la confianza de sus proveedores y a relaciones comerciales sólidas, las instalaciones reciben grandes volúmenes de materiales reciclables. Sin embargo, la producción efectiva no ha alcanzado el nivel requerido, lo que se traduce en una limitación crítica para el crecimiento de la empresa.

Este déficit productivo ha sido un problema persistente en los últimos años. A pesar de que la región de Puno presenta una oportunidad latente por la magnitud de los residuos mal gestionados —una de las principales preocupaciones ambientales y sociales de la última década—, la empresa no ha podido responder con la capacidad de procesamiento necesaria.

Para lograr una cobertura más amplia y responder al crecimiento proyectado de residuos per cápita, es indispensable mejorar la eficiencia y la eficacia de los procesos productivos. Actualmente, estos problemas operativos generan cuellos de botella que impiden acopiar mayor cantidad de materiales.

Dentro del conjunto de residuos reciclables, el PET (tereftalato de polietileno) es el material más abundante tanto en la región como en la empresa. En 2023, representó el 57% del volumen total procesado por Marbell Pachass, distribuido en seis subcategorías: PET blanco, PET de aceite, PET verde, PET azul, PET plomo y PET azul oscuro.

El PET no solo es el residuo más común, sino también uno de los que presenta menor proporción de disposición final adecuada. Ya sea en forma de botellas o de films, requiere ser comprimido para su traslado eficiente a la ciudad de Lima, donde es transformado a través de procesos físico-químicos para su reutilización en nuevas cadenas productivas

Tabla 1

Producción anual del 2023 de Marbell Pachass

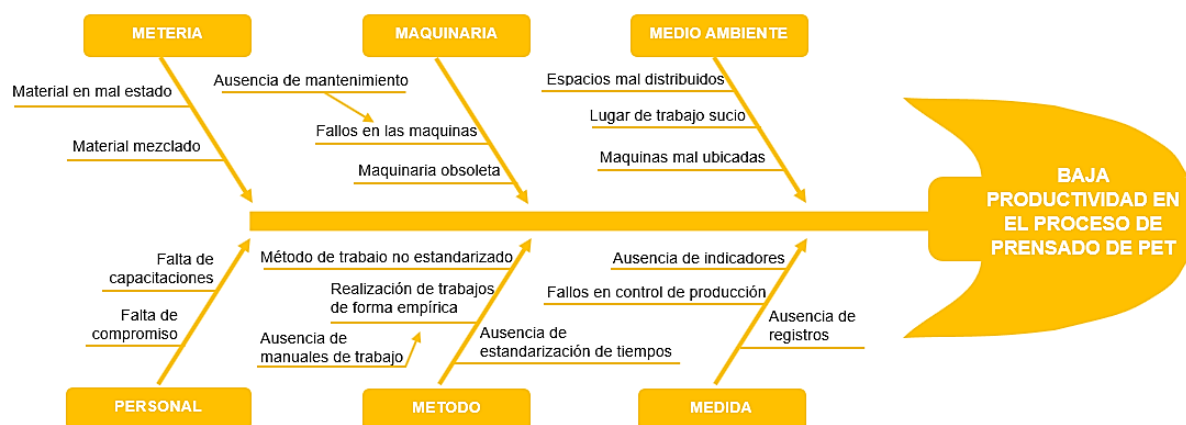
PRODUCCIÓN ANUAL – MARBELL PACHASS 2023		
ÍTEM	(KG)	%
Pet blanco	800000	47.37
Caucho	460000	18.95
Papel blanco	330000	9.47
Lata	330000	9.47
Pet aceite	80000	4.74
Film	80000	4.74
Pet verde	69000	3.79
Pet azul	8000	0.47
Pet plomo	8000	0.47
Papel color	5700	0.28
Pet rojo	5000	0.24
TOTAL	2175700	100%

Gráfico de Ishikawa

En el diagrama de Ishikawa, que se muestra a continuación, se nos muestra la evidencia de mejor forma las posibles causas de la baja productividad en el proceso de prensado de pet de la empresa Marbell Pachass.

Gráfico 2

Gráf. de Ishikawa



En el desarrollo de esta investigación, se recurrió al diagrama de Ishikawa como herramienta analítica para organizar y visualizar de forma clara los posibles factores que inciden negativamente en la productividad del área de prensado de PET en la empresa Marbell Pachass. Este diagnóstico se elaboró a partir de una dinámica de lluvia de ideas, en la que participaron colaboradores del área operativa, representantes de la gerencia y el investigador principal, logrando así una visión integral y objetiva del problema. Las causas identificadas fueron clasificadas conforme a la metodología de las 6M (Materiales, Mano de obra, Maquinaria, Métodos, Medio ambiente y Medición), permitiendo identificar y analizar un total de 17 factores que contribuyen al bajo desempeño del proceso.

Cuadro 3*Causas posibles de la baja producción en Marbell Pachass*

CAUSA	PRINCIPALES CAUSAS DE LA BAJA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE PRENSADO DE PET
C1	Material en mal estado
C2	Material mezclado
C3	Falta de capacitaciones
C4	Poco compromiso
C5	Ausencia de mantenimiento
C6	Fallo en las maquinas
C7	Maquinaria obsoleta
C8	Método de trabajo no estandarizado
C9	Ausencia de estandarización de tiempos
C10	Realización de trabajos de forma empírica
C11	Ausencia de manuales de trabajo
C12	Espacio mal distribuido
C13	Lugar de espacio sucio
C14	Maquinaria que estorba
C15	Ausencia de indicadores
C16	Ausencia de registros
C17	Fallo en el control de producción

El diagrama de Ishikawa funcionó como punto de partida para este trabajo investigativo, ya que permitió establecer una primera hipótesis sobre las causas más probables del problema. Sin embargo, esta herramienta por sí sola no ofrecía una base cuantitativa que permitiera priorizar de manera objetiva. Por ello, las causas previamente identificadas fueron posteriormente evaluadas mediante una matriz de correlación. Esta herramienta complementaria permitió analizar el grado de relación e impacto entre las distintas causas, utilizando un sistema de puntuación donde 0 indica ausencia de relación, 1 representa una relación no significativa, 2 una relación media, y 3 una relación muy fuerte.

Tabla 2

Matriz de correlación

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17
C1		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
C2	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
C3	1	1		0	2	1	1	2	2	2	1	0	0	0	2	2	2
C4	1	3	2		2	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1
C5	0	0	1	1			3	0	0	1	1	0	0	3	1	1	0
C6	0	0	1	1	1		3	0	0	1	1	0	0	3	0	0	0
C7	0	0	1	1	1	1		1	1	1	1	0	1	3	1	1	0
C8	1	3	1	1	0	0	0		3	3	3	3	0	0	3	3	3
C9	1	1	1	1	0	0	0	3		3	3	1	0	0	3	3	3
C10	1	1	1	0	2	2	0	1	1		3	1	0	0	2	2	2
C11	1	1	0	0	2	2	0	2	2	3		1	0	0	0	1	2
C12	1	2	1	0	0	0	0	1	1	1	0		1	3	2	2	3
C13	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		1	1	1	0
C14	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2		1	1	1
C15	1	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2		1	1
C16	1	1	0	0	2	1	0	1	1	3	2	0	0	1	1		2
C17	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	

El desarrollo de esta matriz exigió el análisis cruzado entre cada una de las causas, confrontándolas entre sí para determinar cómo se influyen mutuamente. Es fundamental resaltar que la matriz permite una doble lectura: por un lado, identificar si una causa influye sobre otra y, por otro, si esa segunda causa puede influir en la primera. Esta lógica bidireccional enriqueció el análisis e hizo posible establecer categorías más precisas:

- No se identificaron problemas indiferentes.
- Se hallaron seis causas con comportamiento pasivo (C1, C2, C14, C17, C13, C6), es decir, con alta dependencia y poca capacidad de generar otras fallas.
- Se identificaron tres causas activas (C4, C7, C3), con fuerte influencia sobre otras y potencial de generar múltiples consecuencias en el sistema productivo.
- Finalmente, se determinaron ocho causas críticas (C5, C16, C11, C12, C15, C10, C9, C8), que combinan alta influencia y alto grado de dependencia, lo que las convierte en las más perjudiciales para la productividad general.).

Las causas pasivas, pese a su alta dependencia, tienen bajo impacto por sí solas y no son prioritarias en la intervención. En cambio, las causas activas tienen gran

capacidad de influir en otras fallas, por lo que se recomienda abordarlas con planes correctivos inmediatos. Las causas críticas, por su doble efecto negativo —generadoras y receptoras de impactos—, fueron seleccionadas como foco principal del presente trabajo, ya que afectan directamente el rendimiento del proceso y de la organización en general.

Pareto

Complementando este análisis, se empleó el diagrama de Pareto como una segunda herramienta para confirmar los hallazgos de la matriz de correlación. A partir de los valores de influencia asignados a cada causa, se construyó una tabla que permitió ordenar de forma descendente las causas con mayor frecuencia e impacto dentro del problema productivo.

Tabla 3

Frecuencia acumulada.

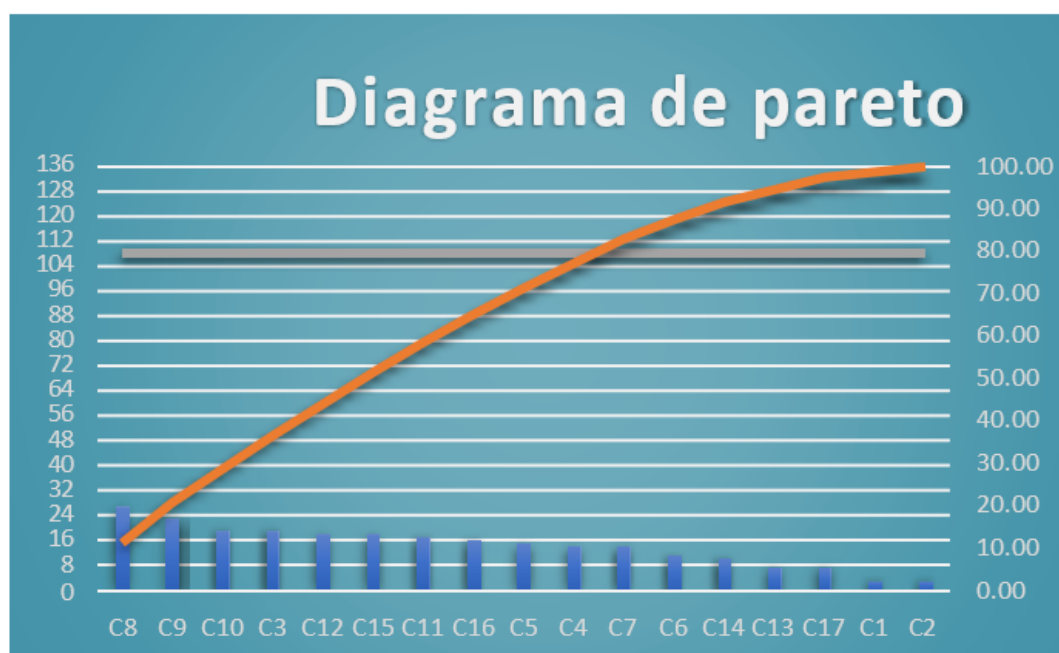
N°	CAUSAS	PONDERACION	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA
C8	Método de trabajo no estandarizado	27	11.20%	11.20%
C9	Ausencia de estandarización de tiempos	23	9.54%	20.75%
C10	Espacios mal distribuidos	19	7.88%	28.63%
C3	Falta de capacitaciones	19	7.88%	36.51%
C12	Espacios mal distribuidos	18	7.47%	43.98%
C15	Ausencia de indicadores	18	7.47%	51.45%
C11	Ausencia de manuales de trabajo	17	7.05%	58.51%
C16	Ausencia de registros	16	6.64%	65.15%
C5	Ausencia de mantenimiento	15	6.22%	71.37%
C4	Poco compromiso	14	5.81%	77.18%
C7	Maquinaria obsoleta	14	5.81%	82.99%
C6	Fallo en las maquinas	11	4.56%	87.55%
C14	Maquinaria que estorba	10	4.15%	91.70%
C13	Lugar de trabajo sucio	7	2.90%	94.61%
C17	Fallo en el control de producción	7	2.90%	97.51%
C1	Productos defectuosos	3	1.24%	98.76%
C2	Material en mal estado	3	1.24%	100.00%

Los resultados del diagrama de Pareto mostraron que las causas agrupadas dentro del componente "Método" del diagrama de Ishikawa encabezan la lista de factores más relevantes, acumulando una ponderación de 28.63%. Entre estas destacan el método de trabajo no estandarizado, la falta de estandarización de tiempos y la distribución inadecuada del espacio, sumando un total de 69 puntos. Les sigue la falta de capacitaciones, ubicada dentro del componente de Mano de Obra.

A partir de este análisis se puede inferir que el área de métodos representa más de una cuarta parte del problema general de productividad en la empresa. Esta rama se identifica, por tanto, como el aspecto de mayor impacto en el sistema de trabajo de Marbell Pachass.

Gráfico 3

Diagrama de Pareto



Tras el análisis de las 17 causas detectadas, se concluyó que las 10 más significativas concentran alrededor del 80% de los factores que afectan negativamente la eficiencia del prensado de PET blanco. Las más críticas fueron la carencia de un método de trabajo estandarizado (C8) y la falta de uniformidad en los tiempos operativos (C9),

ambas con una frecuencia cercana al 10%. En cambio, las causas relacionadas con la calidad del insumo, como productos defectuosos (C1) y materiales en mal estado (C2), presentaron una incidencia inferior al 1%, siendo consideradas de bajo impacto en la baja productividad del proceso.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cómo el estudio de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024?

1.2.2 *Problema específico*

- ¿Cómo el estudio de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024?
- ¿Cómo el estudio de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Determinar cómo el estudio de la ingeniería de métodos mejora la baja productividad en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024.

1.3.2 *Objetivo específico*

- Determinar como el estudio de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024.
- Determinar como el estudio de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación teórica

Esta investigación se fundamenta en diversos marcos conceptuales y teorías extraídas de fuentes confiables como la Organización Internacional del Trabajo, textos especializados en ingeniería de métodos y literatura técnica disponible en medios digitales. Estos recursos proporcionaron los elementos teóricos necesarios para comprender y abordar conceptos fundamentales tales como el estudio del trabajo, la productividad, la eficiencia y la eficacia, aspectos esenciales para el logro del objetivo planteado en el presente estudio.

1.4.2 Justificación metodológica

El desarrollo de este proyecto se respalda en una metodología basada en la recolección precisa y objetiva de datos, utilizando instrumentos adecuados para tal fin. Entre ellos, se destacan el cronómetro digital, empleado para mediciones de tiempo, y las guías de observación, que permiten registrar de manera estructurada los procesos analizados, asegurando así la fiabilidad de los resultados obtenidos.

1.4.3 Justificación práctica

La investigación incorpora la aplicación de herramientas propias del estudio de métodos, como el Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP), el Diagrama de Actividades del Proceso (DAP), diagramas de recorrido y diagramas bimanuales, entre otros. Estas herramientas permiten realizar intervenciones directas sobre el proceso analizado, aportando soluciones concretas que se traducen en mejoras visibles en la productividad. De este modo, la justificación práctica se sustenta en la posibilidad de aplicar los hallazgos de forma técnica y eficiente.

1.4.4 Justificación económica

El presente estudio tiene un impacto directo en la rentabilidad de la empresa Marbell Pachass, ya que está orientado a incrementar los niveles de productividad en sus procesos. Este aumento se traduce en beneficios económicos para la organización, al optimizar el uso de sus recursos, reducir tiempos improductivos y elevar la eficiencia operativa, lo cual representa una mejora tangible en términos financieros.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

El estudio de la ingeniería de métodos mejorará productividad en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024.

1.5.2 Hipótesis específica

- El estudio de la ingeniería de métodos mejorará la eficiencia en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024.
- El estudio de la ingeniería de métodos mejorará la eficacia en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024.

1.6. Variables

1.6.1 Variable independiente

Variable independiente: Estudio del trabajo.

1.6.2 Variable dependiente

Variable dependiente: Productividad.



1.6.3 Operacionalización de variables

Tabla 4

Operacionalización.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente: Estudio del trabajo	El estudio del trabajo consiste en un análisis estructurado de los métodos utilizados para realizar tareas, con el propósito de optimizar los recursos disponibles y establecer estándares de rendimiento. Esta herramienta facilita la identificación de ineficiencias y promueve una gestión más eficaz del tiempo, la mano de obra y la maquinaria (OIT, 1996).	El estudio del trabajo, en términos operativos, se refiere a la implementación concreta de técnicas de análisis de métodos y medición de tiempos, con el propósito de identificar, modificar o eliminar actividades que generen demoras, redundancias o que no aporten valor al proceso productivo. Esta aplicación práctica permite optimizar los procedimientos y mejorar el desempeño general del sistema de trabajo.	Estudio de métodos	$AAV = \left(\frac{\text{Total de } A - AI}{\text{Total de } A} \right) * 100\%$ AAV: Actividades que agregan valor. A: Actividades. AI: Actividades innecesarias.	Razón
			Medición del trabajo	$TE = TN * (TN + Supln)$ TE: Tiempo estándar. TN: Tiempo normal. Supln: Suplemento.	Razón
Dependiente: Productividad	Por otro lado, la productividad se refiere a la relación entre los resultados obtenidos y los recursos empleados para lograrlos. Implica el	En cuanto a la productividad, esta será evaluada a través de dos indicadores clave: la	Eficiencia	$Ef = \frac{NHE}{NHP} * 100\%$ Ef: Eficiencia. NHP: Número de horas programadas. NHE: Número de horas empleadas. Medición: Diario.	Razón



uso eficiente del trabajo humano, el capital, los materiales y otros insumos para generar bienes y servicios, siendo fundamental para evaluar la eficiencia y competitividad de una organización (Prokopenko, 1989).

eficiencia y la eficacia. La eficiencia se refiere al aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles para alcanzar un resultado, mientras que la eficacia se relaciona con el cumplimiento de los objetivos establecidos. Por tanto, medir la productividad implicará calcular ambos indicadores para obtener una visión completa del rendimiento operativo dentro del proceso de prensado de PET.

Eficacia

$$Ea = \frac{CPR}{CPP} * 100\%$$

Ea: Eficacia.
CPR: Cantidad de pacas de PET realizadas.
CPP: Cantidad de pacas programadas.
Medición: Diaria.

Razón



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Suárez (2020), tuvo como propósito establecer una metodología que permitiera diagnosticar la productividad inicial de un laboratorio en Bogotá, Colombia. Para ello, se aplicó una investigación de tipo aplicada y diseño experimental. La muestra fue determinada mediante muestreo aleatorio, partiendo de 10 datos iniciales para estimar los subsiguientes, y se recolectaron entre 10 y 15 muestras por proceso. Se emplearon herramientas como medidores portátiles, balanzas, termohigrómetros y cronómetros. El estudio permitió establecer tiempos estándar en cada procedimiento, aportando una base cuantitativa para futuras mejoras en la eficiencia del laboratorio. Esta tesis demuestra la utilidad del estudio del trabajo como herramienta para establecer niveles de productividad base.

Yúnez (2020) desarrolló un estudio centrado en el procedimiento de cambio de aceite vehicular, empleando un enfoque de investigación básica con diseño no experimental de tipo explicativo. El análisis se basó en una muestra única y recurrió a instrumentos sencillos, como una varilla de medición y formatos de registro. Gracias a la aplicación del estudio de métodos y tiempos, se identificaron cuellos de botella en actividades clave como la recepción del vehículo, la extracción de filtros y la inspección general, permitiendo formular propuestas orientadas a la optimización del proceso.

Fuertes y Bolaños (2019), en su estudio sobre el proceso de producción de seda en la organización Corseda, adoptaron un enfoque exploratorio con diseño preexperimental. La investigación, desarrollada en la Fundación Universitaria de Popayán, incluyó la observación de dos operarias en seis fases del proceso. Utilizando cronómetros y formatos de registro, implementaron mejoras como la reorganización de la planta y la estandarización de actividades, lo que permitió elevar la productividad diaria en un 15%.

Puentes (2018), en su investigación llevó a cabo un análisis aplicado de carácter descriptivo, considerando la totalidad de la población como muestra. La evaluación se centró en siete procesos productivos desarrollados en jornadas de 8 horas, lo que permitió identificar reducciones de tiempo que oscilaron entre el 14.34% y el 36.18%. Como resultado de estas mejoras, la productividad experimentó un incremento de hasta el 72.16%, lo cual reflejó el impacto económico positivo derivado de una adecuada implementación del estudio de tiempos y movimientos.

Carrillo (2017), en su trabajo de titulación de posgrado de la Escuela Politécnica Nacional, titulado "Propuesta de mejora de la productividad en la planta procesadora de lácteos EL TAMBO", aplicó un estudio de métodos validado mediante el software SIMUL8. Con una muestra de 369 observaciones, recogidas mediante muestreo aleatorio, se lograron reducciones de tiempo de ciclo de hasta un 84.94%. Estas mejoras fueron validadas mediante simulación, confirmando la efectividad de las propuestas implementadas.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Por otro lado, Villalta y Yanqui (2021), en su tesis aplicaron una metodología cuantitativa de tipo aplicada, con un diseño preexperimental. Utilizaron una muestra censal que comprendió 16 semanas de análisis, recolectando datos mediante fichas específicas. Como resultado, se evidenció un incremento en los indicadores clave:

productividad en 41.60%, eficiencia en 27.71% y eficacia en 28.44%, confirmando la utilidad del estudio del trabajo como herramienta para la mejora operativa.

Chiuca y Valencia (2019). La investigación fue de tipo aplicada y cuasi experimental, abarcando 25 días laborales. Con herramientas como cronómetros y formularios de registro, evidenciaron un incremento de la productividad del 55.42% al 69.86%, junto con mejoras en la eficiencia (de 68% a 76%) y eficacia (de 82% a 92%). Se concluyó que el uso de herramientas como DOP, DAP y diagramas bimanuales fue crucial para lograr estos avances.

Rodríguez (2018), aplicó un enfoque cuantitativo y diseño experimental. Analizó la producción diaria durante 30 días, registrando una mejora de productividad del 56% al 74%, con aumentos de eficiencia del 83.7% al 86% y de eficacia del 67% al 85%. El estudio destacó la importancia de eliminar tareas innecesarias y estandarizar tiempos para lograr mejoras sustanciales.

Valentín (2018), desarrolló una investigación cuantitativa–comparativa de tipo longitudinal. La muestra fue igual a la población (1,000 sacos de harina). Utilizando cronómetros y fichas de datos, se logró un incremento de productividad del 36%, acompañado de mejoras en la eficacia (15%) y eficiencia (8%). El autor resaltó que el éxito dependió de aplicar correctamente cada una de las ocho fases del estudio del trabajo y de eliminar paradas innecesarias durante los procesos.

2.2. Marco teórico

2.2.1 Estudio del trabajo

El estudio del trabajo consiste en una serie de técnicas orientadas a mejorar la eficiencia en el uso de recursos disponibles mediante la eliminación sistemática de actividades que generen desperdicios, sean redundantes o ineficientes. Esta práctica no solo incrementa la productividad, sino que también simplifica tareas, mejora la calidad de los productos y los hace más accesibles al consumidor. Se enfoca en el

análisis estructurado de los métodos existentes para llevar a cabo actividades, con la finalidad de optimizar recursos y establecer estándares operativos. En esencia, el estudio del trabajo busca reducir o eliminar operaciones innecesarias, mejorar la gestión de recursos económicos y definir tiempos normales para cada actividad, siendo esta una herramienta clave para elevar los niveles de productividad organizacional.

2.2.1.1. Ingeniería de métodos

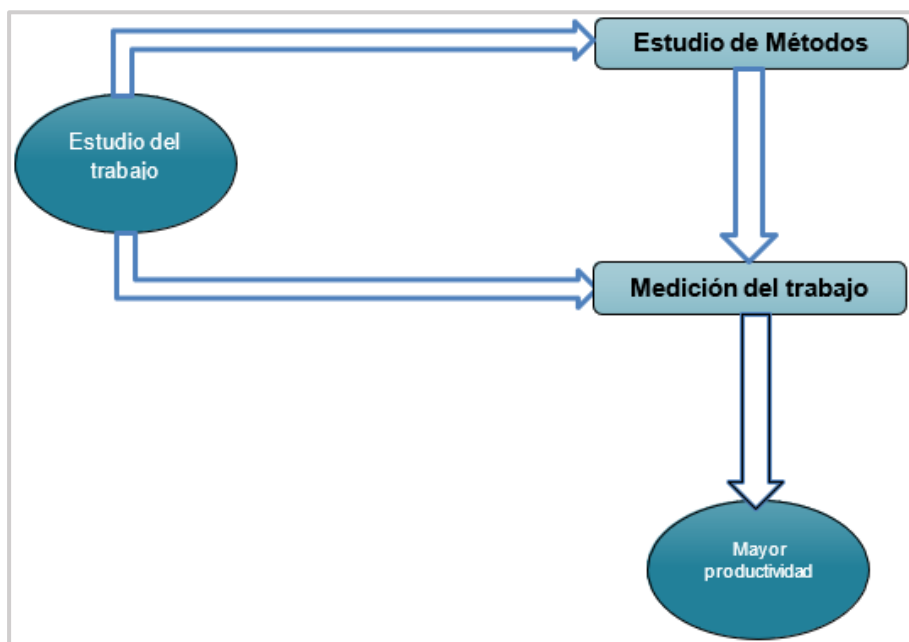
La ingeniería de métodos, como disciplina, ha evolucionado desde sus inicios en el siglo XVIII, especialmente con el surgimiento del análisis de tiempos en 1760. En la actualidad, se entiende como el campo que combina el análisis de movimientos y tiempos dentro del marco del estudio del trabajo. El proceso metodológico para implementar un estudio de métodos sigue ocho etapas principales.

- I. Seleccionar: Elegir la tarea o proceso que será objeto de análisis.
- II. Registrar: Recolectar datos relevantes del proceso utilizando técnicas adecuadas para su organización y posterior evaluación.
- III. Examinar: Analizar críticamente la información recolectada, evaluando aspectos como el propósito, lugar, orden, responsables y medios empleados.
- IV. Establecer: Definir el método más económico y funcional, considerando la contribución de expertos y personal involucrado.
- V. Evaluar: Comparar los resultados obtenidos con los métodos actuales para determinar mejoras sustanciales.
- VI. Definir: Presentar y formalizar el nuevo método propuesto junto con su tiempo estándar, asegurando la comprensión a través de demostraciones o documentación.
- VII. Implantar: Introducir el nuevo procedimiento en el entorno laboral, capacitando a los responsables de su aplicación.
- VIII. Controlar: Supervisar la implementación y verificar el cumplimiento de los resultados esperados.

2.2.1.2. Dimensiones del estudio de trabajo

Gráfico 4

Dimensiones del estudio del trabajo



Según la Organización Internacional del Trabajo, el estudio de métodos debe centrarse en la revisión crítica y sistemática de las formas en que se ejecutan las tareas, con el propósito de realizar mejoras significativas. Dos dimensiones fundamentales de esta disciplina son: la identificación de oportunidades para reducir el contenido innecesario del trabajo, y el rediseño de procesos para hacerlos más eficientes y efectivos.

2.2.1.3. Etapas del estudio de métodos

El estudio de métodos, como parte del estudio del trabajo, sigue la misma secuencia lógica mencionada en la ingeniería de métodos, estructurada en ocho fases: selección, registro, análisis, definición, evaluación, formalización, implantación y control. Estas etapas aseguran un enfoque ordenado y sistemático para lograr mejoras tangibles en los procesos:

Cuadro 4*Etapas del estudio de métodos*

ETAPA	OBJETIVO
1. Seleccionar	Seleccionar que trabajo se va a estudiar
2. Registrar	Registrar la información mediante la recopilación de datos o la observación directa.
3. Examinar	Examinar críticamente el objetivo, el lugar, el orden y el método de trabajo.
4. Establecer	Crear nuevos métodos, basándose en las aportaciones de los interesados.
5. Evaluar	Evaluar los resultados de las diferentes soluciones.
6. Definir	Determinar los nuevos métodos y presentarlos a todo el personal pertinente.
7. Implantar	Implantar los nuevos métodos y formar al personal para aplicarlos.
8. Controlar	Manter y establecer procedimientos para los respectivos controles.

2.2.1.4. Herramientas del estudio de método

Para facilitar el análisis detallado de los procesos, se utilizan instrumentos específicos que permiten registrar información con precisión y estandarización. Entre las herramientas más empleadas se encuentran los diagramas y gráficos, los cuales se agrupan según si muestran la secuencia de actividades en el tiempo o si representan procesos sin relación temporal directa. Estas herramientas son fundamentales para documentar y analizar el flujo de operaciones en una organización.

Cuadro 5*Herramientas del estudio de métodos.*

CATEGORÍA	HERRAMIENTA
Gráficos: Que indican la sucesión de los hechos.	Cursograma analítico del equipo o maquinaria
	Diagrama bimanual
	Cursograma administrativo
Gráficos: Que indican la escala de Tiempo.	Diagrama de actividades múltiples
Diagramas: Que indican Movimiento.	Diagrama de recorrido o de circuito
	Ciclograma

2.2.1.5. Simbología en cursogramas

La representación gráfica de los procesos mediante cursogramas se basa en una simbología estandarizada promovida por la OIT. Esta simbología se compone de cinco símbolos básicos que facilitan la comprensión de los procesos y reducen la necesidad de descripciones extensas. Adicionalmente, puede incluirse un sexto símbolo para representar actividades combinadas, cuya inclusión depende del contexto particular del análisis.

Cuadro 6

Simbología empleada en los cursogramas

SIMBOLOGÍA	NOMBRE	DEFINICIÓN
	Operación	Este símbolo se utilizará cuando, la pieza, materia o producto del proceso de estudio se vaya modificar o cambia durante la operación.
	Inspección	Tal cual lo indica su nombre esta simbología es utilizada para indicar la inspección tanto de la calidad como la de cantidad
	Transporte	Símbolo para Indicar todos los movimientos encontrados de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
	Deposito provisional o espera	Simbología usada para las demoras en el proceso, por ejemplo, trabajo suspendido, o abandono de las actividades.
	Almacenamiento permanente	Símbolo para hacer referencia al lugar de almacenamiento final del producto acabado
	Actividades combinadas	Simbología usada para varias actividades ejecutadas al mismo tiempo por el mismo operario de un mismo lugar de trabajo.

2.2.2 Medición de trabajo

La medición del trabajo es una técnica que permite determinar el tiempo requerido por un operario calificado para ejecutar una tarea bajo condiciones normales de desempeño. Su finalidad es detectar y reducir los tiempos improductivos que pueden surgir por deficiencias en el diseño o ejecución del proceso. Esta medición implica conocer y diferenciar adecuadamente los tipos de tiempo presentes durante la ejecución del trabajo, lo cual es clave para mejorar la eficiencia global del proceso.

Cuadro 7

Tipos de tiempo en el trabajo.

TIEMPO TOTAL DE OPERACION EN LAS CONDICIONES EXISTENTES			
Contenido básico de trabajo		Tiempo total improductivo	
Tipo de Tiempo	Definición	Tipo de Tiempo	Definición
Contenido básico de trabajo	Del producto y/o de la operación	Contenido de trabajo adicional	A causa de un mal diseño del producto o de una mala utilización de los materiales
		Contenido de trabajo adicional	A causa de métodos de manufactureros u operativos ineficientes
		Tiempo improductivo	Imputable a los recursos humanos

2.2.2.1. Clasificación de tiempos

En esta investigación, la medición de la productividad se basará en la comparación del tiempo estándar antes y después de aplicar el estudio del trabajo. El tiempo estándar se define como el tiempo requerido por un trabajador competente para completar una tarea, considerando un esfuerzo promedio. Esta medida se obtiene multiplicando el tiempo normal por un factor de suplementación que contempla pausas personales y tiempos adicionales necesarios.

Tiempo Estándar (TE)

Tiempo total asignado para la tarea, incluyendo suplementos y variaciones.:

$$TE = TN \cdot (1 + \text{Supl})$$

Tiempo Suplementario (Supln)

Tiempo adicional para pausas necesarias, tanto fisiológicas como personales.

Tiempo normal: Resultado de ajustar el tiempo observado según el ritmo de trabajo:

$$TN = TO \times FV$$

Tiempo Observado (TO)

Tiempo cronometrado directamente durante la ejecución de la tarea.

Factor valoración (FV): Escala que evalúa el rendimiento del operario.

2.2.2.2. Etapas de medición del trabajo

Al igual que en el estudio de métodos, la medición del trabajo se estructura en una serie de fases secuenciales que garantizan un análisis detallado y fiable. Estas etapas permiten definir con claridad los tiempos necesarios para la ejecución eficiente de tareas bajo condiciones estándar.

Cuadro 8

Etapas de la medición del trabajo.

ETAPA	OBJETIVO
1. Obtener	Obtener datos sobre el proceso en estudio
2. Registrar	Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en elementos.
3. Examinar	Examinar el desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos, movimientos y determinar la muestra
4. Medir	Medir el tiempo con un instrumento apropiado
5. Determinar velocidad de trabajo	Determinar simultáneamente la velocidad de trabajo efectiva del operario, teniendo en cuenta el ritmo tipo.
6. Convertir	Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
7. Determinar suplementos	Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación
8. Determinar el tiempo tipo	Determinar el tiempo tipo propio de la operación.

2.2.2.3. Técnicas de medición del trabajo

Existen diversas técnicas, entre ellas:

- Estudio de tiempos: Técnica que registra de manera directa los tiempos y ritmos asociados a las tareas.
- Muestreo del trabajo: Técnica estadística basada en observaciones aleatorias.
- Estimación estructurada: Técnica basada en la experiencia del analista.
- Normas de tiempos predeterminados: Estimaciones basadas en datos históricos y estándares internacionales.

Para esta investigación, se empleará principalmente el estudio de tiempos, al ser el método más adecuado para calcular con precisión los valores requeridos por cada tarea.

2.2.3 Productividad

La productividad es una medida que refleja la eficiencia con la que se emplean los recursos para generar bienes o servicios. Se calcula dividiendo la producción lograda entre los insumos utilizados, y permite evaluar el uso óptimo de recursos como trabajo, capital, materiales, energía o información en un sistema productivo.

La productividad también implica un análisis de sus determinantes y consecuencias. Es una métrica clave para identificar qué tan eficientemente se gestionan los recursos. Además, permite detectar oportunidades de mejora al comparar el nivel de insumos empleados frente al producto final obtenido.

La productividad está condicionada por diversos elementos asociados al entorno laboral, los recursos utilizados y la gestión organizacional. Estos factores se agrupan en externos (fuera del control de la empresa) e internos (gestionables). Dentro de los internos, se distinguen varias categorías bajo un enfoque integral:

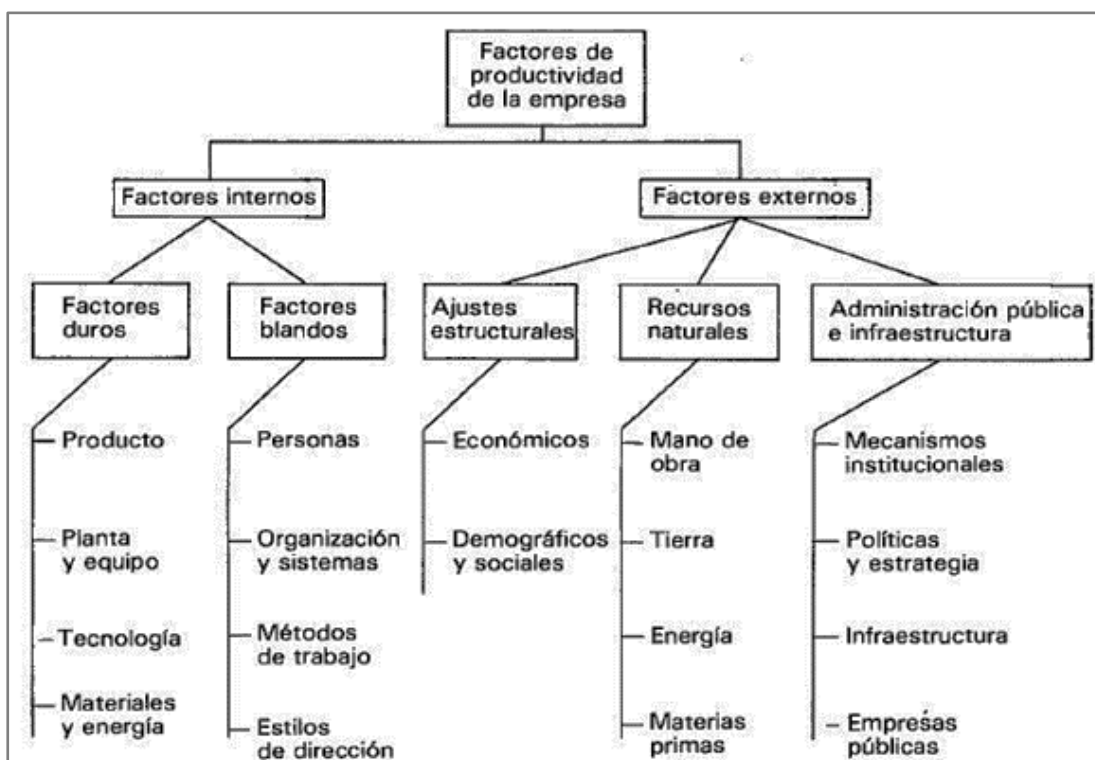
Factores duros: Difícilmente modificables (infraestructura, tecnología).

Factores blandos: Modificables con mayor facilidad (gestión, clima organizacional, motivación).

Esta clasificación ayuda a establecer prioridades y facilita intervenciones eficientes que no siempre requieren grandes inversiones.

Gráfico 5

Factores



2.2.3.1. Enfoques para la medición de la productividad

Se pueden utilizar distintos enfoques, entre ellos:

- **Mét. fundamentados en el análisis del tiempo laboral.**
- **Mét. financieros.**
- **Mét. aplicados**, como el modelo estructural de Kurusawa, el método propuesto por Lawlor, la técnica de Gold, y la Evaluación Rápida de Productividad (ERP).

Por su parte, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) reconoce dos categorías clave para cuantificar la productividad:

- Productividad total: se obtiene dividiendo la producción global entre la totalidad de insumos utilizados.
- Productividad parcial: se calcula como el cociente entre la producción total y un tipo específico de recurso o insumo.

La fórmula de la productividad:

$$Pt = \frac{Ot}{(T + C + M + Q)}$$

Dónde:

Pt = Productividad total.

Ot = Productos total.

T = Factor trabajo.

C = Factor Capital.

M = Factor materias primas.

Q = Insumo de otros bienes.

Form. productividad total:

$$Pt = \frac{Vt}{It}$$

Dónde:

Vt = Índice del producto total.

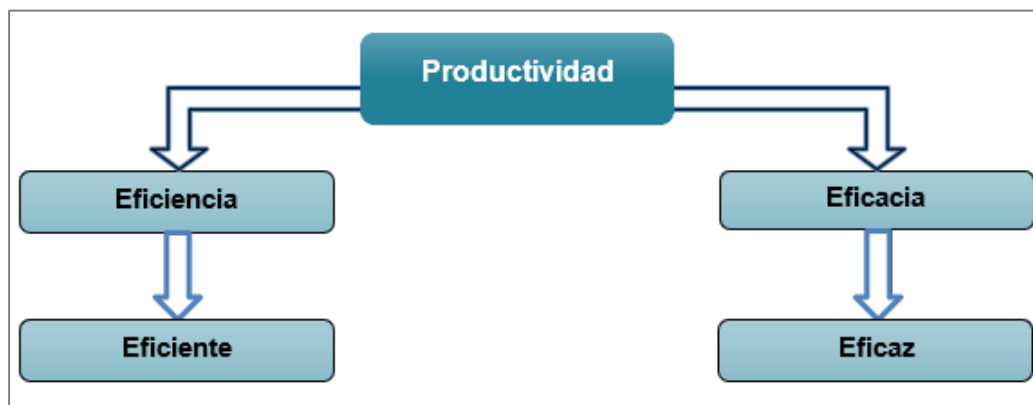
It = Índice del insumo total.

2.2.3.2. Áreas de produc.

La productividad se analiza a través de dos dimensiones clave.

Gráfico 6

Dimensiones de la productividad



Eficiencia

Se refiere a la relación entre los recursos utilizados y los recursos útiles obtenidos. Evalúa qué tan bien se aprovechan los insumos disponibles.

Eficacia

Es la proporción entre los resultados alcanzados y los objetivos propuestos. Mide en qué medida se cumplen las metas establecidas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Enfoque

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo, caracterizado por una secuencia estructurada de pasos lógicos y rigurosos que deben seguirse sin omisión. Tal estructura metodológica permite un control estricto sobre el desarrollo de la investigación. En este caso, la recolección de datos proviene directamente del análisis del proceso de prensado de PET, usando instrumentos de alta precisión que permiten el posterior tratamiento estadístico. Por lo tanto, el método se alinea completamente con un enfoque cuantitativo.

3.2. Tipo

Se trata de una investigación de tipo aplicada, ya que su propósito es encontrar soluciones prácticas a un problema específico en un periodo determinado. Su naturaleza se centra en la acción inmediata y concreta, más que en la generación de teorías abstractas. A través de la implementación de técnicas específicas, como el estudio del trabajo, se pretende resolver un problema puntual: la baja productividad en el proceso de prensado de PET.

3.3. Diseño

El diseño adoptado en este estudio es de carácter experimental, puesto que se manipulan determinadas condiciones (como la aplicación del estudio de trabajo) para observar sus efectos sobre una variable dependiente (la productividad). Dentro del enfoque experimental, se utilizará un diseño **preexperimental**, el cual consiste en

evaluar un solo grupo antes y después de aplicar una intervención, permitiendo así medir los cambios generados por la implementación de mejoras en el proceso.

3.4. Población y muestra

3.4.1 Población

La población objeto de estudio está compuesta por la totalidad de pacas de PET prensadas durante 30 días laborables continuos. Se considera cada

$$Pob = CPC * NDT$$

Donde:

Pob: Población.

CPD: Cantidad producida por día.

NDT: Número de días trabajados.
unidad de producción generada en el periodo señalado como parte del universo de análisis:

3.4.2 Muestra

Dado el reducido tamaño de la población, se opta por tomar la muestra completa, es decir, toda la población es evaluada sin realizar muestreo alguno.

- **Muestra:** Coincide con el total de la población.
- **Muestreo:** No se aplicará ningún método de muestreo, ya que se analizarán todos los datos disponibles del periodo.
- **Unidad de análisis:** Cada paca de PET blanco comprimido representa una unidad individual de observación.

3.5. Técnicas e instrumentos de investigación

3.5.1 Técnicas

La técnica principal es la **observación experimental**, la cual permite recopilar datos en un entorno relativamente controlado, donde el investigador puede intervenir directamente sobre las variables del estudio. Esta técnica se ajusta adecuadamente a los objetivos de la investigación por su alto nivel de objetividad y precisión.

3.5.2 Instrumentos

- **Cronómetro digital:** Esta herramienta, esencial en la medición de tiempos, permite registrar con exactitud la duración de procesos o actividades específicas. A diferencia de un reloj común, el cronómetro permite cuantificar lapsos precisos, lo cual es fundamental para el estudio de tiempos. Su exactitud contribuye a la validez y confiabilidad de los datos registrados, siendo así uno de los instrumentos clave para esta investigación.
- **Guía de observación:** Se trata de un instrumento estructurado que permite documentar y organizar sistemáticamente la información observada durante el desarrollo de las actividades. Estas guías complementan la función del cronómetro al registrar no solo los tiempos, sino también otros detalles relevantes del proceso productivo. Ambos instrumentos se emplearán simultáneamente para recopilar y consolidar la información necesaria para el análisis.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado

4.1.1 *Método de trabajo actual*

Como parte del desarrollo de esta investigación, se aplicará un análisis comparativo de la productividad antes y después de implementar el estudio del trabajo. Esta comparación se realizará a través de dos mediciones: un **pretest**, que reflejará la situación actual del proceso de prensado de PET blanco en la empresa, y un **posttest**, que evidenciará los efectos de la intervención una vez aplicada la metodología de mejora.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa Marbell Pachass posee más de dos décadas de experiencia en el sector reciclaje, y su origen se remonta a los años posteriores al gobierno de Alberto Fujimori, cuando se implementaron programas que incentivaron el emprendimiento en este rubro. Fue durante la gestión de Alejandro Toledo que se facilitaron mecanismos de financiamiento que permitieron el nacimiento y consolidación inicial de la empresa.

Con el paso del tiempo, Marbell Pachass incrementó significativamente su capacidad de acopio y procesamiento, logrando posicionarse como un referente regional. En 2008, la compañía San Miguel se convirtió en un aliado estratégico al confiar en el potencial de la recicladora, proporcionándole una máquina prensadora

que aumentó considerablemente su volumen de producción. Luego del reinicio pospandemia, la empresa replanteó sus operaciones con miras a ampliar su participación en el mercado, apoyándose en una capacidad productiva renovada. También se logró la adquisición de vehículos propios para el transporte de materiales, renovando toda la flota hasta el año 2013, año en que cesó la incorporación de nuevas unidades.

Misión

Recolectar y procesar residuos reciclables generando valor ambiental, económico y social, priorizando la satisfacción del cliente y el bienestar del personal involucrado en la cadena productiva.

Visión

Convertirse en el líder regional en acopio de materiales reciclables, alcanzando el 60% del mercado en el departamento de Puno dentro de los próximos cinco años, fortaleciendo alianzas con proveedores locales y consolidando su presencia en Juliaca y zonas aledañas.

Valores

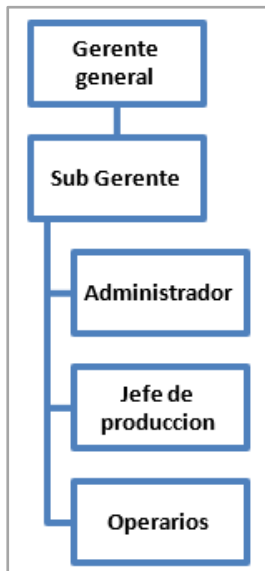
La empresa fundamenta su labor en el valor de la responsabilidad, la cual guía el accionar de cada uno de sus colaboradores. Esta responsabilidad se expresa tanto en el compromiso ambiental como en el impulso de una cultura de reciclaje en la ciudad de Juliaca y en la región en general.

Estructura organizativa

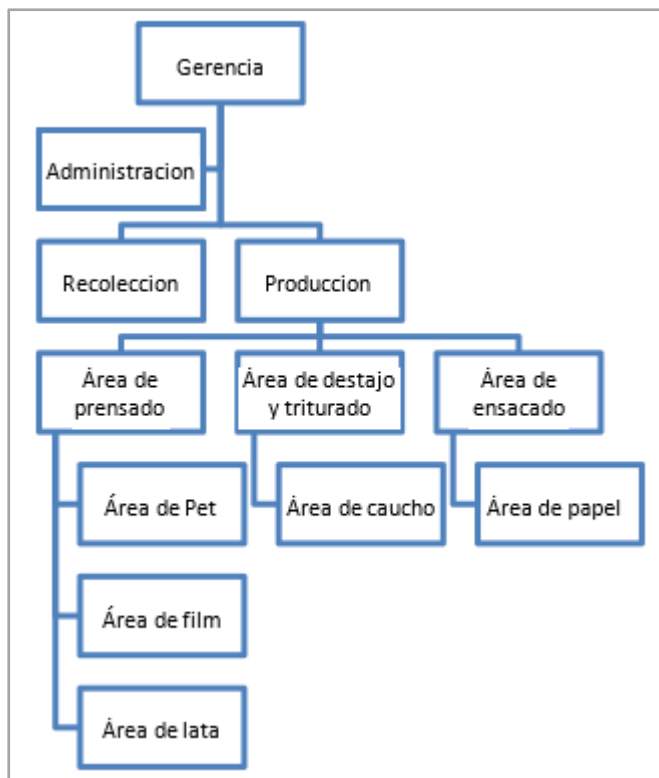
Marbell Pachass adopta una estructura organizacional lineal, en la cual la toma de decisiones recae directamente en la gerente general. Además, presenta una estructura funcional basada en productos, donde cada grupo de trabajo se encarga de una línea específica del proceso productivo. Esta dualidad organizativa permite una

gestión más especializada y ágil, adaptada a las necesidades de cada tipo de residuo reciclable que se procesa en la planta.

Estructura organizativa



Dentro de la organización se identificó también una estructura funcional basada en productos, ya que cada línea de producción está asignada a un grupo específico de trabajo, lo que permite una gestión especializada y controlada de los distintos materiales reciclables procesados en planta.

Gráfico 7*Estructura organizativa Marbell pachass***Product. y serv.**

La empresa Marbell Pachass ofrece una gama de productos derivados de la reducción de volumen de residuos, utilizando para ello tres tipos de máquinas industriales. Entre los productos principales se encuentran:

- Paca de PET: Bloques compactados de botellas PET clasificadas por tipo y color (blanco, aceite, verde, rojo, azul y plomo), con dimensiones aproximadas de 1.3 m x 1.5 m x 1.4 m.
- Paca de film: Material plástico blando prensado en bloques del mismo volumen aproximado que el PET.
- Bloques de chatarra: Latas y metales comprimidos, formando bloques más pequeños de 0.5 m x 0.3 m x 0.2 m.
- Plástico rígido triturado: Residuos plásticos duros, como recipientes y lavaderos, reducidos a fragmentos de aproximadamente 10 cm x 15 cm x 10 cm.

- Paca de cartón: Bloques de cartón prensado con dimensiones similares a las pacas de PET.
- Film embolsado: Plástico termofusionado, empacado en sacos de 1.00 m de alto y 0.50 m de radio.

Gráfico 8

Fardos de botellas de PET transparente



Equipos

- Montacarga: Utilizado para trasladar pacas terminadas desde la prensa hacia el área de almacenamiento. Aunque tiene capacidad para movilizar hasta 5 toneladas, en la práctica no se manipulan cargas de tal magnitud.
- Prensas hidráulicas: Dos máquinas de compresión se encuentran operativas. La principal es vertical y manual, usada para PET y otros materiales similares. La secundaria, de orientación horizontal, se emplea mayormente para chatarra o como respaldo ante posibles contingencias mecánicas.

- Corta alambre: Herramienta utilizada para preparar el alambre que se introduce en la prensa, con el fin de amarrar los bloques y asegurar su estabilidad estructural.

Insumos

- Alambre (n°14): Se utiliza para mantener compactos los bloques una vez finalizados el proceso de prensado, facilitando su transporte y manipulación.
- Combustible: El montacarga funciona con petróleo almacenado en bidones, ya que la planta aún no dispone de instalaciones específicas para el almacenamiento seguro de líquidos inflamables.
- Energía eléctrica: Proporcionada por la empresa Electro Puno, cuya red en el parque industrial garantiza el suministro estable requerido por las prensas.
- Material reciclado: Principal insumo en el proceso productivo, incluye PET, cartón, film, papel, chatarra, entre otros. El objeto de estudio específico de esta investigación es el PET blanco.

EPPS

- Casco de seguridad: Indispensable para prevenir lesiones en caso de accidentes durante la operación de las prensas.
- Guantes anticorte: De poliuretano y nivel 5, utilizados en las etapas de clasificación y prensado para proteger contra objetos punzocortantes.
- Tapones auditivos: Reducen el impacto del ruido constante generado por las prensas, evitando daños auditivos a largo plazo.
- Zapatos de seguridad: Requisito indispensable para el manejo de materiales pesados y en áreas con terreno irregular.

- Mandil de protección: Protege la ropa del operario contra líquidos y residuos presentes en los materiales reciclados..

VISTA GLOBAL DEL PROCESO OPERATIVO DE LA EMPRESA

➤ Proceso de producción: visión general

El **proceso productivo general** comienza con la descarga del material reciclado desde los camiones hacia una zona de recepción. Luego, el material se clasifica por tipo y calidad: botellas por color, plásticos duros por tonalidad y forma, papeles por tipo y limpieza, y metales según su composición. Tras la selección, se procede a su reducción volumétrica a través de maquinaria especializada.

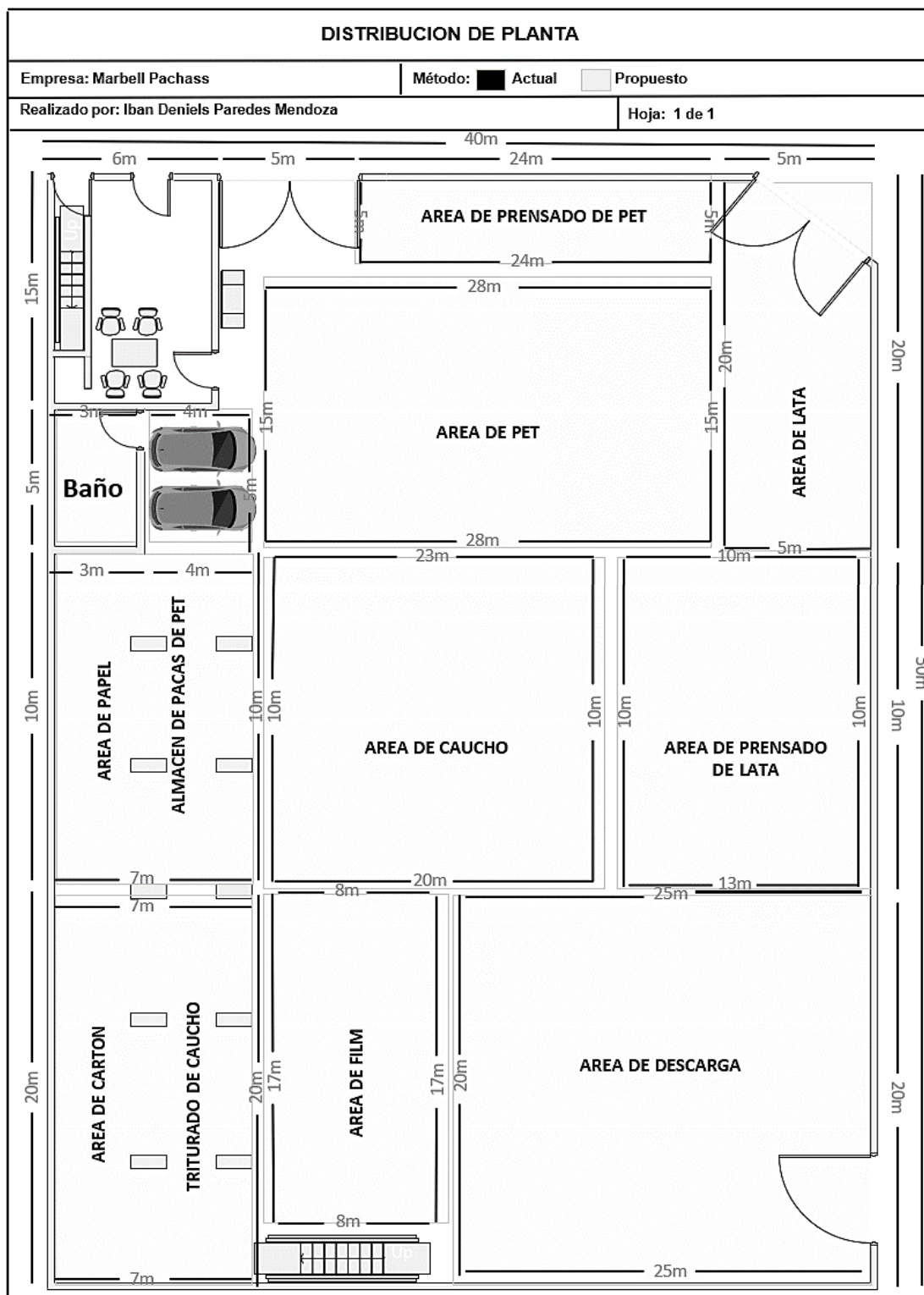
➤ Descripción del proceso productivo investigado

En cuanto al **proceso investigado**, enfocado en el PET blanco, este se inicia con la selección del material según calidad (distinguiendo el PET blanco del de menor valor, como el de aceite). Posteriormente, se embalan en sacos y se trasladan a la prensa. Los operarios preparan la máquina cortando el alambre necesario, insertándolo en las ranuras, cerrando el equipo y asegurando el soporte para facilitar la alimentación de material. El proceso de carga se repite por más de una hora. Luego, se retira el soporte, se vuelve a atar el bloque y se extrae con el montacarga, almacenándolo a un lado de la prensa hasta el momento del despacho.

DISTRIBUCIÓN FÍSICA INICIAL DEL ÁREA DE TRABAJO

Gráfico 9

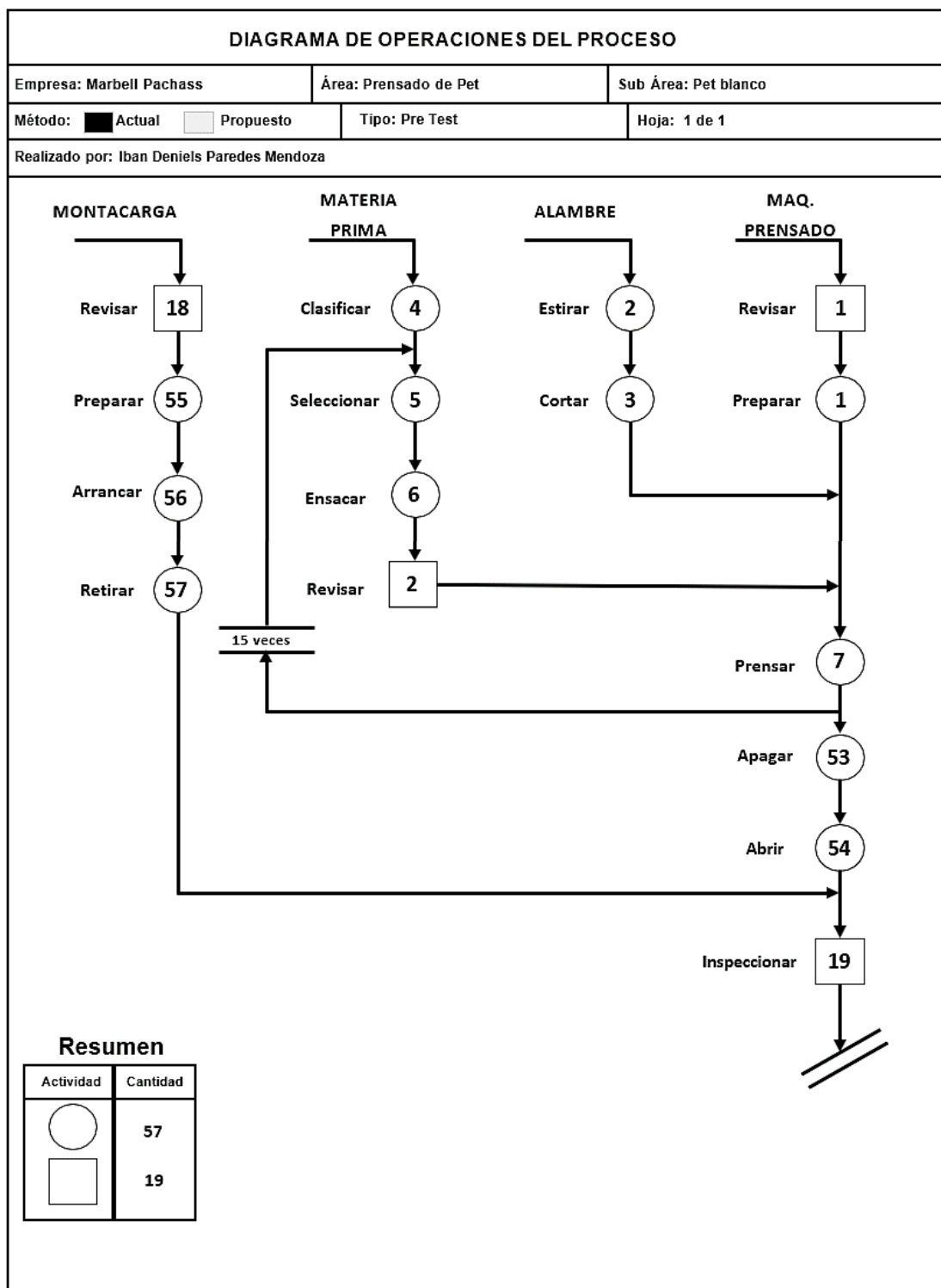
Distribución de planta Pre Test



REPRESENTACIÓN OPERATIVA INICIAL PRE TEST

Gráfico 10

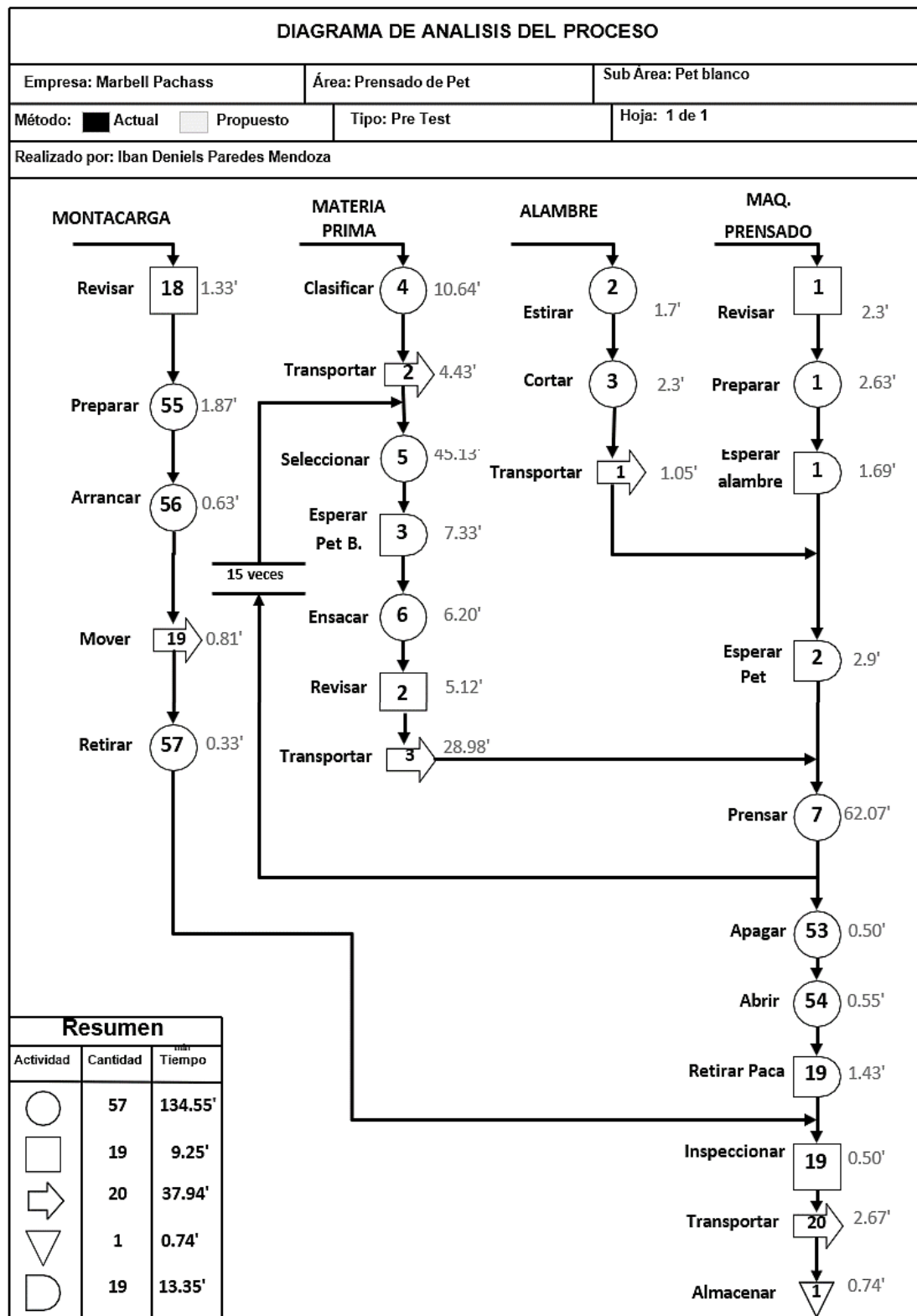
Representación operativa inicial Pre Test



ESTUDIO DEL FLUJO DE TRABAJO PRE TEST

Gráfico 11

Estudio del flujo de trabajo Pre Test



MAPEO MINUCIOSO DEL PROCESO DE PRENSADO DE PET PRE TEST

Cuadro 9

Mapeo minucioso del proceso de prensado de Pet Pre Test

Diagrama de actividades del proceso de prensado de pet blanco – Marbell Pachass											
Recicladora Marbell Pachass					Registro		Resumen				
					Pre test		Actividad	Pre test	Post Test		
					Post tes						
Servicio:		Prensado de Pet Blanco					Operación ○	57	-		
Área:		Prensado					Inspección □	19	-		
Elaborado por:		Iban Deniels Paredes Mendoza					Transporte ⇨	20	-		
							Espera D	19	-		
Operarios:		Selectores, Prensadores.					Almacenar ▽	1	-		
Inicia en:		Clasificación de material					Distancia (m)	1125	-		
Termina en:		Almacenar el producto.					Tiempo (min)	195.83	-		
Ítem	Operación	Actividad	Distancia	Tiempo	Simbología					Valor	
			(m)	(min)	○	□	⇨	D	▽	SI	NO
1	(OP N°1)	Revisar maquina		2.30							X
2		Preparar maquina		2.63						X	
3		Esperar alambre		1.69							X
4		Estirar alambre	45	1.70							X
5		Cortar alambre		2.30						X	
6		Transportar alambre	45	1.05							X
7		Esperar Pet		2.90							X
8	(OP N°2)	Clasificar material		10.64						X	
9		Transportar a otra are el pet	525	4.43							X
10	(OP N°3)	Seleccionar pet Blanco		45.13						X	
11		Esperar pet blanco		7.33							X
12		Ensacar pet blanco		6.20						X	
13		Revisar el pet blanco		5.12							X
14	(OP N°4)	Transportar el pet a maquina	375	28.98						X	
15	(OP N°5)	Prensar el pet blanco		62.07						X	
Se repite desde el ítem 10 al 15 (16 veces en total)											
16	(OP N°6)	Apagar la maquina		0.50							X
17		Abrir la maquina		0.55						X	
18		Esperar para retirar paca		1.43							X
19		Revisar montacarga	45	1.33							X
20		Preparar montacarga		1.87							X
21		Arrancar montacarga		0.63						X	
22		Mover montacarga	45	0.81							X
23		Retirar paca		0.33						X	
24		Revisar Paca de pet		0.50						X	
25		Transportar paca	45	2.67							X
26		Almacenar paca		0.74						X	

REPRESENTACIÓN BIMANUAL DEL PROCESO PRE TEST

La **representación bimanual** pre test se utilizó para analizar detalladamente cada operación en el proceso, dividiéndolo en seis fases:

Preparación de la máquina: Todas las acciones preliminares necesarias antes de iniciar el prensado.

Cuadro 10

Representación bimanual del proceso Pre Test

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PENSADO DE PET					
MÉTODO:	PRE - TEST	POST - TEST	TRABAJO		
EMPRESA:	MARBELL PACHASS		PROCESO:	PENSADO	
LUGAR:	AREA DE PENSADO		OPERACIÓN:	PREPARAR MAQUINA	
Descripción Mano Izquierda			SIMBOLO		Descripción Mano Derecha
			M.I.	M.D.	
Se dirige al tablero de la maquina					Se dirige al tablero de la maquina
Sostiene el tablero					Abre el tablero
Espera					Enciende la maquina
Cierra el tablero					Cierra el tablero
Se dirige a la puerta de la maquina					Se dirige a la puerta de la maquina
Sostiene la puerta					Abre la puerta
Abre la puerta					Abre la puerta
Se dirige a la escoba					Se dirige a la escoba
Espera					Pasa la escoba por la maquina
Se dirige al alambre					Se dirige al alambre
Sostiene el alambre					Estira el alambre
Esperar					Estira el alambre
Sostiene el alambre					Corta el alambre
Se dirige a la prensa					Se dirige a la prensa
Coloca el alambre en la prensa					Coloca el alambre en la prensa
Cierra la puerta					Cierra la puerta
RESUMEN					
MÉTODO			ACTUAL		
			M.I.		M.D.
			4		11
			5		6
			4		0
			4		0
TOTAL			17		17

Clasificación del material: Separación inicial del PET del resto de los residuos.

Cuadro 11

Esquema bimanual del procedimiento de prensado de PET – etapa de clasificación

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PRENSADO DE PET					
MÉTODO:	PRE - TEST	POST - TEST	TRABAJO		
EMPRESA:	MARBELL PACHASS		PROCESO:	PRENSADO	
LUGAR:	AREA DE DESCARGA		OPERACIÓN:	CLASIFICAR EL MATERIAL	
Descripción Mano Izquierda			SIMBOLO		Descripción Mano Derecha
			M.I.	M.D.	
Se dirige a abrir el saco					Se dirige a abrir el saco
Se abre el saco					Se abre el saco
Se dirige a separar el material					Se dirige a escoger el material
Separa el material					Coge el material escogido
Se dirige a agarrar el saco					Mantiene el material agarrado
Agarra el saco					Coloca el material
Agarra el saco					Revisa el material colocado
Cierra el saco					Cierra el saco
RESUMEN					
MÉTODO			ACTUAL		
			M.I.		M.D.
			4		5
			3		3
			0		1
			2		0
TOTAL			9		9

Selección del PET blanco: Filtro final de calidad antes del prensado.

Cuadro 12

Secuencia bimanual para seleccionar PET blanco en el proceso de prensado

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PRENSADO DE PET				
MÉTODO:	PRE - TEST	POST - TEST		TRABAJO
EMPRESA:	MARBELL PACHASS		PROCESO:	PRENSADO
PROCESO:	PRENSADO		OPERACIÓN:	SELECCIONAR PET BLANCO
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO		Descripción Mano Derecha
		M.I.	M.D.	
Se dirige a abrir el saco		➡	➡	Se dirige a abrir el saco
Se abre el saco		●	●	Se abre el saco
Se vacía el saco		●	●	Se vacía el saco
Se abre el saco		●	●	Se abre el saco
Se dirige a separar el pet		➡	➡	Se dirige a escoger el pet
Separa el pet		●	●	Coge el pet blanco
Se dirige a agarrar el saco		➡	➡	Mantiene el pet blanco
Agarra el saco		▼	●	Coloca el pet blanco
Agarra el saco		▼	●	Revisa el pet blanco
Cierra el saco		●	●	Cierra el saco
RESUMEN				
MÉTODO		ACTUAL		
		M.I.	M.D.	
●		6	7	
➡		3	3	
➡		0	1	
▼		2	0	
TOTAL		11	11	

Traslado de sacos: Movimiento físico del material hacia la zona de compresión.

Cuadro 13

Representación bimanual del traslado de sacos en el proceso de prensado de PET

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PRENSADO DE PET				
MÉTODO:	PRE - TEST	POST - TEST	TRABAJO	
EMPRESA:	MARBELL PACHASS		PROCESO:	PRENSADO
LUGAR:	AREA DE PET		OPERACIÓN:	TRASLADO DE SACOS
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO		Descripción Mano Derecha
		M.I.	M.D.	
Se dirige a agarrar el saco				Se dirige a agarrar el saco
Agarra el saco				Agarra el saco
Bota el excedente				Bota el excedente
Asegura el saco				Asegura el saco
Arrastra el saco				Arrastra el saco
Deja el saco				Deja el saco
Abre el saco				Abre el saco
RESUMEN				
MÉTODO		ACTUAL		
		M.I.	M.D.	
		7	7	
		1	1	
		0	0	
		0	0	
TOTAL		8	8	

Prensado: Introducción, compactación y amarre del material en la prensa.

Cuadro 14

Esquema bimanual correspondiente a la acción de prensado de PET

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PENSADO DE PET				
MÉTODO:	PRE - TEST	POST - TEST	TRABAJO	
EMPRESA:	MARBELL PACHASS		PROCESO:	PENSADO
LUGAR:	AREA DE PENSADO		OPERACIÓN:	PENSADO DE PET
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO		Descripción Mano Derecha
		M.I.	M.D.	
Se dirige al saco				Se dirige al saco
Sostiene el saco				Saca el pet blanco
Espera				Introduce el pet blanco a la prensa
Espera				Se dirige al tablero de control
Espera				Baja la prensa
Espera				Sostiene el botón de la prensa
Espera				Sube la prensa
RESUMEN				
MÉTODO		ACTUAL		
		M.I.	M.D.	
		0	5	
		1	2	
		6	0	
		1	1	
TOTAL		8	8	

Almacenamiento: Extracción y ubicación final de la paca lista para envío.

Cuadro 15

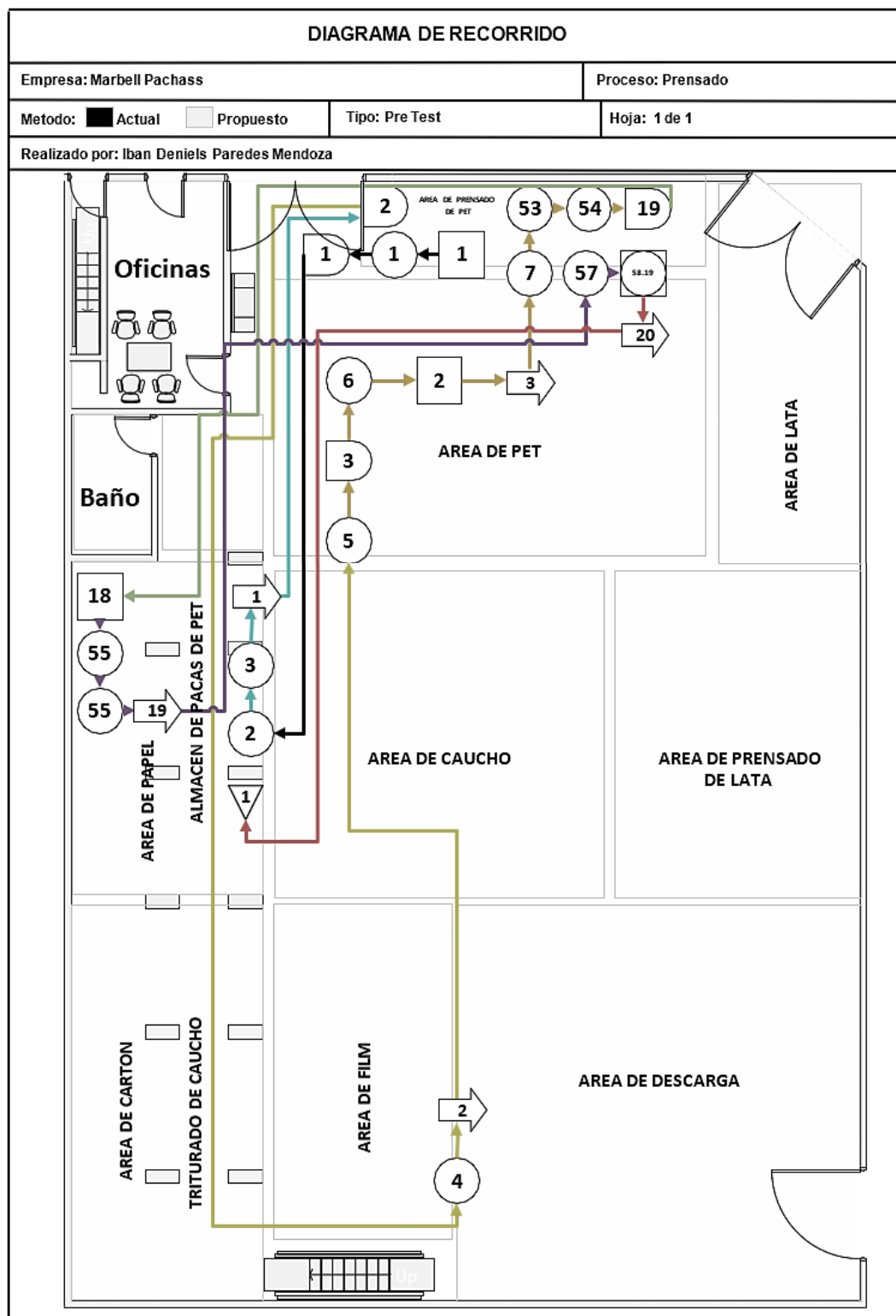
Representación bimanual del proceso de prensado de pet – Prensado

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PENSADO DE PET					
MÉTODO:	PRE - TEST	POST - TEST	TRABAJO		
EMPRESA:	MARBELL PACHASS		PROCESO:	PENSADO	
LUGAR:	AREA DE PENSADO		OPERACIÓN:	PENSADO DE PET	
Descripción Mano Izquierda			SIMBOLO		Descripción Mano Derecha
			M.I.	M.D.	
Espera					Se dirige al tablero de control
Espera					Apaga la prensa
Se dirige a la puerta de la maquina					Se dirige a la puerta de la maquina
Sostiene la puerta					Abre la puerta
Abre la puerta					Abre la puerta
Verifica el alambre					Verifica el alambre
Se dirige al montacarga					Se dirige al montacarga
Se dirige a la llave del montacarga					Se dirige a la llave del montacarga
Sostiene el timón					Enciende el montacargas
Mueve el timón					Mueve la palanca
Espera					Mueve las palancas
Mueve el timón					Mueve la palanca
Sostiene el timón					Apaga el montacarga
RESUMEN					
MÉTODO			ACTUAL		
			M.I.	M.D.	
			4	10	
			3	4	
			5	0	
			2	0	
TOTAL			14	14	

MAPA DE FLUJO PRE TEST

Gráfico 12

Mapa de flujoPre Test





MEDICIÓN DEL TRABAJO PRE TEST

En la etapa de **medición del trabajo pre test**, se aplicó un estudio de tiempos durante jornadas de 8:00 a.m. a 5:30 p.m., cubriendo 30 días laborables completos. Se registraron los tiempos observados, promediando 193.50 minutos por ciclo, con un total mensual de 5771.6 minutos. La evaluación se estructuró con base en las técnicas de valoración de Westinghouse, considerando habilidades, esfuerzo, condiciones y consistencia, para obtener el **tiempo normal**.



Tabla 5

Tabla de tiempos registrados durante la observación

CONSOLIDADO DE TOMA DE TIEMPOS OBSERVADOS																																	
Empresa: Recicladora Marbell Pachass					Método	Pre test		Fecha de inicio: 01 de octubre del 2024												Elabora por:		Ivan Deniels Paredes Mendoza											
Proceso: Proceso de prensado de pet blanco						Post test		Fecha de fin: 06 de noviembre del 2024																									
Tiempos																																	
Nº	Operación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Σ	$\bar{x}$
1	PREPARAR MAQUINA DE PRENSADO.	14.95	13.91	13.73	14.18	13.32	13.58	13.90	15.22	17.58	17.13	13.14	14.18	16.50	13.15	13.83	13.81	15.68	14.10	13.65	14.32	16.88	13.22	14.52	15.77	13.88	13.24	15.15	14.80	14.34	13.40	435.06	14.50
2	CLASIFICAR PARCIALMENTE MATERIAL DE LA UNIDAD	13.02	14.84	13.95	14.24	14.68	14.49	14.80	15.11	18.15	19.30	13.27	14.83	15.27	13.20	14.24	14.99	16.87	14.39	14.25	14.04	14.85	14.74	14.94	15.68	13.73	13.69	16.29	14.50	14.13	14.03	444.51	14.82
3	SELECCIONAR PET BLANCO.	64.80	62.75	60.87	65.44	61.73	60.56	62.19	64.55	67.40	66.53	61.95	61.39	65.02	63.93	64.84	60.10	64.07	60.22	60.34	60.35	64.87	61.47	61.29	65.64	61.78	64.24	64.93	62.38	64.66	63.50	1893.7	63.13
4	TRASLADAR LOS SACOS DE PET BLANCO CLASIFICADOS A LA MAQUINA.	28.98	28.13	29.54	30.00	28.45	28.92	29.85	29.13	29.16	28.91	28.55	28.52	28.05	28.24	28.54	28.82	29.86	28.84	28.78	28.60	28.98	28.03	28.44	29.04	29.80	28.15	28.70	28.16	29.71	29.53	866.41	28.88
5	PRENSAR PET BLANCO CON LA MAQUINA.	63.46	60.67	64.74	64.79	60.35	64.83	62.65	63.62	65.06	67.73	61.39	62.93	66.25	60.28	64.58	60.07	65.84	62.33	62.30	64.76	63.55	62.69	64.60	66.43	60.59	64.50	65.07	63.11	62.85	61.49	1903.51	63.45
6	RETIRAR Y ALMACENAR EL BLOQUE DE PET BLANCO DE LA MAQUINA CON LA MONTACARGA.	10.45	10.71	11.47	13.31	10.29	10.12	10.63	13.09	10.15	12.44	10.80	11.77	12.55	11.85	10.71	11.56	13.06	10.84	10.92	11.99	11.07	11.30	11.19	12.36	10.06	10.48	13.68	10.24	10.67	11.68	341.44	11.38
TOTAL		196.66	192.01	195.40	202.96	189.92	193.60	195.02	201.82	207.60	213.04	189.20	194.72	204.74	191.75	197.84	189.45	206.48	191.82	191.34	195.06	201.30	192.55	195.98	205.92	189.94	195.40	204.92	194.29	197.46	194.73	5885.82	197.26

A partir de este tiempo y aplicando la fórmula de García, se determinó el **tiempo estándar** incluyendo suplementos constantes (5%) y variables (13%), alcanzando un valor de 206.41 minutos, que servirá como base para comparar las mejoras posteriores.

Tabla 6

Cálculo de muestras para determinar el tiempo promedio

Cálculo de muestras para determinar el tiempo promedio – Marbell Pachass				
Empresa:	Marbell Pachass	Área:	PET	
Método:	Pre test	Proceso:	Prensado de pet blanco	
	Post test	Producto:	Paca de pet Blanco	
Cálculo de muestras				
Ítem	Operación	$\sum x$	$\sum x^2$	$n = \left(\frac{40 \sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$
1	(Prep. maq. prensado)..	436.07	6355	13
2	(Clas. parcial mat. unid.).	445.61	6641	13
3	(Selec. PET blanco)..	1894.79	119674	3
4	(Trasl. sacos PET a maq.).	867.52	25033	2
5	(Prens. PET blanco)..	1904.61	120896	3
6	(Ret. bloq. y almacén.	342.45	3918	14

Nota: La metodología de Kanawaty permitió calcular la cantidad de observaciones requeridas por cada una de las 6 fases del proceso.

Tabla 7

Cálculo de tiempo promedio mediante muestras

Cálculo de tiempo promedio mediante muestras – Marbell Pachass															
Empresa:	Marbell Pachass						Área:		PET						
Elaborado por:	Ivan Deniels Paredes Mendoza	Método:	Pre test			Proceso:		Prensado de pet blanco							
			Post test			Producto:		Paca de pet Blanco							
Numero de muestras															
Ítem	Operación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Promedio
1	Alistamiento del equipo de prensado..	15.95	14.91	14.73	15.18	14.32	14.58	14.90	16.22	18.58	18.13	14.14	15.18	-	15.58
2	Preclasificación del material recuperado.	14.02	15.84	14.95	15.24	15.68	15.49	15.80	16.11	19.15	19.30	14.27	15.83	16.27	16.08
3	Identificación y selección del PET blanco..	65.80	63.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64.79
4	Traslado de sacos clasificados al área de prensado.	29.98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.99
5	Compactación del PET mediante prensa hidráulica.	64.46	61.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63.08
6	Extracción y apilamiento del bloque prensado con montacargas (MCG).	11.45	11.71	12.47	14.31	11.29	11.12	11.63	14.09	11.15	13.44	11.80	12.77	13.55	12.38
TOTAL															201.90

Una vez obtenido el tiempo promedio observado por operación en el proceso de prensado, se avanzó a la etapa de determinación del tiempo estándar. Para este propósito, se implementó el método de valoración Westinghouse, reconocido en ingeniería industrial por su enfoque estructurado para calificar el rendimiento del trabajador. Este sistema se basa en la evaluación de cuatro criterios fundamentales: habilidades, esfuerzo, condiciones del entorno y consistencia operativa:

- Nivel de habilidad,
- Grado de esfuerzo,
- Condiciones del entorno laboral,
- Consistencia o regularidad del trabajo.

Tabla 8

Cálculo de tiempo normal

Cálculo de tiempo normal – Marbell Pachass								
Empresa:	Marbell Pachass	Á.:	PET					
Método:	Pre test	PRoc.	Prens. PET blnc.					
	Post test	Product.:	Pac. de PET blnc.					
Tiempo normal								
Ítem	Operación	TO	Fact. WH				FV	TN
			1	2	3	4		
1	Alistamiento de la máquina de prensado.	15.58	-0.05	-0.04	0.00	0.00	91.00%	14.27
2	Preclasificación del material reciclable.	16.08	-0.05	-0.04	0.00	0.00	91.00%	14.73
3	Selección del PET blanco.	64.79	-0.05	-0.04	0.00	0.00	91.00%	59.05
4	Traslado del PET clasificado hacia la prensa.	29.99	-0.05	-0.04	0.00	0.00	91.00%	27.38
5	Operación de prensado del PET.	63.08	-0.05	-0.04	0.00	0.00	91.00%	57.49
6	Extracción y almacenamiento del bloque prensado.	12.38	-0.05	-0.04	0.00	0.00	91.00%	11.35
TOTAL								184.27

Cada uno de estos componentes recibe una valoración algebraica en función del comportamiento real del trabajador. La suma de estos factores,

adicionada a una base de 1, genera un coeficiente en forma de porcentaje que se aplica directamente sobre el tiempo observado promedio, obteniéndose así el tiempo normal. Este tiempo representa el lapso estimado que un operario calificado requiere bajo condiciones normales de trabajo. El resultado para el conjunto de operaciones del proceso de prensado arrojó un tiempo normal total de 184.27 minutos, antes de aplicar las mejoras propuestas mediante el estudio del trabajo.

Posteriormente, se procedió a calcular el tiempo estándar, incorporando márgenes adicionales llamados suplementos. Estos se añadieron conforme a la fórmula de García, la cual contempla:

- Un 5% de suplementos constantes, asignados a necesidades fisiológicas y pausas breves,
- Y un 13% de suplementos variables, correspondientes a factores externos como interrupciones o ajustes menores durante la jornada.

Tabla 9

Cálculo de tiempo Estándar

Cálculo de tiempo estándar – Marbell Pachass						
Empresa:	Marbell Pachass	Á.:	PET			
Método:	Pre test	PRoc.	Prens. PET blnc.			
	Post test	Prod.:	Pac. de PET blnc.			
Tiempo estándar						
Ítem	Operación	TN	Suplementos		1+SUPLN	TE
			C	V		
1	Puesta a punto del equipo de prensado.	14.27	0.05	0.08	1.13	15.99
2	Separación preliminar del material recuperado	14.73	0.05	0.08	1.13	16.51
3	Identificación y extracción del PET blanco.	59.05	0.05	0.08	1.13	66.58
4	Transporte interno del material clasificado.	27.38	0.05	0.08	1.13	30.81
5	Proceso de compactación mecánica del PET.	57.49	0.05	0.08	1.13	63.83
6	Desacople y almacenamiento del bloque compactado.	11.35	0.05	0.08	1.13	12.69
TOTAL						206.41

En conjunto, los suplementos aplicados totalizaron un **18% adicional** al tiempo normal, dando como resultado un **tiempo estándar final de 206.41 minutos** para el proceso completo de Prens. PET blnc.. Este indicador será la base para comparar el desempeño posterior a la implementación del estudio del trabajo, y permitirá evaluar objetivamente las mejoras alcanzadas.

Desempeño Pre Test

Para calcular la Desempeño operativa previa a la intervención, fue necesario comparar dos métricas clave:

- Horas programadas, correspondientes al horario laboral oficial de 8:00 a.m. a 5:30 p.m., multiplicado por el número de operarios asignados al Ár.
- Horas efectivamente trabajadas, es decir, el tiempo neto en el que el personal estuvo ejecutando actividades productivas, excluyendo lapsos inactivos ocasionados por demoras, cuellos de botella, o factores personales.

La Desempeño se calculó utilizando la fórmula clásica de rendimiento operativo, que permite medir qué proporción del tiempo disponible fue realmente aprovechado en tareas productivas.

$$Ef = \frac{N.H.E.}{N.H.P.} * 100\%$$

Tabla 10

Pre Test - Eficiencia

EFICIENCIA					
Empresa:		Marbell Pachass		Método:	Pre-Test
Realizado por:		Ivan Deniels Paredes Mendoza			
Ítm.	Fech.	Hrs Progr.	Hrs Empl.	Efic.	
1	1/10/2024	51	48.25	94.62%	
2	2/10/2024	51	48.50	95.11%	
3	3/10/2024	51	48.25	94.62%	
4	4/10/2024	51	48.25	94.62%	
5	5/10/2024	51	48.50	95.11%	
6	7/10/2024	51	48.50	95.11%	

7	8/10/2024	51	48.25	94.62%
8	9/10/2024	51	48.25	94.62%
9	10/10/2024	51	48.00	94.13%
10	11/10/2024	51	47.50	93.15%
11	12/10/2024	51	48.50	95.11%
12	14/10/2024	51	48.50	95.11%
13	15/10/2024	51	48.50	95.11%
14	16/10/2024	51	48.25	94.62%
15	17/10/2024	51	48.25	94.62%
16	18/10/2024	51	48.00	94.13%
17	19/10/2024	51	48.50	95.11%
18	21/10/2024	51	49.00	96.09%
19	22/10/2024	51	49.00	96.09%
20	23/10/2024	51	48.25	94.62%
21	24/10/2024	51	48.25	94.62%
22	25/10/2024	51	48.50	95.11%
23	26/10/2024	51	48.25	94.62%
24	28/10/2024	51	48.25	94.62%
25	29/10/2024	51	48.50	95.11%
26	30/10/2024	51	48.25	94.62%
27	31/10/2024	51	48.25	94.62%
28	4/11/2024	51	48.50	95.11%
29	5/11/2024	51	49.00	96.09%
30	6/11/2024	51	48.25	94.62%

Eficacia Pre Test

El análisis de eficacia se centró en evaluar qué tanto se logró producir respecto a la meta establecida. Para ello, se comparó la **cantidad planificada de producción diaria** (definida por la capacidad operativa de la prensa hidráulica, estimada en 8 pacas por jornada de 8.5 horas) con la **cantidad real de pacas producidas diariamente** durante el periodo evaluado. Esta relación permitió cuantificar el grado de cumplimiento de los objetivos diarios, ofreciendo un panorama claro sobre el desempeño alcanzado por el equipo de trabajo antes de aplicar las mejoras:

$$Ea = \frac{C. P. R.}{C. P. P.} * 100\%$$

Tabla 11

Pre Test - Eficacia

EFICACIA				
Empresa:		Marbell Pachass		
Realizado por:		Ivan Deniels Paredes Mendoza		
		Método:		Pre-Test
Ítm.	Fech.	Cantidad programada	Cantidad Realizada	Eficacia
1	1/10/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%
2	2/10/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%
3	3/10/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%
4	4/10/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%
5	5/10/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
6	7/10/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
7	8/10/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%
8	9/10/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%
9	10/10/2024	8 PCS	4 PCS	51.00%
10	11/10/2024	8 PCS	3 PCS	38.50%
11	12/10/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
12	14/10/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
13	15/10/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
14	16/10/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%
15	17/10/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%
16	18/10/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
17	19/10/2024	8 PCS	4 PCS	51.00%
18	21/10/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
19	22/10/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
20	23/10/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%
21	24/10/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%
22	25/10/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
23	26/10/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%
24	28/10/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%
25	29/10/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
26	30/10/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%
27	31/10/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%
28	4/11/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
29	5/11/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
30	6/11/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%

Productividad Pre Test

La productividad del proceso se determinó aplicando la fórmula más reconocida dentro del campo del estudio del trabajo: la **combinación de Desempeño y eficacia**. Ambos indicadores, previamente obtenidos, se

$$Productividad = \frac{Ea}{Ef} * 100\%$$

integraron para calcular el nivel de productividad del Á. de Prens. PET blnc. en su estado inicial. Este resultado constituye el punto de partida sobre el cual se medirá el impacto real de las mejoras introducidas a través del estudio del trabajo:

Tabla 12*Pre Test - Productividad*

PRODUCTIVIDAD				
Empresa:		Marbell Pachass		
Realizado por:		Ivan Deniels Paredes Mendoza		
Ítm.	Fech.	Efic.	Eficacia	Productividad
1	1/10/2024	94.62%	63.50%	67.11%
2	2/10/2024	95.11%	63.50%	66.76%
3	3/10/2024	94.62%	63.50%	67.11%
4	4/10/2024	94.62%	63.50%	67.11%
5	5/10/2024	95.11%	76.00%	79.91%
6	7/10/2024	95.11%	76.00%	79.91%
7	8/10/2024	94.62%	63.50%	67.11%
8	9/10/2024	94.62%	63.50%	67.11%
9	10/10/2024	94.13%	51.00%	54.18%
10	11/10/2024	93.15%	38.50%	41.33%
11	12/10/2024	95.11%	76.00%	79.91%
12	14/10/2024	95.11%	76.00%	79.91%
13	15/10/2024	95.11%	76.00%	79.91%
14	16/10/2024	94.62%	63.50%	67.11%
15	17/10/2024	94.62%	63.50%	67.11%
16	18/10/2024	94.13%	76.00%	80.74%
17	19/10/2024	95.11%	51.00%	53.62%
18	21/10/2024	96.09%	76.00%	79.09%
19	22/10/2024	96.09%	76.00%	79.09%
20	23/10/2024	94.62%	63.50%	67.11%
21	24/10/2024	94.62%	63.50%	67.11%
22	25/10/2024	95.11%	76.00%	79.91%
23	26/10/2024	94.62%	63.50%	67.11%
24	28/10/2024	94.62%	63.50%	67.11%
25	29/10/2024	95.11%	76.00%	79.91%
26	30/10/2024	94.62%	63.50%	67.11%
27	31/10/2024	94.62%	63.50%	67.11%
28	4/11/2024	95.11%	76.00%	79.91%
29	5/11/2024	96.09%	76.00%	79.09%
30	6/11/2024	94.62%	63.50%	67.11%

4.1.2 Método de trabajo propuesto

Concluido el proceso de recopilación y análisis de los datos correspondientes al pre test —relacionados con los métodos aplicados, los desplazamientos efectuados y los tiempos registrados en cada actividad— se procedió a determinar cuáles operaciones generaban valor añadido al proceso de Prens. PET blnc. y cuáles resultaban improductivas. Este diagnóstico permitió establecer el tiempo estándar del ciclo operativo, que funcionó como línea base para replantear el flujo de trabajo orientado a incrementar la productividad. A partir de ello, se diseñó un nuevo método operativo, cuya eficacia será verificada posteriormente mediante la aplicación de un post test. Los datos obtenidos en ambas etapas permitirán consolidar una base de análisis cuantitativa, orientada a validar si los objetivos definidos en esta investigación pueden alcanzarse a través del uso de herramientas propias de la ingeniería industrial.

Aplicación de estudio del trabajo

Luego de identificar las causas principales asociadas a la baja productividad en el Á. de Prens. PET blnc. y constatar que el estudio del trabajo constituye la estrategia más pertinente para abordar dicha situación, se llevó a cabo su aplicación formal. Esta intervención se estructuró en torno a sus dos pilares fundamentales: el análisis de métodos y la medición de tiempos, los cuales permiten optimizar los procesos productivos a través de mejoras técnicas y operativas.

Aplicación del estudio de métodos.

Para iniciar este proceso fue necesario desarrollar un estudio detallado de las actividades que componen el proceso de Prens. PET blnc.. Siguiendo el modelo tradicional, se respetaron las ocho etapas del estudio de métodos, descritas a continuación.

Paso 1 – Seleccionar: En esta etapa se determinó el proceso de Prens. PET blnc. como objeto de análisis. A partir de los datos recopilados en el pre test, se identificaron las operaciones involucradas y el tiempo que demanda cada una.

Tabla 13

Operaciones del prensado de Pet

Recicladora Marbell Pachass		
Ítm.	Operación	Tiempo Promedio Observado
1	Alistamiento del equipo de prensado..	15.58
2	Preclasificación del material reciclable.	16.08
3	Identificación y selección del PET blanco.	64.79
4	Traslado del material seleccionado hacia el Á. de prensado..	30.10
5	Ejecución del proceso de prensado.	63.08
6	Extracción y acopio del bloque prensado..	12.38
TOTAL		202.01

Paso 2 – Registrar: Se organizó la información recolectada durante la observación del proceso productivo. Para facilitar su análisis posterior, se emplearon herramientas visuales como diagramas secuenciales y gráficos de movimiento, permitiendo una lectura clara de las acciones realizadas.

Paso 3 – Examinar: Con los datos organizados, se aplicó la técnica del interrogatorio sistemático, herramienta clave para evaluar críticamente cada paso del método actual. Esta técnica facilitó la identificación de inEfic.s y operaciones que no generan valor.

Cuadro 16

Técnica de interrogatorio sistemático

Examinar: Técnica de interrogatorio sistemático			
Operación	Actividad	¿Qué se hace?	¿Por qué se hace?
(OP N°1)	Revisar maquina	Se abre la máquina y se revisa que no contenga ningún elemento extraño o ajeno al material que se va a trabajar.	Para evitar la contaminación del producto terminado que se desea elaborar
	Preparar maquina	Se enciende la máquina unos minutos antes de trabajar.	Para que no sufra al momento de realizar los trabajos de prensado
	Esperar alambre	Se espera a que la administradora o la gerencia brinde el alambre	Por qué no se tiene espacio para dejar guardado el alambre
	Estirar alambre	Se desenvuelve el rollo de alambre.	Para obtener piezas de ciertas longitudes
	Cortar alambre	Se corta el alambre de acuerdo al criterio del operador de la prensa	Para tener piezas de alambre para la prensa hidráulica
	Transportar alambre	Se lleva el alambre del espacio de corte, hasta el área de prensado	Para tener el material listo en la prensa hidráulica
	Esperar Pet	Se espera el Pet	Por qué no se cuenta con el material clasificado
(OP N°2)	Clasificar material	Se clasifica el material de acuerdo a Pet, Caucho, Papel, etc.	Para que cada material pueda seguir su respectivo proceso productivo
	Transportar a otra área el pet	Se lleva el Pet del área de descarga común a su área designada	Para que todos los procesos productivos puedan realizarse en simultaneo
(OP N°3)	Seleccionar pet Blanco	Se selecciona solo el Pet blanco	El prensado de Pet se realiza por colores y por material de las botellas
	Esperar pet blanco	Se espera los jumbos con el Pet blanco	Por qué no se cuenta seleccionado el Pet por color o material
	Ensacar pet blanco	Se ensaca en los jumbos solo el Pet blanco clasificado y seleccionado previamente	Para facilitar el transporte y el apilamiento en la prensa hidráulica
	Revisar el pet blanco	Se revisa exhaustivamente que los sacos de pet blanco no contengan otro material	Para evitar posibles contaminaciones o alteraciones del producto
(OP N°4)	Transportar el pet a maquina	Se traslada los sacos o jumbos a la zona de prensado	Se deja el material listo para el prensado
(OP N°5)	Pensar el pet blanco	Se activa la maquina prensadora	Para obtener el producto final
(OP N°6)	Apagar la maquina	Se apaga la maquina prensadora	Por órdenes de gerencia.
	Abrir la maquina	Se procede a abrir la maquina manualmente	Para preparar el retiro del producto final
	Esperar para retirar paca	Se espera al montacarga	Para retirar el producto
	Revisar montacarga	Se evalúa el nivel de combustible y si se encuentra con la llave puesta	Para tenerla lista para el posterior proceso en la que se requiera
	Preparar montacarga	Se procede a llenar el combustible, y se introduce la llave	Para tenerla lista para el siguiente proceso
	Arrancar montacarga	Se enciende y arranca la maquina	Para poder trasladarla
	Mover montacarga	Se mueve desde la zona de estacionamiento del montacargas hasta el área de prensado	Para poder retirar el producto final en el área de prensado
	Retirar paca	Se retira la paca de la maquina hidráulica	Para dejar libre la máquina de prensado
	Revisar Paca de pet	Revisar si el amarre y el prensado del Pet se encuentran en buenas condiciones	Para asegurar que cumple con los estándares de traslado
	Transportar paca	Se traslada la paca de Pet con los montacargas	Para llevarla a su almacén final
	Almacenar paca	Se almacena la paca de Pet en el área designada como almacén final para el producto	Para enviarla posteriormente a Lima

Paso 4 – Establecer: A partir del análisis anterior, se formularon nuevas propuestas orientadas a responder las preguntas “¿Qué se debería hacer?” y “¿Cómo debería hacerse?”, enfocadas en eliminar recorridos innecesarios y reducir tiempos muertos dentro del proceso.

Cuadro 17

Técnica de interrogatorio sistemático P4

Establecer: Técnica de interrogatorio sistemático			
Operación	Actividad	¿Cómo se debería hacer?	¿Por qué se debería hacer?
(OP N°1)	Revisar maquina	Realizar las actividades en simultaneo, examinar y prepara la máquina de prensado a la misma vez	Para reducir los tiempos y las demoras que generan al estar haciéndolo como dos operaciones distintas
	Preparar maquina		
	Esperar alambre	Se deberá contar con el rollo de alambre a la mano de los operarios	Para reducir demoras y tiempos de esperas innecesarios, eliminando esta espera.
	Estirar alambre	Trazar en el piso una marca con la longitud exacta que se requiere del alambre	Por qué reduciría el tiempo de medición, además de facilitar la precisión y la exactitud de los cortes
	Cortar alambre	Contar con el corta alambre a la hora de la medición y ejecutarlo inmediatamente	Se reduce los tiempos de la operación
	Transportar alambre	Se deberá realizar las operaciones de corte cerca del área de prensado.	Para reducir o eliminar los tiempos de traslado, además de acortar las distancias recorridas
	Esperar Pet	Los operarios de la prensa deben apoyar en la clasificación del material	Para reducir el tiempo de clasificación de material
(OP N°2)	Clasificar material	Re ubicar las zonas de descarga y trabajo de los diversos materiales para facilitar el traslado de estos	Para reducir tiempos innecesarios, distancias innecesarias, y mejorar la distribución de planta
	Transportar a otra área el pet		
(OP N°3)	Seleccionar pet Blanco	Realizar a la vez las operaciones de selección y ensacado	Mejora los tiempos y reduce la espera del pet blanco
	Esperar pet blanco		
	Ensacar pet blanco		
	Revisar el pet blanco	Transportar el pet a la máquina, ahí revisarla y prensarla en el mismo espacio de trabajo	Mejora los tiempos y reduce los trabajos repetidos de revisión en distintas zonas
(OP N°4)	Transportar el pet a maquina		
(OP N°5)	Prensar el pet blanco		
(OP N°6)	Apagar la maquina	Bloquear la maquina	Reducirá tiempos
	Abrir la maquina	Abrir la maquina inmediatamente después de bloquear la maquina	Evitará demoras
	Esperar para retirar paca	Reubicar el montacargas al costado del área de prensado, además de realizar las operaciones de revisar y prepara el montacargas conjuntamente al momento de arrancar máquina.	Se reducirán distancias recorridas, evitando el traslado entre otras áreas de trabajo y reducirá el tiempo de traslado de a la maquina
	Revisar montacarga		
	Preparar montacarga		
	Arrancar montacarga		
	Mover montacarga		
	Retirar paca	Retirar la paca de pet	Con el método propuesto se reducirá el tiempo por el cambio de método de trabajo
	Revisar Paca de pet	Revisar la paca de pet	Con el método propuesto se reducirá el tiempo por el cambio de método de trabajo
	Transportar paca	Transportar la paca de pet a una nueva área de almacén	Con el método propuesto se reducirá el tiempo por el cambio de método de trabajo, además de reducir las distancias
	Almacenar paca	Reubicar el área de almacén final de las pacas de pet, al costado del área de prensado de pet	Con el método propuesto se reducirá el tiempo por el cambio de método de trabajo, además de reducir las distancias

Paso 5 – Evaluar: En esta fase se compararon los costos asociados al servicio de prensado antes de la implementación del estudio del trabajo. Para ello, se tomaron en cuenta los valores proporcionados por la gerencia de Marbell Pachass, lo que permitió cuantificar los beneficios esperados.

Tabla 14

Costeo mensual del proceso de compactación de PET blanco

Costos de producción de PCS de pet blanco por mes				
Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Operario 1	Cost. x mes	1	1500	1500
Operario 2	Cost. x mes	1	1500	1500
Operario 3	Cost. x mes	1	1500	1500
Operario 4	Cost. x mes	1	1500	1500
Operario 5	Cost. x mes	1	1500	1500
Operario 6	Cost. x mes	1	1500	1500
Gastos administrativos				
Grnte. general	Cost. x mes	1	1800	1800
Sub Grnte	Cost. x mes	1	1200	1200
Administrador	Cost. x mes	1	600	600
Costos directos				
Combustible	Gln	50	17	850
Luz	KW.h	3000	0.80	2400
Alambre	Rollos	4	160	3200
Costos indirectos				
Agua	M ³	20	1.00	20
TOTAL				19070

Paso 6 – Definir: Se concretaron las acciones estratégicas para mejorar la Desempeño operativa. Entre estas se propuso:

- Un rediseño de la distribución de planta, que reorganiza los espacios de trabajo para reducir desplazamientos, minimizar esperas y optimizar la utilización del Á..
- La eliminación de tareas redundantes o improductivas, lo que contribuye directamente al aumento de la productividad y simplificación del proceso.



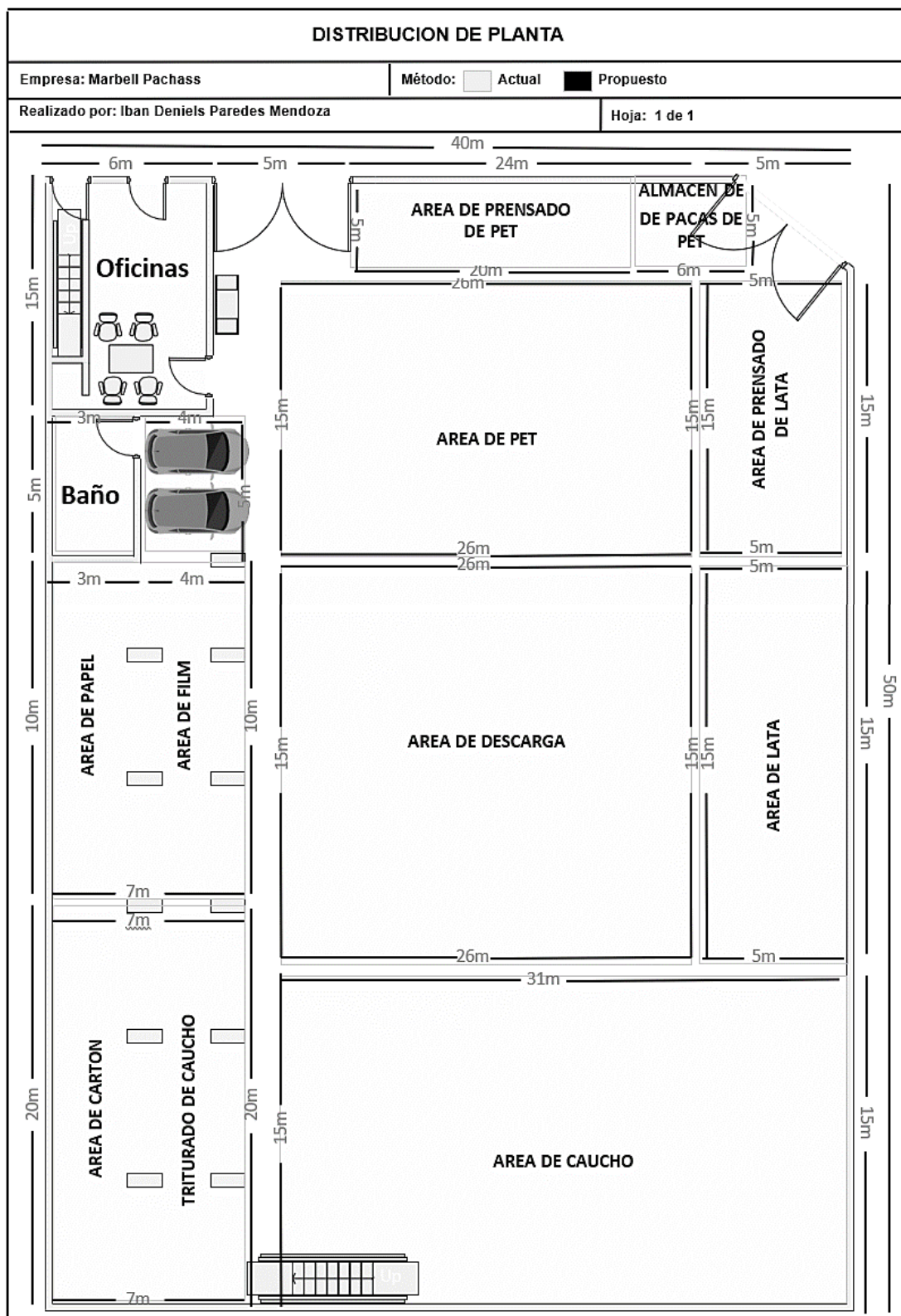
Paso 7 – Implantar: Esta etapa marcó la implementación formal del nuevo método propuesto. La estrategia incluyó sesiones informativas con todo el personal (operativo y administrativo), afiches explicativos y la participación activa de la gerencia. Las modificaciones físicas y organizativas se realizaron de forma colaborativa, con el objetivo de asegurar la aceptación y compromiso del equipo.

Durante esta implantación, se capacitó al personal de planta de manera práctica, asegurando que todos comprendieran y ejecutaran correctamente el nuevo método de trabajo, bajo supervisión directa para garantizar su adecuada ejecución y evitar contratiempos operativos.

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA POST TEST

Gráfico 13

Organización de planta Post Test



FLUJOGRAMA DE TAREAS OPERATIVAS TRAS EL POST TEST

Gráfico 14

Diagrama de operaciones Post Test

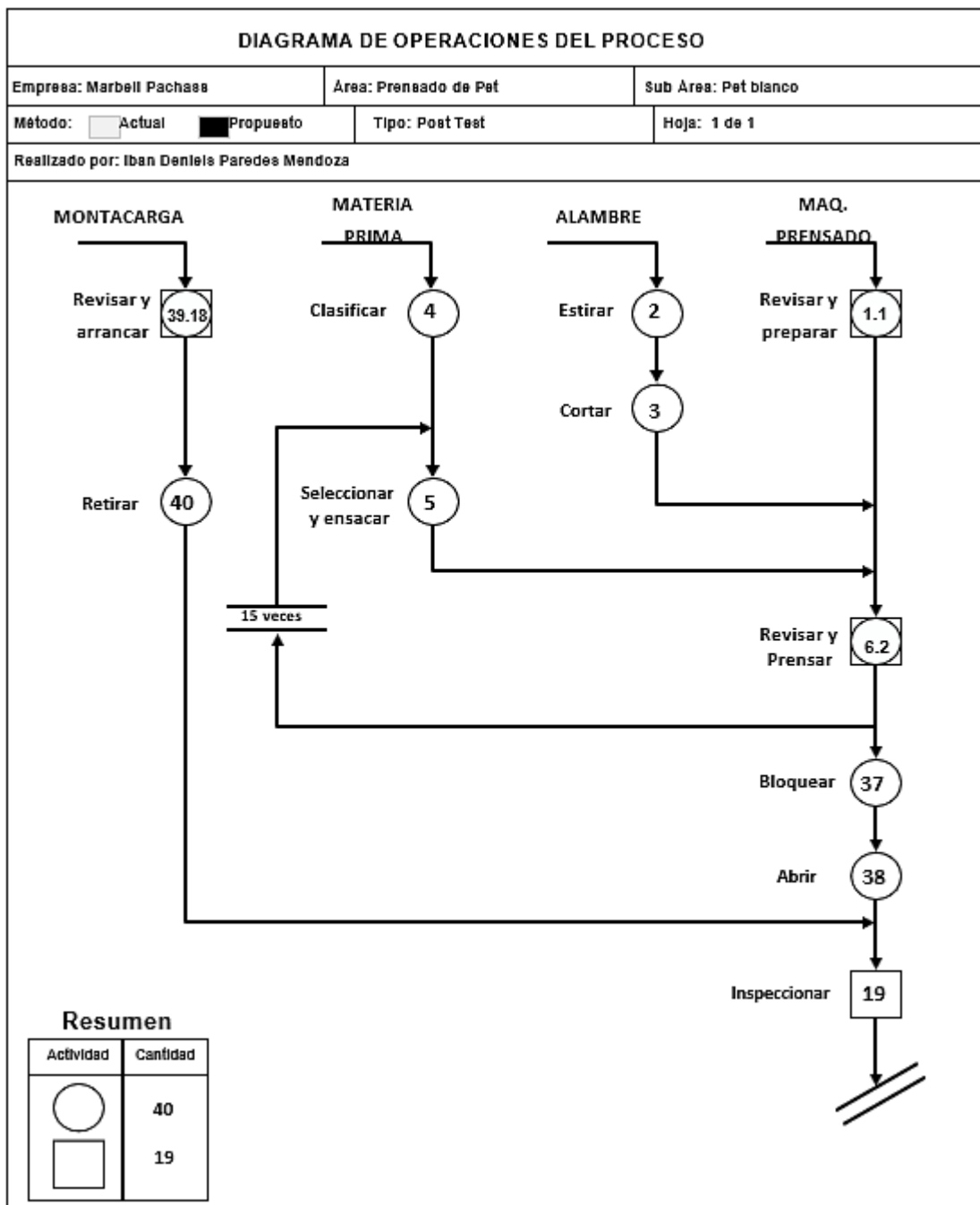
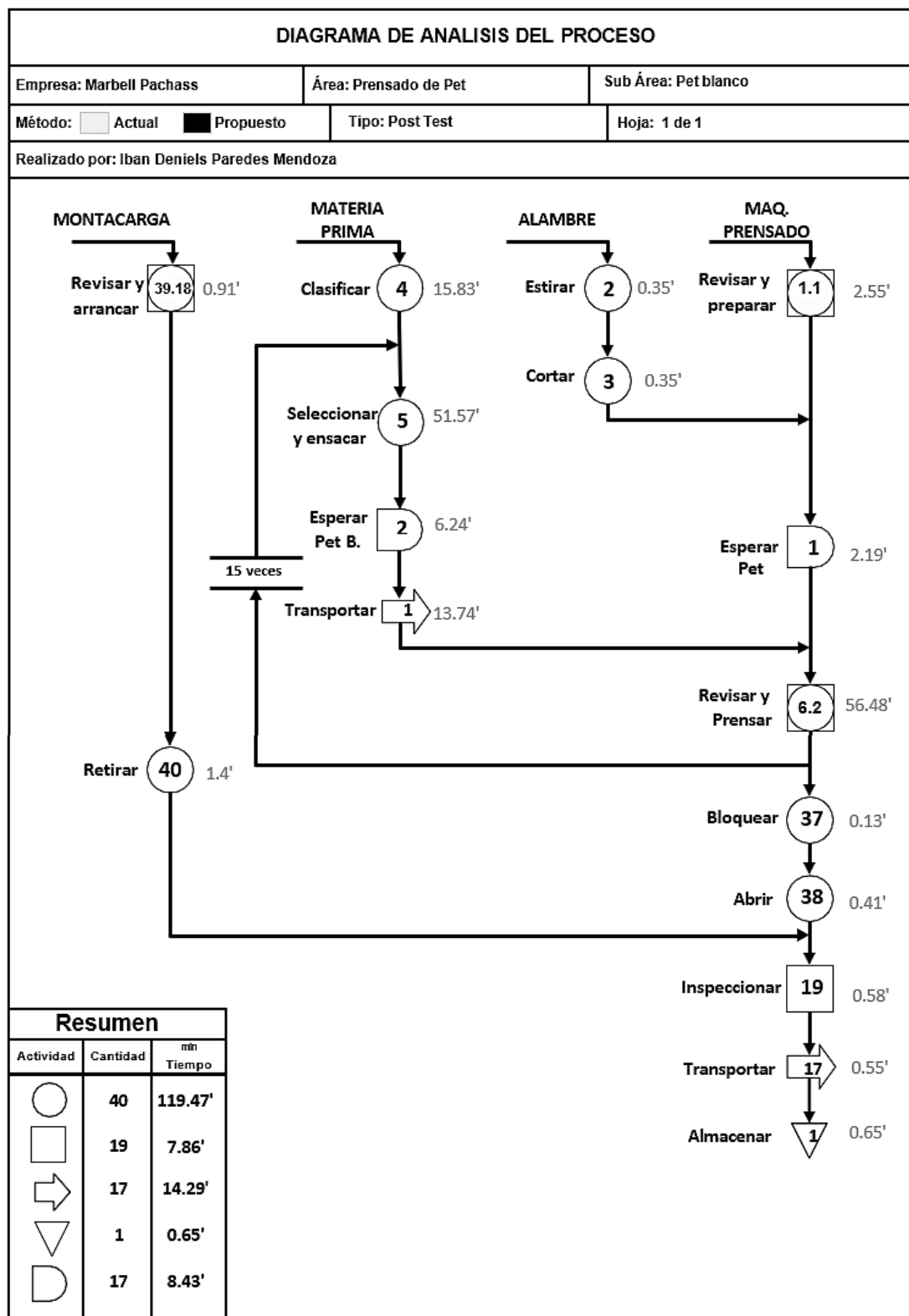


DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO POST TEST

Gráfico 15

Esquema de análisis de proceso – fase Post Test



Análisis gráfico del ciclo productivo optimizado – etapa posterior

Gráfico 16

Análisis grafico del ciclo productivo optimizado post Test

Diagrama de actividades del proceso de prensado de pet blanco – Marbell Pachass											
Recicladora Marbell Pachass				Registro		Resumen					
				Pre test		Actividad		Pre test	Post Test		
				Post test							
Servicio:	Prensado de Pet Blanco					Operación ○		57	40		
Área:	Prensado					Inspección □		19	19		
Elaborado por:	Iban Deniels Paredes Mendoza					Transporte ⇨		20	17		
						Espera D		19	17		
Operarios:	Selectores, Prensadores.					Almacenar ▽		1	1		
Inicia en:	Clasificación de material					Distancia (m)		1125	210		
Termina en:	Almacenar el producto.					Tiempo (min)		195.83	150.7		
Ítem	Operación	Actividad	Distancia	Tiempo	Simbología					Valor	
			(m)	(min)	○	□	⇨	D	▽	SI	NO
1	(OP N°1)	Revisar maquina		1.30							X
2		Preparar maquina		1.25						X	
3		Estirar alambre		0.35							X
4		Cortar alambre		0.35						X	
5		Esperar Pet		2.19							X
6	(OP N°2)	Clasificar material		12.50						X	
7	(OP N°3)	Seleccionar y ensacar pet		51.57						X	
8		Esperar pet		6.24							X
9	(OP N°4)	Transportar el pet a maquina	195	13.74						X	
10	(OP N°5)	Revisar Pet		5.98						X	
11		Prensar Pet		50.50						X	
Se repite desde el ítem 7 al 11 (16 veces en total)											
12	(OP N°6)	Bloquear la maquina		0.23							X
13		Abrir la maquina		0.41						X	
14		Revisar montacarga		0.45							X
15		Arrancar montacarga	5	0.46						X	
16		Retirar paca de pet		1.40						X	
17		Revisar Paca de pet		0.58						X	
18		Transportar paca	10	0.55							X
19		Almacenar paca		0.65						X	

REPRESENTACIÓN BIMANUAL POST TEST

Tras la implementación del estudio del trabajo en la empresa Marbell Pachass, se emplearon nuevamente los diagramas bimanuales para examinar detalladamente las seis operaciones fundamentales del proceso de Prens. PET blnc.. Estas representaciones permitieron analizar, por separado, los

movimientos de ambas manos del operario, detectando así acciones innecesarias o poco eficientes. Es importante destacar que la secuencia de operaciones se mantuvo igual que en la evaluación previa.

Operación 1 – Preparar la máquina: Esta fase contempla desde la inspección inicial hasta la espera del material PET blanco. Se consolidaron actividades y se reorganizaron los insumos para reducir traslados.

Cuadro 18

Gráfico bimanual del procedimiento de puesta a punto del equipo – Post test

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PRENSADO DE PET					
MÉTODO:	PRE - TEST	POST - TEST	TRABAJO		
EMPRESA:	MARBELL PACHASS		PROCESO:	PRENSADO	
LUGAR:	AREA DE PRENSADO		OPERACIÓN:	PREPARAR MAQUINA	
Descripción Mano Izquierda			SIMBOLO		Descripción Mano Derecha
			M.I.	M.D.	
Se dirige al tablero de la maquina					Se dirige al tablero de la maquina
Sostiene el tablero					Abre el tablero
Enciende la maquina					Espera
Cierra el tablero					Cierra el tablero
Se dirige a la puerta de la maquina					Se dirige a la puerta de la maquina
Sostiene la puerta					Abre la puerta
Abre la puerta					Abre la puerta
Se dirige a la escoba					Se dirige a la escoba
Espera					Pasa la escoba por la maquina
Se dirige al alambre					Se dirige al alambre
Sostiene el alambre					Estira el alambre
Sostiene el alambre					Corta el alambre
Se dirige a la prensa					Se dirige a la prensa
Coloca el alambre en la prensa					Coloca el alambre en la prensa
Cierra la puerta					Cierra la puerta
RESUMEN					
MÉTODO			ACTUAL		
			M.I.		M.D.
   			7		9
			5		5
			1		1
			3		1
TOTAL			16		16

Operación 2 – Clasificar el material: La clasificación continuó realizándose, pero con una nueva ubicación central que favoreció el acceso y el traslado hacia cada Á. específica.

Cuadro 19

Representación bimanual del proceso de clasificar el pet – Post test

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PRENSADO DE PET				
MÉTODO:	PRE - TEST	POST - TEST	TRABAJO	
EMPRESA:	MARBEL PACHASS		PROCESO:	PRENSADO
LUGAR:	AREA DE DESCARGA		OPERACIÓN:	CLASIFICAR EL MATERIAL
Descripción Mano Izquierda	SIMBOLO		Descripción Mano Derecha	
	M.I.	M.D.		
Se dirige al material			Se dirige al material	
Coge el material escogido			Coge el material escogido	
Coloca el material en lavadores			Coloca el material en lavadores	
Se dirige al lavador			Se dirige al lavador	
Agarra el saco			Agarra el saco	
Arroja el material del lavador			Arroja el material del lavador	
RESUMEN				
MÉTODO	ACTUAL			
	M.I.		M.D.	
	4		4	
	2		2	
	0		0	
	1		1	
TOTAL	7		7	

Operación 3 – Seleccionar PET blanco: Se eliminó el doble ensacado al realizar la selección en una zona contigua, reduciendo tiempo y esfuerzo.

Cuadro 20

Representación bimanual del proceso de seleccionar el pet – Post test

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PRENSADO DE PET				
MÉTODO:	PRE - TEST	POST - TEST	TRABAJO	
EMPRESA:	MARBELL PACHASS	PROCESO:	PRENSADO	
LUGAR:	AREA DE PET	OPERACIÓN:	SELECCIONAR PET BLANCO	
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO		Descripción Mano Derecha
		M.I.	M.D.	
Se dirige a abrir el saco		➡	➡	Se dirige a abrir el saco
Se abre el saco		●	●	Se abre el saco
Se dirige a separar el pet		➡	➡	Se dirige a escoger el pet
Separa el pet		●	●	Separa el pet
Coge el pet blanco		●	●	Coge el pet blanco
Arroja el pet blanco		●	●	Arroja el pet blanco
Revisa el pet blanco		●	●	Revisa el pet blanco
RESUMEN				
MÉTODO		ACTUAL		
		M.I.	M.D.	
●		6	6	
➡		2	2	
●		0	0	
▼		0	0	
TOTAL		8	8	

Operación 4 – Traslado de sacos: Se rediseñó el diagrama de recorrido, minimizando cruces operativos y mejorando la Desempeño del transporte interno.

Cuadro 21

Representación bimanual del proceso de traslado de sacos – Post test

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PRENSADO DE PET				
MÉTODO:	PRE - TEST	POST - TEST	TRABAJO	
EMPRESA:	MARBELL PACHASS		PROCESO:	PRENSADO
LUGAR:	AREA DE PET		OPERACIÓN:	TRASLADO DE SACOS
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO		Descripción Mano Derecha
		M.I.	M.D.	
Se dirige a agarrar el saco				Se dirige a agarrar el saco
Agarra el saco				Agarra el saco
Arrastra el saco				Arrastra el saco
Deja el saco				Deja el saco
RESUMEN				
MÉTODO		ACTUAL		
		M.I.	M.D.	
		3	3	
		1	1	
		0	0	
		0	0	
TOTAL		4	4	

Operación 5 – Prensado del PET: Se ajustó la posición de los operarios para favorecer su desempeño con base en la lateralidad y mejorar la visibilidad del proceso.

Cuadro 22

Representación bimanual del Á. de prensado Post test

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PRENSADO DE PET				
MÉTODO:	PRE - TEST	POST - TEST	TRABAJO	
EMPRESA:	MARBELL PACHASS		PROCESO:	PRENSADO
LUGAR:	AREA DE PRENSADO		OPERACIÓN:	PRENSADO DE PET
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO		Descripción Mano Derecha
		M.I.	M.D.	
Se dirige al saco				Se dirige al saco
Sostiene el saco				Saca el pet blanco
Espera				Introduce el pet blanco a la prensa
Se dirige al tablero de control				Espera
Baja la prensa				Revisa el saco
Sostiene el botón de la prensa				Prepara el saco
Espera				Sube la prensa
RESUMEN				
MÉTODO		ACTUAL		
		M.I.	M.D.	
		2	5	
		2	1	
		1	2	
		3	0	
TOTAL		8	8	

Operación 6 – Retirar y almacenar: Se reubicó el montacargas cerca de la prensa, eliminando desplazamientos extensos y optimizando el almacenamiento.

Cuadro 23

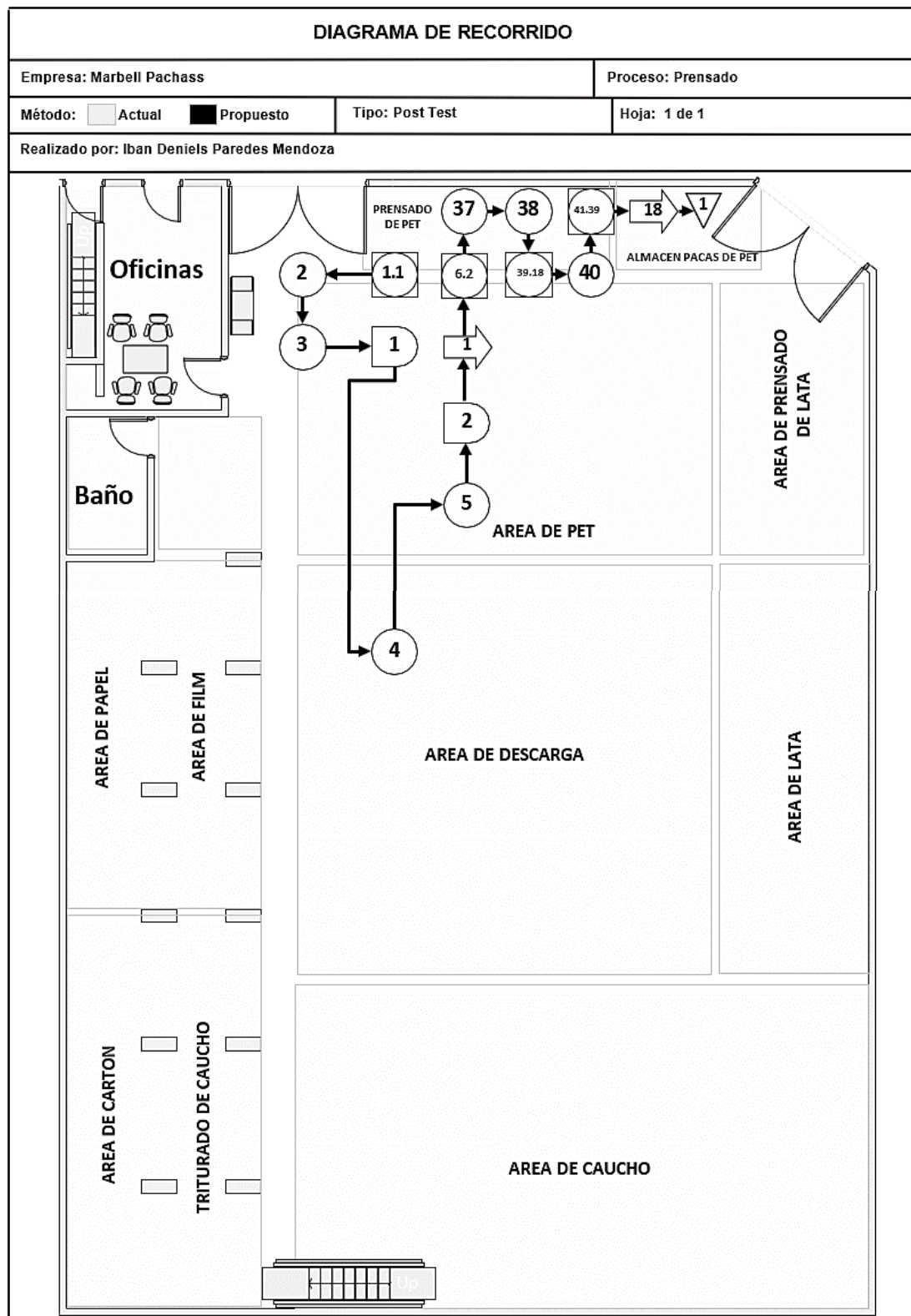
Representación bimanual post test

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PRENSADO DE PET				
MÉTODO:	PRE - TEST	POST - TEST	TRABAJO	
EMPRESA:	MARBELL PACHASS		PROCESO:	PRENSADO
LUGAR:	AREA DE PRENSADO		OPERACIÓN:	PRENSADO DE PET
Descripción Mano Izquierda	SIMBOLO		Descripción Mano Derecha	
	M.I.	M.D.		
Espera			Se dirige al tablero de control	
Espera			Bloquea la prensa	
Se dirige a la puerta de la maquina			Se dirige a la puerta de la maquina	
Sostiene la puerta			Abre la puerta	
Abre la puerta			Abre la puerta	
Verifica el alambre			Verifica el alambre	
Se dirige al montacarga			Se dirige al montacarga	
Se dirige a la llave del montacarga			Se dirige a la llave del montacarga	
Sostiene el timón			Enciende el montacargas	
Mueve el timón			Mueve la palanca	
Espera			Mueve las palancas	
Mueve el timón			Mueve la palanca	
Sostiene el timón			Apaga el montacarga	
RESUMEN				
MÉTODO	ACTUAL			
	M.I.	M.D.		
	4	10		
	3	4		
	5	0		
	2	0		
TOTAL	14	14		

DIAGRAMA DE RECORRIDO POST TEST

Cuadro 24

Diagrama de recorrido Post Test





Paso 8 (Controlar): se estableció un sistema de control para garantizar el cumplimiento del nuevo método implantado.

Se designó un responsable de supervisar los tiempos observados, los diagramas bimanuales, la ubicación de herramientas e insumos, así como la disposición del espacio físico. Este control incluye los siguientes indicadores clave.

- Eficacia diaria del proceso de prensado
- Desempeño diaria alcanzada
- Índice de actividades con valor agregado (AAV)
- Índice de actividades sin valor agregado (AI)
- Productividad diaria lograda



ESTUDIO DE TIEMPOS POST TEST

Tabla 15

Resumen de los tiempos registrados durante la observación

CONSOLIDADO DE TOMA DE TIEMPOS OBSERVADOS																																		
Empresa: Recicladora Marbell Pachass					Método	Pre test					Fech. de inicio: 11 de noviembre del 2024										Elabora por:					Ivan Deniels Paredes Mendoza								
PRoc. Proceso de Prens. PET blnc.						Post test					Fech. de fin: 14 de diciembre del 2024																							
Tiempos																																		
Nº	Operación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Σ	Xi	
1	PREPARAR MAQUINA DE PRENSADO.	5.13	5.57	5.65	5.26	5.57	5.08	4.99	5.50	5.34	5.16	5.14	5.61	5.24	5.83	5.50	5.49	5.53	6.34	5.14	5.00	5.62	5.33	5.71	5.47	5.21	5.59	5.78	5.73	5.34	5.89	163.74	5.46	
2	CLASIFICAR PARCIALMENTE MATERIAL DE LA UNIDAD	12.52	12.57	12.41	12.53	12.73	11.68	12.04	11.89	12.54	12.18	12.30	11.82	12.04	11.92	11.82	12.35	13.58	13.06	13.46	12.68	11.62	12.34	11.62	13.41	12.16	11.56	12.18	12.72	11.52	12.36	369.61	12.32	
3	SELECCIONAR PET BLANCO.	57.81	56.29	55.61	56.36	54.77	54.45	56.62	54.17	53.82	56.88	55.27	53.73	56.31	57.52	57.51	58.18	54.18	57.80	57.34	57.35	56.11	54.48	56.23	55.28	56.79	55.33	56.05	54.83	53.64	56.69	1677.4	55.91	
4	TRASLADAR LOS SACOS DE PET BLANCO CLASIFICADOS A LA MAQUINA.	14.41	13.85	14.47	13.91	13.10	12.71	12.66	13.40	12.49	14.11	14.24	12.85	14.02	12.81	14.30	16.46	13.80	13.91	14.08	14.09	14.36	13.42	12.40	13.77	14.48	13.47	14.10	12.75	13.55	13.57	411.54	13.72	
5	PRENSAR PET BLANCO CON LA MAQUINA.	56.48	53.86	57.57	56.11	56.17	56.31	54.03	54.76	55.36	55.96	56.10	56.87	57.07	57.58	56.53	59.46	53.95	53.68	54.43	55.15	57.13	56.76	53.56	54.94	57.14	54.82	56.58	54.39	53.54	56.57	1672.86	55.76	
6	RETIRAR Y ALMACENAR EL BLOQUE DE PET BLANCO DE LA MAQUINA CON LA MONTACARGA.	4.93	5.04	4.13	4.74	4.94	4.62	4.57	5.00	4.50	4.32	4.16	4.32	4.28	4.61	4.77	4.32	4.25	4.99	4.35	4.93	4.55	4.26	4.00	4.77	4.40	4.40	4.57	4.64	4.55	4.83	136.74	4.56	
TOTAL		152.29	148.19	150.85	149.92	148.29	145.86	145.92	145.73	145.06	149.62	148.22	146.21	147.97	151.28	151.44	157.27	146.30	150.79	149.81	150.21	150.40	147.60	144.53	148.65	151.19	146.18	150.27	146.07	143.15	150.92	4432.90	148.74	

Durante 30 días laborables, se midieron nuevamente los tiempos operacionales para calcular los nuevos valores post test. Aplicando la fórmula de Kanawaty, se determinó.

Tabla 16

Cálculo de muestras para determinar el tiempo promedio

Cálculo de muestras para determinar el tiempo promedio – Marbell Pachass				
Empresa:	Marbell Pachass	Á.:	PET	
Método:	Pre test	PRoc.	Prens. PET blnc.	
	Post test	Prod.:	Pac. de PET blnc.	
Cálculo de muestras				
Ítm.	Operación	$\sum x$	$\sum x^2$	$n = \left(\frac{40 \sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$
1	☐ Alistamiento del equipo de compactación.	164.75	897.35	6
2	☐ Preclasificación del material recuperado en la zona de ingreso.	370.62	4563.69	4
3	☐ Identificación y selección del PET blanco conforme a criterios de calidad.	1678.41	93843.31	2
4	☐ Transporte manual de sacos clasificados hacia la prensa hidráulica.	412.55	5666.02	6
5	☐ Compresión del PET blanco utilizando maquinaria de prensado.	1673.87	93344.93	2
6	☐ Extracción y ubicación del bloque de PET comprimido mediante montacarga.	137.75	626.70	7

Nota: Aplicando la fórmula de Kanawaty, se determinó el número de muestras necesarias para cada una de las seis operaciones.



Tabla 17

Cálculo de tiempo promedio mediante muestras

Cálculo de tiempo promedio mediante muestras – Marbell Pachass															
Empresa:		Marbell Pachass								Á.:		PET			
Elaborado por:		Ivan Deniels Paredes Mendoza				Método:		Pre test		PRoc.		Prens. PET blnc.			
								Post test		Prod.:		Pac. de PET blnc.			
Numero de muestras															
Ítm.	Operación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Promedio
1	☐ Alistamiento del equipo de compactación.	6.13	6.57	6.65	6.26	6.57	-	-	-	-	-	-	-	-	6.44
2	☐ Preclasificación del material recuperado en la zona de ingreso.	13.52	13.57	13.41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.83
3	☐ Identificación y selección del PET blanco conforme a criterios de calidad.	58.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58.81
4	☐ Transporte manual de sacos clasificados hacia la prensa hidráulica.	15.41	14.85	15.47	14.91	14.10	13.71	-	-	-	-	-	-	-	14.74
5	☐ Compresión del PET blanco utilizando maquinaria de prensado.	57.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57.48
6	☐ Extracción y ubicación del bloque de PET comprimido mediante montacarga.	5.93	6.04	5.13	5.74	5.94	5.62	-	-	-	-	-	-	-	5.73
TOTAL															157.03

Una vez determinado el tiempo observado promedio en la etapa post test, se procedió a calcular el tiempo normal correspondiente. Para ello, se consideraron tanto los tiempos individuales por operación como el promedio general del proceso. Se aplicó el método de valoración de Westinghouse, el cual toma en cuenta cuatro factores fundamentales: habilidades, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Tabla 18

Cálculo de tiempo normal - post test

Cálculo de tiempo normal – Marbell Pachass								
Empresa:	Marbell Pachass	Á.:	PET					
Método:	Pre test	PRoc.	Prens. PET blnc.					
	Post test	Prod.:	Pac. de PET blnc.					
Tiempo normal								
Ítm.	Operación	TO	Fact. WH				FV	TN
			1	2	3	4		
1	☐ Alistamiento del equipo de compactación.	6.44	-0.05	-0.04	0.00	0.00	91.00%	5.96
2	☐ Preclasificación del material recuperado en la zona de ingreso.	13.83	-0.05	-0.04	0.00	0.00	91.00%	12.39
3	☐ Identificación y selección del PET blanco conforme a criterios de calidad.	58.81	-0.05	-0.04	0.00	0.00	91.00%	53.62
4	☐ Transporte manual de sacos clasificados hacia la prensa hidráulica.	14.74	-0.05	-0.04	0.00	0.00	91.00%	16.84
5	☐ Compresión del PET blanco utilizando maquinaria de prensado.	57.48	-0.05	-0.04	0.00	0.00	91.00%	52.41
6	☐ Extracción y ubicación del bloque de PET comprimido mediante montacarga.	5.73	-0.05	-0.04	0.00	0.00	91.00%	5.32
TOTAL								146.54

Estos elementos permitieron definir un factor de valoración del 91%, valor que, al ser aplicado sobre el tiempo observado, dio como resultado un tiempo normal acumulado de 146.54 minutos.

Posteriormente, se estableció el tiempo estándar manteniendo los mismos criterios de suplementos que se habían utilizado.

Tabla 19

Cálculo de tiempo estándar - post test

Cálculo de tiempo estándar – Marbell Pachass								
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Empresa:	Marbell Pachass	Á.:	PET			
Método:	Pre test	PRoc.	Prens. PET blnc.			
	Post test	Prod.:	Pac. de PET blnc.			
Tiempo estándar						
Ítm.	Operación	TN	Suplementos		1+SUPLN	TE
			C	V		
1	□ Alistamiento del equipo de compactación.	5.96	0.05	0.08	1.13	6.60
2	□ Preclasificación del material recuperado en la zona de ingreso.	12.39	0.05	0.08	1.13	13.86
3	□ Identificación y selección del PET blanco conforme a criterios de calidad.	53.62	0.05	0.08	1.13	60.46
4	□ Transporte manual de sacos clasificados hacia la prensa hidráulica.	16.84	0.05	0.08	1.13	15.12
5	□ Compresión del PET blanco utilizando maquinaria de prensado.	52.41	0.05	0.08	1.13	59.09
6	□ Extracción y ubicación del bloque de PET comprimido mediante montacarga.	5.32	0.05	0.08	1.13	5.88
TOTAL						161.01

De la tabla anterior se evidencia que el tiempo estándar es de 161.01 min, lo que refleja una disminución de los tiempos después del estudio aplicativo del estudio del trabajo, este tiempo debe ser mantenido o mejorado

Desempeño Post Test

Para calcular nuevamente la Desempeño tras el post test, se mantuvieron constantes las Hrs Progr., comprendidas entre las 08:00 a.m. y las 17:30 p.m., ya que no hubo cambios en la jornada laboral. Sin embargo, se observaron variaciones en las horas efectivamente trabajadas luego de aplicar el estudio del trabajo. Estos cambios influyeron directamente en los indicadores de Efic.. La fórmula empleada para su cálculo fue la misma utilizada anteriormente:

$$Ef = \frac{N.H.E.}{N.H.P.} * 100\%$$

Tabla 20

Desempeño Post Test

EFIC.			
Empresa:	Marbell Pachass	Método:	Post-Test



Realizado por: Ivan Deniels Paredes Mendoza				
Ítm.	Fech.	Hrs Progr.	Hrs Empl.	Efic.
1	11/11/2024	51	49.00	96.07%
2	12/11/2024	51	49.00	96.07%
3	13/11/2024	51	49.00	96.07%
4	14/11/2024	51	49.00	96.07%
5	15/11/2024	51	50.00	98.05%
6	16/11/2024	51	50.00	98.05%
7	18/11/2024	51	50.00	98.05%
8	19/11/2024	51	50.00	98.05%
9	20/11/2024	51	49.00	96.09%
10	21/11/2024	51	49.00	96.09%
11	22/11/2024	51	50.00	98.05%
12	23/11/2024	51	50.00	98.05%
13	25/11/2024	51	50.00	98.05%
14	26/11/2024	51	49.00	96.09%
15	27/11/2024	51	49.00	96.09%
16	28/11/2024	51	50.00	98.05%
17	29/11/2024	51	48.50	95.11%
18	30/11/2024	51	50.00	98.05%
19	2/12/2024	51	50.00	98.05%
20	3/12/2024	51	50.00	98.05%
21	4/12/2024	51	50.00	98.05%
22	5/12/2024	51	50.00	98.05%
23	6/12/2024	51	49.00	96.09%
24	7/12/2024	51	49.00	96.09%
25	9/12/2024	51	50.00	98.05%
26	10/12/2024	51	49.00	96.09%
27	11/12/2024	51	50.00	98.05%
28	12/12/2024	51	50.00	98.05%
29	13/12/2024	51	50.00	98.05%
30	14/12/2024	51	49.00	96.09%

Eficacia Post Test

De manera similar, la medición de la eficacia en el periodo post test en el proceso de Prens. PET blnc. implicó contrastar la meta diaria establecida de producción de pacas con la cantidad efectivamente obtenida. La capacidad operativa de las prensas hidráulicas se fijó en 8 unidades por jornada laboral de 8.5 horas, conforme a los parámetros establecidos por el fabricante. Por su parte, el valor real correspondió al número de PCS efectivamente producidas por la empresa Marbell Pachass. La fórmula aplicada fue la misma que se utilizó en el pre test:

$$Ea = \frac{C.P.R.}{C.P.P.} * 100\%$$

Tabla 21

Eficacia Post Test

EFICACIA				
Empresa:		Marbell Pachass		
Realizado por:		Ivan Deniels Paredes Mendoza		
		Método:		Post-Test
Ítm.	Fech.	Cantidad programada	Cantidad Realizada	Eficacia
1	11/11/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
2	12/11/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
3	13/11/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
4	14/11/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
5	15/11/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
6	16/11/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
7	18/11/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
8	19/11/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
9	20/11/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
10	21/11/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
11	22/11/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
12	23/11/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
13	25/11/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
14	26/11/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
15	27/11/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
16	28/11/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
17	29/11/2024	8 PCS	5 PCS	63.50%
18	30/11/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
19	2/12/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
20	3/12/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
21	4/12/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
22	5/12/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
23	6/12/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
24	7/12/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
25	9/12/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
26	10/12/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%
27	11/12/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
28	12/12/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
29	13/12/2024	8 PCS	7 PCS	88.50%
30	14/12/2024	8 PCS	6 PCS	76.00%

Productividad Post Test

Para establecer la productividad post test del proceso de Prens. PET blnc., se aplicó el mismo método empleado previamente, el cual se basa en la combinación de los indicadores de Desempeño y eficacia. Así, se logró determinar la productividad resultante posterior a la implementación del estudio del trabajo:

$$Productividad = \frac{Ea}{Ef} * 100\%$$

Tabla 22

Productividad Post Test

PRODUCTIVIDAD				
Empresa:		Marbell Pachass		
Realizado por:		Ivan Deniels Paredes Mendoza		
		Método:	Pre-Test	
Ítm.	Fech.	Efic.	Eficacia	Productividad
1	11/11/2024	96.07%	76.00%	79.11%
2	12/11/2024	96.07%	76.00%	79.11%
3	13/11/2024	96.07%	76.00%	79.11%
4	14/11/2024	96.07%	76.00%	79.11%
5	15/11/2024	98.05%	88.50%	90.26%
6	16/11/2024	98.05%	88.50%	90.26%
7	18/11/2024	98.05%	88.50%	90.26%
8	19/11/2024	98.05%	88.50%	90.26%
9	20/11/2024	96.09%	76.00%	79.09%
10	21/11/2024	96.09%	76.00%	79.09%
11	22/11/2024	98.05%	88.50%	90.26%
12	23/11/2024	98.05%	88.50%	90.26%
13	25/11/2024	98.05%	88.50%	90.26%
14	26/11/2024	96.09%	76.00%	79.09%
15	27/11/2024	96.09%	76.00%	79.09%
16	28/11/2024	98.05%	88.50%	90.26%
17	29/11/2024	95.11%	63.50%	66.76%
18	30/11/2024	98.05%	88.50%	90.26%
19	2/12/2024	98.05%	88.50%	90.26%
20	3/12/2024	98.05%	88.50%	90.26%
21	4/12/2024	98.05%	88.50%	90.26%
22	5/12/2024	98.05%	88.50%	90.26%
23	6/12/2024	96.09%	76.00%	79.09%
24	7/12/2024	96.09%	76.00%	79.09%
25	9/12/2024	98.05%	88.50%	90.26%
26	10/12/2024	96.09%	76.00%	79.09%
27	11/12/2024	98.05%	88.50%	90.26%
28	12/12/2024	98.05%	88.50%	90.26%
29	13/12/2024	98.05%	88.50%	90.26%
30	14/12/2024	96.09%	76.00%	79.09%

MEJORA DE PROCESOS

Las mejoras en los procesos se reflejan principalmente en la disminución de los tiempos: observado, normal y estándar. También se evidencian optimizaciones en

los diagramas bimanuales de los operarios, que reflejan una ejecución más fluida y menos sobrecargada en las distintas operaciones. A continuación, se describen los cambios alcanzados en cada operación del proceso de Prens. PET blnc., comparando la situación previa y posterior al estudio:

Operación 1 (Preparar maquina)

- **¿Cómo se hacía?:** Se iniciaba abriendo la máquina y asegurándose de que no hubiese elementos extraños. Luego, se encendía la prensa algunos minutos antes de comenzar. Los operarios esperaban el alambre almacenado en oficinas y, una vez recibido, se dirigían a la zona de corte donde medían y cortaban el alambre usando una cinta métrica, a la espera del pet blanco clasificado.
- **¿Cómo se hace?:** Actualmente se realiza la inspección y preparación simultánea de la máquina hidráulica. El Á. de corte de alambre se reubicó junto a la prensa, y se destinó un espacio específico para herramientas e insumos detrás de la misma, eliminando así desplazamientos innecesarios.
- **¿Qué se logró?:** Se redujo el tiempo observado de 15.58 min a 6.45 min, el tiempo normal de 14.27 min a 5.96 min, y el tiempo estándar de 15.99 min a 6.59 min. Además, se disminuyeron los movimientos de 32 a 30 en el Representación bimanual.

Operación 2 (Clasificar el material)

- **¿Cómo se hacía?:** La etapa de clasificación del material se efectuaba en la zona de descarga ubicada en la parte posterior de la planta, un espacio con acceso limitado. En dicho lugar se procedía a segregar manualmente los residuos según su tipo —como PET, metales, cartón, caucho, entre otros—, asignándolos a Á.s específicas dentro de la instalación. En el caso del PET,

este era trasladado hacia su sección correspondiente utilizando baldes o sacos.

- **¿Cómo se hace?:** La clasificación de materiales se realizaba al fondo de la planta, dificultando el acceso. Los materiales se dividían por tipo y eran transportados en sacos o baldes a distintas Á.s.
- **¿Qué se logró?:** Se redujo el tiempo normal de 14.73 min a 12.39 min, y el estándar de 16.51 min a 13.86 min. Los movimientos en el Representación bimanual pasaron de 16 a 12.

Operación 3 (Seleccionar Pet blanco)

- **¿Cómo se hacía?:** El pet se transportaba desde la zona de clasificación hasta el Á. de pet al otro extremo de la planta, donde se volvía a esparcir para verificar su calidad antes de ensacarlo nuevamente.
- **¿Cómo se hace?:** Con las Á.s contiguas, el pet puede ser trasladado sin ensacado adicional. Durante la clasificación se lanza directamente al Á. de pet, donde se realiza la inspección de forma continua.
- **¿Qué se logró?:** Se redujo el tiempo observado de 64.79 min a 58.72 min, el normal de 59.05 min a 53.62 min, y el estándar de 66.59 min a 60.46 min. Los movimientos bajaron de 20 a 14.

Operación 4 (Traslado de sacos)

- **¿Cómo se hacía?:** Los sacos cerrados de pet se transportaban a la prensa a través de recorridos largos y cruzando otras operaciones.

- **¿Cómo se hace?:** El rediseño del diagrama de recorrido eliminó cruces y redujo distancias, facilitando el traslado sin necesidad de abrir y cerrar los sacos nuevamente.
- **¿Qué se logró?:** El tiempo observado bajó de 30.10 min a 14.75 min, el normal de 27.38 min a 16.84 min, y el estándar de 30.80 min a 15.14 min. Los movimientos en el Representación bimanual se redujeron de 14 a 8.

Operación 5 (Prensado de pet)

- **¿Cómo se hacía?:** Los sacos se abrían manualmente antes de ser cargados en la prensa hidráulica.
- **¿Cómo se hace?:** Se modificó la ubicación de los operarios, permitiéndoles usar su mano dominante para cargar el material, lo que mejoró la ergonomía y visibilidad.
- **¿Qué se logró?:** El tiempo observado disminuyó de 63.08 min a 57.49 min, el normal de 57.49 min a 52.41 min, y el estándar de 64.83 min a 59.09 min.

Operación 6 (Retirar y almacenar)

- **¿Cómo se hacía?:** Al finalizar el prensado, se apagaba la máquina, el operario debía recorrer hasta el montacargas, verificar combustible, solicitar la llave y esperar que calentara antes de retirar la paca.
- **¿Cómo se hace?:** Ahora el montacargas está junto a la prensa, se accede rápidamente a la llave y se elimina el desplazamiento innecesario. La paca se retira y se almacena inmediatamente en un Á. cercana.

- **¿Qué se logró?:** Se redujo el tiempo observado de 12.38 min a 5.38 min, el normal de 11.35 min a 5.32 min, y el estándar de 12.70 min a 5.88 min.

COSTO DE SERVICIO POST TEST

Para recalcular el costo del servicio post test, se recopilaron nuevamente los datos correspondientes a los gastos de mano de obra directa e indirecta, materiales e insumos tras la implementación de las mejoras. La comparación entre los meses de octubre-noviembre (pre test) y noviembre-diciembre de 2024 (post test).

Tabla 23

Análisis de costos mensuales para la fabricación de PCS

Costos de producción de PCS de pet blanco por mes				
Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Operario 1	Cost. x mes	1	1500	1500
Operario 2	Cost. x mes	1	1500	1500
Operario 3	Cost. x mes	1	1500	1500
Operario 4	Cost. x mes	1	1500	1500
Operario 5	Cost. x mes	1	1500	1500
Operario 6	Cost. x mes	1	1500	1500
Gastos administrativos				
Grnte general	Cost. x mes	1	1800	1800
Sub Grnte	Cost. x mes	1	1200	1200
Administrador	Cost. x mes	1	600	600
Costos directos				
Combustible	Gln	25	17	425
Luz	KW.h	3000	0.80	2400
Alambre	Rollos	4	160	3200
Costos indirectos				
Agua	M ³	20	1.00	20
TOTAL				18645

Se evidenció un incremento en la producción mensual, alcanzando 196 PCS de pet blanco con un costo total de aproximadamente 18,645.00 soles durante 30 días laborables.

4.1.3 Resultado y análisis

ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Con el fin de evaluar el impacto del estudio del trabajo, se procedió a comparar los resultados obtenidos en las etapas pre y post test. Este análisis abarca la variable independiente "Estudio del Trabajo" y la dependiente "Productividad", cada una desglosada en dos dimensiones.

Variable Independiente: Estudio del Trabajo

1. Estudio de Movimientos – V1 (Índice de Actividades que Agregan Valor - AAV)

El primer enfoque se centró en el análisis del índice de Actividades que Agregan Valor (AAV). Los datos obtenidos fueron los siguientes:

Pre Test: De 116 actividades observadas, 72 aportaban valor y 44 no. Esto representaba un 62.22% de actividades útiles.

Post Test: De 94 actividades totales, 72 seguían siendo valiosas y solo 22 no aportaban valor, elevando el índice a 77.61%.

Tabla 24

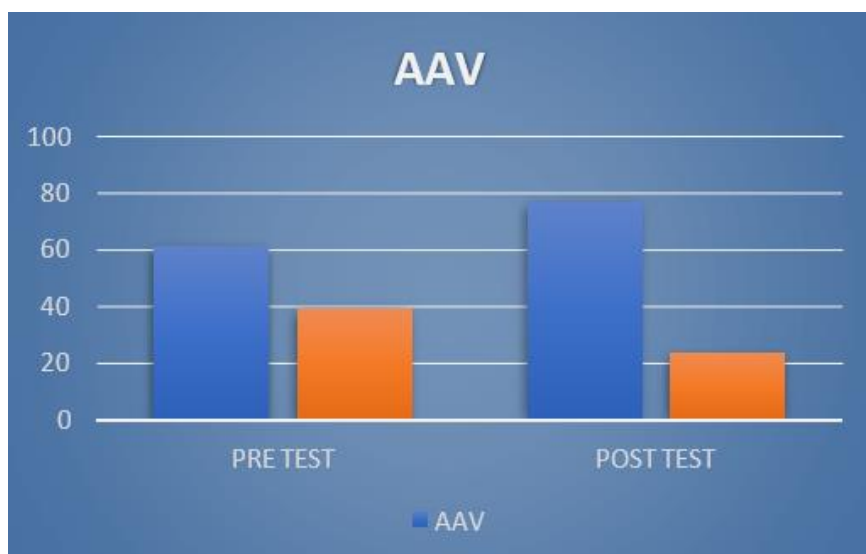
Estudio de movimientos

Estudio de movimientos		
AAV Pre Test	$AAV = \left(\frac{116 - 44}{116} \right) * 100\%$	AAV = 62.22%
AAV Post Test	$AAV = \left(\frac{94 - 22}{94} \right) * 100\%$	AAV = 77.61%

Gracias al rediseño metodológico, se logró una mejora del **15.54%** en el índice de AAV, reduciendo significativamente las actividades que no contribuyen al proceso. Esta evolución también se refleja en las gráficas correspondientes.

Gráfico 17

Actividades que agregan valor antes y después



Estudio de movimientos – V2

La segunda dimensión consideró los tiempos asociados a cada etapa del PRoc.

- TE Pre Test: Tiempo observado promedio: 196.84 min; tiempo normal: 179.21 min; tiempo estándar: 202.38 min.
- TE Post Test: Tiempo observado promedio: 151.71 min; tiempo normal: 138.21 min; tiempo estándar: 155.98 min.

Tabla 25

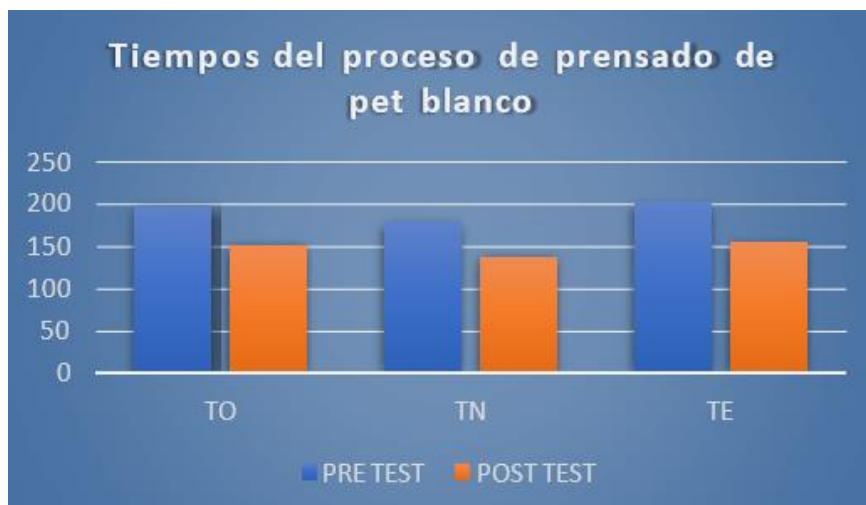
Estudio de movimientos

	Pre Test	Post Test	Mejora
Tiempo observado	196.84	151.71	46.14
Tiempo normal	179.21	138.21	42.01
Tiempo estándar	202.38	155.98	47.41

La mejora fue sustancial: 46.14 min menos en TO, 42.01 min en TN y 47.41 min en TE, representando una reducción total del 24.05%.

Gráfico 18

Tiempo del proceso de prensado de pet



Variable dependiente: Productividad.

De la misma manera, se procederá a analizar la variable dependiente: la productividad. Para ello, se estudiarán sus dos dimensiones definidas en el proceso de operacionalización de variables, las cuales son:

Efic.

La Desempeño representa una de las dimensiones clave de la productividad. Esta se calcula a través del cociente entre las horas efectivamente empleadas por día y las Hrs Progr. de trabajo diario. La información empleada para el análisis fue recopilada tanto en el pre test como en el post test, obteniéndose los siguientes resultados:

- Desempeño Pre test: Previo a la aplicación del estudio del trabajo, se consideraron 51.00 horas como el total de tiempo programado por jornada, correspondientes a la asignación de seis operarios en el Á. de Prens. PET blnc.. Bajo estas condiciones iniciales, el nivel de Desempeño registrado alcanzó un 95.85%.
- Desempeño Post test: Tras aplicar el estudio del trabajo, las condiciones en cuanto al número de trabajadores y Hrs Progr. se mantuvieron constantes, es decir, se conservaron las 51.00 Hrs

Progr. diarias. Sin embargo, se observó una mejora en el aprovechamiento del tiempo disponible, alcanzando un nivel de Desempeño del 98.17% después de la intervención.

Tabla 26

Efic.

	Pre Test	Post Test	Mejora
Efic.	94.84%.	97.16%	2.32%

Gráfico 19

Grado de Desempeño antes y después



Aunque la mejora no se percibe claramente en la gráfica general, las mejoras diarias se reflejan en los datos. La eficacia, entendida como la relación entre PCS realizadas y PCS programadas por día, mostró un avance significativo:

Tabla 27

Efic.

Ítm.	Fech.	Desempeño Pre test	Fech.	Desempeño Post test	Mejora
1	1/10/2024	94.62%	11/11/2024	96.07%	1.48%
2	2/10/2024	95.11%	12/11/2024	96.07%	0.99%
3	3/10/2024	94.62%	13/11/2024	96.07%	1.48%
4	4/10/2024	94.62%	14/11/2024	96.07%	1.48%
5	5/10/2024	95.11%	15/11/2024	98.05%	2.95%
6	7/10/2024	95.11%	16/11/2024	98.05%	2.95%
7	8/10/2024	94.62%	18/11/2024	98.05%	3.44%
8	9/10/2024	94.62%	19/11/2024	98.05%	3.44%
9	10/10/2024	94.13%	20/11/2024	96.09%	1.97%
10	11/10/2024	93.15%	21/11/2024	96.09%	2.95%

11	12/10/2024	95.11%	22/11/2024	98.05%	2.95%
12	14/10/2024	95.11%	23/11/2024	98.05%	2.95%
13	15/10/2024	95.11%	25/11/2024	98.05%	2.95%
14	16/10/2024	94.62%	26/11/2024	96.09%	1.48%
15	17/10/2024	94.62%	27/11/2024	96.09%	1.48%
16	18/10/2024	94.13%	28/11/2024	98.05%	3.93%
17	19/10/2024	95.11%	29/11/2024	95.11%	0.00%
18	21/10/2024	96.09%	30/11/2024	98.05%	1.97%
19	22/10/2024	96.09%	2/12/2024	98.05%	1.97%
20	23/10/2024	94.62%	3/12/2024	98.05%	3.44%
21	24/10/2024	94.62%	4/12/2024	98.05%	3.44%
22	25/10/2024	95.11%	5/12/2024	98.05%	2.95%
23	26/10/2024	94.62%	6/12/2024	96.09%	1.48%
24	28/10/2024	94.62%	7/12/2024	96.09%	1.48%
25	29/10/2024	95.11%	9/12/2024	98.05%	2.95%
26	30/10/2024	94.62%	10/12/2024	96.09%	1.48%
27	31/10/2024	94.62%	11/12/2024	98.05%	3.44%
28	4/11/2024	95.11%	12/12/2024	98.05%	2.95%
29	5/11/2024	96.09%	13/12/2024	98.05%	1.97%
30	6/11/2024	94.62%	14/12/2024	96.09%	1.48%

Eficacia

La eficacia, como segunda dimensión de la productividad, se mide comparando la cantidad de PCS producidas por día con la cantidad programada. Este análisis se basó en datos obtenidos en las fases de pre test y post test:

- Eficacia Pre test: En el diagnóstico inicial, previo a la aplicación del estudio del trabajo, se estableció una meta diaria de producción de 8 PCS, correspondiente a la capacidad instalada de la prensa hidráulica según su ficha técnica. En este contexto, la eficacia alcanzada fue del 66.84%.
- Eficacia Post test: Posteriormente a la intervención, se mantuvo el mismo objetivo de producción diaria —8 PCS por jornada— ya que no se modificó la capacidad instalada de las máquinas. No obstante, el desempeño operativo evidenció una mejora considerable, logrando una eficacia del 82.68% luego de aplicar las mejoras propuestas por el estudio del trabajo.

Tabla 28

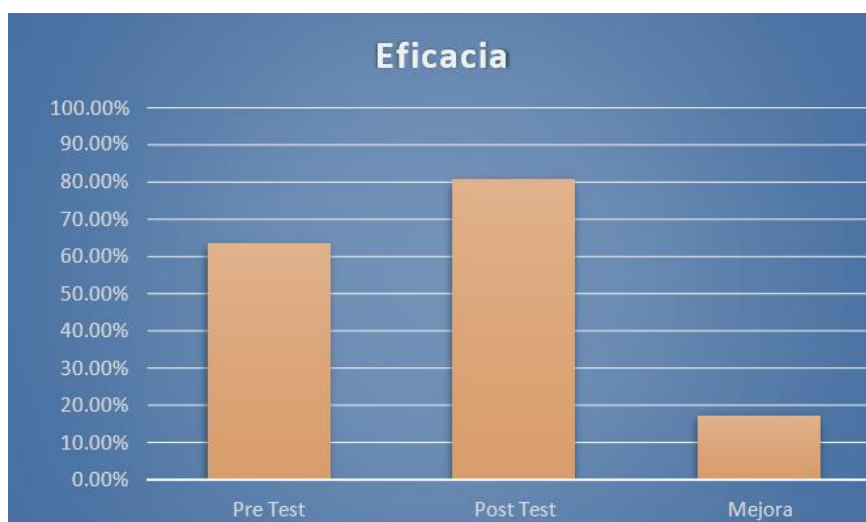
Porcentaje de Eficacia

	Pre Test	Post Test	Mejora
Eficacia	66.84%.	82.68%	16.84%

A diferencia de la Efic., la mejora en la eficacia fue más notable, con un impacto directo en el aumento de la productividad del proceso de Prens. PET blnc.. Este avance contribuye significativamente al cumplimiento de los objetivos operativos de la empresa Marbell Pachass.

Gráfico 20

Nivel de eficacia post test



Asimismo, al igual que en el caso de la Efic., el análisis diario evidencia una tendencia creciente en los niveles de eficacia durante los 30 días posteriores a la aplicación del estudio del trabajo. Esta evolución se encuentra detallada en la siguiente tabla.

Tabla 29

Eficacia post test

Ítm.	Fech.	Eficacia Pre test	Fech.	Eficacia Post test	Mejora
1	1/10/2024	63.50%	11/11/2024	76.00%	13.50%
2	2/10/2024	63.50%	12/11/2024	76.00%	13.50%
3	3/10/2024	63.50%	13/11/2024	76.00%	13.50%
4	4/10/2024	63.50%	14/11/2024	76.00%	13.50%



5	5/10/2024	76.00%	15/11/2024	88.50%	13.50%
6	7/10/2024	76.00%	16/11/2024	88.50%	13.50%
7	8/10/2024	63.50%	18/11/2024	88.50%	26.00%
8	9/10/2024	63.50%	19/11/2024	88.50%	26.00%
9	10/10/2024	51.00%	20/11/2024	76.00%	26.00%
10	11/10/2024	38.50%	21/11/2024	76.00%	38.50%
11	12/10/2024	76.00%	22/11/2024	88.50%	13.50%
12	14/10/2024	76.00%	23/11/2024	88.50%	13.50%
13	15/10/2024	76.00%	25/11/2024	88.50%	13.50%
14	16/10/2024	63.50%	26/11/2024	76.00%	13.50%
15	17/10/2024	63.50%	27/11/2024	76.00%	13.50%
16	18/10/2024	76.00%	28/11/2024	88.50%	13.50%
17	19/10/2024	51.00%	29/11/2024	63.50%	13.50%
18	21/10/2024	76.00%	30/11/2024	88.50%	13.50%
19	22/10/2024	76.00%	2/12/2024	88.50%	13.50%
20	23/10/2024	63.50%	3/12/2024	88.50%	26.00%
21	24/10/2024	63.50%	4/12/2024	88.50%	26.00%
22	25/10/2024	76.00%	5/12/2024	88.50%	13.50%
23	26/10/2024	63.50%	6/12/2024	76.00%	13.50%
24	28/10/2024	63.50%	7/12/2024	76.00%	13.50%
25	29/10/2024	76.00%	9/12/2024	88.50%	13.50%
26	30/10/2024	63.50%	10/12/2024	76.00%	13.50%
27	31/10/2024	63.50%	11/12/2024	88.50%	26.00%
28	4/11/2024	76.00%	12/12/2024	88.50%	13.50%
29	5/11/2024	76.00%	13/12/2024	88.50%	13.50%
30	6/11/2024	63.50%	14/12/2024	76.00%	13.50%

Productividad

Una vez determinadas y analizadas ambas dimensiones —Desempeño y eficacia—, se procede a calcular el índice de productividad. Este índice se obtiene mediante la razón entre los niveles de Desempeño alcanzados y los niveles de eficacia obtenidos durante el proceso de Prens. PET blnc..

- Productividad Pre test: Antes de la implementación de las mejoras, el índice de productividad se ubicó en 70.39%.
- Productividad Post test: Tras la aplicación del estudio del trabajo, el índice aumentó a 84.00%.

Tabla 30

Porcentaje productividad Post Test

	Pre Test	Post Test	Mejora
Productividad	70.39%.	84.00%	15.62%

El incremento en la productividad es notoriamente favorable, tal como lo representa el gráfico siguiente. Este avance no solo denota una mejora técnica en el proceso, sino que también se traduce en beneficios económicos palpables para la empresa Marbell Pachass. El aumento total de 19.68% en la productividad del proceso de Prens. PET blnc. se atribuye, en gran parte, a la mejora en la eficacia. Además, se constata una evolución sostenida en los niveles diarios de productividad a lo largo del período de evaluación post test.

Tabla 31

Productividad Post Test

Ítm.	Fech.	Productividad Pre test	Fech.	Productividad Post test	Mejora
1	1/10/2024	67.11%	11/11/2024	79.11%	13.02%
2	2/10/2024	66.76%	12/11/2024	79.11%	13.36%
3	3/10/2024	67.11%	13/11/2024	79.11%	13.02%
4	4/10/2024	67.11%	14/11/2024	79.11%	12.02%
5	5/10/2024	79.91%	15/11/2024	90.26%	11.40%
6	7/10/2024	79.91%	16/11/2024	90.26%	11.40%
7	8/10/2024	67.11%	18/11/2024	90.26%	24.21%
8	9/10/2024	67.11%	19/11/2024	90.26%	24.21%
9	10/10/2024	54.18%	20/11/2024	79.09%	25.96%
10	11/10/2024	41.33%	21/11/2024	79.09%	38.82%
11	12/10/2024	79.91%	22/11/2024	90.26%	11.40%
12	14/10/2024	79.91%	23/11/2024	90.26%	11.40%
13	15/10/2024	79.91%	25/11/2024	90.26%	11.40%
14	16/10/2024	67.11%	26/11/2024	79.09%	13.02%
15	17/10/2024	67.11%	27/11/2024	79.09%	13.02%
16	18/10/2024	80.74%	28/11/2024	90.26%	10.58%
17	19/10/2024	53.62%	29/11/2024	66.76%	14.16%
18	21/10/2024	79.09%	30/11/2024	90.26%	12.21%
19	22/10/2024	79.09%	2/12/2024	90.26%	12.21%
20	23/10/2024	67.11%	3/12/2024	90.26%	24.21%
21	24/10/2024	67.11%	4/12/2024	90.26%	24.21%
22	25/10/2024	79.91%	5/12/2024	90.26%	11.40%
23	26/10/2024	67.11%	6/12/2024	79.09%	13.02%

24	28/10/2024	67.11%	7/12/2024	79.09%	13.02%
25	29/10/2024	79.91%	9/12/2024	90.26%	11.40%
26	30/10/2024	67.11%	10/12/2024	79.09%	13.02%
27	31/10/2024	67.11%	11/12/2024	90.26%	24.21%
28	4/11/2024	79.91%	12/12/2024	90.26%	11.40%
29	5/11/2024	79.09%	13/12/2024	90.26%	12.21%
30	6/11/2024	67.11%	14/12/2024	79.09%	13.02%

Gráfico 21

Nivel de productividad post test



ANÁLISIS INFERENCIAL

De acuerdo con el enfoque metodológico de esta investigación, clasificada como de tipo aplicada, se llevó a cabo la contrastación de hipótesis utilizando pruebas estadísticas orientadas a la comparación de medias. La elección del procedimiento estadístico se basó en la evaluación de la distribución de los datos: si ambas variables mostraban una distribución normal (es decir, se consideraban paramétricas), se aplicó la prueba t de Student. En cambio, si alguna de ellas no cumplía con este criterio (no paramétrica), se optó por emplear la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Para determinar la normalidad de los datos, se recurrió al test de Shapiro-Wilk, dado que el tamaño muestral era reducido (30 casos), utilizando el software SPSS v.28. La regla de decisión empleada fue la siguiente:

- Si el valor- $p \leq 0.05$: los datos no siguen una distribución normal (no paramétricos).
- Si el valor- $p > 0.05$: los datos siguen una distribución normal (paramétricos).

Contrastación de hip.

Hipótesis General: La aplicación de la ingeniería de métodos incrementará la productividad en el proceso de prensado de PET en la empresa Marbell Pachass, 2024.

Análisis de normalidad

Se realizó el test de Shapiro-Wilk sobre las 30 observaciones correspondientes al pre test y al post test, cuyos resultados se detallan a continuación:

Tabla 32

análisis de normalidad - HG

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Product. pre test	.789	30	0.000042
Product. post test	.699	30	0.000002

- Ambos conjuntos de datos arrojaron valores p inferiores a 0.05 en la prueba de normalidad, lo que indica que no siguen una distribución normal.

Por ello, se optó por utilizar la prueba no paramétrica de Wilcoxon para contrastar la hipótesis general del estudio.

Prueba Wilcoxon - HG

La prueba de Wilcoxon ofrece dos métodos para aceptar o rechazar la hipótesis, siendo uno de ellos el uso de **estadísticos descriptivos**.

Tabla 33

Prueba Wilcoxon

	Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Product. pre test	30	69.38	9.46	40.26	79.69
Product. post test	30	83.99	6.50	65.72	89.25

Dado que la media post test supera a la pre test, se plantea la siguiente contrastación:

- $H_0: \mu_0 \geq \mu_1$
- $H_1: \mu_0 < \mu_1$

La hipótesis nula es rechazada, aceptándose la hipótesis alternativa del investigador.

El segundo enfoque de la prueba de Wilcoxon se fundamenta en el análisis de los estadísticos de prueba, cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 34

Estadísticos de prueba a

Estadísticos de prueba ^a	
Product. post test - Product. pre test	
Z	-4,811 ^b
Sig. Asintótica (bilateral)	0,000002

a. Se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

b. El cálculo del estadístico Z se fundamentó en los rangos negativos obtenidos.

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula, se aplican las siguientes reglas de decisión.

- Si valor-p < 0.05, se rechaza H_0 .
- Si valor-p > 0.05, no se rechaza H_0 .

Como resultado del análisis de normalidad y de los valores obtenidos en la prueba estadística de Wilcoxon, se procede a efectuar la contrastación de la hipótesis general de la investigación.

Contrastación de hipótesis general:

- H_0 : La aplicación del estudio de ingeniería de métodos no genera una mejora en la Product. del proceso de prensado de PET en la empresa Marbell Pachass.

- H_1 : La aplicación del estudio de ingeniería de métodos genera una mejora en la Product. del proceso de prensado de PET en la empresa Marbell Pachass..

Tras evaluar los datos obtenidos en las tablas correspondientes a la prueba de Wilcoxon, y al verificarse que los valores de significancia son inferiores a 0.05, se concluye que se debe rechazar la hipótesis nula (H_0) y, por tanto, se acepta la hipótesis general planteada por el investigador (H_1).

A continuación, habiendo aceptado la hipótesis general, se procede a contrastar las hipótesis específicas formuladas en el estudio.

Hipótesis específica 1: La aplicación del estudio de ingeniería de métodos incrementará la Desempeño en el proceso de prensado de PET en la empresa Marbell Pachass, 2024.

Análisis de normalidad – Hipótesis específica 1

Para evaluar esta hipótesis, relacionada con la dimensión de Efic., se efectuó una prueba de normalidad empleando los 30 registros correspondientes al pre test y los 30 del post test, obtenidos tras la implementación del estudio de métodos. La verificación de la normalidad de los datos se llevó a cabo utilizando el estadístico de Shapiro-Wilk, cuyos resultados se presentan a continuación:

Tabla 35

Análisis de normalidad – HE1

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia pre test	.838	30	<.001
Eficiencia post tes	.685	30	<.001

De acuerdo con los criterios de decisión establecidos, la interpretación se basa en los valores de significancia obtenidos. En este caso:

Si $p \leq 0.05$, la distribución no sigue una normal (es no paramétrica).

Si $p > 0.05$, la distribución se considera normal (es paramétrica).

Dado que ambos conjuntos de datos presentan valores inferiores a 0.05, se concluye que ambas distribuciones no son normales, lo que determina que la prueba adecuada para el contraste de esta hipótesis es el test de Wilcoxon, al tratarse de un enfoque no paramétrico compatible con los datos observados.

Prueba Wilcoxon - Hipótesis específica 1

Siguiendo el mismo enfoque aplicado en la hipótesis general, la contrastación de esta hipótesis se llevó a cabo mediante dos métodos dentro del procedimiento Wilcoxon. El primero consistió en el análisis descriptivo de los datos.

Tabla 36

Prueba Wilcoxon - Hipótesis específica 1

	Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Desempeño pre test	30	94.84	0.58	93.14	96.08
Desempeño post test	30	97.16	1.04	95.10	98.04

Para decidir si se acepta o se rechaza la hipótesis nula, se aplicaron los siguientes criterios, basados en la comparación de medias:

$$H_0: \mu_0 \geq \mu_1$$

$$H_a: \mu_0 < \mu_1$$

Dado que la media obtenida tras la implementación del estudio (post test) supera a la del pre test, se procede a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa planteada por el investigador.

El segundo método se enfocó en el análisis estadístico formal de la prueba Wilcoxon, cuyos resultados se detallan a continuación:

Tabla 37

Estadísticos de prueba a – HE1

Estadísticos de prueba ^a	
Eficiencia posttest - Eficiencia pre test	
Z	-4,741 ^b
Sig. Asintótica (bilateral)	<,001

a. Prueba de rangos con signo de wilcoxon**b.** se basa en rangos negativos.

Para este enfoque, las reglas de decisión fueron las siguientes:

Se rechaza la hipótesis nula si el valor p es menor a 0.05; en caso contrario, se acepta.

Debido a que el valor de significancia (p) resultó inferior a 0.05, y en concordancia con los hallazgos de la prueba de normalidad, se corrobora el rechazo de la hipótesis nula. Por lo tanto, se respalda la hipótesis específica 1, la cual afirma que la aplicación de la ingeniería de métodos contribuye positivamente a la mejora de la Desempeño en el proceso de prensado de PET.

Contrastación de hipótesis específica 1

- H_0 : La Ing. de Métodos no mejora la Desempeño del proc. de prensado de PET en la emp. Marbell Pachass.
- H_1 : La Ing. de Métodos sí mejora la Desempeño del proc. de prensado de PET en la emp. Marbell Pachass.

A partir de los resultados derivados del análisis estadístico mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, y al evidenciarse que los valores de significancia (p-valor) se encuentran por debajo del umbral de 0.05, se determina el rechazo de la hipótesis nula (H_0). En consecuencia, se procede a la aceptación de la hipótesis específica 1 (H_1) planteada por el investigador, lo cual permite confirmar que la aplicación del estudio de métodos influyó de manera positiva en la mejora de la Desempeño dentro del proceso evaluado.

Hipótesis específica 2: La implementación de la ingeniería de métodos incrementará la eficacia en el proceso de prensado de PET en la empresa Marbell Pachass, 2024.

Análisis de normalidad – Hipótesis específica 2

Al igual que en el caso de la hipótesis anterior, el análisis de normalidad se realizó considerando 30 registros correspondientes al periodo pre test y 30 al post test, obtenidos tras la aplicación de la metodología de mejora. Para ello, se utilizó el test de Shapiro-Wilk, cuyos resultados se detallan a continuación:

Tabla 38

Análisis de normalidad – HE 2

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia pre test	.773	30	<.001
Eficacia post tes	.700	30	<.001

De acuerdo con los criterios establecidos para este análisis:

- Si $p \leq 0.05$, la distribución se considera no normal (no paramétrica).

Dado que ambos conjuntos de datos presentan valores inferiores a 0.05, se concluye que las variables no siguen una distribución normal, por lo tanto, la prueba de Wilcoxon es la herramienta estadística adecuada para contrastar esta segunda hipótesis específica.

Prueba Wilcoxon - Hipótesis específica 2

Al igual que en la hipótesis anterior, la validación de esta hipótesis específica se llevó a cabo utilizando dos enfoques dentro del método de Wilcoxon. El primer enfoque se basa en el análisis de los **estadísticos**

descriptivos, particularmente en la comparación de las medias obtenidas en los períodos pre test y post test.

Tabla 39

Prueba Wilcoxon - hipótesis específica 2

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Eficacia pre test	30	65.83	9.25	37.50	75.00
Eficacia post test	30	81.67	7.14	62.50	87.50

Para establecer si corresponde aceptar o rechazar la hipótesis nula, se aplica el siguiente criterio de decisión, enfocado en la diferencia de medias:

$$H_0: \mu_0 \geq \mu_1$$

$$H_a: \mu_0 < \mu_1$$

Dado que la media del post test supera a la del pre test, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

El segundo enfoque de la prueba de Wilcoxon se basa en los estadísticos de prueba, cuyos resultados se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 40

Estadísticos de prueba a – HE2

Estadísticos de prueba ^a	
Eficacia posttest - Eficacia pre test	
Z	-5,066 ^b
Sig. Asintótica (bilateral)	<,001

a. Prueba de rangos con signo de wilcoxon

b. se basa en rangos negativos.

Para decidir sobre la hipótesis nula, se aplican las siguientes reglas:

Si el valor $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.

Si el valor $p > 0.05$, se acepta la hipótesis nula.

Con base en los resultados obtenidos tanto en la prueba de normalidad como en la prueba de Wilcoxon, se procede a evaluar la hipótesis específica 2.

Contrastación de hipótesis específica 2

- Hipótesis nula (H_0): La ingeniería de métodos no mejora la eficacia en el proceso de prensado de PET en la empresa Marbell Pachass.
- Hipótesis alternativa (H_1): La ingeniería de métodos sí mejora la eficacia en dicho proceso.

Considerando que los resultados obtenidos mediante la prueba estadística de Wilcoxon presentan valores de significancia inferiores a 0.05, se establece el rechazo de la hipótesis nula. En consecuencia, se respalda la aceptación de la hipótesis específica 2, confirmando la validez del planteamiento formulado por el investigador.

4.2. Discusión

La investigación desarrollada bajo el título "Aplicación del estudio de métodos para optimizar la productividad en el Á. de prensado de PET en la empresa Marbell Pachass, 2024", ofrece evidencia empírica que coincide con los hallazgos expuestos en estudios previos tanto a nivel nacional como internacional. Los resultados alcanzados permiten validar sólidamente las hipótesis planteadas, ratificando el efecto favorable que tiene la ingeniería de métodos sobre el incremento de la productividad.

En primer lugar, tras el procesamiento estadístico de los datos recolectados en los periodos pre test y post test mediante el software SPSS v.28, se observó que la prueba de significancia aplicada a la hipótesis general arrojó un valor p menor a 0.001. Este hallazgo permite rechazar la hipótesis nula y confirmar que la aplicación del estudio del trabajo incrementó la Product. en el proceso de Prens. PET blnc.. En términos cuantitativos, la Product. mejoró del 70.39% al 84.00%, es decir, un incremento del 15.62%. Este resultado es congruente con investigaciones previas, como la realizada por Chiuca Salas y Valencia Zaña (2019) en la empresa Megaautos S.A.C., donde también se evidenció una mejora significativa de Product. tras la implementación del estudio del trabajo.

En segundo lugar, en relación con la hipótesis específica 1, los resultados confirman que la Desempeño del proceso fue optimizada. La prueba de Wilcoxon arrojó un valor de significancia también menor a 0.001, validando estadísticamente el efecto de la intervención. La Desempeño operativa aumentó de 95.85% a 98.17%, reflejando una mejora de 3.33%. Estos resultados están alineados con estudios como el de Rodríguez Romero (2018), quien demostró



una mejora similar en la Desempeño del proceso panificador mediante herramientas de ingeniería industrial.

En tercer lugar, los hallazgos relacionados con la hipótesis específica 2 permiten afirmar que la eficacia del proceso productivo fue significativamente incrementada. Nuevamente, el contraste estadístico evidenció una significancia menor a 0.001, y la eficacia se elevó de 66.84% a 82.68%, equivalente a un aumento del 16.84%. Esta mejora se ve reflejada también en investigaciones previas, como la de Chon Torres (2019), donde la estandarización de procesos logró una expansión en la capacidad de producción superior al 100%, sin necesidad de ampliar los recursos técnicos ni humanos.

CONCLUSIONES

Con respecto al objetivo general —analizar cómo influye la implementación del estudio del trabajo en la baja productividad del proceso de Prens. PET blnc. los resultados obtenidos son concluyentes. El diagnóstico inicial (Pre Test) evidenció una productividad del 70.39%, afectada por diversos factores operativos. Tras aplicar el estudio del trabajo, los datos del Post Test reflejaron un aumento significativo en la productividad, alcanzando el 84.00%. Por lo tanto, se afirma que esta herramienta propia de la ingeniería industrial permitió una mejora del 15.62% en dicho indicador.

En relación con el primer objetivo específico determinar el efecto del estudio del trabajo sobre la Desempeño en el Á. de Prens. PET blnc. de la empresa Marbell Pachass— se identificó una Desempeño del 95.85% en la etapa inicial. La incorporación de instrumentos técnicos como el Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP), Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) y diagramas bimanuales, facilitó la mejora de los procedimientos. Como resultado, la Desempeño en el Post Test ascendió a 98.17%, lo que implica una mejora de 3.34% atribuible a la intervención aplicada.

En cuanto al segundo objetivo específico evaluar el impacto del estudio del trabajo sobre la eficacia en el proceso de prensado se constató que, inicialmente, el indicador de eficacia era del 66.84%. Luego de implementar cambios como la redistribución de espacios físicos y la mejora del flujo operativo mediante el rediseño del diagrama de recorrido, la eficacia se elevó a 82.68% en la etapa Post Test. Así, se concluye que la herramienta aplicada permitió mejorar en 16.84% el desempeño del proceso en términos de cumplimiento de metas diarias.



SUGERENCIAS

Se recomienda institucionalizar la aplicación continua del estudio del trabajo dentro de la organización. Para asegurar la sostenibilidad de los resultados obtenidos, es conveniente implementar auditorías internas o externas que evalúen periódicamente el cumplimiento del método y promuevan la mejora continua en el proceso de Prens. PET blnc..

Asimismo, se aconseja mantener e incluso perfeccionar los tiempos estándar obtenidos para cada operación, fortaleciendo el diseño metodológico desarrollado en esta investigación. Esta estrategia permitirá seguir optimizando la Desempeño y eliminar progresivamente las actividades que no aportan valor.

Finalmente, se sugiere conservar y seguir mejorando la eficacia alcanzada. Para ello, es fundamental preservar la distribución de planta, el recorrido definido, así como los diagramas DOP, DAP y bimanuales empleados en esta propuesta. Estos elementos son clave para consolidar una disposición operativa óptima en el desarrollo integral de los procesos productivos de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

AGUGLIARO F. y CRUZ A. (2009). Time study techniques applied to labor management in greenhouse tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivation [Online]. España: Universidad de Almeria, ISSN: 2521-9766 Disponible: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php>

AKKONI P., KULKARNIAND V. y GAITONDE V. (2019). Applications of work study techniques for improving productivity at assembly workstation of valve manufacturing industry. 2019, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering on First International Conference on Materials Science and Manufacturing Technology, Vol. 561.

ANDRADE A.M., DEL RIO C. y ALVEAR D.L. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Desempeño en una Empresa de Producción de Calzado. [Online]. Ecuador: Universidad de Otavalo ,2019. ISSN: 0718-0764 Disponible:http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000300083&lng=es&nrm=iso

ARIAS F. (2012). El proyecto de investigación. Sexta Edición. Caracas. Editorial: Episteme. 2012. ISBN: 9800785299

ARRON Y. (2016). Procedimiento para el análisis y diseño de los sistemas de trabajo en procesos de producción. [Online]. Vol 22 Cuba: Revista Ingeniería Industrial. Disponible en: <https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/219>



- ARTIGAS A. (2019). Productivity increase of an AWS 70S-6 steel electrodes wire drawing plant by ARTIGAS, Alfredo [et al.] [Online]. Chile ,2019. ISSN: 0718-3305
Disponible:http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052019000200210&lng=es&nrm=iso
- BACA G. (2014). Introducción a la ingeniería industrial. Segunda Edición. México. Editorial: Patria. 20214 ISBN: 9786074389197
- BERNAL C. (2010). Metodología de la investigación. Tercera Edición. Colombia. Editorial: Pearson. 2010. ISBN: 9789586991285
- CALDERON J. y ALZAMORA L. (2010) Metodología de la investigación científica. Primera edición. Perú. 2010. ISBN: 9780557847372
- CARHUAVILCA D. (2020). Perú anuario de estadísticas ambientales 2020 por Carhuavilca Dante [et al.]. [En línea] Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Disponible: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1760/libro.pdf
- CHIUCA A.L. y VALENCIA E.D. (2018). Aplicación del estudio de trabajo para mejorar la Product. en el Á. de planchado automotriz del taller Megaautos S.A.C., Independencia, 2018. [Online]. Perú: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40180>
- CHON E.W. (2019). Estandarización de los procesos de producción para la mejora de la Product. en la sección de entrega de una empresa del sector gráfico. [Online]. Perú: Universidad Mayor de San Marcos. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10601>



CONCEPCION D.N., GONZALEZ E., GARCIA R.A. y MINO J.E. (2019).

Investigation methodology: Origin and construction of a doctoral thesis.

[Online] 2019, UCSA. ISSN 2409-8752

Disponible:http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-87522019000100076&lng=en&nrm=iso>

CORONA J. (2016). Notes on Research Methods. [Online]. 2016, Venezuela:

Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. ISSN: 1727-897X

Disponible:http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2016000100016&lng=es&nrm=iso

FERNANDEZ, GONZALES y PUENTE (2010). Ingeniería de métodos: Movimiento y tiempos. Madrid. Editorial: Starkook, 2014. ISBN: 978-84-936896-4-3

FREIVALDS A. y NIEBEL B. (2014). Ingeniería industrial de Niebel, métodos, estándares y diseño del trabajo. Editorial: McGraw – Hill, 2014. ISBN: 978-607-15-1154-6

GARCÍA J. (2021). Perú anuario de estadísticas ambientales 2019 por García José [et al.]. [En línea] Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019

Disponible:

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1704/libro.pdf

GARCIA R. (2012). Estudio del trabajo. Segunda Edición. México. Editorial: McGrillHil, 2012. ISBN: 9789701046579

GUTIERREZ A.M. (2019). Determinantes de la Product. total de factores en américa del sur. [Online]. Bolivia: Universidad Privada Boliviana ,2019.



ISSN: 1814-6333.

Disponible:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312019000200001&lng=es&nrm=iso

GUTIERREZ H. (2010). Calidad total y Product.. Tercera Edición. México. Editorial: McGrillHil, 2010. ISBN: 97899613879

HENRIQUEZ G., CARDONA D., RADA J. y ROBLES N. (2018). Medición de Tiempos en un Sistema de Distribución bajo un Estudio de Métodos y Tiempos. Colombia. [Online]. Colombia, 2018. ISSN: 0718-0764. Disponible: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642018000600277&lng=es&nrm=iso

HERBAS B. y ROCHA E. (2018). Scientific methodology for conducting marketing research and quantitative social research [Online]. 2018, Bolivia: Universidad Católica Boliviana San Pablo. ISSN: 1994-3733 Disponible: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332018000200006&lng=es&nrm=iso

HOORNWENG D. y BHADA P. (2012). What a Waste, A Global Review of Solid Waste Management [En línea] Washington, Dc: World Bank Group, 2012 Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>

HUAMANI T.J. y HUAMANI A. (2020). Solid waste management of the city of Juliaca - Puno – Perú [Online]. 2020, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. ISSN: 2313-2957 Disponible: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572020000100106



JAIMES L., LUZARDO M. y ROJAS M. (2018). Factores Determinantes de la Product. Laboral en Pequeñas y Medianas Empresas de Confecciones del Á. Metropolitana de Bucaramanga, Colombia. [Online]. Colombia, 2018.

ISSN: 0718-0764

Disponible:

http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642018000500175&lng=es&nrm=iso

KANAWATY G. (1992). Introduction to work study. Editorial: Oficina Internacional del Trabajo. 4ta edición. Ginebra, Suiza, 1992. ISBN: 92-2-207108-5

KANAWATY G. (1996). Introducción al estudio del trabajo. Editorial: Oficina Internacional del Trabajo. 4ta edición. Ginebra, Suiza, 1996. ISBN: 92-2-307108-9

KAZA S. y BHADA P. (2018). Decision Maker's Guides for Solid Waste Management Technologies [En línea] Washington, Dc: World Bank Group, 2018

Disponible

en:

<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31694>

MARSAN J. (2011). Organización del Trabajo. Ingeniería de Métodos por MARSAN, Juan [et al.], Cuba: Editorial La Habana 2da edición, 2011. ISBN: 978-959-07-1420-7

PROKOPENKO J. (1987). Productivity management. Editorial: Oficina Internacional del Trabajo. 1ra edición. Ginebra, Suiza, 1987. ISBN: 92-2-305901-1

PROKOPENKO J. (1989). La gestión de la Product.. Editorial: Oficina Internacional del Trabajo. 1ra edición. Ginebra, Suiza, 1989. ISBN: 92-2-105901-4



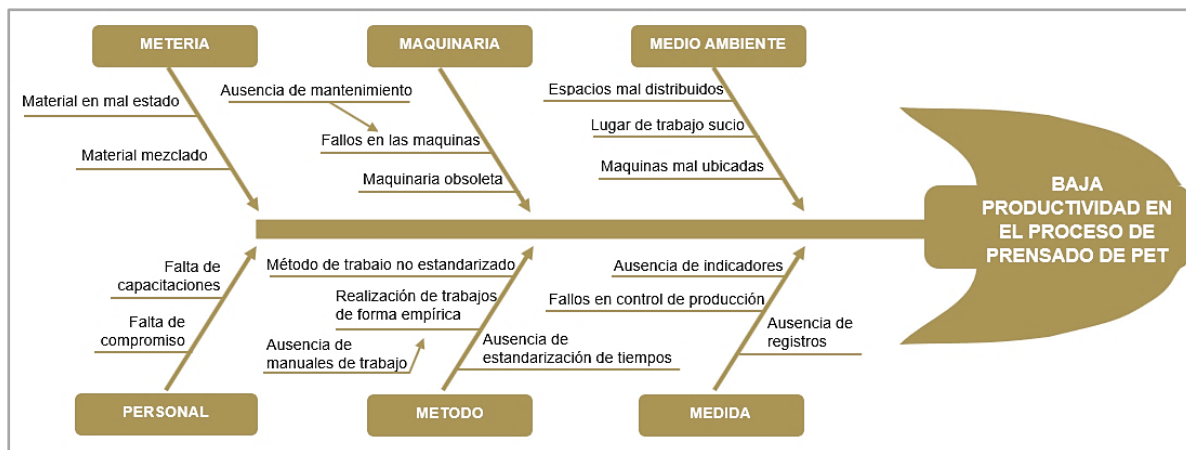
- SALVENDY G. (2007). Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management. Editorial: John Wiley & Sons, Inc.. 3ra edición. Estados Unidos, 2007. ISBN: 9780471330578.
- SCHWAB K. (2015) The Global competitiveness Report [Online] Suiza: Ginebra. Disponible: www.weforum.org/gcr ISBN: 13-978-2-940631-02-5
- VALDERRAMA S. (2013). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. Perú: Editorial San Marcos, 2013. ISBN: 978-612-302-878-7
- VALENTIN J.C. (2019). Aplicación del estudio del trabajo en la empresa molinera para incrementar la Product. en el proceso envasado de harinas. [Online]. Perú: Universidad Tecnológica del Perú. Disponible en: <https://docplayer.es/137736753-Aplicacion-del-estudio-del-trabajo-en-la-empresa-molinera-para-incrementar-la-Product.-en-el-proceso-ensado-de-harinas.html>
- WINSLOW F. (2010). The Principles of Scientific Management. Editorial: Neeland Media LLC, 2010. ISBN: 1596255846
- WORLD ECONOMIC FORUM (2020) The future of Jobs report 2020 [Online] Suiza: Ginebra. Disponible: <https://www.weforum.org/platforms/shaping-the-futureof-the-new-economy-and-society>
- ZAYAS M.J. Procedimiento para el estudio de la organización del trabajo en un proceso productivo. [Online]. Cuba: Universidad Agraria de la Habana. ISSN: 2073-6061 Disponible: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612021000200005&lng=es&nrm=iso



ANEXOS

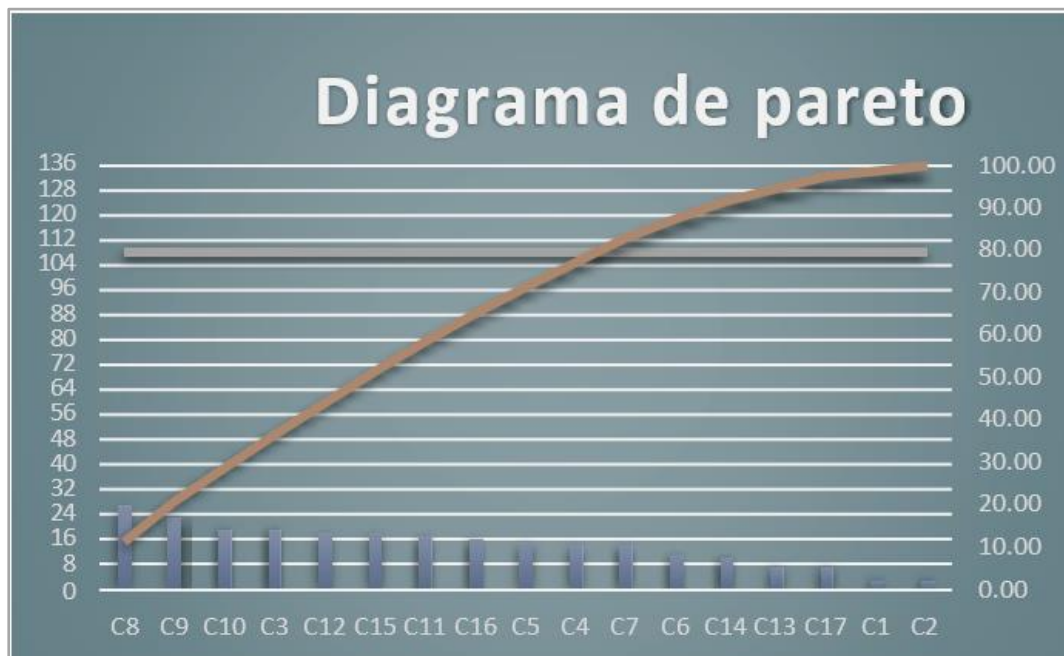
ANEXO 1.

Diagrama de Ishikawa



ANEXO 2.

Diagrama de Pareto





ANEXO 4.

Matriz de consistencia

ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRENSADO DE PET EN LA EMPRESA MARBELL
PACHASS, 2024

PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL: ¿Cómo el estudio de la ingeniería de métodos mejora la Product. en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024?	OBJETIVO GENERAL: Determinar cómo el estudio de la ingeniería de métodos mejora la baja Product. en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024.	HIPÓTESIS GENERAL: El estudio de la ingeniería de métodos mejorará Product. en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024.	VARIABLE INDEPENDIENTE: Estudio del trabajo.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS: PE1. ¿Cómo el estudio de la ingeniería de métodos mejora la Desempeño en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024? PE2. ¿Cómo el estudio de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS: OE1. Determinar como el estudio de la ingeniería de métodos mejora la Desempeño en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024. OE2. Determinar como el estudio de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024.	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS: HE1. El estudio de la ingeniería de métodos mejorará la Desempeño en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024. HE2. El estudio de la ingeniería de métodos mejorará la eficacia en el proceso de prensado de pet en la empresa Marbell Pachass, 2024.	VARIABLE DEPENDIENTE: Product..	

ANEXO 5.

Validez de contenido del instrumento que mide el estudio de trabajo

N°	VARIABLE/DIMENSION	Coheren cial		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Variable Independiente: ESTUDIO DEL TRABAJO	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Dimensión 1: Estudio de método $AAV = \left(\frac{\text{Total de A.} - \text{A.I.}}{\text{Total de A.}} \right) \times 100\%$ Donde: A.A.V.: Actividades que agregan valor A.: Actividades A.I.: Actividades Innecesarias	X		X		X		
2	Dimensión 2: Medición del trabajo $TE = TN \times (TN + \text{Supln})$ Donde: T.E.: Tiempo estándar T.N.: Tiempo normal Supln.: Suplemento	X		X		X		

ANEXO 6.

Validez de contenido del instrumento que mide la Product.

N°	VARIABLE/DIMENSION	Coheren cial		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Variable Dependiente: PRODUCTIVIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Dimensión 1: Eficiencia $Ef = \frac{N.H.E.}{N.H.P.} \times 100\%$ Donde: Ef.: Eficiencia N.H.P.: Número de horas Programadas N.H.E.: Número de horas Empleadas por día Medición: Diario	X		X		X		
	Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Dimensión 2: Eficacia $Ea = \frac{C.P.R.}{C.P.P.} \times 100\%$ Ea: Eficacia C.P.R.: Cantidad de pacas de pet realizadas C.P.P.: Cantidad de pacas Programadas Medición: Diario	X		X		X		



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 23/12/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: <u>IVAN DENIELS PAREDES MENDOZA</u>	
Dirección: <u>Urb ciudad nueva mz j2 lt20</u>	
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: <u>75885778</u>	
Teléfono: <u>921988176</u>	email: <u>ivandeniels21@gmail.com</u>
Nombres y Apellidos: _____	
Dirección: _____	
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____	
Teléfono: _____ email: _____	
Facultad y/o Escuela de Posgrado: <u>INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS</u>	
Escuela Profesional o Mención: <u>INGENIERÍA INDUSTRIAL</u>	
Título o Grado Académico a optar: <u>INGENIERO INDUSTRIAL</u>	
Asesor: <u>M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA</u>	
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:	
Trabajo de Investigación ☐	Tesis ☒
Trabajo de Suficiencia Profesional ☐	Trabajo Académico ☐
Título: <u>ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PENSADO DE PET EN LA EMPRESA MARBELL PACHASS, 2024</u>	
Palabras claves, (3 a 5 términos): <u>Análisis del trabajo, optimización de métodos, medición de tiempos, rendimiento industrial, eficiencia operativa, eficacia en procesos</u>	
¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2} ?	
<u>1</u>	

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.

2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☒ Sí autorizo
- ☐ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☒

Internacional

☐

Nacional

Línea de investigación: GESTIÓN DE OPERACIONES Y PROCESOS -P20

Firma de Autor



huella digital

23 de DICIEMBRE del 2025

Fecha