

REDISEÑO VIRTUAL DE PUESTO DE TRABAJO COLECTIVO PARA LA  
SECCIÓN DE EMPAQUE DE "SACHETS" EN CAJAS, INTEGRADO AL SISTEMA  
DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA TRANSFORMADORA DE FRUTAS  
"FRUTALIA DE COLOMBIA SAS"

ANGELA MARÍA MIÑO HERNÁNDEZ

201311999

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
SECCIONAL DUITAMA

2019

REDISEÑO VIRTUAL DE PUESTO DE TRABAJO COLECTIVO PARA LA  
SECCIÓN DE EMPAQUE DE "SACHETS" EN CAJAS, INTEGRADO AL SISTEMA  
DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA TRANSFORMADORA DE FRUTAS  
"FRUTALIA DE COLOMBIA SAS"

ANGELA MARÍA MIÑO HERNÁNDEZ

201311999

TRABAJO DE GRADO EN LA MODALIDAD DE PRÁCTICA CON PROYECCIÓN  
EMPRESARIAL EN LA EMPRESA FRUTALIA DE COLOMBIA SAS,  
PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
DISEÑADOR INDUSTRIAL

DIRECTOR

MAGISTER WILLIAM MORALES

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

SECCIONAL DUITAMA

2019

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mis padres Luis Carlos y Mariel Ivonne, por ser los promotores de mi crecimiento personal y profesional, por su apoyo y amor incondicional.*

*A mi tutor, el profesor William Morales por su gran ayuda, tiempo y colaboración como profesor y diseñador, en cada consulta y duda a lo largo del proyecto.*

*A todos los colaboradores y acompañantes de este proceso, tanto de la empresa, profesores y colegas del diseño, por los aportes y apreciaciones sobre el proyecto.*

*Al universo por haber conspirado para mantenerme firme y constante durante este gran proceso que comprendió mi carrera como Diseñadora Industrial.*

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	30
1.2. ELEMENTOS DEL PROBLEMA.....	30
2. JUSTIFICACIÓN.....	31
3. OBJETIVOS.....	32
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	32
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	32
4. MARCO REFERENCIAL.....	33
4.1 ARCHIVO DE LA EMPRESA.....	33
4.1.1 Reseña histórica de la empresa.....	33
4.1.2 Ubicación de la empresa.....	33
4.1.3 Área administrativa.....	33
4.1.4 Planta de Producción.....	34
4.1.5 Tecnología de la Producción.....	34
4.1.5.1 Máquinas.....	34
4.1.6 Datos generales.....	34
4.1.7 Organigrama de la empresa.....	35
4.2 MARCO CONCEPTUAL.....	35
4.2.1 Antropometría.....	35
4.2.1.1 Antropometría estática y dinámica.....	36
4.2.1.2 Antropometría con la mano.....	38
4.2.1.3 Distribución normal.....	38
4.2.1.4 Percentiles.....	39
4.2.1.5 La variabilidad humana.....	41
4.2.2 Ergonomía.....	43
4.2.2.1 Puesto de trabajo.....	43
4.2.2.2 Diseño del trabajo manual.....	44
4.2.2.2.1 Logro de la máxima fuerza muscular en el rango medio de movimiento 45	
4.2.2.2.2 Logro de la máxima fuerza muscular con movimientos lentos.....	45



4.2.2.2.3	Uso del momento para ayudar al trabajador siempre que sea posible .	46
4.2.2.2.4	Diseñar tareas para optimizar la capacidad de la fuerza humana .....	46
4.2.2.2.5	Uso de músculos grandes para tareas que requieren fuerza.....	46
4.2.2.2.6	Permanecer 15 % abajo de la máxima fuerza voluntaria .....	47
4.2.2.2.7	Uso de ciclos de trabajo-reposo intermitentes, frecuentes y cortos .....	47
4.2.2.2.8	Diseño de tareas para que la mayoría de los trabajadores puedan realizarlas	48
4.2.2.2.9	Uso de poca fuerza para movimientos precisos o control motriz fino ..	49
4.2.2.2.10	No deben intentarse movimientos precisos o de control fino justo después del trabajo pesado .....	49
4.2.2.2.11	El uso de movimientos balísticos de velocidad .....	50
4.2.2.2.12	Inicio y terminación de movimientos con ambas manos al mismo tiempo	50
4.2.2.2.13	Movimientos simétricos y simultáneos de ambas manos desde y hacia el centro del cuerpo .....	50
4.2.2.2.14	Uso del ritmo natural del cuerpo.....	50
4.2.2.2.15	Uso de movimientos curvos continuos .....	51
4.2.2.2.16	Uso de la clasificación de movimientos práctica más baja .....	51
4.2.2.2.17	Trabajo con manos y pies al mismo tiempo .....	53
4.3	MARCO TEÓRICO .....	54
4.3.1	Medidas Antropométricas para los colombianos .....	54
4.3.1.1	Regla del Codo .....	58
4.3.2	Evaluación Ergonómica de un Puesto de Trabajo.....	58
4.3.3	Método Ergonómico LCE: Lista de Comprobación Ergonómica .....	60
4.3.4	Calificación del desempeño – toma de tiempos .....	62
4.3.5	Método ergonómico OCRA: Occupational Repetitive Action .....	63
4.3.6	Método ergonómico OWAS: Ovako Working Analysis System .....	65
4.4	MARCO LEGAL .....	67
5.	METODOLOGÍA .....	68
5.1	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	68
5.2	MÉTODOLOGÍA 1: ANALISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN .....	68
5.3	METODOLOGÍA 2: ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL PUESTO DE TRABAJO	68
6.	DESARROLLO DE LA METODOLOGIA .....	70

<b>6.1</b>	<b>METODOLOGÍA 1: ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN</b> .....	70
<b>6.1.1</b>	<b>Tipo de producción</b> .....	70
<b>6.1.1.1</b>	<b>Fabricación en Lotes</b> .....	70
<b>6.1.1.2</b>	<b>Funcionamiento</b> .....	70
<b>6.1.2</b>	<b>Procesos</b> .....	71
<b>6.1.2.1</b>	<b>Plano de la distribución física de la planta</b> .....	71
<b>6.1.2.2</b>	<b>Proceso de fruta</b> .....	71
<b>6.1.2.3</b>	<b>Proceso de cocción y envasado</b> .....	72
<b>6.1.2.4</b>	<b>Proceso de empaque y embalaje</b> .....	73
<b>6.1.2.5</b>	<b>Proceso de despacho</b> .....	75
<b>6.1.3</b>	<b>Diagrama de recorrido</b> .....	76
<b>6.1.4</b>	<b>Stocks de los procesos</b> .....	77
<b>6.1.4.1</b>	<b>Stock de pulpa en Kilogramos</b> .....	77
<b>6.1.4.2</b>	<b>Stock de Empaque y embalaje</b> .....	78
<b>6.1.5</b>	<b>Proceso específico de la sección de empaque</b> .....	78
<b>6.1.5.1</b>	<b>Análisis de operaciones</b> .....	78
<b>6.1.5.2</b>	<b>Medición de Tiempo Normal y Estándar</b> .....	81
<b>6.2</b>	<b>METODOLOGÍA 2: ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL PUESTO DE TRABAJO</b>	84
<b>6.2.1</b>	<b>Empresa</b> .....	84
<b>6.2.1.1</b>	<b>Sector productivo</b> .....	84
<b>6.2.1.2</b>	<b>Estructura jerárquica</b> .....	84
<b>6.2.1.3</b>	<b>Turnos y Horarios</b> .....	84
<b>6.2.1.4</b>	<b>Planificación y Organización de tiempos de trabajo</b> .....	85
<b>6.2.1.5</b>	<b>Estructura sindical</b> .....	85
<b>6.2.2</b>	<b>Características y factores</b> .....	85
<b>6.2.2.1</b>	<b>Productos</b> .....	85
<b>6.2.2.2</b>	<b>Tiempo y peso de las operarias empacando según el # de unidades</b> ...	89
<b>6.2.2.3</b>	<b>Canastillas de cajas empacadas en tiempo</b> .....	89
<b>6.2.2.4</b>	<b>Ciclo de trabajo en el puesto de empaque de sachets en cajas</b> .....	90
<b>6.2.2.5</b>	<b>Número de trabajadores en el puesto de empaque de sachets en cajas</b>	90
	90	
<b>6.2.2.6</b>	<b>Pausas</b> .....	90

6.2.2.7.	Horas extra .....	90
6.2.3.	Entorno físico - Lista de Chequeo .....	90
6.2.3.1.	Aplicación de la lista de chequeo .....	90
6.2.3.2.	Análisis.....	91
6.2.4.	Descripción de las funciones .....	91
6.2.4.1.	Descripción de las tareas .....	91
6.2.4.2.	Análisis de las tareas .....	96
6.2.4.3.	Factores de riesgo presentes .....	97
6.2.5.	Toma de datos y mediciones .....	97
6.2.5.1.	Ángulos .....	97
6.2.6.	Análisis de Usuario .....	105
6.2.7.	Selección de los métodos ergonómicos .....	106
6.2.8.	Aplicación de los métodos ergonómicos .....	106
6.2.8.1.	Cosecha .....	106
6.2.8.2.	OCRA Check List.....	106
6.2.8.3.	OWAS .....	106
7.	<b>ANÁLISIS E INTEGRACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>107</b>
7.1.	<b>ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN .....</b>	<b>107</b>
7.1.1.	Restricciones de la empresa.....	108
7.1.1.1.	Espacio.....	108
7.1.1.2.	Stocks.....	108
7.1.1.3.	Demanda .....	108
7.1.1.4.	Proceso .....	108
7.1.1.5.	Responsabilidades .....	108
7.2.	<b>ANÁLISIS DEL MÉTODO ERGONÓMICO LCE: LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA .....</b>	<b>109</b>
7.2.1.	Manipulación y Almacenamiento de Materiales.....	109
7.2.2.	Diseño de puesto de trabajo .....	113
7.2.3.	Conclusión.....	119
7.3.	<b>ANÁLISIS DEL MÉTODO ERGONÓMICO OCRA CHECK LIST: OCCUPATIONAL REPETITIVE ACTION .....</b>	<b>119</b>
7.3.1.	Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo .....	121

7.3.2.	Factor de Recuperación.....	121
7.3.3.	Factor de Frecuencia.....	121
7.3.4.	Factor de Fuerza.....	122
7.3.5.	Factor de Posturas y Movimientos.....	122
7.3.6.	Factor de Riesgos Adicionales.....	123
7.3.7.	Multiplicador de Duración.....	124
7.3.8.	Conclusión.....	124
7.4.	<b>ANÁLISIS DEL MÉTODO ERGONÓMICO OWAS: OVAKO WORKING ANALYSIS SYSTEM.....</b>	124
7.4.1.	Código de Postura de Espalda.....	125
7.4.2.	Código de Postura de los Brazos.....	126
7.4.3.	Código de Postura de las Piernas.....	126
7.4.4.	Codificación de la Carga y Fuerza soportada.....	126
7.4.5.	Riesgo y Conclusión.....	127
7.5.	<b>INTEGRACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	127
8.	<b>REQUERIMIENTOS DE DISEÑO.....</b>	129
8.1.	<b>TEORIA DE PRINCIPIOS DE LA ECONOMIA DE MOVIMIENTOS.....</b>	129
8.2.	<b>REQUERIMIENTOS DE DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO.....</b>	130
8.2.1.	REQUERIMIENTOS DE USO.....	130
8.2.2.	REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN.....	131
8.2.3.	REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES.....	131
8.2.4.	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.....	132
8.2.5.	REQUERIMIENTOS DE FORMA.....	132
8.3.	<b>DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS REQUERIDAS.....</b>	133
9.	<b>PROCESO DE DISEÑO.....</b>	134
9.1.	<b>CONCEPCIÓN.....</b>	134
9.1.1.	Necesidad.....	134
9.1.2.	Material.....	134
10.	<b>REDISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO.....</b>	136
10.1.	<b>MODELO VIRTUAL.....</b>	136
10.2.	<b>PLANOS BÁSICOS.....</b>	142
10.3.	<b>CONTEXTUALIZACIÓN.....</b>	152

11.	<b>ANÁLISIS Y CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS HIPOTÉTICOS</b> .....	158
11.1.	<b>DEFINICIÓN</b> .....	158
11.2.	<b>CONSTRUCCIÓN</b> .....	159
11.3.	<b>PUNTOS CRÍTICOS DEL PROCESO DE EMPAQUE DE SACHETS</b> .....	159
11.4.	<b>PRIMER ESCENARIO</b> .....	161
11.4.1.	<b>Relación usuario – puesto de trabajo</b> .....	162
11.4.2.	<b>Flujo de proceso: Situación actual vs situación ideal (Escenario 1)</b> ...	165
11.4.3.	<b>Relación: puesto de trabajo – rendimiento productivo</b> .....	166
11.4.4.	<b>Análisis del Primer escenario</b> .....	167
11.5.	<b>SEGUNDO ESCENARIO</b> .....	168
11.5.1.	<b>Descripción</b> .....	168
11.5.2.	<b>Modelo preliminar del escenario 2</b> .....	169
11.5.3.	<b>Flujo de proceso: Situación actual vs situación ideal (Escenario 2)</b> ...	170
11.5.4.	<b>Ergonomía del Escenario 2</b> .....	171
11.5.5.	<b>Relación del escenario 2 con el rendimiento productivo</b> .....	171
11.5.6.	<b>Análisis del Segundo Escenario</b> .....	172
11.6.	<b>TERCER ESCENARIO</b> .....	173
11.6.1.	<b>Descripción</b> .....	173
11.6.2.	<b>Modelo preliminar del escenario 3</b> .....	174
11.6.3.	<b>Ergonomía del Escenario 3</b> .....	175
11.6.4.	<b>Relación del escenario 3 con el rendimiento productivo</b> .....	176
11.6.5.	<b>Flujo de proceso: Situación actual vs situación ideal (Escenario 3)</b> ...	177
11.6.6.	<b>Análisis del Tercer Escenario</b> .....	178
11.7.	<b>BENEFICIOS Y DEBILIDADES ERGONÓMICOS Y PRODUCTIVOS DE LOS ESCENARIOS HIPOTÉTICOS</b> .....	179
11.8.	<b>COMPROBACIÓN DEL PUESTO</b> .....	181
11.9.	<b>EVALUACIÓN</b> .....	182
12.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	184
13.	<b>SUGERENCIAS</b> .....	186
14.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	187
15.	<b>ANEXOS</b> .....	189
15.1.	<b>Anexo 1: LCE (Lista de Comprobación Ergonómica)</b> .....	189

<b>15.2.</b>	<b>Anexo 2: Aplicación de OCRA Check List.....</b>	<b>197</b>
<b>15.3.</b>	<b>Anexo 3: Aplicación de OWAS (Ovako Working Analysis System) .....</b>	<b>211</b>
<b>15.4.</b>	<b>Anexo 4: Diagrama de Operaciones del Proceso de Fruta 1 .....</b>	<b>225</b>
<b>15.5.</b>	<b>Anexo 5: Diagrama de Operaciones del Proceso de Fruta 2 .....</b>	<b>226</b>
<b>15.6.</b>	<b>Anexo 6: Diagrama de Operaciones del Proceso de Fruta 3 .....</b>	<b>227</b>
<b>15.7.</b>	<b>Anexo 7: Diagrama de Operaciones del Proceso de Cocción y Envasado</b> <b>228</b>	
<b>15.8.</b>	<b>Anexo 8: Diagrama de Operaciones del Proceso de Empaque y Embalaje</b> <b>229</b>	
<b>15.9.</b>	<b>Anexo 9: Diagrama de Operaciones del Proceso de Despacho .....</b>	<b>230</b>

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Muestra de Productos de la empresa (Fuente Frutalia de Colombia)	17
Imagen 2: Puesto de Trabajo para empaque de sachets en cajas. (Fuente propia)	21
Imagen 3: Operaria tomando la caja para empezar a empacar los sachets (Ángulo de confort superado) (Fuente propia)	22
Imagen 4: Operaria agarrando más de 10 sachets en la mano (Fuente propia)	23
Imagen 5: Operaria haciendo conteo de sachets (Fuente propia)	24
Imagen 6: Operaria apoyando sus brazos en la canastilla al empacar (Fuente propia)	25
Imagen 7: Operaria usando elemento para tener la altura adecuada respecto a la mesa de trabajo (Fuente propia)	26
Imagen 8: Operaria alzando la caja empacada (Fuente propia)	27
Imagen 9: Canastillas llenas de producto empacado para arrastrar a la siguiente sección (Fuente propia)	28
Imagen 10: Stock de Sachets (Fuente propia)	73
Imagen 11: Sección de Empaque actual (Fuente propia)	74
Imagen 12: Stock de despacho (Fuente propia)	75
Imagen 13: Línea de aromática clásica (Fuente archivo de Frutalia)	86
Imagen 14: Línea de aromáticas Light (Fuente archivo de Frutalia)	87
Imagen 15: Línea de aromáticas Herbal (Fuente archivo de Frutalia)	88
Imagen 16: Línea de aromáticas Fruta y Té Verde (Fuente archivo de Frutalia)	88
Imagen 17: Operaria en el Paso 1 (Fuente propia)	91
Imagen 18: Operaria en el paso 2 (Fuente propia)	92
Imagen 19: Operaria en el Paso 3 (Fuente propia)	93
Imagen 20: Operaria en el Paso 4 (Fuente propia)	94
Imagen 21: Operaria cerrando la caja empacada con ambas manos (Fuente propia)	95
Imagen 22: Operaria alzando la caja empacada sobre la canastilla (Fuente propia)	96
Imagen 23: Ángulo de abducción superado (Fuente propia)	100
Imagen 24: Toma de dos operarias empacando en posición sedente de diferente percentil antropométrico (Fuente propia)	101
Imagen 25: Ángulos de desviación lateral de muñeca superados (Fuente propia)	102
Imagen 26: Ángulo de visión superado (Fuente propia)	103
Imagen 27: Apoyo de antebrazos en las canastillas (Fuente propia)	104
Imagen 28: Adecuando elementos ajenos al puesto de trabajo (Fuente propia)	105
Imagen 29: Almacén de Sachets (Fuente propia)	110
Imagen 30: Operaria en posición sedente (Fuente propia)	113
Imagen 31: Alcances lateral y anterior del brazo superados (Fuente propia)	115
Imagen 32: Operaria descansando sus pies sobre las sillas y la mesa (Fuente propia)	116
Imagen 33: Silla de las operarias (Fuente propia)	118
Imagen 34: Render del Diseño, vista isométrico (Fuente propia)	136
Imagen 35: Render del Diseño, vista frontal (Fuente propia)	137
Imagen 36: Render del Diseño, vista lateral (Fuente propia)	138
Imagen 37: Render del Diseño, vista de techo (Fuente propia)	139
Imagen 38: Detalle de acabado del Render 1 (Fuente propia)	140
Imagen 39: Detalle de acabado del Render 2 (Fuente propia)	141
Imagen 40: Punto crítico de los escenarios 1 (Fuente propia)	160
Imagen 41: Punto crítico de los escenarios 2 (Fuente propia)	160
Imagen 42: Punto crítico de los escenarios 3 (Fuente propia)	161
Imagen 43: Postura 1, Método OWAS (Fuente propia)	214
Imagen 44: Postura 2, Método OWAS (Fuente propia)	215
Imagen 45: Postura 3, Método OWAS (Fuente propia)	216
Imagen 46: Postura 4, Método OWAS (Fuente propia)	217

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama de la empresa (Fuente Frutalia, adaptación propia).....	18
Figura 2: Plano básico de la distribución de las Secciones (Fuente Frutalia) .....	19
Figura 3: Plano de la Sección de Empaque (Fuente propia).....	20
Figura 4: Organigrama actual de la empresa (Fuente archivo de Frutalia) .....	35
Figura 5: Posiciones antropométricas del hombre laboral de 20 a 39 años (Fuente Dimensiones Antropométricas de los latinoamericanos: Colombia) .....	37
Figura 6: Ejemplo de Percentiles antropométricos (Fuente ISP).....	41
Figura 7: Dimensiones antropométricas población femenina laboral (Fuente Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: Colombia).....	55
Figura 8: Dimensiones antropométricas población femenina laboral 2 (Fuente Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: Colombia).....	56
Figura 9: Dimensiones antropométricas población femenina en posición sedente (Fuente - Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: Colombia).....	57
Figura 10: Plano de planta básico, Sección a trabajar resaltada (Fuente propia) .....	71
Figura 11: Diagrama de recorrido del proceso productivo (Fuente propia) .....	76
Figura 12: Organigrama de la Empresa actual (Adaptación propia).....	84
Figura 13: Ángulos de confort ideales en posición sedente (Fuente ISP).....	98
Figura 14: Ángulos de confort en posición bípeda (Fuente ISP) .....	98
Figura 15: Ángulos de confort, rotación ideal del hombro (Fuente ISP).....	99
Figura 16: Boceto 1, Puesto de trabajo, vista de techo (Fuente propia) .....	134
Figura 17: Boceto 2, Dispensador de cajas (Fuente propia) .....	135
Figura 18: Plano de Techo, acotado (Fuente propia) .....	142
Figura 19: Plano lateral, acotado (Fuente propia) .....	143
Figura 20: Plano frontal, acotado (Fuente propia) .....	144
Figura 21: Explosionado 1, estructura en X para el dispensador de cajas (Fuente propia) .....	145
Figura 22: Explosionado 2, Dispensador de cajas (Fuente propia) .....	146
Figura 23: Explosionado 3, Estructura base (Fuente propia) .....	147
Figura 24: Explosionado 4, Mesón de trabajo (Fuente propia).....	148
Figura 25: Explosionado 5, Tolva de sachets (Fuente propia) .....	149
Figura 26: Detalle 1, corte D - D, Posición de banda transportadora (Fuente propia) .....	150
Figura 27: Detalle 2, Corte A - A, Tolva de sachets (Fuente propia) .....	151
Figura 28: Cambio de movimiento, sujetar por deslizar (Fuente propia).....	152
Figura 29: Altura de la mesa respetada según la clase de trabajo y percentil del usuario (Fuente propia)....	153
Figura 30: Cambio de movimientos, rectos repentinos por circulares suaves (Fuente propia) .....	154
Figura 31: Cambio de movimiento de abducción del hombro por dispensador de cajas (Fuente propia) .....	154
Figura 32: Alcances máximos acordes al rediseño (Fuente propia) .....	156
Figura 33: Cambio de movimiento de aducción del hombro (Fuente propia) .....	156
Figura 34: Por alcance anterior del brazo prudente (Fuente propia) .....	157
Figura 35: Relación usuario - puesto, vista de techo (Fuente propia).....	162
Figura 36: Relación usuario - puesto de trabajo, vista lateral (Fuente propia) .....	163
Figura 37: Relación usuario - puesto de trabajo, vista frontal (Fuente propia) .....	164
Figura 38: Flujograma de la actividad s. actual por s. ideal (Fuente propia) .....	165
Figura 39: Modelo preliminar del escenario 2, vista isométrico (Fuente propia).....	169
Figura 40: Flujo de proceso: Escenario 2 (Fuente propia) .....	170
Figura 41: Ergonomía del escenario 2 (Fuente propia) .....	171
Figura 42: Escenario 3, modelo preliminar (Fuente propia) .....	174
Figura 43: Ergonomía del escenario 3 (Fuente propia) .....	175
Figura 44: Flujo de proceso: Escenario 3 (Fuente propia) .....	177



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Causas del cuello de botella en la producción de la empresa (Fuente propia) .....	30
Tabla 2: Función gaussiana - (Fuente - Weisstein, Eric W. «Gaussian Function».) .....	39
Tabla 3: Relación fuerza - velocidad del sistema óseo muscular (Fuente pendiente) .....	45
Tabla 4: Medidas en posición de pie, población laboral, sexo femenino de 20 a 39 años (Fuente – Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana) .....	55
Tabla 5: Medidas en posición de pie, población laboral, sexo femenino de 20 a 39 años (Fuente – Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana) .....	56
Tabla 6: Medidas en posición sedente, población laboral, sexo femenino de 20 a 39 años (Fuente – Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana) .....	57
Tabla 7: Stock de pulpa (Fuente Frutalia).....	77
Tabla 8: Stock de Empaque y Embalaje (Fuente Frutalia).....	78
Tabla 9: Análisis de operaciones específicas para la sección de empaque (Fuente propia) .....	80
Tabla 10: Información sobre el grado de repetitividad de un proceso (Fuente Maynard) .....	81
Tabla 11: Cálculo de tiempo estándar y normal por tarea (Fuente propia) .....	82
Tabla 12: Factor de calificación, tiempos observados y cálculo del número de observaciones para el llenado de sachets 1 (Fuente propia).....	82
Tabla 13: Factor de calificación, tiempos observados y cálculo del número de observaciones para el llenado de sachets 2 (Fuente propia).....	83
Tabla 14: Factor de calificación, tiempos observados y cálculo del número de observaciones para el empaque de caja de sachets (Fuente propia).....	83
Tabla 15: Stock de Sachets (Fuente Frutalia).....	89
Tabla 16: Tiempo y peso de las cajas empacadas según las unidades (Fuente propia) .....	89
Tabla 17: Canastillas de cajas empacadas en tiempo (Fuente propia) .....	89
Tabla 18: Descripción del usuario (Fuente Propia) .....	105
Tabla 19: Integración de Resultados (Fuente Propia) .....	128
Tabla 20: Principios de la Economía de Movimientos aplicables al Rediseño del Puesto (Fuente Propia) ....	130
Tabla 21: Requerimientos de Uso (Fuente Propia) .....	130
Tabla 22: Requerimientos de Función (Fuente propia).....	131
Tabla 23: Requerimientos Estructurales (Fuente propia).....	131
Tabla 24: Requerimientos Técnicos (Fuente propia).....	132
Tabla 25: Requerimientos de Forma .....	132
Tabla 26: Medidas Antropométricas Requeridas en Posición bípeda (Fuente Propia).....	133
Tabla 27: Medidas Antropométricas Requeridas en Posición Sedente (Fuente Propia).....	133
Tabla 28: Análisis del Escenario 1 (Fuente propia) .....	167
Tabla 29: Análisis del Segundo Escenario (Fuente propia) .....	172
Tabla 30: Análisis del Tercer Escenario (Fuente propia) .....	178
Tabla 31: Beneficios ergonómicos y productivos de las escenas (Fuente propia).....	181
Tabla 32: Contrariedades ergonómicas y productivas de los escenarios (Fuente propia) ... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 33. LCE, Manipulación y almacenamiento de materiales (Fuente Ergonautas).....	190
Tabla 34: LCE, Herramientas manuales (Fuente Ergonautas).....	190
Tabla 35: LCE: Seguridad de la maquinaria de producción (Fuente Ergonautas).....	191
Tabla 36: LCE, Diseño del puesto de trabajo (Fuente Ergonautas) .....	192
Tabla 37: LCE, Iluminación (Fuente Ergonautas).....	193
Tabla 38: LCE, Locales (Fuente Ergonautas) .....	193
Tabla 39: LCE, Riesgos ambientales (Fuente Ergonautas) .....	194
Tabla 40: LCE, Servicios higiénicos y locales (Fuente Ergonautas).....	194
Tabla 41: LCE, Equipos de protección individual (Fuente Ergonautas).....	195
Tabla 42: LCE, Organización del trabajo (Fuente Ergonautas).....	196
Tabla 43: Puntuación del Factor de Recuperación (FR) (Fuente Ergonautas).....	199
Tabla 44: Puntuación de acciones técnicas dinámicas (ATD). (Fuente Ergonautas) .....	201

Tabla 45: Puntuación de acciones técnicas estáticas (ATE). (Fuente Ergonautas) .....	201
Tabla 46: Escala CR-10 de Borg (Fuente Ergonautas) .....	203
Tabla 47: Puntuación de las acciones que requieren esfuerzo. (Fuente Ergonautas) .....	203
Tabla 48: Puntuación del hombro (PHo). (Fuente Ergonautas) .....	205
Tabla 49: Puntuación del codo (PCo). (Fuente Ergonautas).....	205
Tabla 50: Puntuación de la muñeca (PMu). (Fuente Ergonautas).....	206
Tabla 51: Puntuación de la mano (PMa). (Fuente Ergonautas) .....	206
Tabla 52: Puntuación de movimientos estereotipados (PEs). (Fuente Ergonautas).....	207
Tabla 53: Puntuación de Factores físico-mecánicos (Pfm). (Fuente Ergonautas).....	208
Tabla 54: Puntuación de Factores socio-organizativos (Fso) (Fuente Ergonautas) .....	209
Tabla 55: Multiplicador de Duración (Fuente Ergonautas).....	210
Tabla 56: Nivel de Riesgo, método OCRA (Fuente Ergonautas) .....	211
Tabla 57: Codificación de Postura de Espalda (Fuente Ergonautas) .....	218
Tabla 58: Codificación de Postura de Brazos (Fuente Ergonautas) .....	219
Tabla 59: Codificación de Posición de las Piernas (Fuente Ergonautas).....	220
Tabla 60: Codificación de carga y fuerza (Fuente Ergonautas, método OWAS).....	221
Tabla 61: Código de Postura (Fuente Propia).....	221
Tabla 62: Categoría del riesgo por el código de Postura (Fuente Ergonautas, método OWAS) .....	222
Tabla 63: Categoría del Riesgo del Cuerpo según la Frecuencia Relativa (Fuente Ergonautas, método OWAS) .....	223
Tabla 64: Calculo del Riesgo (Fuente Ergonautas, método OWAS) .....	223
Tabla 65: Diagrama de Operaciones del Proceso de Fruta 1 (Fuente Propia).....	225
Tabla 66: Diagrama de Operaciones de Proceso de Fruta 2 (Fuente Propia) .....	226
Tabla 67: Diagrama de Operaciones del Proceso de Fruta (Fuente Propia) .....	227
Tabla 68: Diagrama de Operaciones de Proceso de Cocción y Envasado (Fuente Propia) .....	228
Tabla 69: Diagrama de Operaciones del Proceso de Empaque (Fuente Propia).....	229
Tabla 70: Diagrama de Operaciones del Proceso de Despacho (Fuente Propia) .....	230

## **RESUMEN**

Este proyecto nace a partir de la ejecución de la práctica empresarial, en la empresa Frutalia de Colombia SAS, dedicada al procesamiento de fruta en productos de consumo, donde se analizó el sistema productivo desde la perspectiva del Diseño Industrial, dentro de este análisis, nace la necesidad de intervenir en el puesto de trabajo de la sección de empaque de sachets en cajas, que por ser una actividad manual, que afecta la carga física del trabajo: movimientos repetitivos, posturas forzadas y manejo de fuerzas – cargas, generó la aparición de desórdenes músculo - esqueléticos en las operarias de la sección, a partir de esto, se aplicaron métodos ergonómicos específicos que permitieron la evaluación detallada de la actividad de empaque de sachets, desde las teorías de la antropometría y ergonomía, las cuales brindaron parámetros para la creación de requerimientos que dan como resultado, la prevención y control del riesgo de desórdenes músculo esqueléticos en la actividad manual del empaque de sachets, a través del REDISEÑO del puesto de trabajo colectivo para la sección de empaque de la empresa.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto surge bajo la observación del sistema de producción de la empresa de transformación de fruta Frutalia de Colombia SAS, ubicada en la ciudad de Tunja. La empresa presenta un sistema de producción en lotes y una ordenación física de los elementos de la producción en torno al proceso de producción por células de fabricación. Bajo la inmersión de los procesos del sistema productivo se detecta la necesidad de re diseñar el puesto de trabajo de la sección de empaque de sachets en cajas, ya que presenta la aparición de desórdenes musculoesqueléticos en las operarias que trabajan en él, por lo que el puesto afecta la carga física (posturas, movimientos repetitivos y manejo de fuerzas - cargas) para el desarrollo de la actividad manual de empaquetar sachets.

A través del diseño industrial, se definieron pautas, y metodologías para el análisis, interpretación e intervención en el puesto evaluado. Estas metodologías empezaron a través de la observación de las operarias ejerciendo su labor, y la detección y ubicación en teorías de métodos ergonómicos, previo a los requerimientos de diseño del puesto.

La finalidad del proyecto es la de mejorar el puesto para las operarias, permitiendo posturas y movimientos adecuados para la actividad, sin perjudicar el rendimiento y productividad de la empresa. Asimismo, integrar y sugerir la intervención del diseño industrial en demás procesos de la producción.

El resultado a través de este REDISEÑO es la prevención de los desórdenes musculoesqueléticos en la actividad de empaque, además de la aplicación de teorías que generan indicadores evaluativos tanto en el puesto, como en demás procesos de la empresa, que ayudan a sustentar el papel del diseñador industrial en una empresa productiva.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Frutalia de Colombia SAS, está dedicada al procesamiento y transformación de la fruta en productos de consumo saludable y natural. Su producción está orientada al mercado nacional, con su producto estrella la aromática de frutas líquida, entre otros.



*Imagen 1: Muestra de Productos de la empresa (Fuente Frutalia de Colombia)*

Mediante la apropiada tecnología, la pulpa de fruta es transformada bajo una cuidadosa formulación. Cada uno de los productos elaborados es empacado en las diversas presentaciones, recibiendo una gran aceptación en el mercado, convirtiéndola así en pionera en esta clase de producto y presentación.

En la actualidad la empresa cuenta con Sistema de Gestión de Calidad e Inocuidad, adicionalmente se encuentra en la implementación del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), además cuenta con registro sanitario para alimentos emitido por el INVIMA; lo que hace que exista planeación y control en la mayoría de procesos de la planta de producción de la empresa. La empresa se divide en dos áreas administrativa y productiva y su estructura organizacional es la siguiente:

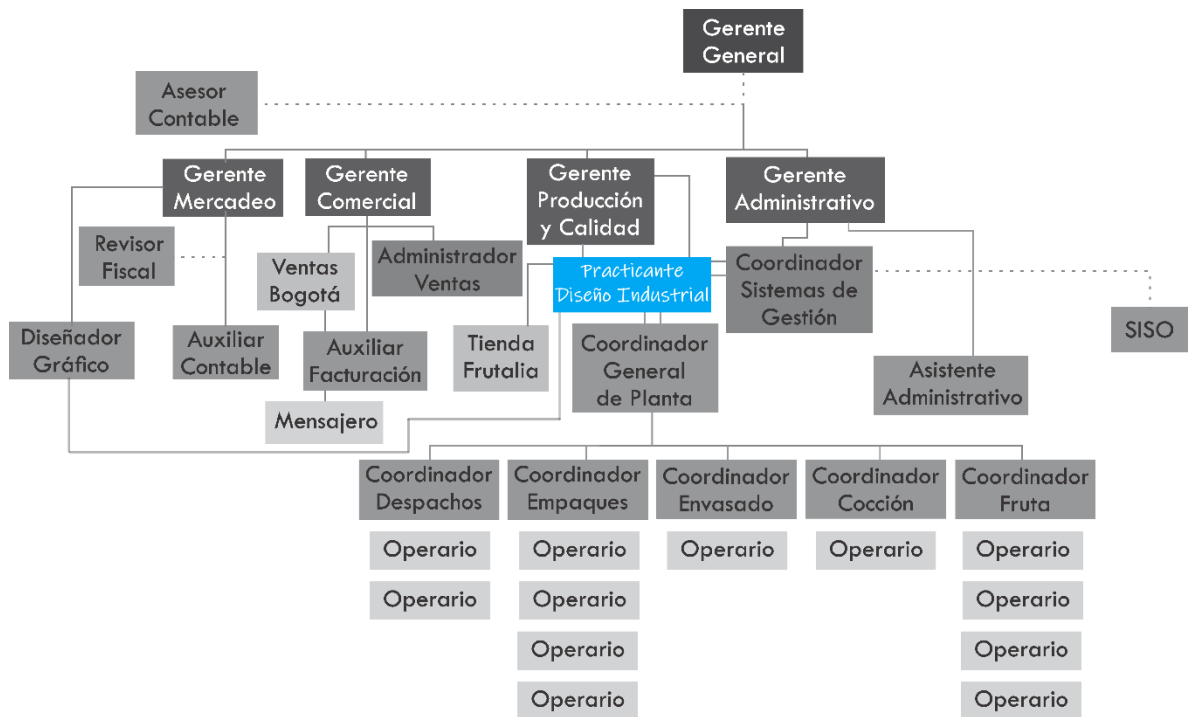


Figura 1: Organigrama de la empresa (Fuente Frutalia, adaptación propia)

El sistema de producción de la empresa Frutalia de Colombia SAS está distribuido físicamente por células de fabricación que se fusionan según el proceso de transformación para la fruta y/o el producto final.

Estas secciones son: sección de fruta; lavado y despulpado; sección de cocción y envasado; sección de empaque y embalaje; y sección de despacho, además, la empresa maneja stock para las secciones de fruta (almacén de pulpa en cuartos fríos), sección de envasado (almacén de sachets), sección de empaque y sección de despachos (almacén de producto empacado y embalado), la rotación del producto terminado depende de los pedidos próximos.

Dentro de la distribución de planta se encuentran las secciones ubicadas de la siguiente manera:

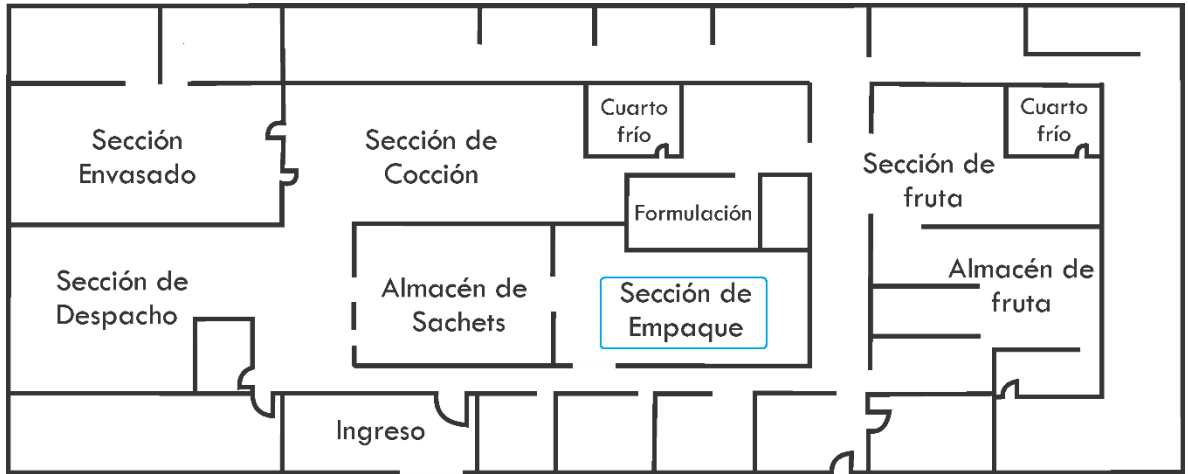


Figura 2: Plano básico de la distribución de las Secciones (Fuente Frutalia)

La sección de empaque es una de las áreas en que la eficiencia y rendimiento depende de las habilidades operativas de los trabajadores. Por ser una actividad con tareas de movimientos repetitivos, agarres manuales y manejo de cargas pequeñas, pero en un número de veces significativo, además de esto, las tareas son dependientes una de la otra.

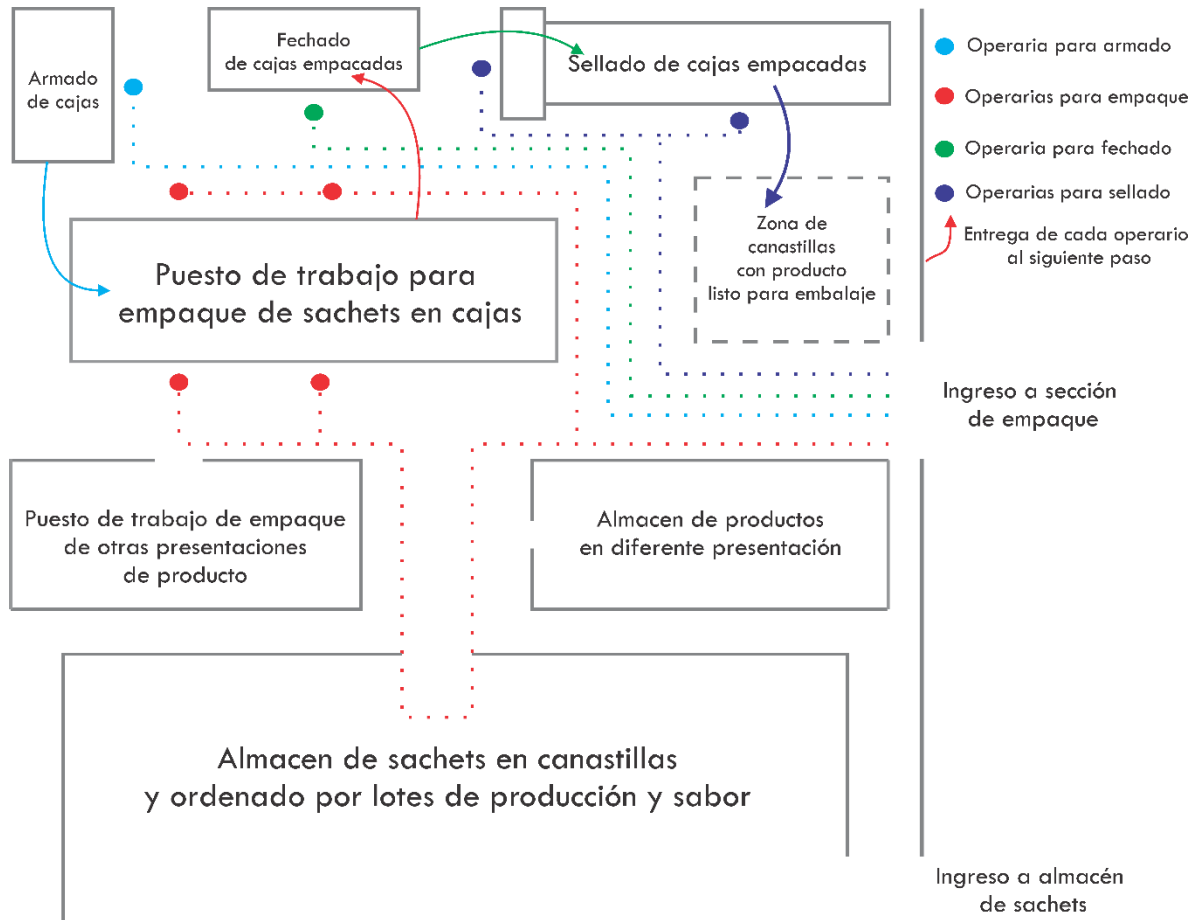


Figura 3: Plano de la Sección de Empaque (Fuente propia)

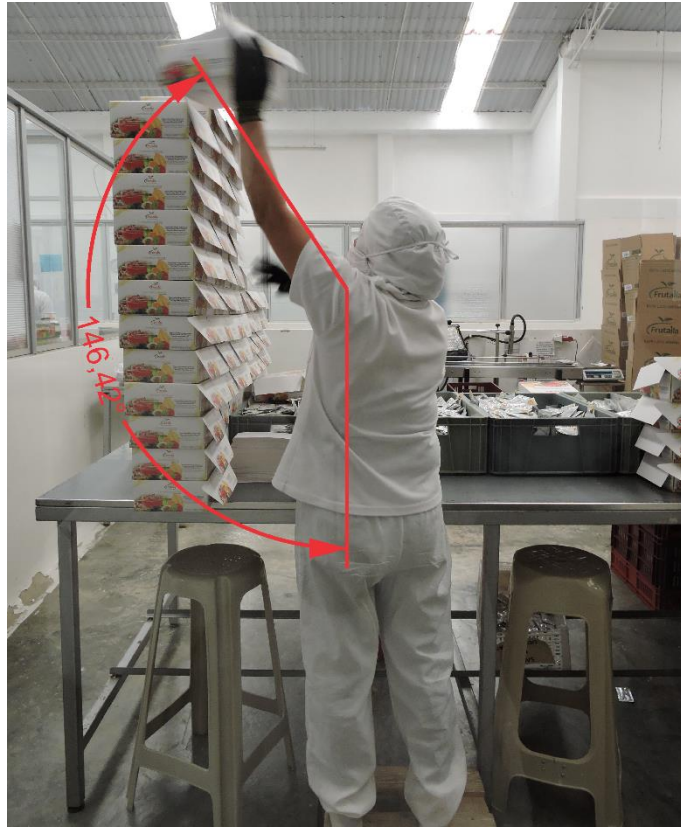


Esta sección no cuenta con un puesto de trabajo adecuado para ejecutar las tareas de movimientos repetitivos, ni con un análisis ergonómico en función de la carga física: posturas ideales, movimientos, fuerza y carga, tiempos de reposo además de percentiles antropométricos que demanda el puesto.



*Imagen 2: Puesto de Trabajo para empaque de sachets en cajas. (Fuente propia)*

Al momento de realizar las tareas de la actividad se superan los ángulos de confort en posición bípeda, las operarias que realizan la tarea tienen diferente percentil antropométrico:



*Imagen 3: Operaria tomando la caja para empezar a empacar los sachets (Ángulo de confort superado) (Fuente propia)*

En el momento de acomodar los sachets en la caja superan los ángulos de extensión y flexión de la mano y muñeca, además de agarrar de 8 a 10 sachets en la mano. Además de los movimientos repetitivos en el agarre (en pinza) de sachets, se hace cada 10 segundos, lo que enseña el alto grado de repetitividad:



*Imagen 4: Operaria agarrando más de 10 sachets en la mano (Fuente propia)*

Las empacadoras deben hacer conteo de los sachets, en modo de inspección de esta forma:



*Imagen 5: Operaria haciendo conteo de sachets (Fuente propia)*



Durante la tarea, después de un tiempo de estar empacando seguido, ellas optan por apoyar sus manos en la canastilla con el fin de tener descanso de la actividad:



*Imagen 6: Operaria apoyando sus brazos en la canastilla al empacar (Fuente propia)*

Incluso las operarias se adaptan al puesto de trabajo improvisando con elementos ajenos al puesto, adecuan el puesto para alcanzar la altura adecuada con la mesa de trabajo:



*Imagen 7: Operaria usando elemento para tener la altura adecuada respecto a la mesa de trabajo (Fuente propia)*

Dentro de esta actividad las operarias deben llenar entre 4 a 8 canastillas de producto empacado, el producto empacado puede pesar entre 188 gramos a 2 Kilogramos, y dentro de cada canastilla caben entre 12 a 98 cajas, según esto, la carga de cada caja es alzada por las operarias cada 1 o 2 minutos (ver tablas 12 y 13), además al llenar las canastillas deben arrastrarlas al siguiente proceso:



*Imagen 8: Operaria alzando la caja empacada (Fuente propia)*



*Imagen 9: Canastillas llenas de producto empacado para arrastrar a la siguiente sección (Fuente propia)*

Desde el SG-SST, se realizaron análisis de puesto de trabajo para los trabajadores que presentaron posibles patologías en la ejecución del trabajo, estos análisis, realizados por un profesional de la salud ocupacional, evidenciaron en 3 trabajadoras de la sección de empaque dolores y lesiones asociadas al Síndrome de Túnel Carpiano en mano derecha (STC) por lo que entran en la calificación de DME (Desorden musculo esqueléticos)(que es la mano que realiza los agarres de pinza cada 10 segundos), una de ellas con diagnóstico médico y las dos restantes con sintomatología de la enfermedad.

El síndrome de túnel del carpo se caracteriza por ser de desarrollo lento y se detecta cuando la lesión lleva mucho tiempo, además, es una enfermedad irreversible, así mismo los DME (desordenes musculo esqueléticos) son patologías relacionadas con las formas de organización de la producción y surgen en los contextos de reducción o privación de los márgenes de maniobra. Por lo que, en la sección de



empaques, al no ser intervenida prontamente, se seguirán presentando dolencias y lesiones por la no aplicación adecuada de la carga física en el puesto de trabajo, por las trabajadoras en ejecución de los movimientos repetitivos, perjudicando en primera instancia la salud de las trabajadoras y por tanto disminuyendo la productividad.

Adicionalmente esta sección tiene la responsabilidad de verificar cada tarea del proceso por constituirse este como la fase final del producto terminado, esta responsabilidad es propia, netamente, del recurso humano conformado por el coordinador de empaque, el coordinador de despacho y el jefe de producción. Cuando esta sección no cumple con el rendimiento promedio de armado, empaclado y embalado, genera lo que se conoce como “cuello de botella”, y genera sobre costos por imprevistos que exceden el tiempo en stock demorando las entregas de los respectivos pedidos. Esto se soluciona implementando una adecuada planeación de los procesos por parte del coordinador de sección.

<b>CAUSAS DE CUELLO DE BOTELLA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Falta de material o espacios</b>	La planta de la empresa no cuenta con espacios suficientes para adecuar la sección de empaque
<b>Falta de operarios</b>	Existen entre 13 a 15 operarios en planta, y ellos trabajan por rotación, por lo cual, la sección de empaque no tiene operarios fijos siempre, y esto evita que el rendimiento mejore, ya que no hay un control de cierto tiempo que evalúe al trabajador
<b>Falta de almacenamiento</b>	Aunque la empresa funciona en base a los stocks, en la sección de empaque no existe lugar para mantener cajas armadas para luego empacar, por eso condiciona la actividad a que se dedique de 1 a 2 horas al armado de cajas.
<b>Tiempos muertos</b>	Lo anterior, genera tiempos muertos, en que dos operarias restantes deben esperar a que exista un

	mínimo de cajas armadas para así empezar el empaque, fechado y sellado del producto final.
--	--

*Tabla 1: Causas del cuello de botella en la producción de la empresa (Fuente propia)*

Lo anterior, solo presenta desperdicios en la producción, que se pueden controlar con la debida planeación de la producción, en la sección de empaque.

Por estas razones, el presente proyecto está sustentado en el REDISEÑO virtual del puesto del trabajo colectivo para

le sección de empaque de sachets, con base al sistema de producción actual de la empresa. Se cuenta con el apoyo de la empresa para su análisis, ejecución y pruebas de uso.

### **1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Qué propuesta, desde el Diseño Industrial, mejora los factores de la carga física en las tareas de la actividad de empaque de sachets en la sección, integrándose al proceso productivo actual de la empresa?

### **1.2. ELEMENTOS DEL PROBLEMA**

- Sistema de producción de la empresa
- Sección de empaque de sachets
- Desórdenes músculo - esqueléticos (DME)
- Análisis ergonómico del puesto de trabajo

## 2. JUSTIFICACIÓN

Con la realización de este proyecto, se logra un análisis evaluativo del sistema de producción y sus respectivos procesos, esto conlleva al diagnóstico de desórdenes músculo esqueléticos en una de las secciones manuales del proceso, a partir, de aquí en adelante se aplican métodos, que ayudan a encontrar los requerimientos del puesto teniendo en cuenta el desarrollo de la actividad a estudiar, podemos dar solución a través de la intervención de un proceso de diseño industrial.

En el ámbito industrial, permite la aplicación de conocimientos y teorías propias de la carrera de diseño industrial, lo que hace genera un reconocimiento interno por parte de la empresa. Ya que permite encontrar necesidades y darles solución a partir de los procesos de creación del diseño, además de que estas soluciones se sustentan en indicadores evaluativos que mejoran la productividad y ambiente laboral de los trabajadores, es decir los usuarios del diseño.

Por esta razón, es importante tener claro y aplicar el papel del diseñador industrial en una empresa productiva de transformación, y más aun de la región, ya que los conocimientos como diseñador permiten aportar en varios ámbitos de la cadena productiva de la fábrica, y así, ser un profesional necesario para el crecimiento productivo de las industrias.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Rediseñar el puesto de trabajo colectivo para la sección de empaque de sachets de la empresa Frutalia de Colombia integrado a la producción actual de la empresa.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar el sistema de producción de la empresa para entender su funcionamiento y detectar errores en el proceso de fabricación.
- Detectar factores de riesgo en el puesto de trabajo, a través de análisis ergonómicos, aplicados en la sección de empaque.
- Proponer el modelo virtual del puesto de trabajo para la sección como solución a los factores de riesgo encontrados.

## **4. MARCO REFERENCIAL**

### **4.1 ARCHIVO DE LA EMPRESA**

#### **4.1.1 Reseña histórica de la empresa**

La empresa Frutalia de Colombia S.A.S., nace en 1997 cuando una familia boyacense se integró por tradición al sector frutícola, animada y dirigida por su padre y maestro emprendedor, iniciando el cultivo de frutales en su finca en Villa de Leyva, Colombia. Desde entonces la familia ha vivido una cultura de emprendimiento e innovación de la mano de la calidad y del sabor natural de sus productos.

Mediante la apropiada tecnología, la pulpa de fruta es transformada bajo una cuidadosa formulación. Cada uno de los productos elaborados es empacado en las diversas presentaciones, recibiendo una gran aceptación del mercado, convirtiéndola así en líder en su categoría.

#### **4.1.2 Ubicación de la empresa**

La empresa en su totalidad se encuentra en la Av. Norte No. 71-146 en la ciudad de Tunja, Boyacá, cuenta con una infraestructura de 1800 m<sup>2</sup>, de dos pisos, en donde se encuentra el área administrativa y la planta de producción, que respectivamente cuentan con:

#### **4.1.3 Área administrativa**

- Gerencia general
- Gerencia administrativa y financiera
- Gerencia comercial y mercadeo
- Gerencia de producción
- Contabilidad
- Facturación
- Diseño
- Calidad
- Recepción

#### **4.1.4 Planta de Producción**

- Recepción de materia prima
- Procesamiento de fruta
- Cocción
- Envasado
- Empaque
- Despacho
- Stocks

#### **4.1.5 Tecnología de la Producción**

##### **4.1.5.1 Máquinas**

- Despulpadora horizontal JJ 400
- Balanza digital 3 grameras
- Calderas – motor VOGES B90 – 3HP
- Licuadora industrial
- Empacadora selladora – en L – fl-5545t
- Máquina para embalaje con película termoencogible
- Balanza electrónica
- Báscula
- Envasadora sachetera FS 110
- Bola de concentración JJ 1200
- Fechadora electrónica
- Hidrolavadora Turbo KB EVANS
- Lavadora de fruta transportadora
- Lavadora de fruta por cepillo
- Compresor de aire eléctrico
- Marmita industrial kettles 350 lts
- Marmita volcable a vapor

##### **4.1.6 Datos generales**

El personal de la empresa consta de 5 Hombres y 4 mujeres en el área administrativa en un horario de 7:30 am a 12:30m y 2:00 pm a 5:30 pm, adicionalmente cuenta con 6 hombres y 9 mujeres en la planta de producción con horario de trabajo de 6:30 am a 12:30m y de 2:00 pm a 4:30 y de 7:30 am a 12:30m y de 2:00 pm a 5:30pm.

### 4.1.7 Organigrama de la empresa

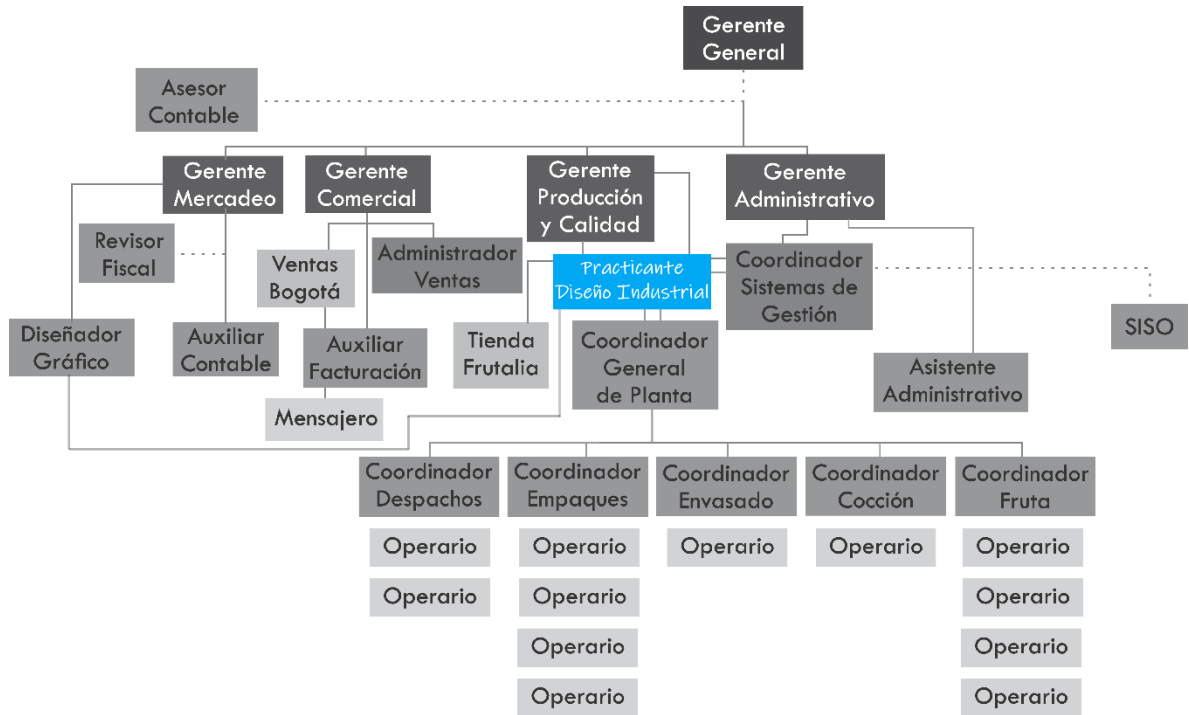


Figura 4: Organigrama actual de la empresa (Fuente archivo de Frutalia)

## 4.2 MARCO CONCEPTUAL

### 4.2.1 Antropometría

La antropometría, por lo cual viene a significar 'la medida del hombre es la sub-rama de la antropología biológica o física que estudia las medidas del cuerpo del hombre y las estudia referentemente sin ningún tipo de porcentaje de error mínimo, ya que las medidas han de ser exactas a la par que se tomen. Se refiere al estudio de las dimensiones y medidas humanas con el propósito de valorar los cambios físicos del ser humano y las diferencias entre sus razas y sub-razas sexuales. (PANERO J, 1991)

Estas dimensiones son de dos tipos importantes: estructurales y funcionales. Las estructurales son las de la cabeza, troncos y extremidades en posiciones estándar. Mientras que las funcionales o dinámicas incluyen medidas tomadas durante el movimiento realizado por el cuerpo en actividades específicas. Al conocer estos

datos se conocen los espacios mínimos que el hombre necesita para desenvolverse diariamente, los cuales deben de ser considerados en el diseño de su entorno. (PANERO J, 1991)

#### **4.2.1.1 Antropometría estática y dinámica**

La antropometría estática o estructural es aquella cuyo objeto es la medición de dimensiones estáticas, es decir, aquellas que se toman con el cuerpo en una posición fija y determinada. Sin embargo, el hombre se encuentra normalmente en movimiento, de ahí que se haya desarrollado la antropometría dinámica o funcional, cuyo fin es medir las dimensiones dinámicas que son aquellas medidas realizadas a partir del movimiento asociado a ciertas actividades. El conocimiento de las dimensiones estáticas es básico para el diseño de los puestos de trabajo y permite establecer las distancias necesarias entre el cuerpo y lo que le rodea, las dimensiones del mobiliario, herramientas, etc. Las dimensiones estructurales de los diferentes segmentos del cuerpo se toman en individuos en posturas estáticas, normalizadas bien de pie o sentado. Del cuerpo humano pueden tomarse gran número de datos antropométricos estáticos diferentes que pueden interesar, en función de lo que se esté diseñando. En la figura 1 se pueden ver algunas de las medidas antropométricas más usadas en el diseño ergonómico de los puestos de trabajo. (PANERO J, 1991)



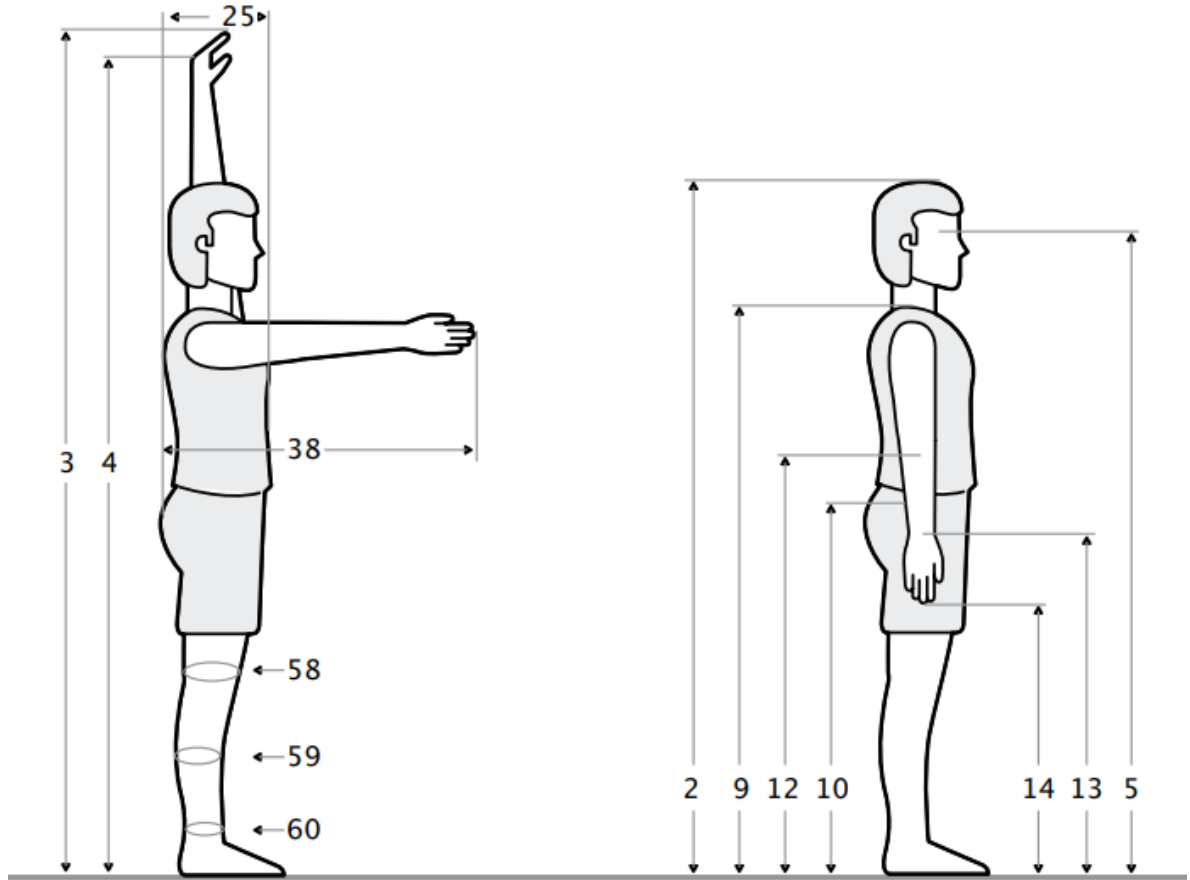


Figura 5: Posiciones antropométricas del hombre laboral de 20 a 39 años (Fuente Dimensiones Antropométricas de los latinoamericanos: Colombia)

Algunas de las medidas antropométricas más empleadas. Las dimensiones dinámicas o funcionales, como hemos dicho, son las que se toman a partir de las posiciones de trabajo resultantes del movimiento asociado a ciertas actividades, es decir, tiene en cuenta el estudio de las articulaciones suministrando el conocimiento de la función y posibles movimientos de las mismas y permitiendo valorar la capacidad de la dinámica articular. Por ejemplo, el límite de alcance del brazo no se corresponde meramente con la longitud del brazo, sino que es más complejo. (PANERO J, 1991)

En realidad, al realizar un movimiento, los distintos segmentos del cuerpo no actúan independientemente, sino se actúan de forma coordinada. Así, al mover un brazo,

hay que tener en cuenta además de la propia longitud del brazo, el movimiento del hombro, la posible rotación parcial del tronco, e incluso la función a realizar. (PANERO J, 1991)

#### **4.2.1.2 Antropometría con la mano**

Ello hace que la resolución de los problemas espaciales en los sistemas de trabajo sea un tema complejo. Por tanto, la antropometría dinámica se trata de una disciplina difícil que requiere conocimientos de biomecánica que permitan el análisis de los movimientos del trabajador en las operaciones que éste realiza. (PANERO J, 1991)

No es difícil llegar a la conclusión de que el correcto diseño de los puestos de trabajo ha de tener en cuenta tanto las dimensiones estáticas como las dinámicas. Las variables antropométricas son principalmente medidas lineales, como por ejemplo la altura, o la distancia con relación a un punto de referencia, con el sujeto en una postura tipificada; longitudes, como la distancia entre dos puntos de referencia distintos; curvas o arcos, como la distancia sobre la superficie del cuerpo entre dos puntos de referencia, y perímetros, como las medidas de curvas cerradas (perímetro del brazo, por ejemplo). (PANERO J, 1991)

También se puede medir el espesor de los pliegues de la piel, o volúmenes por inmersión en agua. Estas medidas antropométricas se obtienen sobre individuos desnudos, por tanto, se debe prever un incremento o tolerancia en alguna de las dimensiones para tener en cuenta el incremento en la misma debido a la ropa, calzado o equipos de protección individual que se vaya a utilizar. (PANERO J, 1991)

#### **4.2.1.3 Distribución normal**

La mayoría de las dimensiones del cuerpo humano, como la mayoría de los fenómenos naturales, se distribuyen Normalmente, es decir, según la distribución de Gauss. Muchas variables aleatorias continuas presentan una función de densidad cuya gráfica tiene forma de campana. (PANERO J, 1991)

Es de esperar que, en una población razonablemente homogénea, la distribución de cualquiera de sus dimensiones antropométricas es Normal y, por ello, las estimaciones, cálculos y, en general cualquier tratamiento estadístico, puede efectuarse según las propiedades de esta distribución, lo que es muy conveniente dada la facilidad que el tratamiento de esta distribución supone. (PANERO J, 1991)

En este tipo de distribución, los valores más probables son aquellos cercanos a la media y conforme nos separamos de ese valor, la probabilidad va decreciendo de igual forma a derecha e izquierda, es decir, de forma simétrica. (PANERO J, 1991)

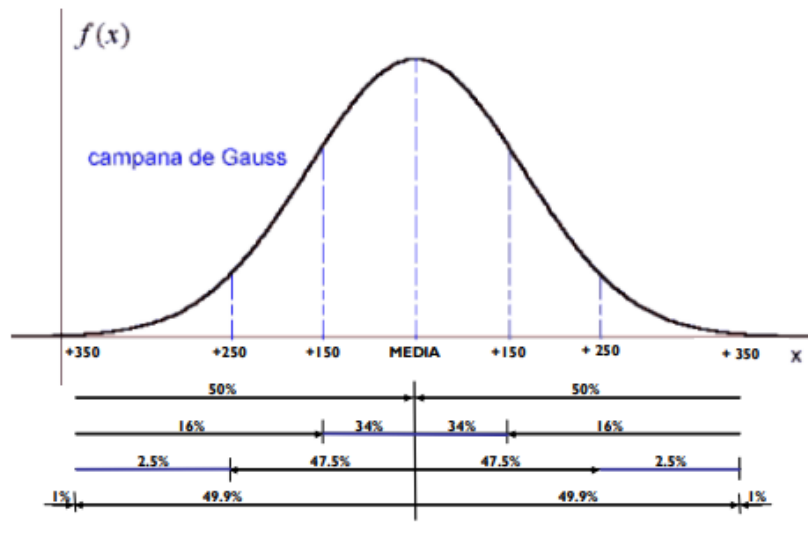


Tabla 2: Función gaussiana - (Fuente - Weisstein, Eric W. «Gaussian Function».)

Esto quiere decir que para cualquier dimensión del cuerpo humano (por ejemplo, la estatura), la mayoría de los individuos se encuentran en torno al valor medio, existiendo pocos individuos muy bajos o muy altos. (PANERO J, 1991)

#### 4.2.1.4 Percentiles

Los datos antropométricos se expresan generalmente en percentiles. Un percentil expresa el porcentaje de individuos de una población dada con una dimensión corporal igual o menor a un determinado valor. (PANERO J, 1991)

El percentil es una medida de posición. Si dividimos una distribución en 100 partes iguales y se ordenan en orden creciente de 1 a 100, cada punto indica el porcentaje de casos por debajo del valor dado. Es decir, que son valores que comprenden a un porcentaje determinado del conjunto de la distribución. Así, el percentil 25 (P25 ó P<sub>25</sub>) corresponde a un valor tal que comprende al 25% del conjunto de la población cuya distribución se considera; es decir, el 25% de los individuos de la población considerada tiene, para la variable de que se trate, un valor inferior o igual al P<sub>25</sub> de esa variable. (PANERO J, 1991)

Como es de esperar, el P<sub>50</sub> se corresponde con la mediana de la población. Si la distribución es Normal pura, también se corresponde con la media y la moda. El concepto de percentil es muy útil ya que nos permite simplificar cuando hablamos del porcentaje de personas que vamos a tener en cuenta para el diseño. Por ejemplo, cuando nos referimos a la talla y hablamos del P<sub>5</sub>, éste corresponde a un individuo de talla pequeña y quiere decir que sólo un 5% de la población tienen esa talla o menos. (PANERO J, 1991)

Si nos referimos al P<sub>50</sub>, lo que decimos es que por debajo de ese valor se encuentra la mitad de la población, mientras que cuando hablamos del P<sub>95</sub>, se está diciendo que por debajo de este punto está situado el 95% de la población, es decir, casi toda la población. (PANERO J, 1991)

Los percentiles más empleados en diseño ergonómico son el P<sub>5</sub> y el P<sub>95</sub>, es decir, que se proyecta para un 90% de los usuarios. Sin embargo, cuando se trata de garantizar la seguridad del usuario, se emplean los P<sub>1</sub> y P<sub>99</sub> que cubren a la mayor parte de la población (sólo deja fuera un 2%). (PANERO J, 1991)

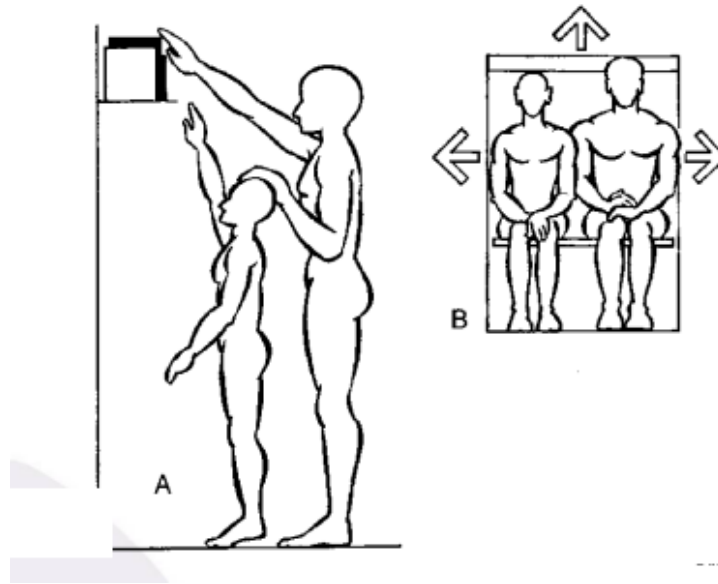


Figura 6: Ejemplo de Percentiles antropométricos (Fuente ISP)

Normalmente se utiliza el P 5 para los alcances y dimensiones externas, mientras que para las dimensiones internas se emplea el P 95 (con la finalidad de que quepan las personas de mayor tamaño). (PANERO J, 1991)

#### 4.2.1.5 La variabilidad humana

Las distintas medidas antropométricas varían de una población a otra, de lo cual se deriva la necesidad de disponer de los datos antropométricos de la población concreta objeto de estudio. Son muchos los parámetros que influyen, aunque podemos destacar algunos tales como:

- El sexo: establece diferencias en prácticamente todas las dimensiones corporales. Las dimensiones longitudinales de los varones son mayores que las de las mujeres del mismo grupo, lo que puede representar hasta un 20% de diferencia.

- La raza: Las características físicas y diferencias entre los distintos grupos étnicos están determinadas por aspectos genéticos, alimenticios y ambientales entre otros.

Así, en general, los miembros de la raza negra tienen a tener piernas más largas, mientras que los orientales tienden a tener el tronco más largo. Son casos extremos la estatura de los pigmeos de África Central es de 143,8 cm, frente a 179,9 cm de los belgas. (PANERO J, 1991)

- La edad: sus efectos están relacionados con la fisiología propia del ser humano. Así, por ejemplo, se produce un acortamiento en la estatura a partir de los 50 años. También cabe resaltar que el crecimiento pleno en los hombres se alcanza en torno a los 20 años mientras que en las mujeres se alcanza unos años antes.
- La alimentación (se ha demostrado que una correcta alimentación, y la ausencia de graves enfermedades en la infancia, contribuye al desarrollo del cuerpo).

Existen tablas antropométricas de diferentes países y poblaciones. Es por tanto importante conocer la procedencia y composición de la muestra de la población, ya que puede no ajustarse a nuestras necesidades. (PANERO J, 1991)

Por otra parte, se ha de tener en cuenta que también podemos hablar de variabilidad al referirnos a un solo individuo. Es decir, el hecho de que un individuo pertenezca a un determinado percentil (P50 de altura, por ejemplo), no quiere decir necesariamente que sus demás medidas antropométricas vayan a pertenecer al citado percentil, puesto que no siempre guardamos las proporciones. Por ello cada dimensión debe considerarse independiente de las demás y ser aplicada en donde sea necesario. (PANERO J, 1991)

## **4.2.2 Ergonomía**

La ergonomía es la disciplina que se encarga del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas, de modo que coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades de los trabajadores que se verán involucrados. Busca la optimización de los tres elementos del sistema (humano – máquina ambiente), para lo cual elabora métodos de la persona, de la técnica y de la organización. (Francis, 1986)

La ergonomía analiza aquellos aspectos que abarcan al entorno artificial construido por el hombre, relacionado directamente con los actos y acciones involucrados en toda actividad de este, ayudándolo a acomodarse de una manera positiva al ambiente y composición del cuerpo humano. (Association, 2011)

En todas las aplicaciones su objetivo es común: se trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas, de manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores. Desde la perspectiva del usuario, abarca conceptos de comodidad, eficiencia, productividad, y adecuación de un objeto. (Association, 2011)

La Ergonomía Organizacional o macro ergonomía, se preocupa por la optimización de sistemas socio-técnicos, incluyendo sus estructuras organizacionales, las políticas y los procesos. (Cañas J. J., 2001)

### **4.2.2.1 Puesto de trabajo**

Su aplicación al ámbito laboral ha sido tradicionalmente el más frecuente; aunque también está muy presente en el diseño de productos y en ámbitos relacionados como la actividad del hogar, el ocio o el deporte. El diseño y adaptación de productos y entornos para personas con limitaciones funcionales (personas mayores, personas con discapacidad, etc.) es también otro ámbito de actuación de la ergonomía. (Niebel, Benjamin W. Freivalds, 2005)

Todo diseño ergonómico ha de considerar los objetivos de la organización, teniendo en cuenta aspectos como la producción, eficiencia, productividad, rentabilidad, innovación y calidad en el servicio

Los esposos Gilbreth, introdujeron el diseño del trabajo manual a través del estudio de movimientos, en lo que se conoce como Therbligs, y los veintiún principios de economía de movimientos. Los principios se clasifican en tres grupos básicos:

Estructura del músculo, fisiología muscular y organización de la fibra muscular.

- Uso del cuerpo humano
- Arreglo y condiciones del lugar de trabajo
- Diseño de herramientas y equipo

Algo muy importante es que los principios se basan en factores anatómicos, biomecánicos y fisiológicos del cuerpo humano. Estos constituyen la base científica de la ergonomía y el diseño del trabajo. Los principios tradicionales de economía de movimientos se han ampliado y ahora se le conoce como principios y guía para el diseño del trabajo:

- Diseño del trabajo manual
- Diseño de estaciones de trabajo, herramientas y equipo
- Diseño del ambiente de trabajo
- Diseño del trabajo cognitivo
- Diseño ergonómico de los muebles.

#### **4.2.2.2 Diseño del trabajo manual**

El cuerpo humano es capaz de producir movimientos debido a un sistema complejo de músculos y huesos, llamado sistema óseo-muscular. Existen tres tipos de músculos en el cuerpo humano: músculos óseos o estriados, adheridos al hueso; músculo cardíaco, que se encuentra en el corazón, y músculo suave, como el de los órganos internos y las paredes de los vasos capilares. Es necesario conocer la



conformación del sistema óseo-muscular para adentrarnos en el análisis del trabajo manual y desarrollar aplicaciones que permitan reducir los riesgos ergonómicos presentes en los puestos de trabajo. (Niebel, Benjamin W. Freivalds, 2005)

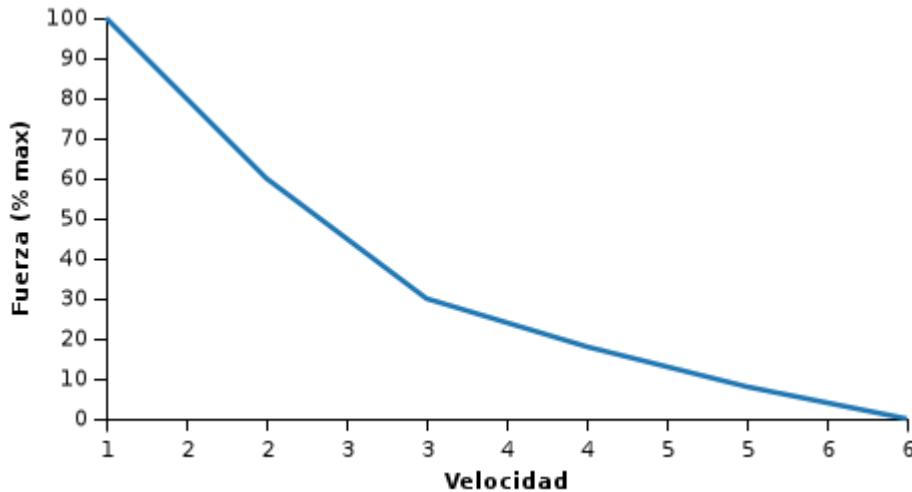


Tabla 3: Relación fuerza - velocidad del sistema óseo muscular (Fuente pendiente)

#### 4.2.2.2.1 Logro de la máxima fuerza muscular en el rango medio de movimiento

La propiedad del músculo que permite su utilización con una disminución considerable de la fuerza del músculo se conoce como *relación fuerza-longitud*. Una tarea que requiera una fuerza considerable debe realizarse en una posición óptima. Por ejemplo, la posición neutral o recta proporciona el agarre más fuerte para los movimientos de la muñeca. En la flexión del codo, la mejor posición sería con el codo doblado a un poco más de 90°. En la flexión de las plantas (como al oprimir un pedal), otra vez la posición óptima es a un poco más de 90°. (Cañas J. J., 2004)

#### 4.2.2.2.2 Logro de la máxima fuerza muscular con movimientos lentos

La fuerza es suficiente sólo para mover la masa de un segmento del cuerpo. Esta propiedad se conoce como relación fuerza-velocidad y es en especial importante cuando se trata de trabajo manual pesado. (Cañas J. J., 2004)

#### **4.2.2.2.3 Uso del momento para ayudar al trabajador siempre que sea posible**

Las estaciones de trabajo deben permitir que los operarios dejen la pieza en el área de entrega mientras sus manos están en movimiento para tomar otra componente o herramienta e iniciar un nuevo ciclo.

Peso máximo aceptable para hombres y mujeres promedio levantando cajas compactas con agarraderas.

#### **4.2.2.2.4 Diseñar tareas para optimizar la capacidad de la fuerza humana**

La capacidad de la fuerza humana depende de tres factores importantes:

- el tipo de fuerza
- el músculo o coyuntura de movimiento que se utiliza
- la postura

Existen tres tipos de esfuerzo muscular, definidos primordialmente por la manera en que se miden. Los esfuerzos musculares que redundan en movimientos del cuerpo son el resultado de una fuerza dinámica. En el caso en que el movimiento del cuerpo está restringido se obtiene una fuerza isométrica o estática. Se ha definido un tercer tipo de capacidad de fuerza muscular, la psicofísica, para situaciones en las que se requiere una demanda de fuerza durante un tiempo prolongado. (Cañas J. J., 2004)

#### **4.2.2.2.5 Uso de músculos grandes para tareas que requieren fuerza**

La fuerza en los músculos es directamente proporcional al tamaño del músculo, según lo define el área de la sección transversal (87 psi (60N/cm<sup>2</sup>) tanto para hombres como para mujeres.) (Ikai y Fukunaga, 1968). Por ejemplo, en levantamientos pesados deben usarse los músculos de piernas y tronco, y no músculos más débiles.

#### 4.2.2.2.6 Permanecer 15 % abajo de la máxima fuerza voluntaria

La fatiga muscular es un criterio muy importante, pero muy poco usado en el diseño adecuado de tareas para el operario humano. El cuerpo humano y el tejido muscular se apoyan en dos tipos primordiales de fuentes de energía, aeróbica y anaeróbica. (Cañas J. J., 2004)

Como el metabolismo anaeróbico puede suministrar energía sólo durante un período corto, el oxígeno que llega a las fibras musculares vía el flujo de sangre periférica, se vuelve crítico para determinar cuánto durarán las contracciones del músculo. Por eso toda actividad que requiera el uso de la fuerza debe estimarse con un 15 % debajo de la fuerza máxima, con el fin de no fatigar totalmente los tejidos musculares y agotar al operario, esta relación se puede modelar por:

$$T = 1.2 / (f - 0.15)^{0.618} - 1.21$$

- T = tiempo de resistencia (min)
- f = fuerza requerida, expresada como fracción de la fuerza isométrica máxima

Por ejemplo, un trabajador será capaz de resistir un nivel de fuerza de 50 % de la máxima fuerza por sólo alrededor de un minuto:

$$T = 1.2 / (0.5 - 0.15)^{0.618} - 1.21 = 1.09 \text{min}$$

#### 4.2.2.2.7 Uso de ciclos de trabajo-reposo intermitentes, frecuentes y cortos

Ya sea que se realicen contracciones estáticas repetidas (como sostener una carga con codo flexionado) o una serie de elementos de trabajo dinámicos (como mover una palanca con brazos o piernas), ha de asignarse trabajo y recuperación en ciclos cortos y frecuentes (Micro Pausas Activas). Esto se debe, en primer lugar, a un periodo rápido de recuperación inicial, que después tiende a nivelarse. Así, la mayor parte del beneficio se obtiene en un periodo relativamente corto. (Sanders, 1993)

Fuerza de empuje a la altura de la cintura aceptable.

- Pausas Activas

Un programa de realización de **Pausas Activas** dentro del horario laboral del trabajador permite mejorar las capacidades motoras, aumenta la velocidad, la coordinación y sobre todo la capacidad aeróbica. Tiene como objetivos:

- Activación del sistema respiratorio y cardiovascular
- Optimización del abastecimiento de energía y de oxígeno
- Preparación del sistema neuromuscular, del aparato locomotor pasivo y activo
- Activación de los sistemas psicovegetativos para el rendimiento
- Fuerza al alar a la altura de la cintura aceptable para hombres y mujeres.

Las pausas activas permiten:

- Mejorar la capacidad de rendimiento
- Evita, reduce o elimina los desequilibrios musculares
- Mejora la postura corporal
- Descarga las articulaciones y las preserva de molestias

Si el trabajador llega a la fatiga muscular completa (o de todo el cuerpo), la recuperación completa necesitará un tiempo más largo, quizá varias horas.

#### **4.2.2.2.8 Diseño de tareas para que la mayoría de los trabajadores puedan realizarlas**

Para un grupo dado de músculos, existe un intervalo considerable de fuerza en la población adulta, sana y normal, donde el más fuerte es de cinco a ocho veces más fuerte que el más débil. La diferencia es mayor para la fuerza de las extremidades superiores y menor en las inferiores. Sin embargo, la causa primordial de este efecto es el tamaño del cuerpo (es decir, la masa muscular total) y no sólo el sexo; la mujer promedio es considerablemente más pequeña y ligera que el hombre promedio. Todavía más, con la amplia distribución para la fuerza de un músculo dado, existen

numerosas mujeres más fuertes que muchos hombres. En términos de edad, la fuerza muscular parece tener un pico alrededor de los 25 años y después decrece linealmente de 20 a 25 % para los 60 años. La disminución de la fuerza se debe a la reducción de masa muscular y la pérdida de fibras musculares. (Sanders, 1993)

#### **4.2.2.2.9 Uso de poca fuerza para movimientos precisos o control motriz fino**

Las contracciones de los músculos se inician por una inervación neuronal desde el cerebro y columna vertebral, que juntos forman el sistema nervioso central. La actividad eléctrica de los músculos, llamada *electromiograma (EMG)*, es una medida útil de la actividad muscular local. Una neurona motora o célula nerviosa típica que llega al músculo desde el sistema nervioso central puede tener conexión con varios cientos de fibras musculares. La tasa de inervación del número de fibras por neurona va de menos de 10 en los músculos pequeños del ojo a más de 1000 en los músculos grandes y puede variar de manera considerable aun dentro de los mismos músculos. Este arreglo funcional se llama *unidad motora* y tiene implicaciones importantes en el control del movimiento. (Sanders, 1993)

#### **4.2.2.2.10 No deben intentarse movimientos precisos o de control fino justo después del trabajo pesado**

Levantar contenedores con partes pesadas requiere seleccionar las unidades motoras pequeñas, al igual que las grandes para generar las fuerzas musculares necesarias. Durante el levantamiento y reabastecimiento, algunas unidades motoras se fatigan y se seleccionan otras para compensar. Cuando el operario termina de reabastecer los contenedores y regresa al trabajo preciso de ensamble, algunas unidades motoras, que incluyen las de precisión pequeña, no están disponibles. Es decir, el utilizar músculos grandes en primera instancia para realizar tareas pesadas en la estación de trabajo ocasionará que cuando se vaya a hacer uso de los movimientos de control fino para ejecutar tareas de precisión, la respuesta muscular no será la correcta por qué ya existe una fatiga previa mayor. (Sanders, 1993)

#### **4.2.2.2.11 El uso de movimientos balísticos de velocidad**

La inervación cruzada de agonistas y antagonistas siempre ocurre a través de reflejos espinales. Esto minimiza conflictos innecesarios entre los músculos, lo mismo que el gasto excesivo de energía consecuente. Es decir, es preferible usar movimientos donde se describa una trayectoria balística o en forma de parábola, desde el centro hacia afuera y desde afuera hacia el centro, que los movimientos inexactos y con cambios repentinos y bruscos. (Sanders, 1993)

#### **4.2.2.2.12 Inicio y terminación de movimientos con ambas manos al mismo tiempo**

Cuando la mano derecha trabaja en su área normal a la derecha del cuerpo y la izquierda en la suya, a la izquierda del cuerpo, el sentimiento de balance tiende a inducir un ritmo en el desempeño del operario, que lo lleva a la máxima productividad. La mano izquierda en personas derechas puede ser tan efectiva como la derecha y debe usarse. Las dos manos no deben quedar ociosas, excepto durante los periodos de descanso. (Sanders, 1993)

#### **4.2.2.2.13 Movimientos simétricos y simultáneos de ambas manos desde y hacia el centro del cuerpo**

Es natural que ambas manos se muevan en patrones simétricos. Las desviaciones de la simetría es una estación de trabajo a dos manos conducen a movimientos incómodos del operario. Muchas personas están familiarizadas con la dificultad de dar pequeños golpes al estómago con la mano izquierda y sobar la parte superior de la cabeza con la derecha. Otro experimento que ilustra la dificultad de realizar operaciones no simétricas es intentar dibujar un círculo con la mano izquierda y un cuadrado con la derecha. (Sanders, 1993)

#### **4.2.2.2.14 Uso del ritmo natural del cuerpo**

Los reflejos de la espina que excitan o inhiben músculos, también llevan a ritmos naturales en el movimiento de los segmentos del cuerpo que se pueden comparar con los sistemas de masa-resorte-amortiguador de segundo orden, donde los

segmentos del cuerpo proporcionan la masa y el músculo tiene resistencia y amortiguamiento internos. (Sanders, 1993)

La frecuencia natural es esencial para el desempeño suave y automático de una tarea. Drillis (1963) estudió una variedad de tareas manuales muy comunes y sugirió tiempos de trabajo óptimos, de la siguiente manera:

- Limado de metal 60-78 pasadas por minuto
- Cortes 60 pasadas por minuto
- Palanca con la mano 35 revoluciones por minuto
- Palanca con la pierna 60-72 revoluciones por minuto
- Palear 14-17 paleadas por minuto

#### **4.2.2.2.15 Uso de movimientos curvos continuos**

Debido a la naturaleza de los ligamentos que unen los segmentos del cuerpo (que se aproximan a juntas de pasador), es más sencillo para las personas producir movimientos curvos, es decir, pivotear alrededor de una coyuntura. Los movimientos en línea recta que involucran cambios agudos y repentinos en su dirección requieren más tiempo y son menos precisos. Esta ley se demuestra con facilidad al mover cualquiera de las dos manos con un patrón rectangular, y después con uno circular de magnitudes aproximadas. Los movimientos curvos continuos no requieren desaceleración y, en consecuencia, se realizan más rápido por unidad de distancia. (Sanders, 1993)

#### **4.2.2.2.16 Uso de la clasificación de movimientos práctica más baja**

Esta clasificación de movimientos finalmente termina convirtiéndose en ley fundamental de la economía de movimientos, para ejecutar un adecuado estudio de métodos. (Sanders, 1993)

- Los **movimientos de los dedos**, o **movimientos de primera clase**, son los más rápidos de los cinco tipos y se reconocen con facilidad porque se realizan moviendo el o los dedos mientras el resto del brazo permanece

inmóvil. Los movimientos típicos de los dedos son enroscar una tuerca en un tornillo, presionar las teclas de una máquina de escribir o tomar una parte pequeña. (GILBERTH, 1996)

- Los **movimientos de dedos y muñecas** se hacen mientras el brazo y antebrazo están quieto, y se conocen como **movimientos de clase dos**. Los movimientos típicos de dedos y muñecas ocurren al colocar una parte en un dispositivo o al ensamblar partes. (GILBERTH, 1996) (Sanders, 1993)
- Los **movimientos de dedos, muñecas y parte bajan del brazo** se conocen como **movimientos del antebrazo de clase tres**, e incluyen aquellos realizados por el brazo abajo del codo cuando la parte superior no se mueve. Como el antebrazo incluye un músculo fuerte, esos movimientos no se consideran eficientes porque no son fatigantes. Sin embargo, el trabajo repetitivo con fuerza de los brazos extendidos puede inducir hinchazón, que se alivia diseñando la estación de trabajo de manera que los codos estén a 90° al realizar la tarea. (Sanders, 1993) (GILBERTH, 1996)
- Los **movimientos de dedos, muñeca, parte baja y parte alta del brazo** se conocen como **movimientos de clase cuatro o de hombro**, y quizá se usen más que los de cualquier otra clase. Este movimiento, para una distancia dada, toma mucho más tiempo que los movimientos de las tres clases anteriores. Se requiere para realizar movimientos de transporte de partes que no es posible alcanzar sin extender el brazo. (GILBERTH, 1996) (Sanders, 1993)
- Los **movimientos de clase cinco** incluyen movimientos del cuerpo, que son los más tardados. Los movimientos del cuerpo incluyen tobillo, rodilla y muslo, al igual que el tronco.

Los movimientos de clase uno, requieren el menor esfuerzo y tiempo, mientras que los de clase cinco se consideran los menos eficientes. Así, siempre debe utilizarse



el movimiento de clasificación menor para realizar un trabajo adecuado. (Sanders, 1993) (GILBERTH, 1996)

#### **4.2.2.2.17 Trabajo con manos y pies al mismo tiempo**

Dado que las manos son más hábiles que los pies, no sería inteligente hacer que los pies trabajaran mientras las manos están quietas. Con frecuencia se pueden arreglar dispositivos como pedales que permitan sujeciones, expulsiones o alimentaciones, y liberar las manos para otros trabajos más útiles y, en consecuencia, disminuir el tiempo de ciclo. Cuando las manos se mueven, los pies no deben hacerlo, ya que es difícil el movimiento simultáneo de manos y pies; pero los pies pueden estar aplicando presión sobre algo como un pedal. Además, el operario debe estar sentado, pues no es sencillo operar un pedal de pie, y aguantar todo el peso del cuerpo en el otro pie. (GILBERTH, 1996)

### **4.3 MARCO TEÓRICO**

#### **4.3.1 Medidas Antropométricas para los colombianos**

Todas las variables cuantitativas que signifiquen medición con antropómetro, compás de corredera y cinta métrica se tomaron en centímetros con sus respectivos decimales; las variables tomadas con calibrador de pliegues cutáneos (adipómetro) se registraron en milímetros y sus decimales; la masa corporal se registró en kilogramos con sus decimales. (AVILA, 2007)

#### **Descripción de las posturas de medición**

Las medidas se toman con el sujeto en ropa de laboratorio y/o ropa interior (anchuras de la cabeza y el tronco, larguras, por ejemplo) y sin zapatos, se palpan y se ubican los puntos anatómicos de referencia, en algunas dimensiones se marcan además (alturas de las extremidades), se toman del lado derecho del cuerpo. (AVILA, 2007)

Cuando se toman de pie, el sujeto debe mantener la posición estándar erecta o con modificaciones de ella, pero manteniendo el eje vertical del cuerpo. En las mediciones en postura sedente, el sujeto se sienta en una superficie firme, fuerte y lisa, manteniendo un ángulo de 90° entre el tronco y los muslos. (AVILA, 2007)

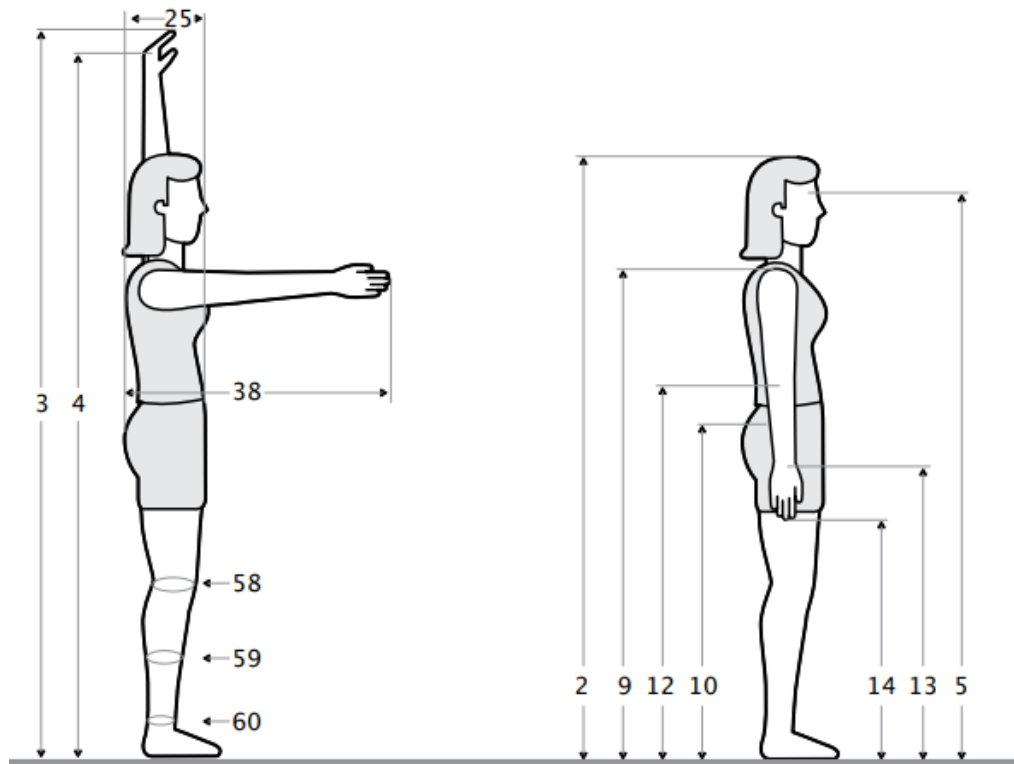


Figura 7: Dimensiones antropométricas población femenina laboral (Fuente Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: Colombia)

Dimensiones	20 - 29 años (n= 233)						30 - 39 años (n= 256)					
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles				
			5	50	95			5	50	95		
1 Masa corporal (Kg)	56.6	8.85	45.2	55.3	71.4	59.3	8.57	46.9	58.9	74.5		
2 Estatura (cm)	156.9	5.80	148.0	156.3	166.4	155.8	5.43	148.3	155.6	166.1		
3 Alcance vertical máximo	196.2	8.08	184.5	195.7	209.4	195.1	7.67	184.1	194.9	209.5		
4 Alcance vertical con asimiento	182.3	7.61	171.0	181.6	194.8	181.7	7.38	170.6	181.9	195.1		
5 Altura de los ojos	146.3	5.65	137.5	146.1	155.4	145.4	5.23	137.9	145.0	154.9		
9 Altura acromial	128.0	5.05	120.3	127.8	136.3	127.3	4.85	120.3	126.8	135.8		
10 Altura cresta ilíaca medial	93.4	4.25	86.7	93.5	100.5	92.6	4.24	86.6	92.2	100.5		
12 Altura radial	98.9	4.04	92.7	98.8	105.6	98.3	3.86	92.3	97.9	105.0		
13 Altura estiloidea	75.8	3.30	70.5	75.5	81.3	75.3	3.19	70.4	75.1	80.6		
14 Altura dactilea dedo medio	59.9	2.88	55.1	59.8	64.8	59.5	2.75	55.0	59.2	64.0		
25 Anchura del tórax	17.6	1.65	15.2	17.5	20.8	18.4	1.75	15.5	18.5	21.5		
38 Alcance anterior brazo	65.4	3.11	61.0	65.2	70.7	65.7	3.12	60.9	65.6	71.3		
58 Perímetro rodilla media	34.8	2.60	31.3	34.8	39.4	35.4	2.58	31.4	35.2	40.3		
59 Perímetro pierna media	33.7	2.57	30.0	33.6	38.1	34.1	2.39	30.5	34.0	38.6		
60 Perímetro supramaleolar	20.5	1.45	18.3	20.4	23.0	20.5	1.27	18.5	20.6	22.8		

Tabla 4: Medidas en posición de pie, población laboral, sexo femenino de 20 a 39 años (Fuente – Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana)

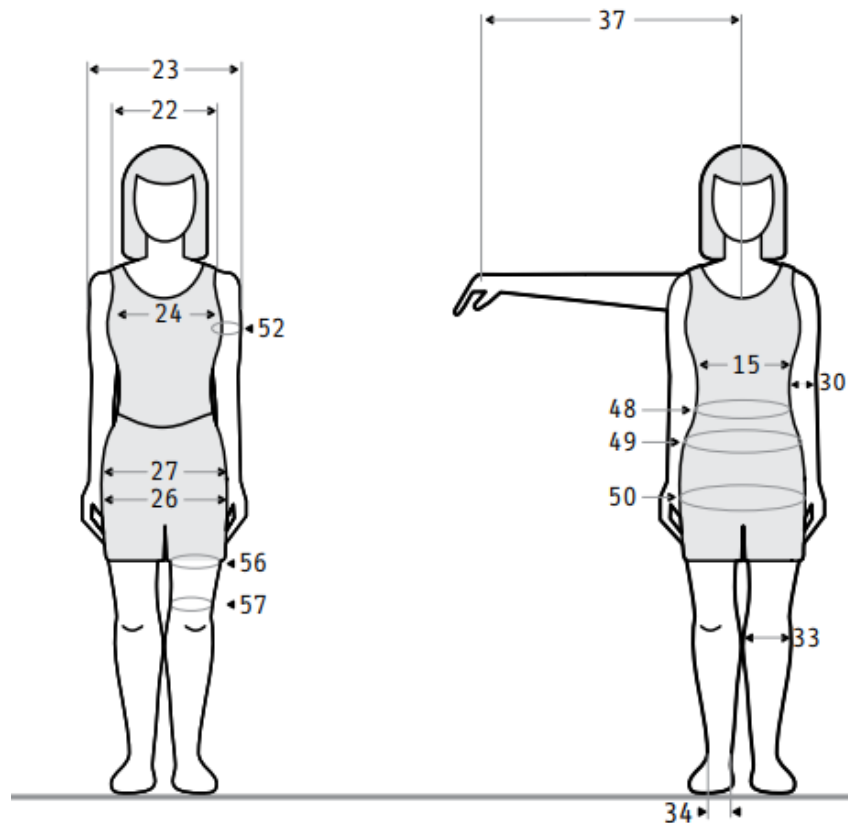


Figura 8: Dimensiones antropométricas población femenina laboral 2 (Fuente Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: Colombia)

Dimensiones	20 - 29 años (n 233)					30 - 39 años (n= 256)				
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95
22 Anchura biacromial	35.1	1.71	32.3	35.2	37.7	35.0	1.72	32.0	35.0	38.0
23 Anchura bideltoidea	41.4	2.55	37.6	41.4	46.1	42.2	2.61	37.5	42.2	46.8
24 Anchura transversal tórax	26.0	1.95	23.1	26.0	30.0	26.5	1.91	23.7	26.4	30.0
26 Anchura bicrestal	24.8	2.30	21.6	24.7	28.8	25.4	2.34	21.6	25.5	29.2
27 Anchura bitrocanterea	31.7	2.03	28.4	31.6	35.4	32.1	1.99	29.0	32.1	35.7
30 Anchura del codo	5.8	0.34	5.4	5.9	6.5	5.9	0.35	5.4	6.0	6.6
33 Anchura de la rodilla	9.0	0.61	8.2	9.0	10.1	9.1	0.61	8.3	9.1	10.4
34 Anchura bimaleolar	6.5	0.34	6.0	6.5	7.1	6.4	0.31	6.0	6.5	7.0
37 Largura lateral brazo	70.3	3.01	65.3	70.1	75.8	70.0	2.96	65.5	69.9	75.3
48 Perímetro de la cintura	71.5	7.09	61.5	70.6	85.4	75.9	7.85	64.9	74.9	89.8
49 Perímetro umbilical	80.8	8.13	68.3	80.0	94.8	85.9	8.16	73.5	85.3	100.8
50 Perímetro gluteal	95.0	6.68	85.7	94.3	106.8	97.3	6.41	87.8	96.6	109.3
52 Perímetro brazo	26.5	2.59	23.0	26.3	31.4	27.8	2.78	23.3	27.9	33.1
53 Perímetro antebrazo	22.9	1.63	20.6	22.8	25.6	23.4	1.71	20.9	23.4	26.5
56 Perímetro muslo superior	55.0	4.80	47.9	54.5	63.8	56.2	4.57	48.9	56.2	64.4
57 Perímetro muslo medio	50.3	4.40	44.3	50.2	58.2	51.4	4.24	44.7	51.1	59.4

Tabla 5: Medidas en posición de pie, población laboral, sexo femenino de 20 a 39 años (Fuente – Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana)

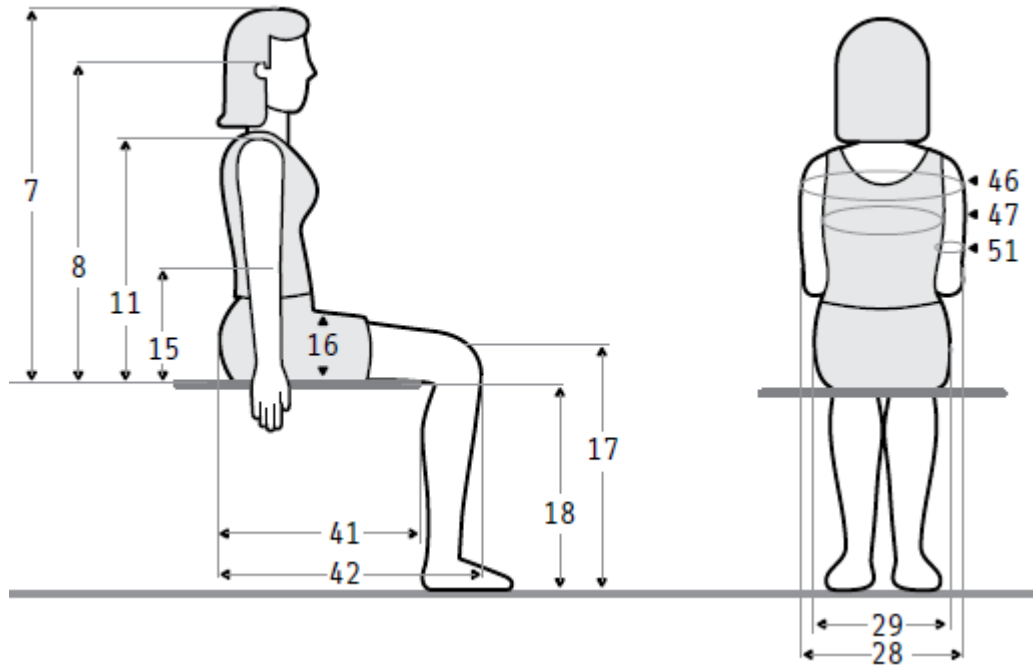


Figura 9: Dimensiones antropométricas población femenina en posición sedente (Fuente - Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: Colombia)

Dimensiones	20 - 29 años (n 233)					30 - 39 años (n= 256)					
	χ̄	D.E.	Percentiles			χ̄	D.E.	Percentiles			
			5	50	95			5	50	95	
6	Altura sentado normal	82.5	3.01	77.4	82.4	87.1	81.9	2.80	77.4	81.7	86.7
7	Altura sentado erguido	83.7	2.80	78.8	83.6	88.4	83.0	2.59	79.0	82.9	87.7
8	Altura de los ojos	73.4	2.82	68.7	73.4	78.2	73.0	2.58	68.7	72.9	77.4
11	Altura acromial	55.4	2.30	52.1	55.5	59.2	55.0	2.21	51.3	55.1	58.5
15	Altura radial	23.3	2.06	20.1	23.4	26.7	23.0	2.11	19.3	23.2	26.4
16	Altura del muslo	13.9	1.22	12.1	13.8	16.2	14.0	1.25	11.9	14.1	16.3
17	Altura de la rodilla	48.5	2.32	45.2	48.5	52.4	48.4	2.29	45.2	48.4	52.4
18	Altura de la fosa poplítea	38.6	1.91	35.9	38.5	42.0	38.3	1.98	35.5	38.4	41.6
28	Anchura codo a codo	39.0	4.09	33.0	38.9	46.6	40.9	4.16	34.6	40.4	48.0
29	Anchura de las caderas	36.8	2.98	32.4	36.8	42.1	37.4	2.80	32.6	37.5	42.4
41	Largura nalga - fosa poplítea	45.8	2.62	41.6	45.6	49.9	46.2	2.69	42.1	46.0	50.8
42	Largura nalga - rodilla	54.7	2.64	50.8	54.4	59.2	55.0	2.52	51.2	55.0	59.5
46	Perímetro bideltóideo	101.4	6.12	91.9	101.0	113.1	103.8	6.63	92.7	103.3	115.8
47	Perímetro Mesoesternal	86.2	5.58	77.3	85.5	96.5	88.4	6.07	78.6	88.4	99.5
51	Perímetro brazo flexionado	26.6	2.55	23.1	26.4	31.0	27.9	2.71	23.5	27.7	32.5

Tabla 6: Medidas en posición sedente, población laboral, sexo femenino de 20 a 39 años (Fuente – Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana)

#### 4.3.1.1 Regla del Codo

Se debe ajustar la altura de trabajo a cada trabajador, situándolo al nivel de los codos o ligeramente más abajo. Si la superficie de trabajo está demasiado alta, los brazos deben mantenerse en alto, por lo que se pueden producir dolores en los hombros y el cuello; si está demasiado baja es posible que aparezca dolor en las lumbares. (Sociales, 2000)

**Trabajadores sentados:** la altura de la superficie de trabajo debería estar al nivel de los codos; ligeramente por debajo del nivel de los codos si se aplican fuerzas hacia abajo. Si se utiliza un teclado, la altura en la que actúan los dedos debería estar al nivel de los codos, o ligeramente por debajo. Debe hacerse una excepción para trabajos de precisión, en los que el objeto puede estar algo más arriba de los codos, en este caso se proporcionaría un apoyabrazos. (Sociales, 2000)

**Trabajadores de pie:** la mano debería estar algo por debajo de los codos. Si el trabajo exige una alta precisión visual, la superficie de trabajo debería estar entre 10-12 cm sobre el nivel del codo. Si exige apoyo manual entre 5-7 cm sobre el nivel del codo. Si exige poder mover libremente las manos, la altura del plano de trabajo debe estar ligeramente por debajo del nivel del codo. Si el trabajo requiere el manejo de materiales pesados la superficie de trabajo se situará entre 10-30 cm por debajo del nivel del codo. (Sociales, 2000)

#### 4.3.2 Evaluación Ergonómica de un Puesto de Trabajo

La evaluación ergonómica tiene por objeto detectar el nivel de presencia, en los puestos evaluados, de **factores de riesgo** para la aparición, en los trabajadores que los ocupan, de problemas de salud de tipo **di ergonómico**. Existen diversos estudios que relacionan estos problemas de salud de origen laboral con la presencia, en un determinado nivel, de dichos factores de riesgo. Es por lo tanto necesario llevar a cabo **evaluaciones ergonómicas** de los puestos para detectar el nivel de dichos factores de riesgo. Aunque las legislaciones de cada país son más o menos exigentes, es obligación de las empresas identificar la existencia de

peligros derivados de la presencia de elevados riesgos ergonómicos en sus puestos de trabajo. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

En general existen dos niveles de análisis: el análisis de las condiciones de trabajo para la identificación de riesgos (**nivel básico**), y la evaluación de los riesgos ergonómicos en caso de ser detectados (**nivel avanzado**). (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

A **identificación inicial de riesgos** (nivel de análisis básico) permite la detección de factores de riesgo en los puestos. En caso de ser estos detectados se procederá con el nivel avanzado. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

Buenos indicadores de la presencia de riesgos son, por ejemplo: la presencia de lesiones agudas (lumbalgias, fatiga física, hernias discales, ciáticas...), lesiones crónicas (epicondilitis, síndrome del túnel carpiano...), o enfermedades profesionales entre los trabajadores de un determinado puesto. El análisis estadístico de los registros médicos de la empresa puede ser de gran ayuda para esta detección inicial de riesgos. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

Para llevar a cabo la identificación inicial de riesgos es conveniente el empleo de listas de identificación de riesgos como la "**Lista de comprobación ergonómica**" o el "Manual para la evaluación y prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales en la PYME del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España". La aplicación de las listas de identificación inicial de riesgos parte de la agrupación de los puestos de la empresa que tengan características similares en cuanto a tareas realizadas, diseño del puesto y condiciones ambientales. En una segunda fase se aplica la lista de identificación de riesgos a cada puesto o a cada tipo de puestos si han sido agrupados. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

En el nivel avanzado de análisis se evalúan la amplitud de los factores de riesgo detectados (mediante la evaluación inicial de riesgos si se ha realizado previamente). Para evaluar el nivel de riesgo asociado a un determinado factor de riesgo existen diversos métodos para apoyar al evaluador. Cada factor de riesgo puede estar presente en un puesto en diferentes niveles. Así, por ejemplo, debe evaluarse si la repetitividad de movimientos, que es un factor de riesgo para la aparición de Trastornos Músculo Esqueléticos (TMEs) en la zona cuello - hombros, presenta un nivel suficiente en el puesto evaluado como para considerar necesaria una actuación ergonómica. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

La labor realizada por un trabajador en un puesto puede ser diversa, es decir, el trabajador puede llevar a cabo tareas muy distintas en un mismo puesto. Una consecuencia directa de esto es que lo que debe ser evaluado son las **tareas** realizadas, más que el puesto en su conjunto. Así pues, se debe llevar a cabo un desglose del trabajo realizado por el trabajador en distintas tareas, **evaluando por separado cada una de ellas**, aunque manteniendo una visión del conjunto. Desglosado el trabajo en tareas se establecerán los **factores de riesgo** presentes y, finalmente, qué métodos son de aplicación para la valoración de cada tarea. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

Evaluar un puesto de trabajo suele requerir de la aplicación de varios métodos de evaluación, dado que en un mismo puesto pueden existir diversas tareas y en cada tarea diversos factores de riesgo presentes. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

#### **4.3.3 Método Ergonómico LCE: Lista de Comprobación Ergonómica**

La lista de comprobación de riesgos ergonómicos es una herramienta que tiene como objetivo principal contribuir a una aplicación sistemática de los principios ergonómicos. Fue desarrollada con el propósito de ofrecer soluciones prácticas y



de bajo coste a los problemas ergonómicos, particularmente para la pequeña y mediana empresa. Pretende mejorar las condiciones de trabajo de una manera sencilla, a través de la mejora de la seguridad, la salud y la eficiencia. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

Se trata de una herramienta especialmente adecuada para llevar a cabo una evaluación de nivel básico (o **identificación inicial de riesgos**) previa a la evaluación de nivel avanzado. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

La Lista de Comprobación surgió de la colaboración entre la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) y la Asociación Internacional de Ergonomía (AIE). En el año 1991, el Technology Transfer Committee de la AIE, designó a un grupo de expertos para crear un borrador del documento y elaborar la mayor parte del material. Los expertos identificaron diferentes áreas principales en las que la contribución de la Ergonomía a las condiciones de trabajo fue considerada como algo muy importante para las pequeñas empresas. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

En la elaboración de los puntos de comprobación se buscó ayudar a los usuarios a resolver problemas ofreciendo soluciones. Por ello, se intentó reducir la parte analítica en favor de las soluciones prácticas. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

La lista de comprobación está dirigida a quienes deseen mejorar las condiciones de trabajo por medio de un análisis sistematizado y una búsqueda de soluciones prácticas a problemas específicos. Los puntos de comprobación han sido desarrollados para uso de gran variedad de usuarios: empresarios, supervisores, trabajadores, ingenieros, profesionales de la Salud y Seguridad, formadores e instructores, inspectores, "extension workers", ergónomos, diseñadores de lugares de trabajo y otras personas que puedan estar interesadas en mejorar los lugares,

equipos y condiciones de trabajo. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

La lista cubre todos los principales factores ergonómicos de los lugares de trabajo, lo que ayudará a supervisarlos de manera organizada. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

#### **4.3.4 Calificación del desempeño – toma de tiempos**

Es el proceso por el cual se estima el rendimiento global del empleado. Su objetivo es proporcionar una descripción precisa del desempeño del empleado durante el pasado o del potencial de su desempeño futuro. (Sanders, 1993)

Proporciona medidas y disposiciones orientadas a mejorar el comportamiento de los subordinados. Evaluar el desempeño y comportamiento de los subordinados con base a un sistema de medición Conocer las expectativas de su jefe acerca de su desempeño y Adquiere condiciones para hacer autoevaluaciones y autocríticas Estar en condiciones de evaluar su potencial humano a corto, mediano y largo plazo. Identifica a los trabajadores que necesitan reciclaje y/o perfeccionamiento. (Niebel, Benjamin W. Freivalds, 2005) (Diego-Mas J. A., Evaluación Postural Mediante El Método OWAS, 2015)

- Usar calificaciones para ajustar los tiempos observados a los esperados con un desempeño estándar.
- La calificación de la velocidad es el método más rápido y sencillo.
- En los estudios con elementos largos, calificar cada uno por separado.
- Para aquellos estudios con elementos cortos, calificar el estudio completo.

$$\text{Tiempo Normal (TN)} = \frac{\text{Tiempo observado (TO)} * \text{Factor de Calificación de desempeño (C)}}{100}$$

#### 4.3.5 Método ergonómico OCRA: Occupational Repetitive Action

**Check List OCRA** permite valorar el riesgo asociado al **trabajo repetitivo**. El método mide el nivel de riesgo en función de la probabilidad de aparición de trastornos músculo-esqueléticos en un determinado tiempo, centrándose en la valoración del riesgo en los miembros superiores del cuerpo. (Diego-Mas J. A., 2015)

Check List OCRA es una herramienta derivada del método OCRA desarrollado por los mismos autores. El método OCRA (*Occupational Repetitive Action*) considera en la valoración los factores de riesgo recomendados por la IEA (International Ergonomics Association): repetitividad, posturas inadecuadas o estáticas, fuerzas, movimientos forzados y la falta de descansos o periodos de recuperación, valorándolos a lo largo del tiempo de actividad del trabajador. Considera otros factores influyentes como las vibraciones, la exposición al frío o los ritmos de trabajo. Por ello, existe consenso internacional en emplear el método OCRA para la valoración del riesgo por trabajo repetitivo en los miembros superiores, y su uso es recomendado en las normas ISO 11228-3 y EN 1005-5. (Diego-Mas J. A., 2015)

A pesar de resultar el método de referencia para la valoración del trabajo repetitivo, la aplicación del método OCRA es complicada y laboriosa. El nivel de detalle de los resultados de OCRA, es directamente proporcional a la cantidad de información requerida y a la complejidad de los cálculos necesarios. El método abreviado Check List OCRA permite, con menor esfuerzo, obtener un resultado básico de valoración del riesgo por movimientos repetitivos de los miembros superiores, previniendo sobre la urgencia de realizar estudios más detallados. Existe una elevada correlación entre los resultados obtenidos por los dos métodos, por lo que Check List OCRA se ha convertido en la herramienta más adecuada para realizar una primera evaluación del riesgo y así queda recogido en la ISO/NP TR 12295. (Diego-Mas J. A., 2015)

El Check List OCRA realiza un detallado análisis de los factores de riesgo relacionados con el puesto de trabajo. Para obtener este nivel de riesgo se analizan los diferentes factores de riesgo de forma independiente, ponderando su valoración por el tiempo durante el cual cada factor de riesgo está presente dentro del tiempo total de la tarea. De esta forma se puntúan los diferentes factores de riesgo, empleando escalas que pueden ser distintas para cada uno. Las más frecuentes oscilan entre 1 y 10, pero otras pueden alcanzar valores superiores. A partir de los valores de las puntuaciones de cada factor se obtiene el Índice Check List OCRA (*ICKL*), valor numérico que permite clasificar el riesgo como *Optimo, Aceptable, Muy Ligero, Ligero, Medio* o *Alto*. A partir de esta clasificación del riesgo, se sugieren acciones correctivas como llevar a cabo mejoras del puesto, la necesidad de supervisión médica o el entrenamiento específico de los trabajadores para ocupar el puesto. (Diego-Mas J. A., 2015)

En general, el método analiza el riesgo de los puestos con una ocupación genérica de 8 horas por jornada (riesgo del puesto a jornada completa), sin embargo, un trabajador puede ocupar el puesto un número menor de horas, puede ocupar varios puestos en una jornada o rotar entre varios puestos. En estos casos puede obtenerse el riesgo al que se somete el trabajador calculando el riesgo a jornada completa de los puestos que ocupa y ponderándolos por el tiempo que ocupa cada uno de ellos. Así pues, el método permite evaluar el riesgo asociado a un puesto, a un conjunto de puestos y, por extensión, el riesgo de exposición para un trabajador que ocupa un sólo puesto o bien que rota entre varios puestos. (Diego-Mas J. A., 2015)

La consideración del tiempo es fundamental en el método Check List OCRA. La importancia de los factores de riesgo se valora considerando el tiempo durante el cual están presentes en la actividad desarrollada en el puesto. Además, no todos los trabajos llevados a cabo en el puesto han de ser necesariamente repetitivos, por lo que el método considera la duración real neta del trabajo repetitivo. Por otra parte,

el tiempo de ocupación real del puesto por el trabajador y la duración de las pausas y descansos también son consideradas en el análisis. (Diego-Mas J. A., 2015)

Otra característica importante del Check List OCRA es su sencillez y rapidez de aplicación frente al método OCRA. La evaluación de un puesto con un ciclo de trabajo de unos 15 segundos puede realizarse en 3-4 minutos. Para un ciclo de 15 minutos, el tiempo de evaluación puede aproximarse a 30 minutos incluyendo tareas adicionales de registro de la información (mapas de riesgo, software, videos, etc....). (Diego-Mas J. A., 2015)

Por otra parte, el cálculo de los factores de riesgo de forma independiente ofrece puntuaciones para cada uno de ellos, lo que permite al evaluador conocer cuánto aportan al riesgo total y guiarle en el proceso de mejora de las condiciones del puesto. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

#### **4.3.6 Método ergonómico OWAS: Ovako Working Analysis System**

El método Owas permite la valoración de la carga física derivada de las posturas adoptadas durante el trabajo. A diferencia de otros métodos de evaluación postural como Rula o Reba, que valoran posturas individuales, Owas se caracteriza por su capacidad de valorar de forma global todas las posturas adoptadas durante el desempeño de la tarea. Como contrapartida, Owas proporciona valoraciones menos precisas que los anteriores. Es esta capacidad de considerar múltiples posturas a lo largo del tiempo, la que hace que Owas, a pesar de ser un método relativamente antiguo, continúe siendo en la actualidad uno de los más empleados en la evaluación de la carga postural. (Diego-Mas J. A., Evaluación Postural Mediante El Método OWAS, 2015)

Owas fue desarrollado en 1977 por un grupo de ergónomos, ingenieros y trabajadores del sector del acero en Finlandia. El método, desarrollado inicialmente para dicho sector, resultó extrapolable a otros ámbitos de trabajo, y fue adoptado rápidamente por su sencillez de aplicación y porque en 1991 apareció una versión

informatizada, siendo uno de los primeros softwares para la evaluación ergonómica a disposición de los ergónomos. (Diego-Mas J. A., Evaluación Postural Mediante El Método OWAS, 2015)

A lo largo del tiempo un gran número de estudios científicos han avalado los resultados proporcionados por el método en ámbitos laborales tan dispares como la medicina, la industria petrolífera o la agricultura, y los análisis de validación de resultados han demostrado que estos son correctos si se cumplen las condiciones de aplicación. (Diego-Mas J. A., Evaluación Postural Mediante El Método OWAS, 2015).

- **Fundamentos del método**

El método Owas es un método observacional, es decir, parte de la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea a intervalos regulares. Las posturas observadas son clasificadas en **252 posibles combinaciones** según la posición de la **espalda**, los **brazos**, y las **piernas** del trabajador, además de la magnitud de la **carga** que manipula mientras adopta la postura. (Diego-Mas J. A., Evaluación Postural Mediante El Método OWAS, 2015)

Cada postura observada es clasificada asignándole un **código de postura**. A partir del código de cada postura se obtiene una valoración del riesgo o incomodidad que supone su adopción asignándole una **Categoría de riesgo** (Owas distingue cuatro Niveles o Categorías de riesgo para cada postura). (Diego-Mas J. A., Evaluación Postural Mediante El Método OWAS, 2015)

Así pues, realizada la codificación de las posturas, el método determina la *Categoría de riesgo* de cada una de ellas individualmente. Posteriormente se evalúa el riesgo o incomodidad para cada parte del cuerpo (espalda, brazos y piernas) de forma global, es decir, considerando todas las posturas adoptadas. Para ello se asigna una *Categoría de riesgo* a cada parte del cuerpo en función de la frecuencia relativa

de las diversas posiciones que adoptan en las diferentes posturas observadas. (Diego-Mas J. A., Evaluación Postural Mediante El Método OWAS, 2015)

Finalmente, el análisis de las *Categorías de riesgo* calculadas para cada postura observada, así como para las distintas partes del cuerpo de forma global, permitirá identificar las posturas y posiciones más críticas, así como las acciones correctivas necesarias para mejorar el puesto. (Diego-Mas J. A., Evaluación Postural Mediante El Método OWAS, 2015)

#### **4.4 MARCO LEGAL**

Se tienen en cuenta los siguientes decretos y normas de la legislación colombiana:

- Decreto 614 de 1984. Por el cual determina las bases para la organización y administración de Salud Ocupacional en el país". Artículo 30. Define que en las empresas se deben "desarrollar programas de vigilancia epidemiológica de enfermedades profesionales, patología relacionada con el trabajo y ausentismo por tales causas".
- Decreto 1295 del 22 de junio 1994. Por el cual se determina la organización y administración del sistema general de riesgos profesionales con el fin de prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades profesionales y los accidentes de trabajo.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5649 de 2008. Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales
- Norma Técnica Colombiana NTC 5654 de 2008. Requisitos generales para el establecimiento de una base de datos antropométricos.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5655 de 2008. Principios para el diseño ergonómico de sistema de trabajo.

- Norma Técnica Colombiana NTC 5723 de 2009. Evaluación de posturas de trabajo estáticas.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

La **población** son los 15 operarios de la planta de producción, en los cuales hay 6 hombres y 9 mujeres.

La **muestra** son 4 operarias fijas que están en la sección de empaque de sachets.

### 5.2 MÉTODOLOGÍA 1: ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

#### 5.2.1. Tipo de producción

#### 5.2.2. Procesos

#### 5.2.3. Diagrama de recorrido

#### 5.2.4. Conclusiones

### 5.3 METODOLOGÍA 2: ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL PUESTO DE TRABAJO

#### 5.3.1. Empresa

- Sector productivo
- Estructura jerárquica
- Turnos y Horarios
- Planificación y organización de tiempos de trabajo. ¿Cómo y por qué?



- Estructura sindical

### **5.3.2. Características y factores**

- Productos y procesos
- # de trabajadores en el puesto
- Pausas
- Horas extra

### **5.3.3. Entorno físico - Lista de Chequeo**

- Aplicación de la lista de chequeo
- Análisis

### **5.3.4. Descripción de las funciones**

- Descripción de las tareas
- Análisis de las tareas
- Factores de riesgo presentes

### **5.3.5. Toma de datos y mediciones**

- Ángulos
- Análisis de Usuario

### **5.3.6. Selección de métodos ergonómicos**

### **5.3.7. Aplicación de los métodos ergonómicos**

## 6. DESARROLLO DE LA METODOLOGIA

### 6.1 METODOLOGÍA 1: ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

#### 6.1.1 Tipo de producción

##### 6.1.1.1 Fabricación en Lotes

Se utiliza este sistema de producción para reducir el costo por hora de cada uno de los procesos, teniendo en cuenta que cuantas más piezas produce un determinado proceso, su costo por hora se reduce. No obstante, no considera la acumulación de inventario intermedio y ni los tiempos muertos debidos a la falta de material. (AROCA, 2011)

Este sistema de producción se puede llevar a cabo cuando la demanda no es periódica ni lo suficientemente extensa como para poner en marcha un sistema de producción basado en el flujo de una sola pieza. (AROCA, 2011)

Lo anterior es muy notorio en Frutalia, ya que la compra de material se hace en grandes cantidades, y se almacena sin tener en cuenta, la demanda del producto a producir, la mayoría de sus procesos tienen stock. (AROCA, 2011)

##### 6.1.1.2 Funcionamiento

El sistema de fabricación por lotes es un sistema de **fabricación push**, es decir, el proceso siguiente recibirá el producto cuando termine el proceso anterior y recibirá lo que haya producido. El proceso de producción va empujando la producción desde atrás, sin tener en cuenta el ritmo de producción de los procesos aguas abajo. (AROCA, 2011)

Los cambios necesarios para adaptar la máquina a un tipo de producto u otro son por lo general lentos y es por esto por lo que se aprovecha cada cambio para fabricar piezas de un tipo determinado. Por tanto, el **sistema es poco flexible**, ya que no permite la fabricación de varios modelos de productos al mismo tiempo. (AROCA, 2011)

Por ello, es muy difícil trabajar sobre pedido con este sistema de producción y se suele **producir bajo stock**, en la planta de producción estos problemas teóricos se ven a simple vista.

## 6.1.2 Procesos

### 6.1.2.1 Plano de la distribución física de la planta

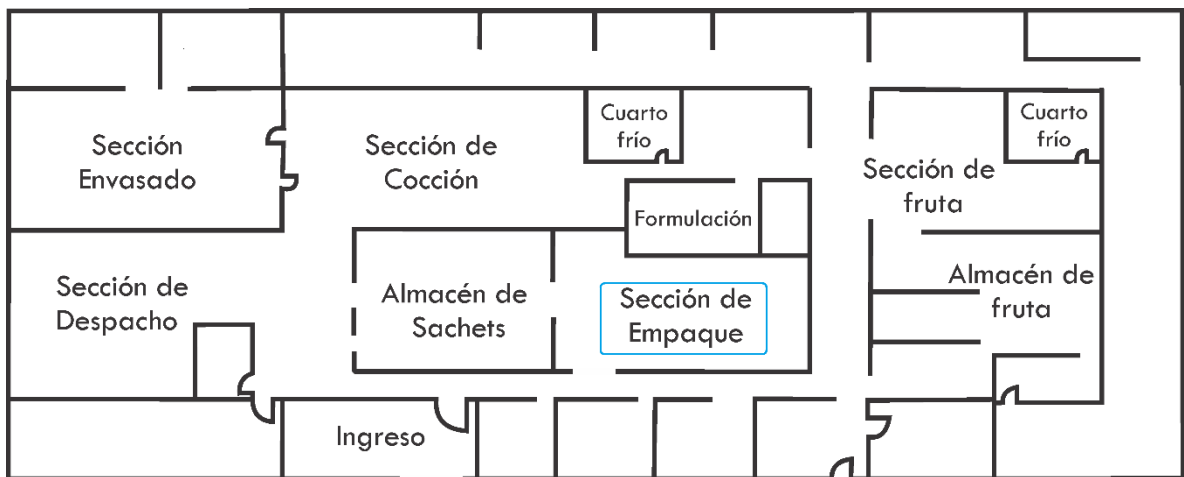


Figura 10: Plano de planta básica, Sección a trabajar resaltada (Fuente propia)

Se divide en células de fabricación que están divididas así:

### 6.1.2.2 Proceso de fruta

El proceso de fruta es el primero en la cadena de producción de la empresa, en él se hace la recepción de la materia prima que es la fruta, la transformación; que consiste en lavarla, y cocinarla para después despulparla y finalmente almacenarla como producto final de este proceso: pulpa de fruta.

La realización de este proceso depende de los proveedores de fruta, que deciden llegar a la empresa a entregar fruta, el coordinador del proceso dispone del personal que necesita para realizar la tarea, sino, se estaciona la fruta de un día para otro, sin llegar a la maduración de la fruta.

Esta clase de decisiones se hacen por la administración empírica que llevan en la empresa, no se cuenta con un cronograma previo al procesamiento de la fruta.

*Ver anexo 4, 5, 6 – Diagramas de operaciones del proceso de frutas (durazno, maracuyá, mora y fresa)*

Los criterios a tener en cuenta para este proceso son:

- El tiempo de cosecha de cada fruta
- Precio en el mercado
- Rendimiento de la fruta
- Stocks de fruta y de sachet

Este proceso tiene unos criterios diferentes a los demás procesos, y también es independiente a la rotación y planeación de los demás procesos, por lo que se depende de la fruta como materia prima.

### **6.1.2.3 Proceso de cocción y envasado**

El proceso de cocción y envasado son los únicos procesos en que la maquinaria define el rendimiento del proceso, y los operarios encargados, solo deben verificar errores y estar al pendiente del mismo. En este proceso, la pulpa de fruta es transformada con una formulación secreta para generar el producto final, luego en el envasado se lleva el producto a la temperatura requerida a las máquinas de sachets. De aquí, ya sale el producto final que es la aromática clásica.

*Ver anexo 7 – Diagrama de operaciones para la sección de cocción y envasado*

Los criterios a tener en cuenta para este proceso son:

- El proceso de envasado es dependiente del proceso de cocción influye la temperatura como variable determinante
- Independiente del proceso de fruta
- Proceso continuo en las 8 horas de trabajo

A diferencia de los otros procesos, este proceso es el más controlado y planeado, ya que su maquinaria establece el comportamiento del proceso. Se encuentran 4

operarios para los dos procesos y son los únicos que saben las especificaciones del proceso.

Este proceso cuenta con el almacén de sachets, lo cual es un stock muy grande, y no tiene una proyección acorde a la demanda de la empresa.



*Imagen 10: Stock de Sachets (Fuente propia)*

#### **6.1.2.4 Proceso de empaque y embalaje**

El proceso de empaque y embalaje tiene como fin el terminar el proceso productivo de elaboración, de esta sección sale el producto final listo para despachar.

Consiste en recoger los sachets de aromática de los diferentes sabores para empacarlos en las cajas de cada referencia del producto.

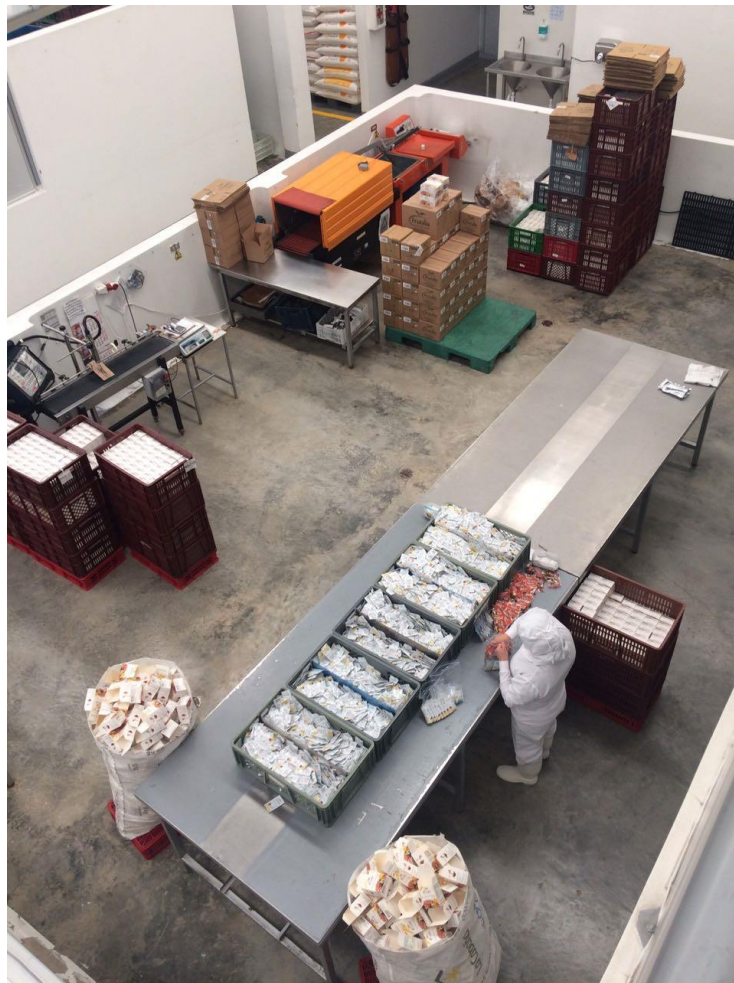
El proceso empieza armando las cajas de la referencia a empacar, luego estas cajas armadas se dejan en la mesa de empaque, de 3 a 6 operarias toman las cajas y empiezan a empacar el número de sachets según la referencia que la coordinadora de empaque haya decidido empacar. Luego de esto, las cajas empacadas se dejan estacionadas para el proceso de fechado, pesado y sellado como producto final.

Al final de esto, estas cajas se estacionan para ser embaladas y dar paso al proceso final de la cadena productiva.

*Ver anexo 8 – diagrama de operaciones del proceso de empaque y embalaje*

Los criterios para este proceso son:

- Requiere verificación en sus etapas y verificación final de producto terminado
- El desempeño en la etapa depende de las habilidades de las operarias



*Imagen 11: Sección de Empaque actual (Fuente propia)*

### 6.1.2.5 Proceso de despacho

Este proceso es muy sencillo, de él está encargado el coordinador de despacho, quien es el que elige el producto a despachar según la rotación del stock.

*Ver anexo 9 – Diagrama de operaciones del proceso de despacho*

Los criterios para este proceso son:

- El tiempo en este proceso es variable según el pedido
- En función de la rotación del producto



*Imagen 12: Stock de despacho (Fuente propia)*

En los procesos anteriores los operarios trabajan por rotación, lo que quiere decir que las habilidades de los operarios para una tarea u otra, no es tenida en cuenta, sino que se ubican según la necesidad de producción de los coordinadores de cada sección, los cuales todos tienen conocimiento empírico sobre la labor que ejercen.



### 6.1.3 Diagrama de recorrido

El proceso completo tiene el siguiente recorrido en la distribución física en plano:

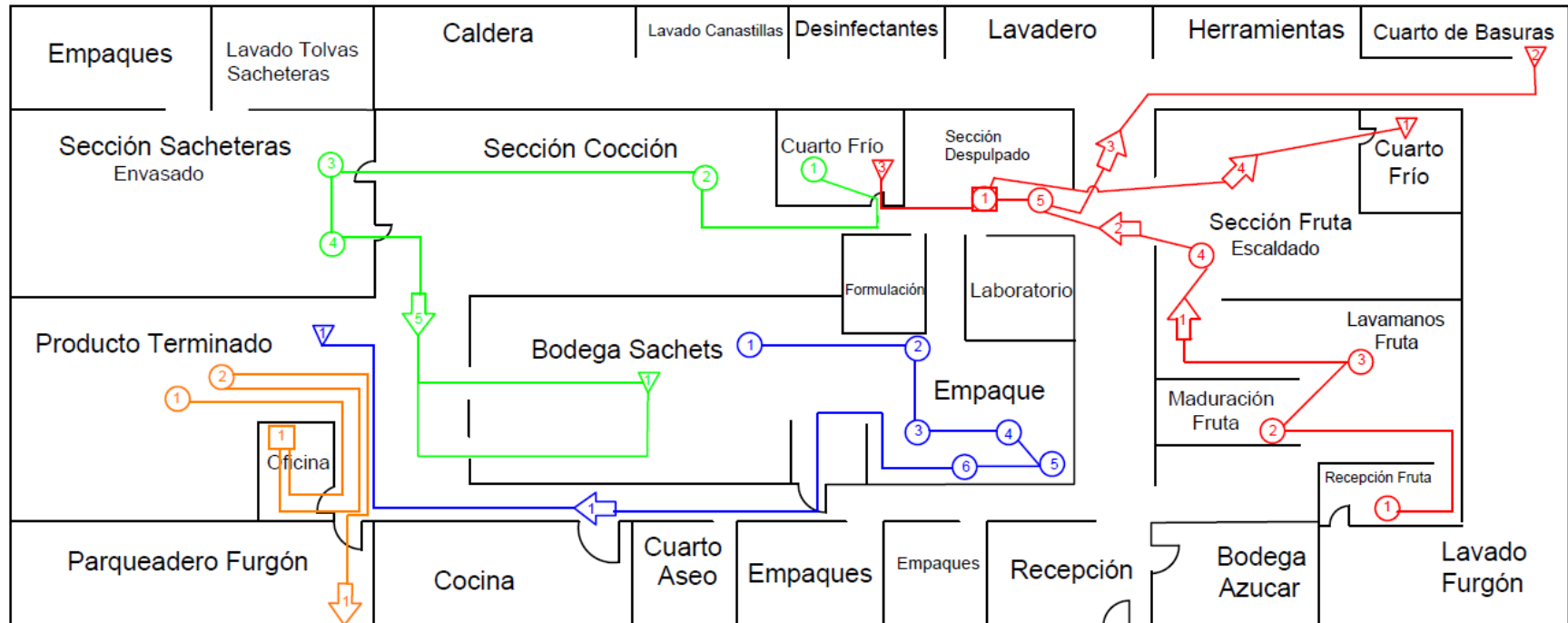


Figura 11: Diagrama de recorrido del proceso productivo (Fuente propia)

- Proceso de fruta —
- Proceso de cocción y envasado —
- Proceso de empaque y embalaje —
- Proceso de despacho —



## 6.1.4 Stocks de los procesos

### 6.1.4.1 Stock de pulpa en Kilogramos

<b>FRUTA</b>	<b>STOCK MIN</b>	<b>STOCK MAX</b>
Maracuyá	400	2000
	<b>STOCK MIN</b>	<b>STOCK MAX</b>
Mora	700	2800
	<b>STOCK MIN</b>	<b>STOCK MAX</b>
Uchuva	400	1300
	<b>STOCK MIN</b>	<b>STOCK MAX</b>
Papayuela	400	2800
	<b>STOCK MIN</b>	<b>STOCK MAX</b>
Fresa	700	2800
	<b>STOCK MIN</b>	<b>STOCK MAX</b>
Durazno	300	800
	<b>STOCK MIN</b>	<b>STOCK MAX</b>
Uva	200	800
	<b>STOCK MIN</b>	<b>STOCK MAX</b>
Lulo	200	800
	<b>STOCK MIN</b>	<b>STOCK MAX</b>
Manzana	300	800
	<b>STOCK MIN</b>	<b>STOCK MAX</b>
Piña	200	450

Tabla 7: Stock de pulpa (Fuente Frutalia)

### 6.1.4.2 Stock de Empaque y embalaje

STOCK				
EMBALAJE			UNIDADES	
STOCK MIN	STOCK MAX		STOCK MIN	STOCK MAX
100	408		2400	9792
100	408		2400	9792
5	30		60	360
100	408		1200	4896
60	200	50	720	2400   1800
20	60		240	720
7	30	3	84	360   108
30	120		300	1200
30	120		300	1200
2	30		12	180
50	250		300	1500
2	12		12	72

Tabla 8: Stock de Empaque y Embalaje (Fuente Frutalia)

### 6.1.5 Proceso específico de la sección de empaque

#### 6.1.5.1 Análisis de operaciones

Día de inicio: 17 de septiembre de 2018

Departamento: Empacado

Material: Cartón

Operación: Empaquetamiento de sachets en cajas

DETERMINE Y DESCRIBA	ANÁLISIS	ACCIÓN
<p>1. OBJETIVO DE LA OPERACIÓN:</p> <p>- Realizar la operación de la manera más eficiente sin ningún retraso.</p>	<p>¿Es necesario? Sí</p> <p>¿Logra el resultado deseado? Sí</p> <p>¿Puede eliminarse haciendo mejor la operación precedente? No</p> <p>¿El proveedor de material puede hacerla más económica? No.</p> <p>¿Puede la operación lograr resultados adicionales que simplifiquen las operaciones subsecuentes? Sí</p>	<p>Empacar los Sachets en las cajas</p>
<p>2. DISEÑO DE LA PIEZA:</p> <p>- El diseño de la pieza es bueno.</p>	<p>¿Se necesitan todas las piezas? Si</p> <p>¿Se podrían usar piezas estandarizadas? Si</p> <p>¿El diseño permite procesamiento y ensamblaje más baratos? Si</p> <p>¿Cuáles son las características de diseño usadas por la competencia?</p> <p>¿El diseño permitirá llegar a la automatización? Sí</p>	<p>Diseño de la pieza</p>
<p>3. ANÁLISIS DEL PROCESO</p> <p>Descripción Estación de trabajo</p> <p>- Armar cajas.</p> <p>- Vaciar cajas en la mesa.</p> <p>- Coger caja y llenarla con 6 sachets por mano</p> <p>- Otra operaria llena la caja con los restantes 6 sachets.</p> <p>- Esa operaria cierra la caja y la coloca en una caja más grande.</p>	<p>¿La operación analizada puede ser eliminada? No.</p> <p>¿Combinar con otra? Si, con inspección.</p> <p>¿Ejecutarse durante el periodo de espera de otra? No.</p> <p>¿La secuencia de la operación es la óptima? Si.</p> <p>¿Debería hacerse en otro departamento para disminuir costos o manejo? No.</p>	<p>Analizar el proceso de empaquetamiento de los sachets</p>
<p>4. REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN</p> <p>- Revisar cajas que estén en las óptimas condiciones.</p> <p>- Se puede mejorar no poniendo las cajas una encima de otra ya que se pueden arrugar.</p>	<p>¿La tolerancia, acabados y otros requisitos son necesarios?</p> <p>¿Demasiado costosos? No</p> <p>¿Adecuados para el objetivo? Si</p> <p>¿Se debe usar control estadístico de calidad? No</p> <p>¿Es efectivo y eficiente el proceso de inspección? Si.</p>	<p>Inspeccionar Cajas donde van los sachets.</p>
<p>5. MATERIAL</p> <p>- Material alternativo: Cartón corrugado reciclado.</p>	<p>¿Se puede sustituir el material más barato? No.</p> <p>Si se modificaran las herramientas, ¿se podría usar material más ligero o secciones más delgadas? No.</p> <p>¿Un material más costoso podría disminuir los costos de maquinado y proceso? No.</p> <p>¿Es adecuado el empaque? Sí</p>	<p>Verificar la utilidad de materiales alternos.</p>
<p>6. MANEJO DE MATERIALES</p> <p>Traído por: Papeles y corrugado Andina S.A.</p>	<p>¿El material que ingresa pueda llevarse directamente a la estación de trabajo? Sí.</p> <p>¿Se pueden usar señales tales como luces o campanas para indicar a quienes manejan el material que éste está listo para moverse? No.</p> <p>¿Deben usarse grúas, transportadores por gravedad, bateas o carros especiales? No.</p>	<p>Inspección y transporte del material</p>

Manipulado en la estación de trabajo por: 1 Operaria	Piense en la distribución con respecto a las distancias recorridas ¿Los contenedores son de tamaño adecuado? Si.	
7. DISTRIBUCIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO, ORGANIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO  - Lugar donde poner las cajas vacías, nivel de altura adecuado para cada empleada.	Arreglo del área de trabajo Colocación de herramientas, materiales y suministros ¿Cómo se aseguran los diagramas y las herramientas? ¿Se puede mejorar la organización? Piezas de prueba Ajustes de maquinaria HERRAMIENTAS ¿Adecuadas? ¿Suministradas? Herramientas de matraca Herramientas eléctricas Herramientas para usos especiales Guías, prensas de tornillo Abrazaderas especiales Accesorios Múltiples Duplicados	Mejoras para el lugar de trabajo
8. POSIBILIDADES COMUNES PARA LA MEJORA DEL TRABAJO - Sachets por dispensador. - Banda transportadora de las cajas vacías. - Mesas a la altura de cada operaria. - Mover las cajas llenas de cajas de sachets con un carrito.	Acción recomendada	Estudio de posibilidades comunes para la mejora del trabajo
9. CONDICIONES DEL TRABAJO Incrementación de luz.	Luz, Calor, Ventilación, Humos Provisión de agua para beber Cuarto de lavado, Seguridad Diseño de piezas Trabajo de oficina requerido (para llenar las tarjetas de horario, etc.) Probabilidad de retrasos Cantidades probables en manufactura	Mejoras de condiciones de trabajo.
10. MÉTODO - Antes del análisis y estudio de movimientos  - Después del análisis y estudio de movimientos	¿Los movimientos de las manos son simétricos? No ¿Se transfieren las piezas de una mano a otra? Sí. ¿Se requiere un estudio de movimientos más detallado? Sí. ¿Se ha pensado en la seguridad? Postura de trabajo ¿El método sigue las leyes de economía de movimientos? No. ¿Se usan las clases más bajas de movimientos? No.	Mejoras en los movimientos.

Tabla 9: Análisis de operaciones específicas para la sección de empaque (Fuente propia)

Grado de repetitividad:

Categoría	Veces que se realiza al año	Tiempo total transcurrido para su realización
<b>Alta</b>	Al menos 2000	Al menos 1000 horas
<b>Media</b>	Al menos 500	1 a 6 meses
<b>Baja</b>	Al menos 50	2 semanas o 1 mes
<b>Ocasional</b>	Al menos 50	Menos de 2 semanas

Tabla 10: Información sobre el grado de repetitividad de un proceso (Fuente Maynard)

Además de la categorización anterior, se puede determinar el grado de repetición de forma algebraica teniendo en cuenta el tiempo permitido para cada incidencia (veces que se repite la operación o piezas realizadas) y los elementos de la tabla anterior de la siguiente manera (Maynard, 2005):

- Un trabajo u operación altamente repetitivo deberá cumplir la siguiente fórmula:

$$\frac{N * T}{1000} \geq 1 \quad \text{Donde } \begin{cases} N = \text{número de piezas (no menos de 2000)} \\ T = \text{tiempo permitido por pieza} \end{cases}$$

La empresa Frutalia de Colombia S.A.S. tiene un grado de repetitividad alto en la sección de empaque de sachets, ya que se empaqueta de entre 4000 y 10000 sachets por día, según la referencia.

#### 6.1.5.2 Medición de Tiempo Normal y Estándar

A continuación, se muestra los resultados del estudio de tiempos que se realizó en el área de empaque. Se encuentra el tiempo normal y el tiempo estándar por cada tarea realizada.

Luego se especifica los datos estadísticos que se tomaron o calcularon para cada tarea, como: el espacio muestral, la media, la desviación estándar y el z calculado. Adicionalmente está el cálculo del Factor de Calificación de Desempeño, con el que se halla el tiempo normal.

No	TAREA	TIEMPO OBSERVADO MEDIO (minutos)	TIEMPO OBSERVADO MEDIO (segundos)	FACTOR CALIFICACIÓN DESEMPEÑO C	TIEMPO NORMAL (minutos)	TIEMPO ESTANDAR (minutos)	TIEMPO NORMAL (segundos)	TIEMPO ESTANDAR (segundos)
1	LLENADO CAJA SACHETS 1	-	7,38	1,17	-	-	8,6	9,2
2	LLENADO CAJA SACHETS 2	-	9,37	1,17	-	-	11,0	11,7
3	SELLADO CAJA	-	8,55	1,32	-	-	11,3	10,7
4	EMPAQUE CAJAS SACHETS	1,43	-	1,23	1,76	1,79	-	-
5	APILADO	-	14,134	1,21	-	-	17,1	17,7

Tabla 11: Cálculo de tiempo estándar y normal por tarea (Fuente propia)

LLENADO CAJA DE SACHETS 1									
TIEMPOS OBSERVADOS (segundos)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5,24	6,86	12,79	5,48	5,77	6,84	7,23	5,13	6,27	5,73
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5,75	7,65	6,09	6,91	6,8	6,66	6,35	8,47	9,18	7,11
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
4,63	11,44	8,5	5,08	5,47	5,03	6	5,98	12,61	12,73
31	32	33	34	35	36	37			
5,36	5,09	10,1	9,35	5,96	17,03	4,32			

PROMEDIO	DESV. ESTANDAR	Z. TABLA	N	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIÓN	CONSISTENCIA	FACTOR CALIFICACIÓN DESEMPEÑO C
7,37810811	2,815581485	1,645	36,320238	0,08	0,08	0	0,01	1,17

Tabla 12: Factor de calificación, tiempos observados y cálculo del número de observaciones para el llenado de sachets 1 (Fuente propia)

LLENADO CAJA DE SACHETS 2									
TIEMPOS OBSERVADOS (segundos)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7,82	5,07	6,92	4,6	11,11	8,63	12,1	12,1	8,73	9,13
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7,99	9,66	10,41	7,85	9,34	12,1	9,16	9,21	10,33	9,58
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
8,26	13,1	9,01	7,37	7,99	10,43	7,8	9,38	10,37	12,31
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
8,23	8,67	10,47	10,46	11,98	11,25	7,9	7,82	5,07	6,92
41	42	43	44	45	46				
9,34	12,1	9,01	7,37	10,33	9,58				

PROMEDIO	DES. ESTANDAR	Z. TABLA	N CALCULADO
9,37351351	1,926219983	1,645	45,7086868

HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	FACTOR CALIFICACIÓN DESEMPEÑO C
0,08	0,08	0	0,01	1,17

Tabla 13: Factor de calificación, tiempos observados y cálculo del número de observaciones para el llenado de sachets 2 (Fuente propia)

EMPAQUE CAJA DE SACHETS							
TIEMPO OBSERVADO (minutos)							
1	2	3	4	5	6	7	8
1,43	2,05	0,9	1,15	1,46	0,93	2,07	1,53

PROMEDIO	DES. ESTANDAR	Z. TABLA	N CALCULADO
1,44	0,449348735	1,645	7,735265

HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	FACTOR CALIFICACIÓN DESEMPEÑO C
0,08	0,08	0	0,01	1,23

Tabla 14: Factor de calificación, tiempos observados y cálculo del número de observaciones para el empaque de caja de sachets (Fuente propia)

Ver marco teórico punto 4.3.4. – Calificación de desempeño

## 6.2 METOLOGÍA 2: ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL PUESTO DE TRABAJO

### 6.2.1 Empresa

#### 6.2.1.1 Sector productivo

Sector secundario de la economía

#### 6.2.1.2 Estructura jerárquica

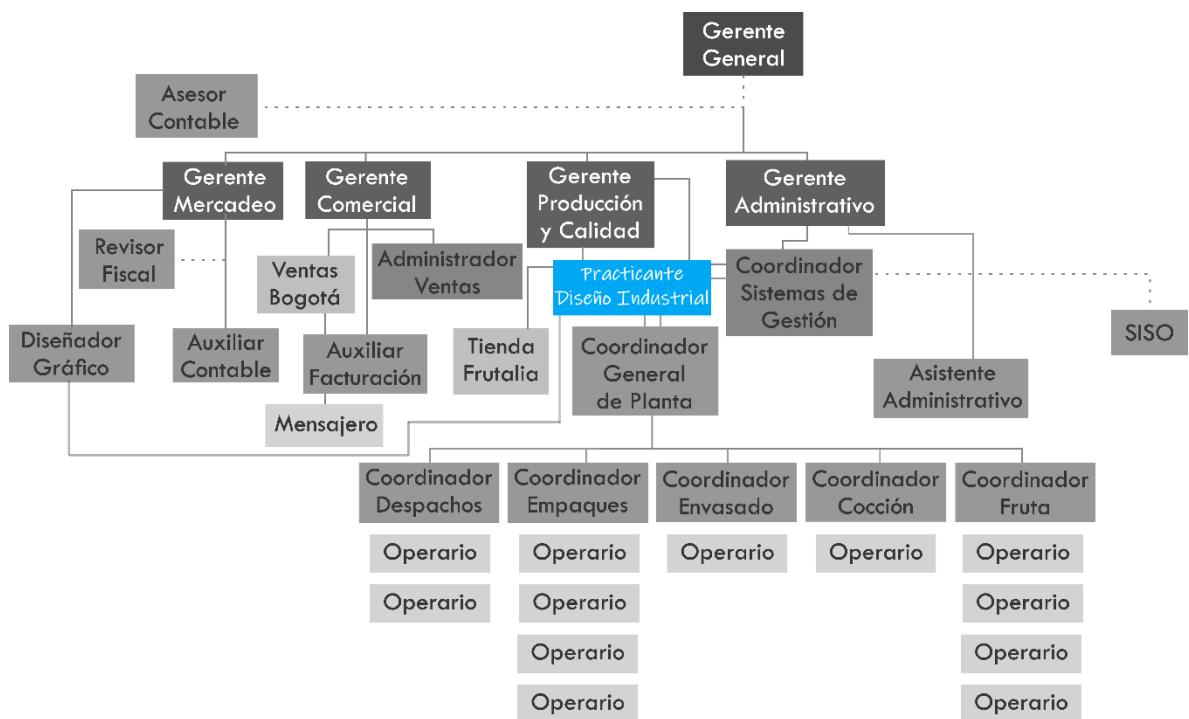


Figura 12: Organigrama de la Empresa actual (Adaptación propia)

#### 6.2.1.3 Turnos y Horarios

- Para el proceso de fruta, empaque y despacho

Horario: lunes a viernes de 7:30 am a 12:30 m. y 2:00 pm a 5:30 pm

Turno: 8:30 horas

Almuerzo: 12:30 pm a 2:00 pm



Sábados de 7:30 am a 1:00 pm

Turno: 5:30 horas

- Para el proceso de cocción y envasado

Horario: lunes a viernes de 6:30 am a 12:00pm y 1:00 pm a 4:00 pm

Turno: 8:30 horas

Sábados de 7:30 am a 1:00 pm

Turno: 5:30 horas

- Proceso de empaque

En un turno de 8:30 horas se empaca de 2 a 4 horas seguidas

#### **6.2.1.4 Planificación y Organización de tiempos de trabajo**

La planificación de la producción no está documentada, se hace de forma empírica y dependiendo de los stocks.

Lo deciden los coordinadores de cada sección

#### **6.2.1.5 Estructura sindical**

No existe en la empresa una estructura sindical. Solamente según los sistemas de gestión, existe un comité de convivencia.

### **6.2.2 Características y factores**

#### **6.2.2.1 Productos**

- Aromática de frutas clásica

Elaborada con pulpa de fruta natural concentrada. Se trata de un producto natural muy saludable que conserva parte de las propiedades de las frutas brindando una experiencia única de sabor y aroma.

Al disolver una pequeña cantidad en agua caliente se obtiene una deliciosa bebida.



*Imagen 13: Línea de aromática clásica (Fuente archivo de Frutalia)*

De izquierda a derecha:

Caja de 12 unidades, caja de 20 unidades, caja de 120 unidades y caja de 60 unidades.

- Aromática de frutas Light

Endulzada con edulcorantes naturales: fructosa y stevia FRUCTOSA: Se encuentra en las frutas y la miel, ocasiona una elevación menor en los niveles de azúcar en la sangre que otros azúcares o almidones.



*Imagen 14: Línea de aromáticas Light (Fuente archivo de Frutalia)*

De izquierda a derecha:

Caja de 12 unidades, caja de 20 unidades, caja de 60 unidades y caja de 120 unidades.

- Aromática de frutas Herbal

Exquisita y saludable mezcla de frutas naturales con sabores y/o extractos herbales. Bebida de preparación instantánea.



Imagen 15: Línea de aromáticas Herbal (Fuente archivo de Frutalia)

De izquierda a derecha:

Caja de 12 unidades, caja de 100 unidades y caja de 40 unidades

- Aromática de frutas Fruta y Té verde

Exquisita y saludable mezcla de frutas naturales con sabores y/o té verde. Bebida de preparación instantánea.



Imagen 16: Línea de aromáticas Fruta y Té Verde (Fuente archivo de Frutalia)

De izquierda a derecha:

Caja de 40 unidades y caja de 12 unidades.

- Stock de sachets

REFERENCIA	CANASTILLAS		SACHET	
	STOCK MIN	STOCK MAX	STOCK MIN	STOCK MAX
TRADICIONAL	12	30	38.400	96.000
LIGHT	6	14	19.200	44.800
HERBAL	5	17	12.500	42.500

Tabla 15: Stock de Sachets (Fuente Frutalia)

### 6.2.2.2 Tiempo y peso de las operarias empacando según el # de unidades

Caja	Tiempo en segundos	Peso x caja empacada
10 – 12 unidades	10 a 12 seg	188 gr
20 unidades	20 seg	311 gr
40 – 60 unidades	50 a 60 seg	954 gr
100 – 120 unidades	120 seg	1978 gr

Tabla 16: Tiempo y peso de las cajas empacadas según las unidades (Fuente propia)

### 6.2.2.3 Canastillas de cajas empacadas en tiempo

Caja	Unidades de caja en canastilla	Tiempo en min
10 – 12 unidades	98 cajas	16 min
20 unidades	60 cajas	20 min
40 – 60 unidades	16 cajas	16 min
100 – 120 unidades	12 cajas	24 min

Tabla 17: Canastillas de cajas empacadas en tiempo (Fuente propia)

Teniendo en cuenta las tablas 14, 15 y 16, se puede concluir que dentro de la actividad de empaque de sachets, en una jornada de 8 horas y media de empaque se pueden empacar entre 4000 y 10000 sachets, dependiendo de la referencia a empacar.

#### **6.2.2.4 Ciclo de trabajo en el puesto de empaque de sachets en cajas**

Según las operarias de la sección:

1 ciclo de trabajo = 1 canastilla llena de caja empacada

#### **6.2.2.5 Número de trabajadores en el puesto de empaque de sachets en cajas**

De 3 a 6 operarios mujeres

#### **6.2.2.6 Pausas**

Para esta sección existen

- 2 pausas oficiales de 10 min
- Descanso de onces de 15 min

#### **6.2.2.7. Horas extra**

Las horas extras son dependiendo a la demanda de cada proceso, y la empresa las remunera de forma de reposición de tiempo.

### **6.2.3. Entorno físico - Lista de Chequeo**

#### **6.2.3.1. Aplicación de la lista de chequeo**

Para la aplicación de la lista de chequeo, se hizo por observación y fue aplicada solamente al puesto de trabajo a estudiar, en sus 128 ítems.

*Ver anexo 1 – lista de chequeo aplicada*

### 6.2.3.2. Análisis

Al aplicar la lista de chequeo nos damos cuenta que, en el ítem de diseño de puesto de trabajo, son notorias los errores en la mesa de empaque de la sección estudiada, lo que hace preciso la aplicación de un método ergonómico específico.

Al no cumplir con 40 de los 128 ítems evaluados, vemos que requiere intervención en más de uno de las categorías evaluadas, pero en contexto, el diseño de puesto de trabajo es el que nos da la pauta, para los movimientos de miembros superiores, su repetitividad, su entorno físico respecto al puesto de trabajo, entre otros.

### 6.2.4. Descripción de las funciones

#### 6.2.4.1. Descripción de las tareas

**Paso 1:** La operaria en posición sedente toma la caja armada con la mano derecha y la abre para empezar a empacar.



Imagen 17: Operaria en el Paso 1 (Fuente propia)



**Paso 2:** Con la mano izquierda mueve la caja hacia el lado izquierdo para empezar a seleccionar los sachets correspondientes a la referencia



*Imagen 18: Operaria en el paso 2 (Fuente propia)*



**Paso 3:** Se dispone a agarrar los sachets con la mano derecha, en un agarre de pinza, y los pasa a la otra mano estática, toma de 10 sachets por mano.



*Imagen 19: Operaria en el Paso 3 (Fuente propia)*

**Paso 4:** Los acomoda en la caja de forma ordenada, dejando espacio para los demás, además van escogidos por los sabores. Esta actividad es la que presenta la repetitividad del agarre de pinza por sobre, y se hace más de 60 veces por minuto.



*Imagen 20: Operaria en el Paso 4 (Fuente propia)*

**Paso 5:** Después de empacar la cantidad deseada de sachets, la operaria con las dos manos cierra y ajusta las pestañas de la caja.



*Imagen 21: Operaria cerrando la caja empacada con ambas manos (Fuente propia)*

**Paso 6:** Luego de cerrada la caja, la operaria con la mano izquierda alza la caja y la dispone en la canastilla



*Imagen 22: Operaria alzando la caja empacada sobre la canastilla (Fuente propia)*

#### **6.2.4.2. Análisis de las tareas**

Teniendo en cuenta lo anterior, la tarea de empacar los sobres con un agarre de pinza en las manos, es el que presenta alto grado de repetitividad, además de que se superan los ángulos de confort.

El error humano se debe a una actividad impropia, falta de previsión, además de un exceso de confianza y de destreza desarrolladas por parte de las operarias que llevan más de 5 años en la actividad.

Por otro lado, todos los pasos de la sección de empaque son netamente manuales, y al hacerse por largos periodos de tiempo se presenta, cansancio, tensiones y lesiones como ya se ve evidenciado

#### **6.2.4.3. Factores de riesgo presentes**

Los factores de riesgo presentes son condiciones ergonómicas que no están pensadas ni para las operarias que ejercen su función, ni para la actividad de empaque específica en sus tareas, que son:

Esfuerzo

Carga física

Movimientos repetitivos

Posturas en el trabajo

Que van a generar desordenes musculo esqueléticos.

#### **6.2.5. Toma de datos y mediciones**

##### **6.2.5.1. Ángulos**

Como ya sabemos la postura es uno de los factores que superan los ángulos de confort de trabajo. Más aun, con una actividad de movimientos repetitivos

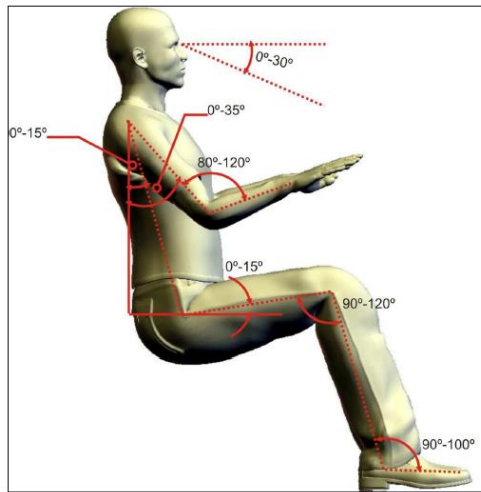
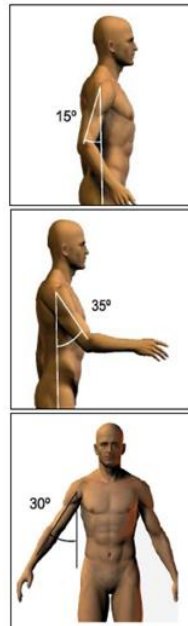


Figura 13: Ángulos de confort ideales en posición sedente (Fuente ISP)



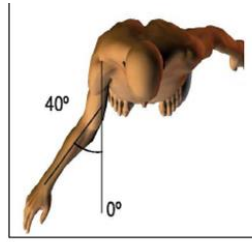
**Extensión de hombro**

**Flexión de hombro**

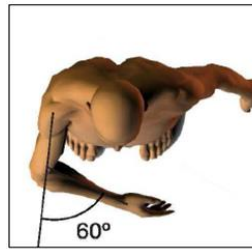
**Abducción de hombro**

Figura 14: Ángulos de confort en posición bípeda (Fuente ISP)





**Rotación externa de hombro**



**Rotación interna de hombro**

*Figura 15: Ángulos de confort, rotación ideal del hombro (Fuente ISP)*

Dentro del paso 1 ya sea en posición bípeda o sedente se supera el ángulo de miembro superior izquierdo:



*Imagen 23: Ángulo de abducción superado (Fuente propia)*



Las operarias que realizan la tarea tienen diferente percentil antropométrico, por lo que, en el ejemplo siguiente, vemos que en posición sedente (Foto 24), una de ellas está dentro de los ángulos de confort ( $90^{\circ}$  a  $120^{\circ}$ ), mientras que la otra lo supera:



*Imagen 24: Toma de dos operarias empacando en posición sedente de diferente percentil antropométrico (Fuente propia)*

Las operarias en el momento de acomodar los sachets en la caja, superan los ángulos de extensión y flexión de la mano y muñeca, además de agarrar más de 10 sachets en la mano:



Imagen 25: Ángulos de desviación lateral de muñeca superados (Fuente propia)

Las empacadoras deben hacer conteo de los sachets, en modo de inspección de esta forma:



Imagen 26: Ángulo de visión superado (Fuente propia)



Las operarias durante la tarea, optan por apoyar sus manos en la canastilla con el fin de tener descanso de la actividad:



*Imagen 27: Apoyo de antebrazos en las canastillas (Fuente propia)*

Las operarias se adaptan al puesto de trabajo usando elementos que no corresponden, para alcanzar la altura optima con la mesa de trabajo:



Imagen 28: Adecuando elementos ajenos al puesto de trabajo (Fuente propia)

### 6.2.6. Análisis de Usuario

Operaria	Sexo	Edad	Talla	Percentil	Permanencia en el puesto	Peso
1	F	40 años	1,56 m	50	12 años	84 Kg
2	F	36 años	1,40 m	50	6 años	53 Kg
3	F	42 años	1,55 m	50	19 años	65 Kg
4	F	35 años	1,55 m	50	10 años	50 Kg

Tabla 18: Descripción del usuario (Fuente Propia)

### **6.2.7. Selección de los métodos ergonómicos**

- Teniendo en cuenta los factores de riesgo presentados en los miembros superiores, se escoge el método ergonómico OCRA (Occupational Repetitive Action) Check List.
- Y los factores de riesgo presentados en la carga física de la actividad, se escoge el método ergonómico OWAS (Ovako Working Analysis System).

### **6.2.8. Aplicación de los métodos ergonómicos**

#### **6.2.8.1. Cosecha**

La producción está restringida al tipo de fruta que se encuentre en cosecha. Además, que los proveedores de fruta son quienes tiene el poder de negociación sobre la empresa, porque deciden qué días entregar la fruta.

#### **6.2.8.2. OCRA Check List**

Para la aplicación del método se realizó la observación de la actividad en sus 6 tareas, teniendo en cuenta información brindada por las operarias, y se realizó con el producto de aromática clásica de 60 unidades.

*Ver anexo 2. Aplicación de Ocrá Check List*

#### **6.2.8.3. OWAS**

Para la aplicación del método se realizó la observación de la actividad en el puesto de trabajo, teniendo en cuenta información brindada por las operarias y se realizó con el producto de aromática clásica de 60 unidades.

*Ver anexo 3. Aplicación de OWAS*

## **7. ANÁLISIS E INTEGRACIÓN DE RESULTADOS**

### **7.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN**

Teniendo en cuenta los diagramas de operaciones de cada proceso (Ver anexos 4, 5, 6, 7, 8 y 9) y la descripción de los procesos se evidencia que:

- En la empresa existe una situación de sobreproducción, ya que la fabricación de un producto no está basándose directamente de la demanda que se requiera, sino de la disponibilidad que haya de cierto tipo de fruta, haciendo que las fechas y horarios de producción no estén estipuladas, sino que dependan de la materia prima que pueda llegar a la fábrica. Además, se evidencian fallas en el desempeño del personal, ya que la mayoría de ellos están ejerciendo el papel de patinadores, es decir: si se requiere personal para lavado y despulpado, los trabajadores son redirigidos a esta área, haciendo que su desempeño en las actividades no sea el más eficiente, porque no están adquiriendo práctica en un proceso en específico, sino que están realizando múltiples operaciones. Esto puede generar cuellos de botella, ya que, si la mayoría del personal se encuentra en un área, las demás zonas están detenidas, generando una disminución de la productividad.
- Actualmente, la empresa cuenta con una producción dependiente de la cosecha de la fruta, y a su vez, restringida por el tipo de fruta. No hay plena autonomía al momento de empezar un proceso productivo, debido a que deben tener en cuenta que fruta tienen almacenada y no cual desearían utilizar, por lo que no hay parámetros definidos para el inicio de la transformación de los insumos. Acerca del personal, Frutalia capacita a sus operarios para que puedan desempeñarse en las diferentes áreas del proceso, y así se pueda suplir con la demanda de insumo humano que se requiera en cierta zona, dependiendo de la situación.

## **7.1.1. Restricciones de la empresa**

### **7.1.1.1. Espacio**

Respecto a la baja producción que actualmente tiene la empresa, el espacio es desperdiciado en mantener producto en grandes cantidades, y a futuro, la empresa no tiene espacio de expansión.

### **7.1.1.2. Stocks**

El manejo de stock en altas cantidades para los procesos de fruta, envase y empaque hace que la empresa no controle la capacidad de producción, y que en el tiempo se presenten pérdidas de productos por fechas de caducidad.

### **7.1.1.3. Demanda**

La fábrica produce producto para abastecer la capacidad de los stocks, pero no sobre la demanda del producto en el mercado, lo que hace que el producto no rote conforme a su pedido.

### **7.1.1.4. Proceso**

En los procesos de empaque, embalaje y despacho, las actividades son netamente manuales lo cual evidencia un grado de repetitividad considerable.

### **7.1.1.5. Responsabilidades**

- Las decisiones de producción de la empresa, respecto a la cantidad en cada lote, son de cada coordinador de sección, sin razones argumentadas o proyectadas en el tiempo.
- Cada decisión sin tener en cuenta el nivel de importancia, tiene que ser supervisado por la gerencia, la falta de delegación de las actividades y tareas, detienen los procesos, al no poder dar abasto con el conducto regular establecido por la gerencia de la empresa.



## 7.2. ANÁLISIS DEL MÉTODO ERGONÓMICO LCE: LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA

Con el uso de este primer método observamos y analizamos de manera general el entorno del puesto de trabajo en 128 ítems agrupados en 10 áreas en que la ergonomía influye en el área de trabajo a evaluar, muchos de estos pueden o no aplicar según la actividad en el trabajo que se esté realizando.

En el caso particular de la sección evaluada (empaquete de sachets en cajas), tenemos claro que no se hace uso de herramientas manuales o mecánicas, ni de máquinas, el trabajo es completamente manual, entonces dentro de los 128 ítems tenemos unos de ellos que no aplican.

Después de la aplicación (Ver anexo 1, página 149), vamos a tener en cuenta los ítems de “manipulación y almacenamiento de materiales” y “diseño de puesto de trabajo” en los que la empresa NO CUMPLE:

### 7.2.1. Manipulación y Almacenamiento de Materiales

**Ítem 008** “Usar estantes a varias alturas, o estanterías, próximos al área de trabajo, para minimizar el transporte manual de materiales”

- **Observación:** Este ítem no se cumple por la empresa por lo que manejan el almacenamiento de producto (sachets) en canastillas, en donde solucionan la estación del producto, pero no su transporte ni manipulación para empezar a empacarlo en las cajas de cada presentación, además de que la distancia del almacén de sachet al área de trabajo es larga:



*Imagen 29: Almacén de Sachets (Fuente propia)*

- **Recomendación por parte del método:** Cuando sea posible, hay que intentar hacer móviles las estanterías adaptando ruedas. Por otra parte, es una buena idea proporcionar una zona específica a cada tipo de material o parte del mismo, de forma que sea fácil acceder a él, así como almacenarlo y transportarlo; usar etiquetas u otros medios para señalar cada una de estas zonas y evitar las alturas que sean demasiado elevadas o demasiado bajas puesto que pueden ser difíciles de alcanzar. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)
- **Análisis propio:** En este caso la forma de almacenamiento de sachets, es una estantería inmóvil, por lo que las operarias deben dirigirse hasta allí y luego transportar manualmente los sachets, en canastas más pequeñas. Si existe señalización que informa lote y sabor de los sachets, pero queda estacionado hasta que se decide empacar y se alimenta cada 30 minutos por las operarias que estén empacando.

**Ítem 009** “Usar ayudas mecánicas para levantar, depositar y mover los materiales pesados”

- **Observación:** Este ítem no se cumple en la empresa, en el almacenamiento de sachets, el levantamiento de cargas de las canastillas con producto (sachets) se hace de forma manual, y se trata de tener en cuenta los indicadores para el levantamiento con las dos manos y espalda recta. Asimismo, el transporte lo hacen con la carga en las dos manos.
- **Recomendación por el método:** La manipulación manual de cargas pesadas debe considerarse como el último recurso en aquellos casos especiales en que no sea posible la aplicación de medios mecánicos. Como el levantamiento de cargas pesadas se combina frecuentemente con el transporte, se debe organizar el levantamiento de forma que la fase de transporte siguiente sea más fácil. Ejemplo: Levantamiento hasta la altura de trabajo desde una mesa elevadora móvil. Usar ayudas mecánicas para el levantamiento para obtener una mayor seguridad y eficiencia. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)
- **Análisis propio:** Es importante resaltar que, aunque es un ítem que debe aplicarse una acción correctiva, la empresa limita el movimiento o modificaciones de los stocks, por lo que queda como sugerencia una posible solución.

**Ítem 010** “Reducir la manipulación manual de materiales usando cintas transportadoras, grúas y otros medios mecánicos de transporte”

- **Observación:** Este es uno de los ítems más importantes que desatan la aplicación de métodos ergonómicos como lo son “Ocra” y “Owas”, ya que, al no cumplirse, pues dentro de la actividad de empaque, la repetitividad es alta en movimientos netamente manuales, y hace que se generen los DME ya conocidos.

- **Recomendación por parte del método:** Hay que intentar verificar las operaciones de manipulación de materiales para ver cuál puede ser reemplazada por medios mecánicos. Por otro lado, usar medios accionados manualmente, como mesas elevadoras hidráulicas, grúas hidráulicas de suelo, o tornos de cadena o de palanca puesto que el mantenimiento de estos dispositivos es más fácil que el de los medios mecánicos. Si es impracticable mover las cargas automáticamente, se debe usar una rampa por gravedad para los materiales ligeros, y una vía de rodillos inclinada para los materiales pesados. La fuerza de la gravedad se encarga de mover los materiales.

Es aconsejable usar ayudas mecánicas que puedan ser manejadas fácilmente por distintos trabajadores en tareas diferentes. Las ayudas deben instalarse de forma que el trabajo previo o posterior a la manipulación mecánica sea fácil; por ejemplo, de forma que el trabajador no necesite levantar o bajar los materiales de nuevo.

Se recomienda usar un carro o carretilla mediante el cual los materiales puedan traerse hasta el punto de almacenamiento o de descarga a una altura correcta. Considerar, si fuera lo adecuado, la utilización de una plataforma o de un estante especial, de tamaño y altura correctos, colocada cerca de cada máquina ya que pueden almacenar los materiales transportados. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

- **Análisis propio:** Desde la recomendación de acciones correctivas por parte del LCE, nos encaminamos en la solución de intervenir en los riesgos por repetitividad de movimientos en tareas manuales. Se tienen en cuenta para el objetivo principal.

### 7.2.2. Diseño de puesto de trabajo

**Ítem 057** “Ajustar la altura de trabajo a cada trabajador, situándola al nivel de los codos o ligeramente más abajo”

- **Observación:** Dentro de la actividad de empaque, la mesa de trabajo es uno de los factores que genera DME, ya que tiene un percentil más alto al de las operarias de la sección, como se puede ver en la siguiente foto (Foto 30) la operaria no tiene una posición adecuada para el trabajo respecto a sus codos y una postura sentada respecto al descanso de los pies:



*Imagen 30: Operaria en posición sedente (Fuente propia)*

- **Recomendación por parte del método:** Para un trabajador sentado, la altura de la superficie de trabajo debe estar aproximadamente al nivel de los codos. En el caso de que se apliquen fuerzas hacia abajo, la altura de la superficie debe estar ligeramente por debajo del nivel de los codos. Si se utiliza un teclado, la altura en la que actúan los dedos debe estar al nivel de los codos, o ligeramente por debajo. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

En el caso de trabajadores de pie, la mano debe estar algo por debajo de los codos. Para trabajos de exactitud, la altura del codo puede ser la mejor. En trabajos ligeros de montaje o embalaje de muchos elementos, la altura de la mano tiene que estar unos 10-15 cm por debajo de los codos. Cuando se precisa hacer una fuerza muy importante, incluso que se pueda utilizar el peso del cuerpo, la altura debe ser aún más baja. De todas formas, debe evitarse una altura de trabajo demasiado baja, que cause dolor en la parte baja de la espalda. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

Se recomienda adquirir mesas de trabajo regulables; facilitan el uso del mismo puesto por varias personas y, por tanto, incrementan la productividad. Si se emplea la misma mesa para trabajar de pie y sentado, debe ponerse un cuidado especial en proporcionar, en la posición de pie, una superficie de trabajo más alta, y para la posición sentado evitar alturas de trabajo demasiado elevadas. Se resuelve eligiendo una mesa apropiada para los trabajadores sentados, y colocando plataformas o instalaciones fijas bajo los elementos de trabajo manipulados mientras se está de pie, para proporcionar una mayor altura de trabajo. Por otro lado, se puede elegir una altura de mesa para el trabajo de pie, y proporcionar sillas altas y reposapiés regulables para el trabajo sentado. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

- **Análisis propio:** Teniendo claro el problema presentado con la mesa de trabajo de la sección de empaque, y la recomendación a aplicar por parte del método, se generan requerimientos a tener en cuenta del rediseño del puesto, y se debe elegir la realización de la tarea en cuanto a estar en posición bípeda o sedente o ambas, con apoyo de las dimensiones antropométricas y de la teoría de la “regla del codo” citados en el numeral 4.3.1. del marco teórico.

**Ítem 058** “Asegurarse de que los trabajadores más pequeños pueden alcanzar los controles y materiales en una postura natural”

- **Observación:** Dentro el puesto de trabajo de la sección analizada, se cuenta con operarias de percentil 50, incluso hay dos de ellas que su tamaño es aún más pequeño que la media, y les cuesta más su desempeño en el puesto, porque dentro de las fallas de la mesa, está la superación de los alcances lateral anterior del brazo y alcances laterales del brazo (Foto 31), que hacen que las operarias se inclinen sobre la mesa para realizar la actividad de empacar:



*Imagen 31: Alcances lateral y anterior del brazo superados (Fuente propia)*

- **Recomendación por parte del método:** La superficie de trabajo de las máquinas y equipos debe poder regularse en altura para poder ajustarla después a los trabajadores más bajos. Los controles y materiales tienen que situarse de manera que estén al alcance de estos trabajadores. Si estos mismos controles y materiales también tienen que ver con los trabajadores más altos, estos los deben alcanzar cómodamente de igual manera. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)



Se pueden utilizar plataformas móviles o tarimas para que los trabajadores más bajos puedan llegar hasta determinados controles y materiales, de difícil alcance para ellos. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

- **Análisis propio:** Teniendo en cuenta el contexto del puesto, en donde no se utilizan máquinas, pero si se habla del alcance para personas más bajas y pequeñas, como solución y requerimiento se tiene en cuenta las dimensiones antropométricas y se trata de respetar que los movimientos no sobrepasen estos alcances, y así prevenir o disminuir los esfuerzos.

**Ítem 063** “Asegurarse de que el trabajador pueda estar de pie con naturalidad, apoyado sobre ambos pies, y realizando el trabajo cerca y delante del cuerpo”

- **Observación:** Por ser el turno de trabajo de empaque de sachets extenso, durante el tiempo se presenta cansancio por parte de las operarias, y es aquí donde optan por intercalar si realizar la tarea sentadas o de pie, al estar de pie, pierden la naturalidad que describe el ítem y empiezan a apoyarse en un pie, luego en el otro o apoyarse sobre la mesa, para sentir descanso:



Imagen 32: Operaria descansando sus pies sobre las sillas y la mesa (Fuente propia)



- **Recomendación por parte del método:** Las alturas óptimas para operaciones de trabajo frecuentes son: en trabajos de pie, entre la altura de la cintura y la del corazón; en trabajos sentado, entre la altura de los codos y la del corazón. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

Los cambios de postura son esenciales para que los trabajadores no se fatiguen, por este motivo se deben evitar las tareas repetitivas que obligan a estar en la misma postura todo el tiempo. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

- **Análisis propio:** En este ítem también influye las dimensiones antropométricas de las operarias y para eso, se tiene en cuenta, los ángulos de confort para esta clase de movimientos y tareas, se espera el mejoramiento a partir del descanso que se dé con el rediseño, con elementos que puedan asegurar la ergonomía del puesto.

**Ítem 066** “Dotar, de buenas sillas regulables con respaldo a los trabajadores sentados”

- **Observación:** Como podemos detallar en la evidencia fotográfica, las sillas utilizadas en la planta de producción son butacas genéricas en plástico, que no tiene espaldar ni apoya brazos adecuados ni pensados para la tarea a desempeñar:



*Imagen 33: Silla de las operarias (Fuente propia)*

- **Recomendación por parte del método:** Se recomienda conseguir una buena combinación de una altura correcta del asiento (al nivel del extremo inferior de la rótula) y una altura correcta de la superficie de trabajo (a la altura del codo). (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015).

En trabajos que exijan muchos movimientos de brazos, no se deben emplear apoyabrazos, pues limitan la movilidad. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

Usar reposapiés, si los pies quedan colgando después de regular la altura del asiento para que el trabajo se sitúe algo por debajo de los codos. Esto puede ocurrir cuando la altura de trabajo no es regulable. (Diego-Mas J. A., Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica, 2015)

- **Análisis propio:** Esto se soluciona a partir del cambio de alturas tanto de la mesa de trabajo como de la silla, teniendo en cuenta las dimensiones de las trabajadoras, y respetando los ángulos en posición sedente, de un puesto con implementación ergonómica. Como principio de que será apropiada cuando el trabajador tenga total descanso de sus pies y espalda respecto a la mesa y respecto al suelo.

### **7.2.3. Conclusión**

Basados en lo anterior, las recomendaciones del método y la interpretación de las mismas, se convierten en requerimientos de diseño para el objetivo principal, además de que esta evaluación nos permite entender la importancia de la ergonomía en los trabajos operativos dentro de la producción, para el caso de la sección, nos brinda un punto de partida, que será profundizado con la aplicación de “Ocra” para movimientos repetitivos en miembros superiores y “Owas” que evalúa la carga física a partir de las posturas del trabajo, para abrir camino sobre las soluciones adecuadas y necesarias a través del rediseño del puesto de trabajo, que al cumplirse a cabalidad, no solo mejora la condición de las operarias en el puesto, sino que mejora la productividad y rendimiento de las mismas, al disminuir los esfuerzos y previene la aparición de DME.

### **7.3. ANÁLISIS DEL MÉTODO ERGONÓMICO OCRA CHECK LIST: OCCUPATIONAL REPETITIVE ACTION**

Este método permite valorar el riesgo asociado al trabajo con movimientos repetitivos. El método mide el nivel de riesgo en función de la probabilidad de aparición de trastornos músculo-esqueléticos en un determinado tiempo, centrándose en la valoración del riesgo en los miembros superiores del cuerpo. (Diego-Mas J. A., 2015)

Desde los resultados del método LCE, partimos de la superación de los ángulos de confort y de la repetitividad en los movimientos manuales que tiene la actividad, y por esto, este método nos permite entender de una manera específica y técnica en que parte del proceso existe mayor repetitividad y riesgo de presentar los desórdenes musculo esqueléticos.

Este método mide el riesgo a partir de 6 factores que evalúan, la frecuencia, la fuerza, la duración, las posturas de mano, muñeca, codo y hombro, la recuperación y el riesgo adicional de factores físico – mecánicos y factores de riesgo socio – organizativos. Luego la suma de ellos, nos indica un nivel que se ubica en una tabla que el método genera y nos da las acciones correctivas pertinentes.

Para el análisis e interpretación de este método vamos a tener en cuenta el anexo 2 (página 157); el método nos guía en su aplicación teniendo en cuenta el desarrollo de la actividad en el puesto de trabajo, esto se hizo a partir de la observación y la información brindada por parte de las operarias.

Se tuvieron en cuenta los siguientes valores para su aplicación:

- Jornada = 8 horas
- Tiempo del Turno Empacando =  
240 minutos (día normal) 360 minutos (día crítico, cuando hay jornada de empaque)
- Pausas Activas = 20 minutos
- Descanso de Onces y Almuerzo = 105 minutos
- Ciclo de Trabajo = llenar 1 canastilla de producto empackado
- Producto = Caja de aromáticas de 60 unidades
- Tiempo de Trabajo No Repetitivo = 48 minutos

A partir de estos valores y la aplicación del método (Anexo 2, página 157) interpretamos que:

### **7.3.1. Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo**

- Día normal = 67 minutos    Día crítico = 163 minutos

De los 240 minutos 67 minutos a 163 minutos son de movimientos repetitivos, que es un resultado acorde a lo antes evidenciado. Esto quiere decir que de las 8.30 horas de jornada diaria de trabajo, entre 4 y 6,30 horas son de trabajo repetitivo, lo que indica el mayor causante de los desórdenes o trastornos musculo esqueléticos.

### **7.3.2. Factor de Recuperación**

- Valoración 3

Es una valoración intermedia que destaca que de las 6 – 8 horas se tiene un descanso promedio de 2 – 3 pausas por este rango de tiempo, lo que indica que está sobre el promedio, aunque teniendo en cuenta, que las operarias ya presentan síntomas de enfermedades de DME, pues deberían ser más. Que queda como sugerencia a la empresa.

### **7.3.3. Factor de Frecuencia**

- Valoración 10

Esta puntuación es el máximo de acciones técnicas dinámicas y acciones técnicas estáticas, dentro de las primeras la actividad se ubica en la puntuación más alta (10), al demostrar que “los movimientos del brazo se realizan con una frecuencia muy alta (70 acciones/minuto o más)” (Diego-Mas J. A., 2015). Y respectivamente de las segundas “Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 3/3 del tiempo de ciclo (o de observación)” (Diego-Mas J. A., 2015).

De aquí, tenemos presente que la frecuencia en el momento de llenar las cajas de producto (Sachets) es altísima, puesto que los movimientos van por encima de los niveles de análisis que permite el método. Este resultado nos lleva a tener en cuenta como requerimiento obligatorio para el rediseño el mejoramiento de esta actividad, respecto a su frecuencia o repetitividad.

#### **7.3.4. Factor de Fuerza**

- Valoración 10

En este factor, tenemos en cuenta que se hace bajo observación propia, ya que como evaluadores debemos determinar que tanto esfuerzo tienen las operarias al momento de realizar la actividad, el método describe una lista de acciones, de las cuales la actividad tiene la de “Elevar o sujetar objetos” que se traduce en el agarrar los sachets y luego colocarlos ordenadamente en la caja.

La escala de esfuerzo (Tabla 32) implementada permite medir la intensidad de un esfuerzo mediante la observación de las expresiones de las operarias durante la realización de la actividad. Y se ubica este resultado en la tabla de puntuación del esfuerzo (Tabla 33), dándonos el valor determinado de 10 puntos.

Esta puntuación se hizo por observación y en contexto a los tiempos que empacan, ya que, para las operarias, no existe un esfuerzo relevante en su actividad, al estar acostumbradas a hacerlo por más de 5 años. Y aunque en esta actividad el mayor peso que alzan o agarran es de 2 kilos, lo que influye es la frecuencia con la que se desarrolla la acción.

#### **7.3.5. Factor de Posturas y Movimientos**

- Valoración 13,5

Con la aplicación de este factor valoramos los movimientos forzados en la actividad hechos por la mano, muñeca, codo y brazo, además mide los movimientos estereotipados, que son los que se repiten muchas veces y pasan a ser como su nombre lo dice muchos y los mismos.

En la mano se mide el agarre que el método clasifica en 3: de pinza o pellizco, en gancho y palmar. Es importante tener en cuenta, que el agarre de pinza o pellizco, que es el que se presenta en la actividad de empaque, es el más propenso a desarrollar desordenes musculo esqueléticos.

En la muñeca mide la extensión, flexión y desviación lateral que tenga al desarrollarse la actividad. En el caso de las operarias la muñeca se mueve dentro de los niveles normales de los ángulos de confort, aunque tenemos en cuenta que no son posiciones extremas si son forzadas y más aún por la repetitividad de los movimientos.

En el codo se mide también movimientos de flexión, extensión y pronosupinación, que, en este caso, son el punto de partida de la repetitividad de la actividad ya que los movimientos nacen del codo mismo, con los movimientos forzados repentinos de flexión y extensión al alcanzar los sachets de las canastillas o ponerlos en las cajas.

En el hombro se mide movimientos de flexión, extensión y abducción, en la actividad este último es el movimiento forzado de repetitividad, ya que se mantiene en abducción superada más de la mitad del tiempo.

Los movimientos estereotipados son una combinación de los movimientos hechos por la mano, codo y hombro al empacar los sachets, por lo que llegan a ser idénticos entre 8 y 15 segundos de trabajo consecutivo.

Según esto, nos da la valoración de 13,5, que se tiene en cuenta para el resultado final, y dentro de este factor, ya determinamos requerimientos que nos ayudan a detener y disminuir los factores de riesgo ya presentes en la actividad.

### **7.3.6. Factor de Riesgos Adicionales**

- Valoración 3

Este factor mide riesgos adicionales que pueden afectar al riesgo global dependiendo de su duración o frecuencia. Están los factores de riesgo físico – mecánicos (Tabla 39) y factores de riesgo socio - organizativos (Tabla 40).

En contexto con la actividad evaluada, estos factores no aplican a los movimientos del trabajo, por lo que se escogieron los valores mínimos. Teniendo en cuenta, que la actividad es netamente manual.

### **7.3.7. Multiplicador de Duración**

- Día normal = Valoración 0,5    Día crítico = Valoración 0.65

Este último factor, permite determinar el valor a multiplicar por las valoraciones anteriores, al ubicar el tiempo de trabajo repetitivo en la tabla 41, que respectivamente son 67 minutos y 163 minutos, cuando existe una jornada de empaque de todo el día.

### **7.3.8. Conclusión**

Al momento de tener todos los valores y aplicar la respectiva formula nos da una puntuación de riesgo de entre 19, 75 y 25, 625; dependiendo de la jornada a realizar. Al ubicar este valor dentro de la tabla de nivel de riesgo (Tabla 42), nos damos cuenta que el resultado llega al límite del umbral, y lo califica en INACEPTABLE y nos recomienda la mejora oportuna del puesto de trabajo, acciones correctivas y estimación médica para los operarios.

Esto pasa a ser un requerimiento obligatorio teniendo en cuenta la repetitividad demostrada en cada uno de los factores, para el rediseño del puesto de trabajo.

## **7.4. ANÁLISIS DEL MÉTODO ERGONÓMICO OWAS: OVAKO WORKING ANALYSIS SYSTEM**

El método Owas permite la valoración de la carga física derivada de las posturas adoptadas durante el trabajo, Owas se caracteriza por su capacidad de valorar de forma global todas las posturas adoptadas durante el desempeño de la tarea. (Diego-Mas J. A., Evaluación Postural Mediante El Método OWAS, 2015)

Teniendo en cuenta que el método anterior evalúa la repetitividad en los movimientos de posturas forzadas de mano, muñeca, codo y hombro; este método con su estudio global de posturas respecto a la carga física manejada, hace que podamos completar el análisis ergonómico del puesto de trabajo, además de que determina el riesgo a partir de que la operaria esté en posición bípeda o sedente.



Esto es importante, para determinar qué forma es la más adecuada para el rediseño de la sección.

Dentro del análisis de Owas, se realiza la observación de las posturas para espalda, brazos y piernas, se sugiere que se hagan más de 100 observaciones para reducir el margen de error, en la sección se desarrolló de la siguiente manera:

- Fase de Trabajo = Evaluación Simple. Ya que la tarea realizada por el trabajador es homogénea y la actividad desarrollada es una actividad constante.
- Periodo de Observación = 30 minutos por observación. 200 observaciones en dos jornadas diferentes de trabajo.
- Frecuencia de Muestreo = 30 segundos. Que es la velocidad de las operarias al empacar cualquier referencia y repetir la acción.

Entendido esto, se evalúan según los códigos generados por el método, respectivamente:

#### **7.4.1. Código de Postura de Espalda**

- Valoración 3

Se determinaron 4 posturas diferentes para el análisis de la espalda (Ver Foto 34, 35, 36 y 37), que se repiten N veces según el tiempo que se decida empacar en la jornada. Según la tabla de código de postura para la espalda (ver Tabla 43) se dio esta valoración, que describe la postura con movimiento de torsión o inclinación del tronco entre o superior a 20°.

Esto pasa por la altura de la mesa no acorde con las dimensiones de las operarias, además de que la tarea se realiza por debajo de los codos, y requiere de una inclinación del cuello que no es adecuada, acorde a la repetitividad de la actividad.

#### **7.4.2. Código de Postura de los Brazos**

- Valoración 2

Según la teoría del método en este ítem, nos limita a escoger entre 3 movimientos de los brazos, por lo cual según las evidencias fotográficas del desarrollo del trabajo en el puesto. Se acercan a la abducción del brazo al escoger la caja para empacar, y a la posición de empacar los sachets en la caja, por esto esta valoración, que determina el levantamiento alterno de un brazo y luego el otro.

Difícilmente se corrige esto con la permanencia del puesto, por eso determina un requerimiento importante para el rediseño del puesto.

#### **7.4.3. Código de Postura de las Piernas**

- Valoración 3

Para la postura de las piernas se tiene en cuenta el apoyo en el cual cae el cuerpo, para la actividad de empaque de sachets hay que tener presente, que por los largos periodos del turno empacando, las operarias optan por intercalar entre estar sentado y de pie ejecutando la actividad. Por esto mismo, cuando están de pie, ellas se sostienen o bien por los dos pies con el peso equilibrado, o bien por intercalar de pierna, según el momento de empaque.

Por esto mismo, se da la valoración de 3, que describe la postura de un pie intercalado con el otro para desequilibrar las cargas.

#### **7.4.4. Codificación de la Carga y Fuerza soportada**

- Valoración 1

En este caso, el método evalúa también que carga física se soporta en las posturas anteriormente nombradas, por lo que en la aplicación en la sección disminuye su valor, y podría ser adecuado ya que la carga no es mayor de 5 Kg, lo que influye es la repetitividad de alzar ese peso entre 1 y 2 minutos.

### 7.4.5. Riesgo y Conclusión

Al ubicar los códigos de postura en la tabla de nivel de riesgo (Tabla 48), el riesgo pasa por decirnos, que las posturas no requieren intervención, ya que están dentro de los rangos de soporte de un operario, pero al ubicarlo en relación a la frecuencia relativa (Tabla 9), los resultados son de una Intervención lo antes posible al puesto de trabajo, que nos lleva a lo mismo antes analizado y evidenciado en los métodos restantes: el factor de repetitividad del trabajo, el agarre y los movimientos elegidos de mano, muñeca, codo, hombro y espalda son los que nos están permitiendo que aparezcan desórdenes músculo esqueléticos.

### 7.5. INTEGRACIÓN DE RESULTADOS

<b>Análisis del Sistema de Producción</b>	<b>Análisis de los Métodos Ergonómicos</b>	<b>Integración</b>
No hay previa documentación	No hay previos análisis de los puestos de trabajo	Hacen que los trabajadores se vuelvan indispensables, por no estandarizar los procesos
Stocks de pulpa, sachets y producto terminado	Manipulación y transporte de los productos de stock manuales.	Afectan la salud del personal, por no mecanizar procesos de manejo de cargas y en grandes cantidades.
Procesos de empaque netamente manuales	Repetitividad en los procesos manuales, en altos grados.	Esta repetitividad en procesos de empaque y embalaje, generan desórdenes musculo esqueléticos y generan baja productividad.
Operarios patinadores en cada proceso	No se evidencias documentación de habilidades ni funciones	Los operarios no se comprometen completamente con los

	para cada proceso por parte de la empresa.	procesos al no saber de qué proceso pueden llegar a ser permanentemente
Administración empírica. No hay planeación de la producción	Falta de conocimiento en el desarrollo de las actividades de los procesos.	Genera los problemas evidenciados anteriormente, por no asesorarse respecto a las necesidades ergonómicas de cada proceso.
Resistencia al cambio por parte de los operarios	Operarios acostumbrados a los movimientos y posturas forzadas.	Generan lesiones y aparición de desórdenes musculoesqueléticos, que son diagnosticados tarde, por el desconocimiento de los operarios.
No hay parámetros definidos para el desarrollo de los procesos	No hay parámetros para la duración de las jornadas, en las condiciones actuales.	No permiten el control ni supervisión de los procesos, por no tener indicadores evaluativos.

Tabla 19: Integración de Resultados (Fuente Propia)

## 8. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

### 8.1. TEORIA DE PRINCIPIOS DE LA ECONOMIA DE MOVIMIENTOS

PRINCIPIOS DE LA TEORIA	APLICABLES AL REDISEÑO
Ambas manos deben comenzar, así como completar sus movimientos a la vez.	Requerimiento importante
Ambas manos no deben estar inactivas a la vez, excepto durante los periodos de descanso	Requerimiento Deseable
Usar movimientos de brazos simultáneos en direcciones opuestas y simétricas	Requerimiento importante
Usar los movimientos de manos de más baja clasificación para operaciones más satisfactorias.	Requerimiento Deseable
Mantenga la ruta de movimiento dentro del área normal de trabajo	Requerimiento Obligatorio
No haga cambios bruscos de dirección. Planee una ruta de movimientos con una suave curva	Requerimiento Importante
Deslice los objetos pequeños, no los levante ni los cargue	Requerimiento Obligatorio
Localice las herramientas y los materiales en la secuencia correcta en las estaciones de trabajo fijas	Indiferente
Use menos elementos para lograr tiempos menores	Requerimiento Deseable
Trabaje con ritmo y de manera automática para aumentar la producción y disminuir la fatiga	Requerimiento Deseable
Donde sea posible, deje que las manos descansen usando los pedales	Requerimiento Obligatorio
Evite sujetar. Use los tornillos del banco o los accesorios para dejar libres las manos y que puedan mover las piezas	Requerimiento Importante
Proporcione eyectores para retirar las pinzas terminales.	
Cuando sea posible, deje caer el objeto	Requerimiento Importante
Acorte la transportación manteniendo cercanos los materiales en depósitos de alimentación por gravedad	Requerimiento Importante
Tenga ya acomodadas las herramientas para tomarlas rápidamente.	Indiferente
Ubique los controles de la maquina cerca de usted para facilitar la operación	Indiferente
Diseñe la altura del lugar de trabajo de manera que pueda adaptar a que se trabaje parado o sentado y proporcione una silla	Requerimiento Obligatorio

de buena altura, cómoda y con respaldo para favorecer la buena postura	
Procure que las condiciones de trabajo sean agradables considerando la iluminación, temperatura, humedad, polvo, humos, ventilación, nivel de ruido, disposición de colores, disciplina y similares	Requerimiento Deseable

*Tabla 20: Principios de la Economía de Movimientos aplicables al Rediseño del Puesto (Fuente Propia)*

## 8.2. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO

### 8.2.1. REQUERIMIENTOS DE USO

REQUERIMIENTO	PARÁMETRO
Sugiere mantener una posición neutral o recta para proporcionar un agarre más fuerte en los movimientos de la muñeca	Postura recta o neutral de la muñeca
Debe mantener la ruta de trabajo de las operarias según su antropometría	Alcances horizontales
Debe permitir cambios de postura para evitar la fatiga de las operarias	Posición sedente o bípeda
Debe evitar movimientos de inclinación o giros del cuerpo	Movimientos naturales
Sugiere liberar las manos de sujeciones o sostenimientos	Movimiento estático
Se recomienda el uso de poca fuerza para movimientos ligeros o de precisión	Fuerza mínima
Se recomienda la aplicación de movimientos del centro hacia afuera y desde afuera hacia el centro	Movimientos balísticos
Se recomienda iniciar y terminar los movimientos de la actividad con ambas manos al mismo tiempo	Movimientos simétricos
Sugiere que permita transportar las cajas empacadas en diferentes direcciones	Frontal y/o laterales

*Tabla 21: Requerimientos de Uso (Fuente Propia)*

### 8.2.2. REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN

REQUERIMIENTO	PARÁMETRO
Debe alimentar los insumos de cajas de una forma fácil	Gravedad
Debe dejar deslizar los objetos pequeños	Angulo de inclinación
La estación de trabajo (mesa) debe permitir que las operarias dejen la pieza en el área mientras sus manos estén en movimiento para empacar más sachets	Espacio para estacionar la pieza
La estación de trabajo debe permitir trabajo y recuperación en ciclos cortos y frecuentes	Micro pausas activas

Tabla 22: Requerimientos de Función (Fuente propia)

### 8.2.3. REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES

REQUERIMIENTO	PARÁMETRO
La estructura debe ser fija y rígida para evitar desequilibrios	Estructura fija
Debe tener una altura acorde al percentil de las usuarias (operarias)	Altura de la mesa
La estructura debe soportar el movimiento de cajas empacadas más los movimientos de las operarias	Soporte en cruz o equis
Debe contemplarse una estructura libre de aristas bruscas para fácil limpiado	Superficies lisas y suaves

Tabla 23: Requerimientos Estructurales (Fuente propia)

### 8.2.4. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

REQUERIMIENTO	PARÁMETRO
Debe mantener los codos juntos a la cadera	Regla del codo
Debe permitir la regulación de la silla respecto a la información antropométrica de cada operaria	Talla y peso
Debe mantener posición natural del codo doblado	Regla del codo
Debe tener en cuenta la información antropométrica de las operarias que realizarán la tarea	Talla, edad, sexo
Se debe ajustar la altura de la estación de trabajo (mesa) al nivel del codo o ligeramente más abajo en cualquiera de las posturas que tiene el operario para trabajar.	Regla del codo

Tabla 24: Requerimientos Técnicos (Fuente propia)

### 8.2.5. REQUERIMIENTOS DE FORMA

REQUERIMIENTO	PARÁMETRO
La estación de trabajo debe tener terminaciones suaves y curvas	Esquinas con curvas
Material de la estructura en acero inoxidable por NTC	NTC para manejo de alimentos
La altura del elemento no debe superar el alcance vertical máximo de las operarias	Alcance vertical máximo

Tabla 25: Requerimientos de Forma



### 8.3. DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS REQUERIDAS

- **Medidas antropométricas posición bípeda**

<b>Dimensión</b>	<b>Promedio Percentil 50 Población laboral femenino de 20 a 59 años</b>
Estatura	155,5 cm
Altura cresta iliaca medial	92 cm
Altura radial	97 cm
Altura dactilar dedo medio	58,4 cm
Alcance anterior brazo	66,4 cm
Anchura de tórax	19,5 cm
Largura lateral del brazo	70 cm
Alcance vertical máximo	193 cm

*Tabla 26: Medidas Antropométricas Requeridas en Posición bípeda (Fuente Propia)*

- **Medidas antropométricas posición sedente**

<b>Dimensión</b>	<b>Promedio Percentil 50 Población laboral femenino de 20 a 59 años</b>
Anchura codo a codo	40 cm
Altura radial	23,3 cm
Altura de la fosa poplíteica	38,6 cm
Altura del piso a codo	62 cm

*Tabla 27: Medidas Antropométricas Requeridas en Posición Sedente (Fuente Propia)*

## 9. PROCESO DE DISEÑO

### 9.1. CONCEPCIÓN

#### 9.1.1. Necesidad

Mejorar el puesto de trabajo colectivo de la sección de empaque de sachets, a partir del análisis y requerimientos expuestos anteriormente, a través del diseño industrial.

#### 9.1.2. Material

Puesto de Trabajo = Por NTC acero inoxidable por manipulación de alimentos.

Dispensador de cajas = Acrílico transparente y Acero inoxidable

### 9.2. EJECUCIÓN

- Puesto de Trabajo Colectivo (2 operarias)

Boceto 1: Vista de Techo

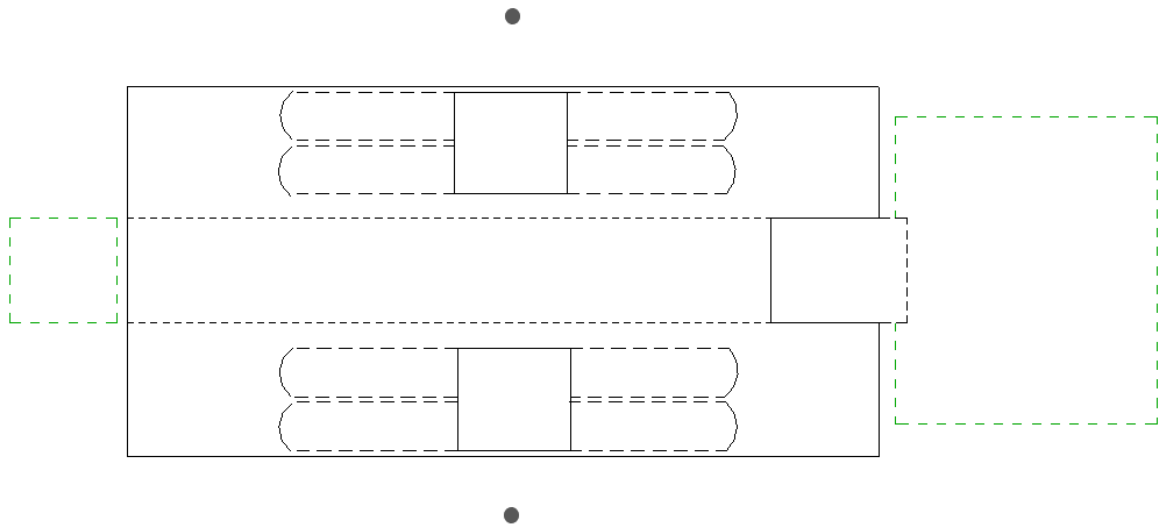


Figura 16: Boceto 1, Puesto de trabajo, vista de techo (Fuente propia)

- Dispensador de Cajas

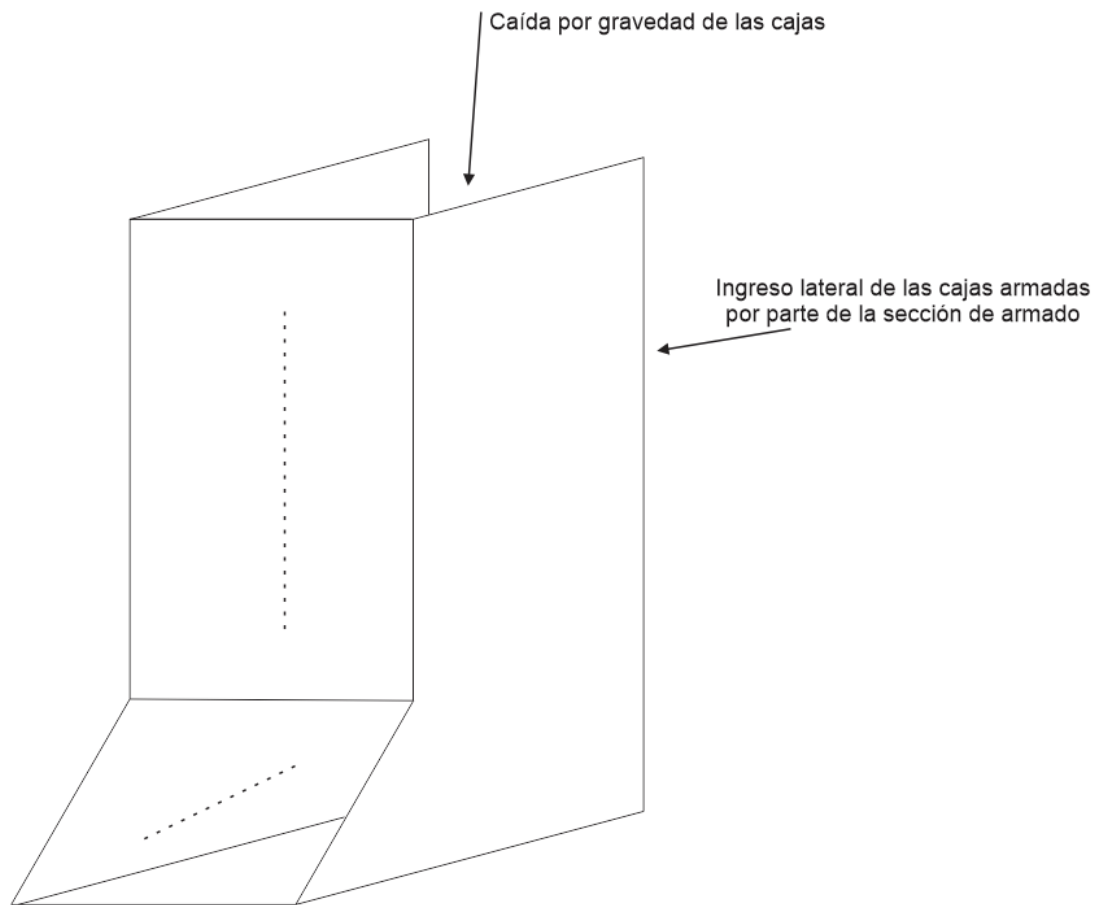


Figura 17: Boceto 2, Dispensador de cajas (Fuente propia)

## 10. REDISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO

### 10.1. MODELO VIRTUAL



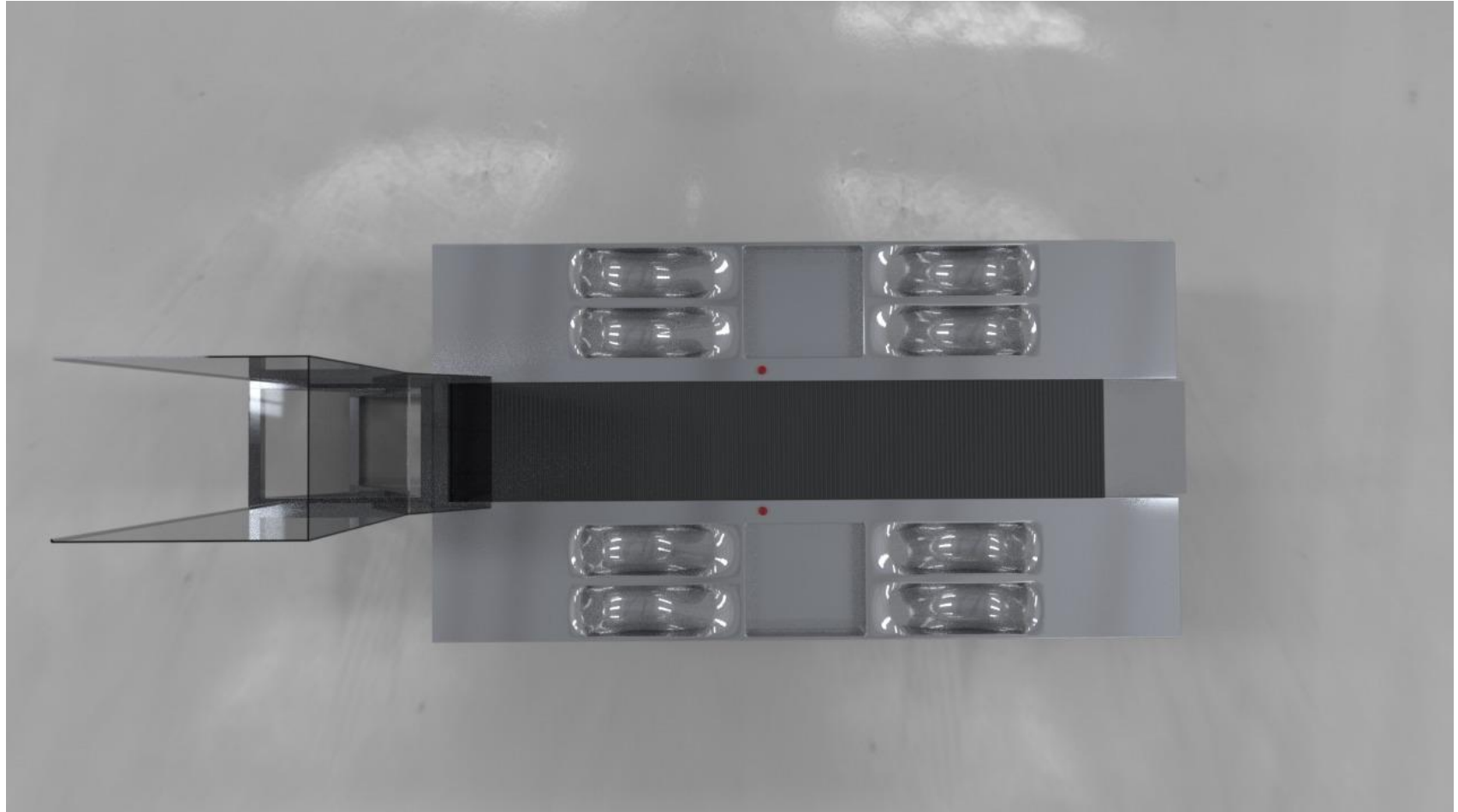
*Imagen 34: Render del Diseño, vista isométrico (Fuente propia)*



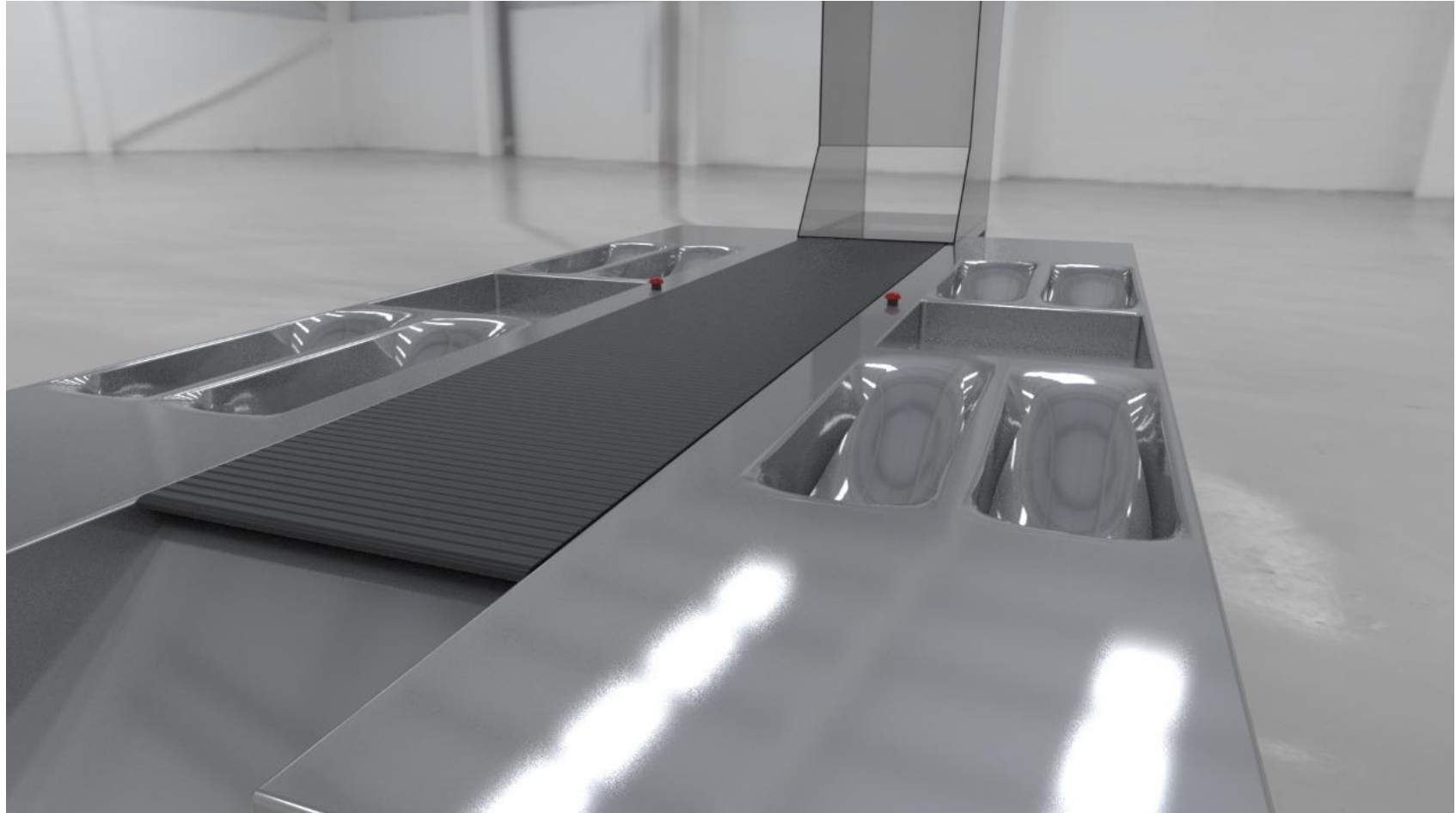
*Imagen 35: Render del Diseño, vista frontal (Fuente propia)*



*Imagen 36: Render del Diseño, vista lateral (Fuente propia)*

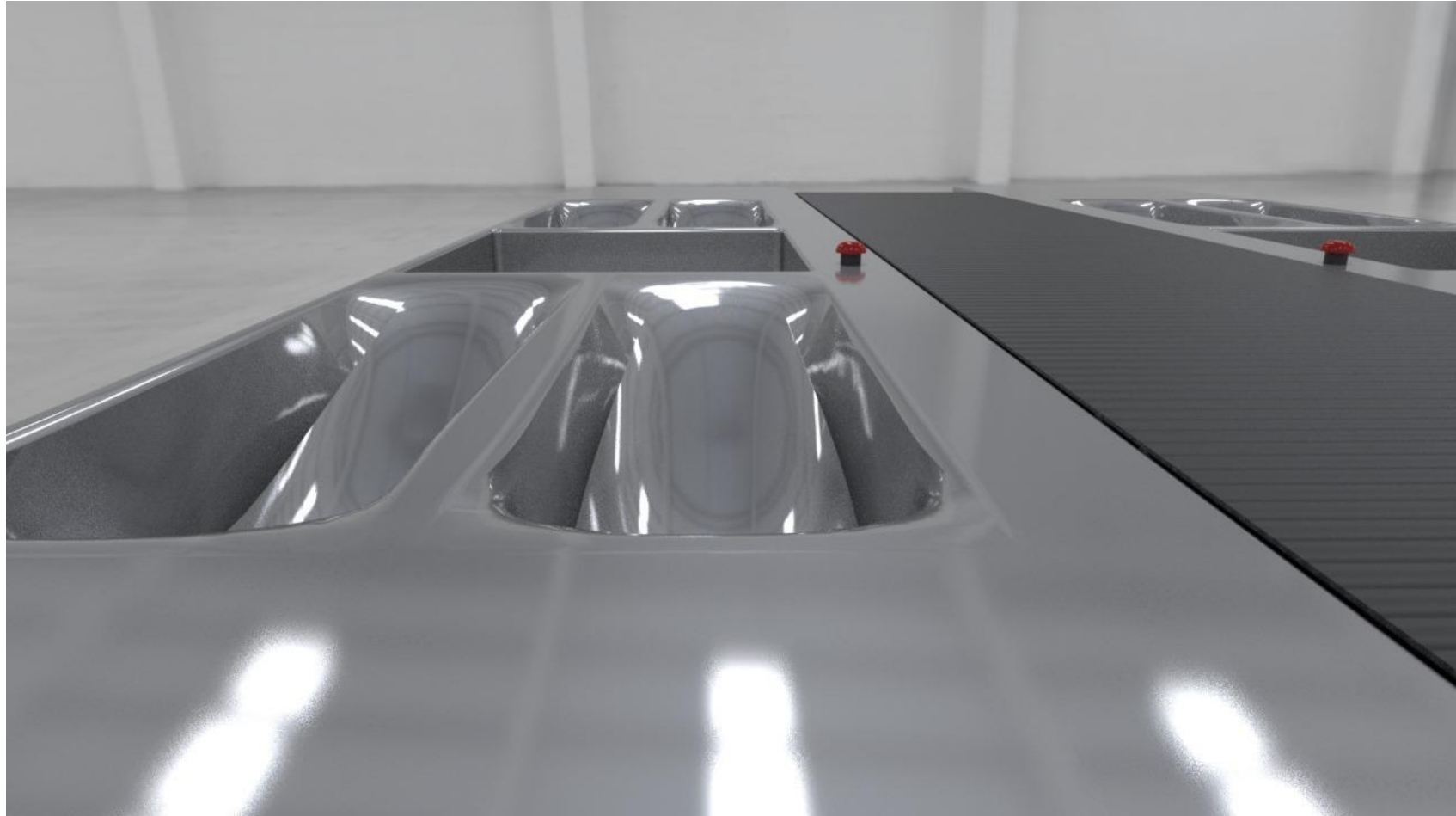


*Imagen 37: Render del Diseño, vista de techo (Fuente propia)*



*Imagen 38: Detalle de acabado del Render 1 (Fuente propia)*





*Imagen 39: Detalle de acabado del Render 2 (Fuente propia)*

## 10.2. PLANOS BÁSICOS

- Plano de Techo acotado

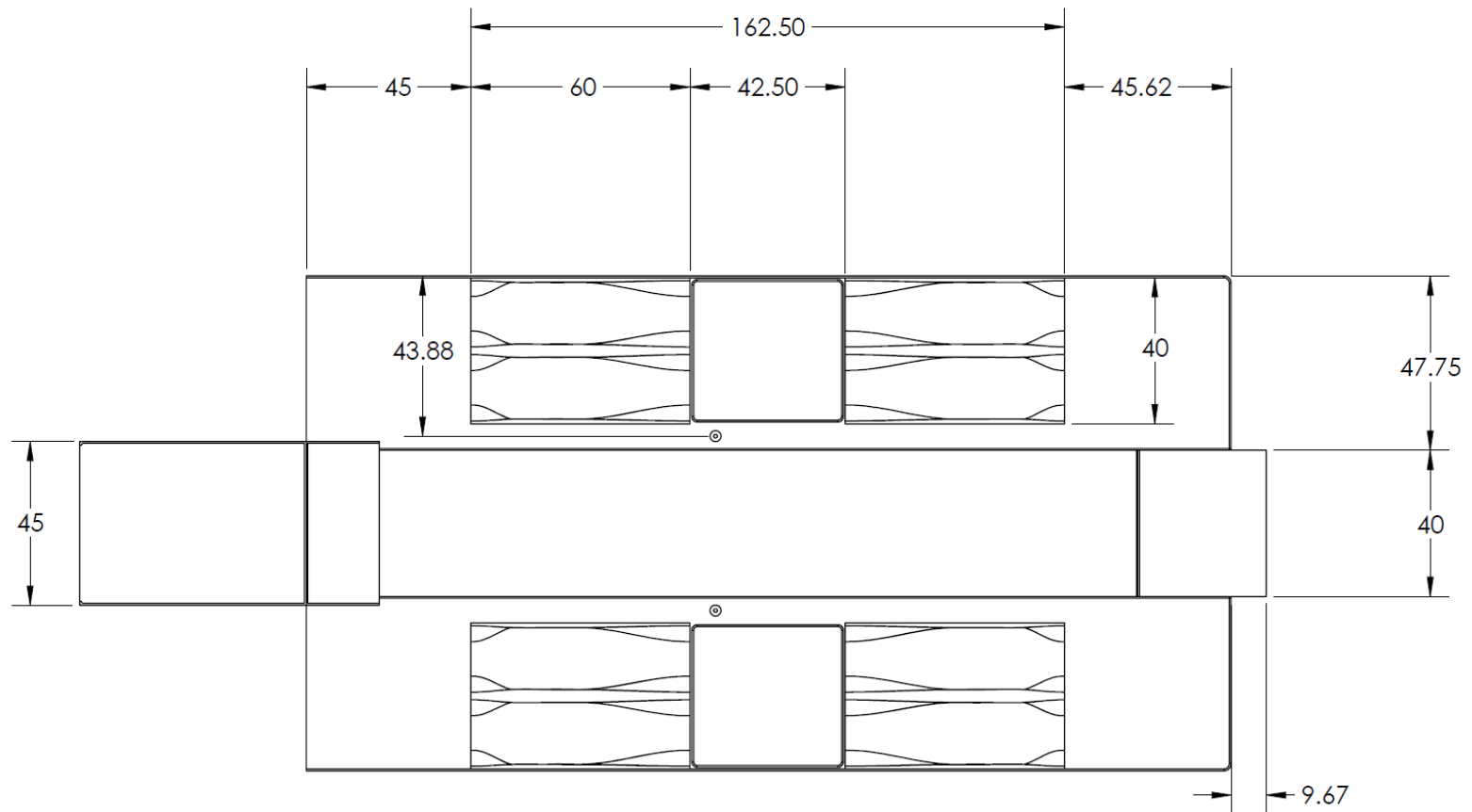


Figura 18: Plano de Techo, acotado (Fuente propia)

- Plano Lateral acotado

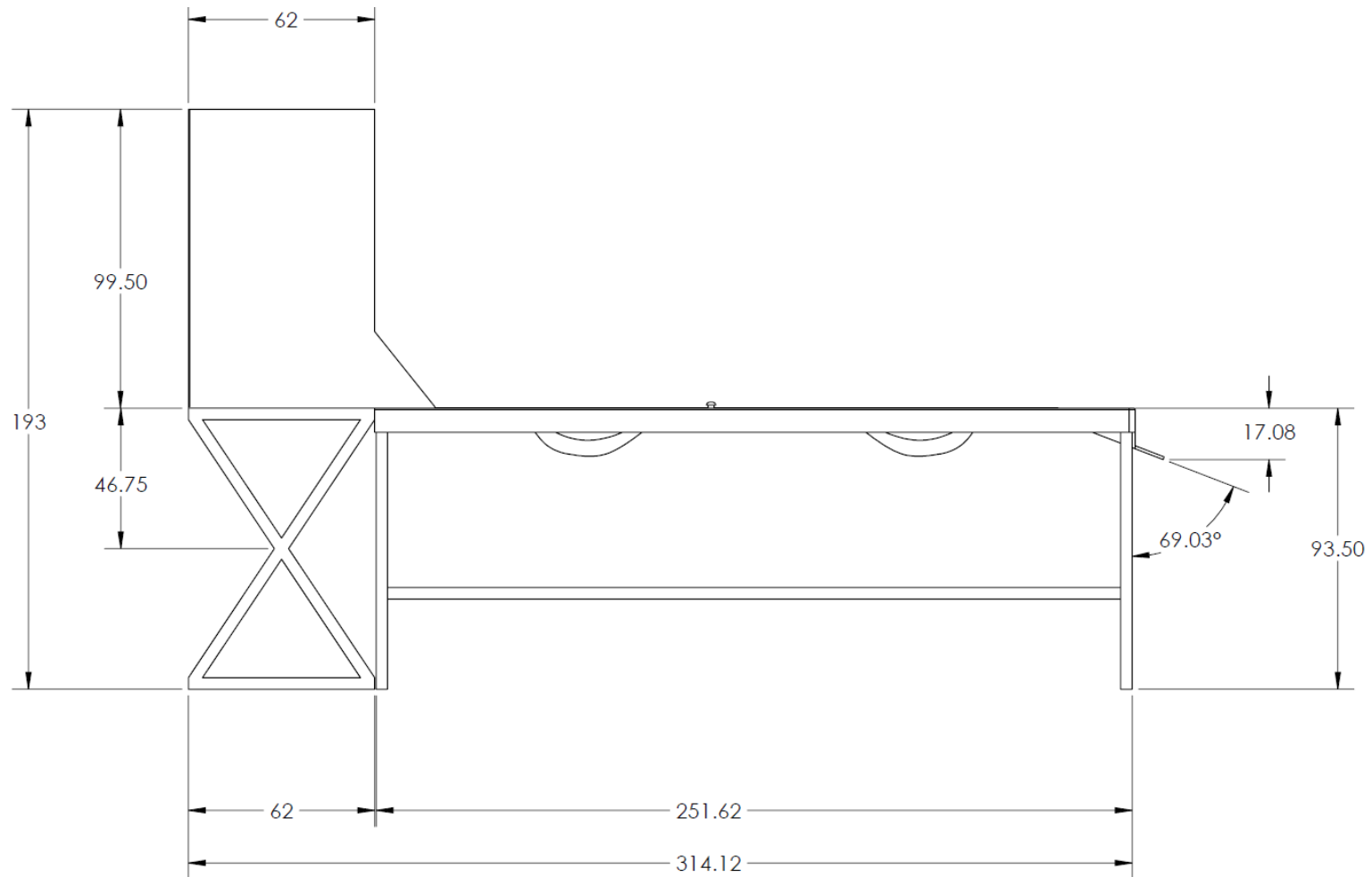


Figura 19: Plano lateral, acotado (Fuente propia)

- Plano frontal acotado

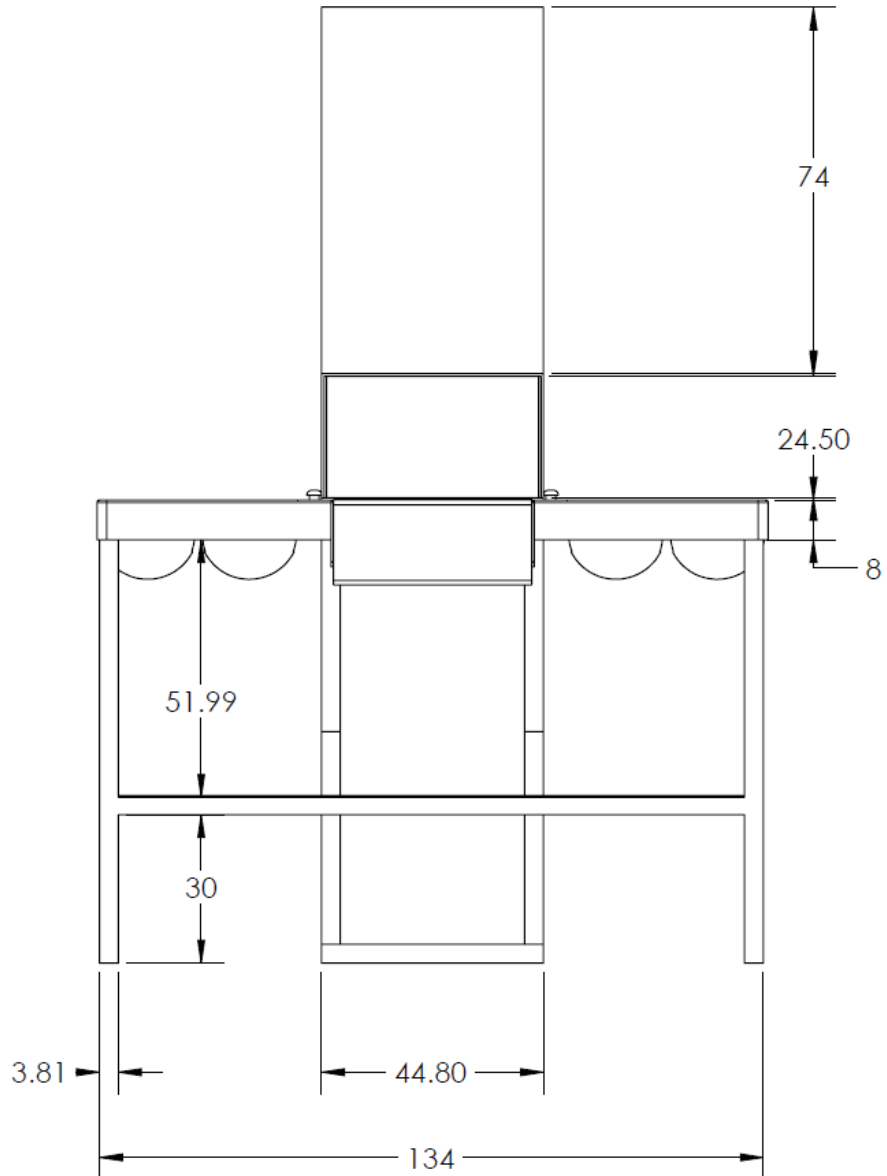


Figura 20: Plano frontal, acotado (Fuente propia)

- Explosionado 1 – Estructura en X para el Dispensador de Cajas

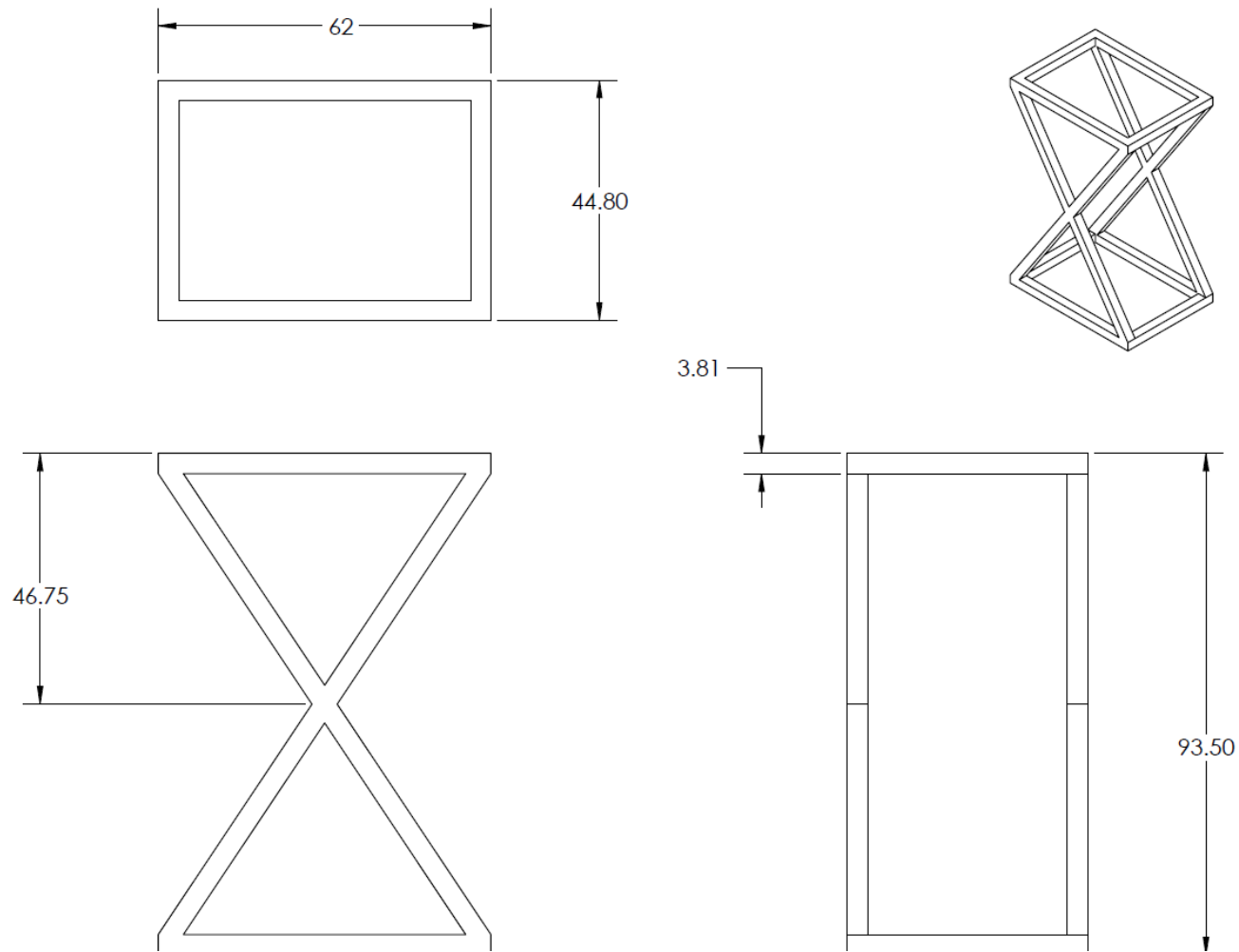


Figura 21: Explosionado 1, estructura en X para el dispensador de cajas (Fuente propia)

- Explosionado 2 – Dispensador de Cajas

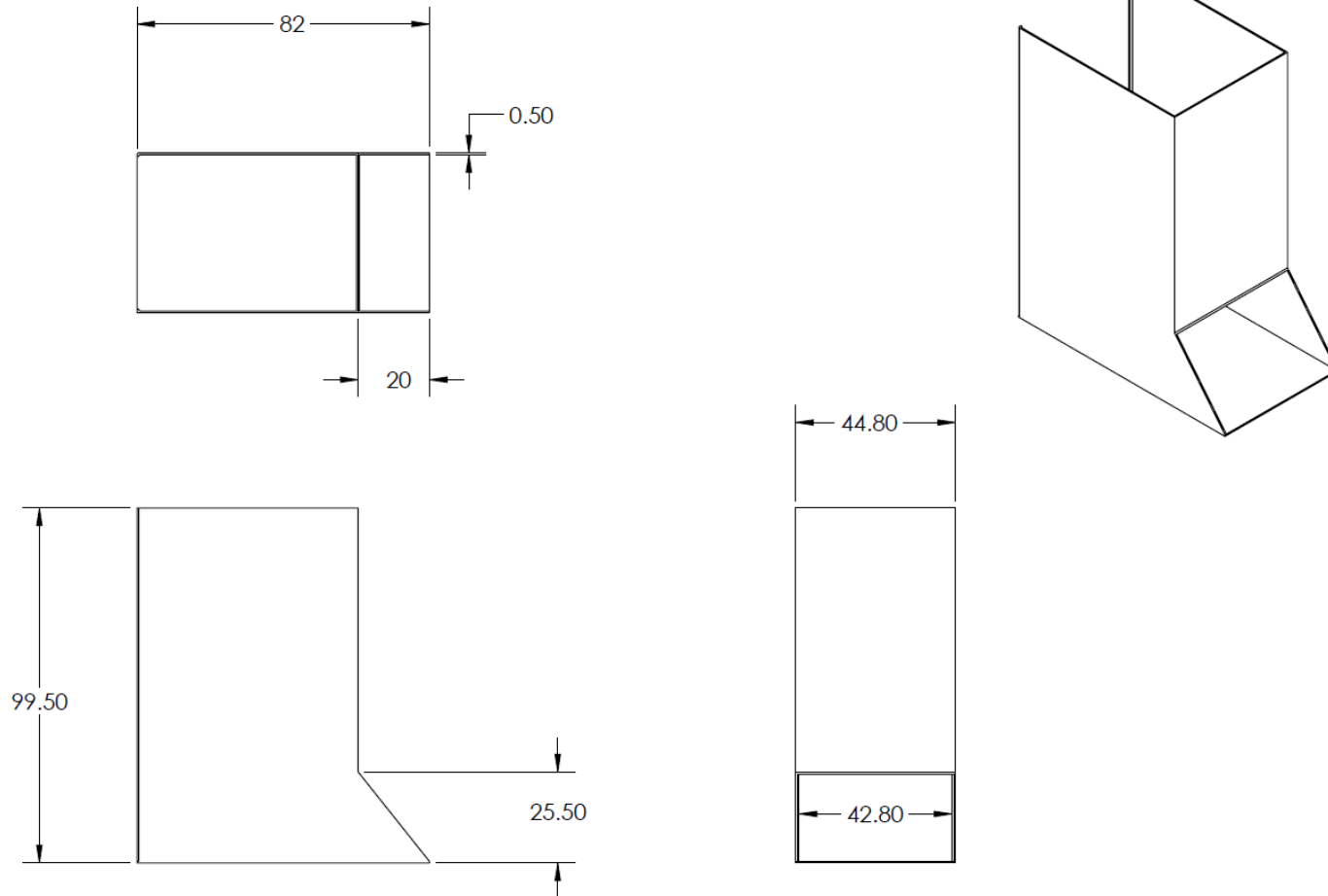


Figura 22: Explosionado 2, Dispensador de cajas (Fuente propia)

- Explosionado 3 – Estructura Base

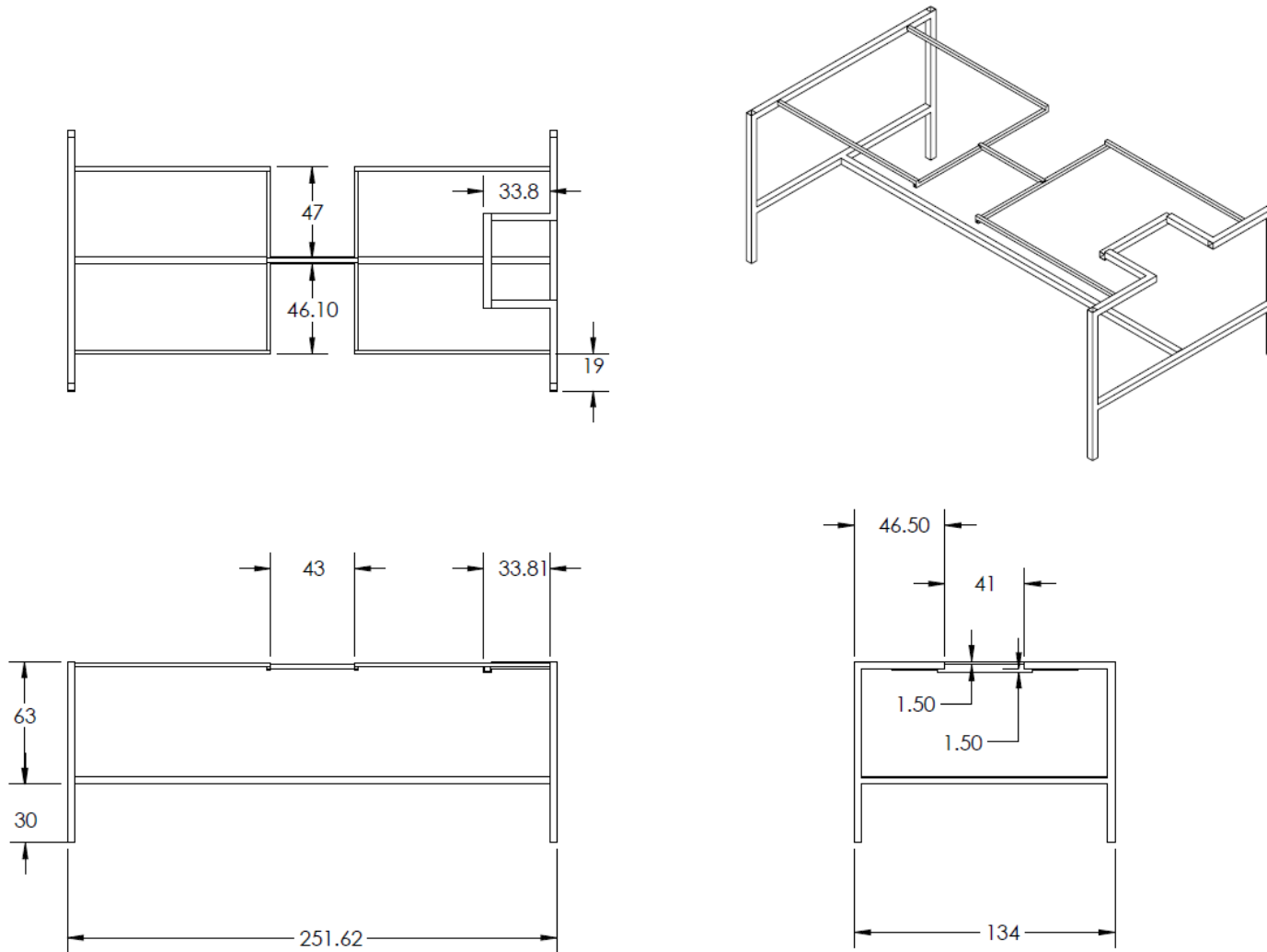


Figura 23: Explosionado 3, Estructura base (Fuente propia)

- Explosionado 4 – Puesto de trabajo

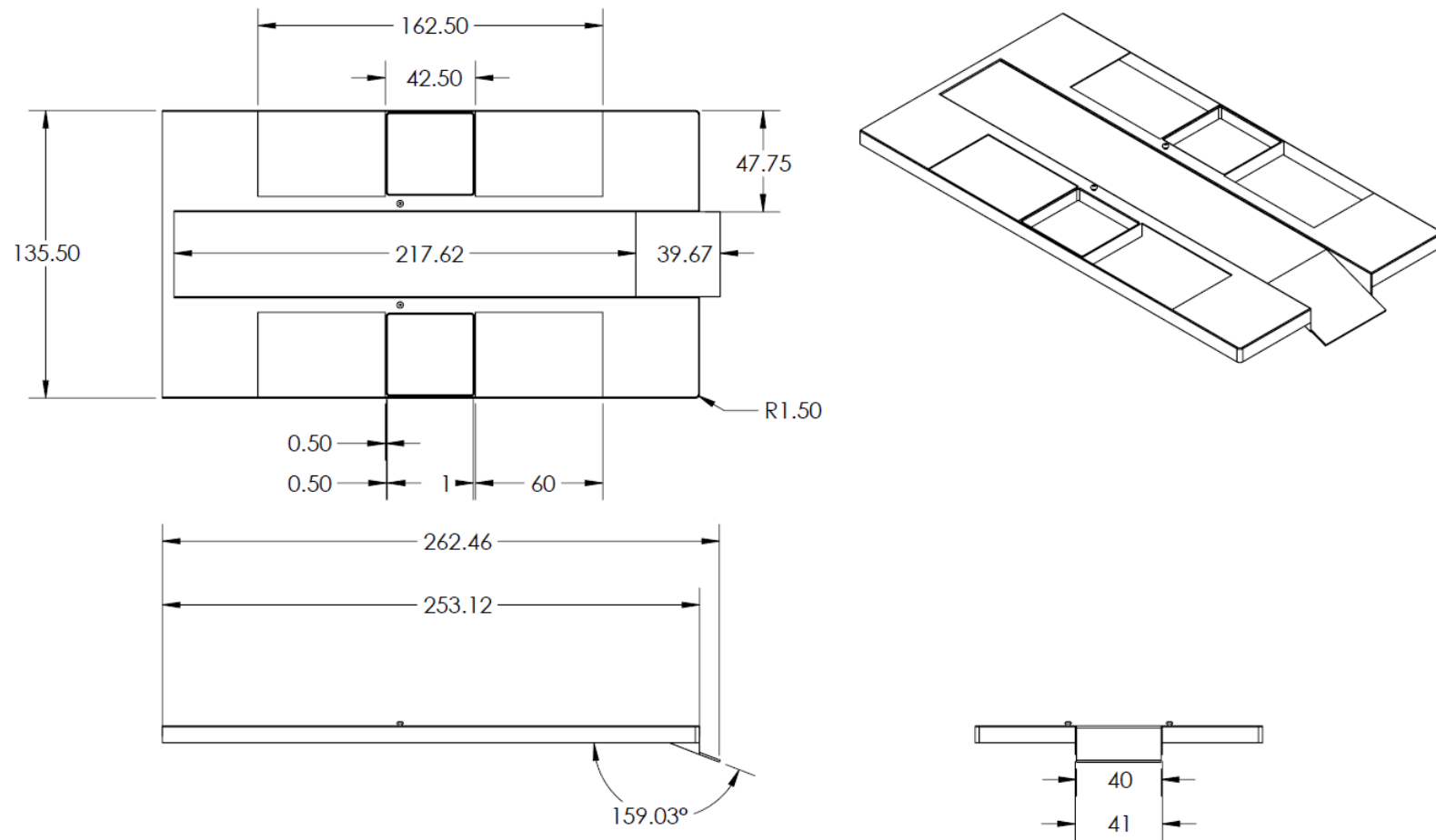


Figura 24: Explosionado 4, Mesón de trabajo (Fuente propia)



- Explosionado 5 – Tolva de Sachets

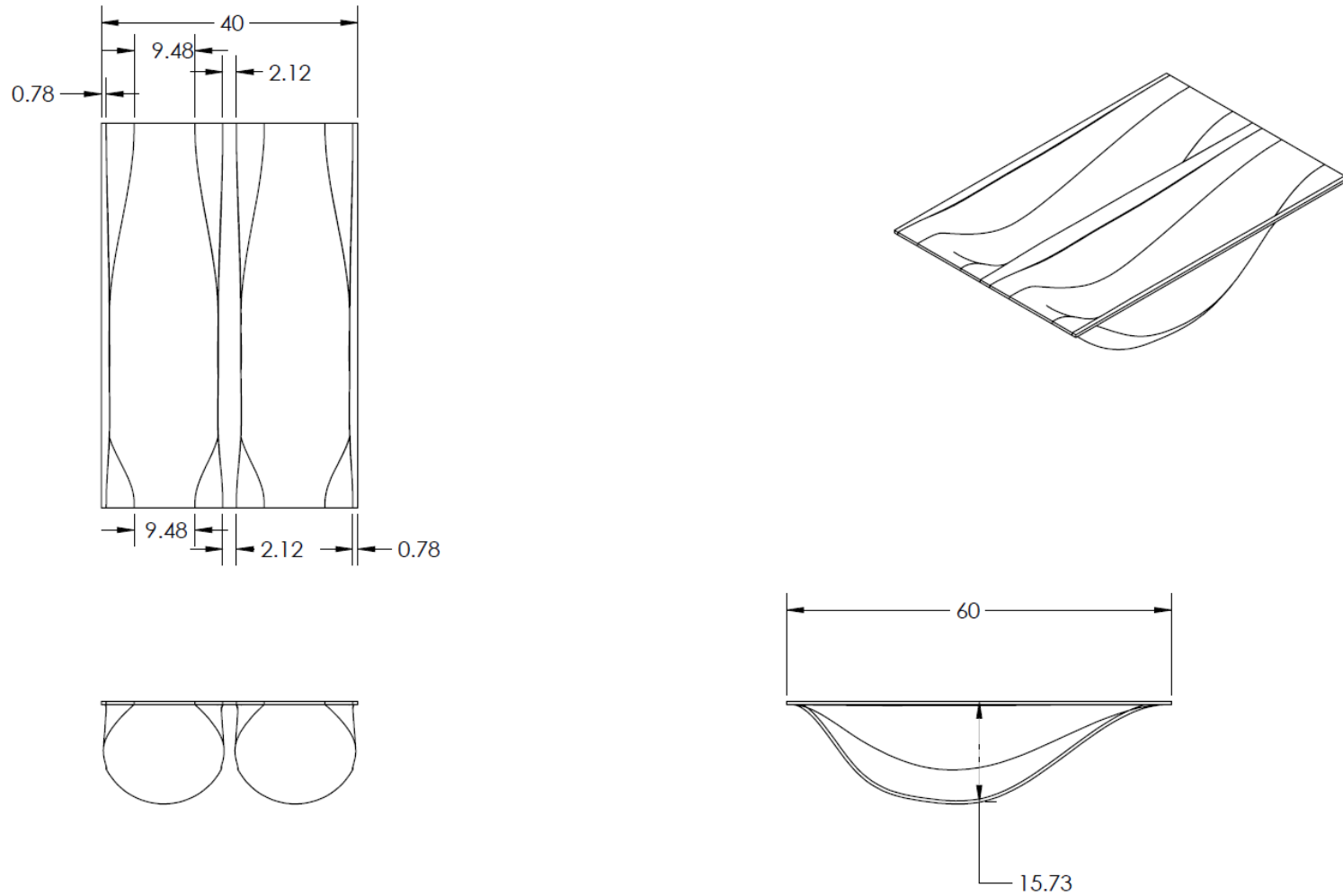


Figura 25: Explosionado 5, Tolva de sachets (Fuente propia)

- Detalle 1 – Corte D – Detalle de Banda transportadora

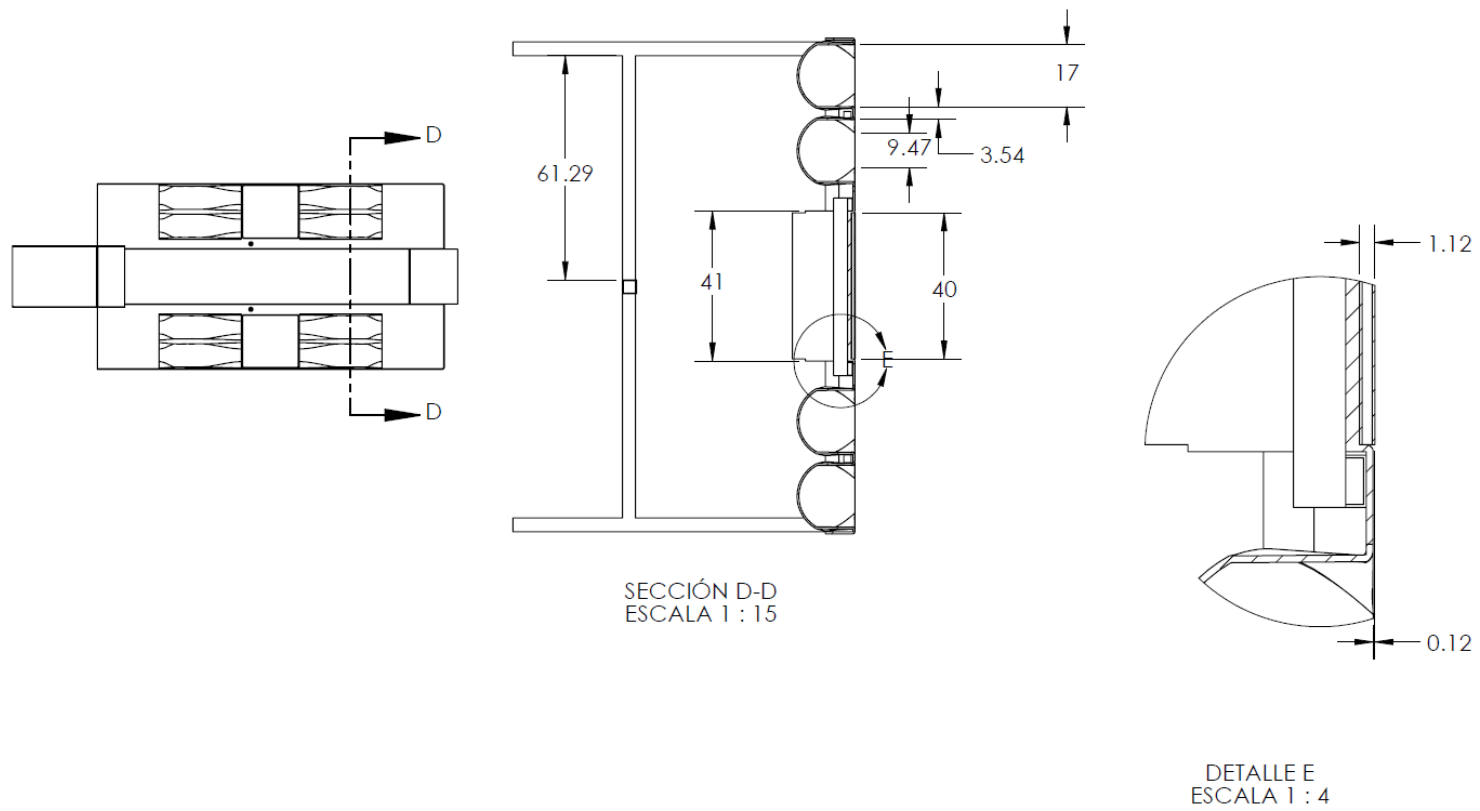


Figura 26: Detalle 1, corte D - D, Posición de banda transportadora (Fuente propia)

- Detalle 2 – Detalle de Tolva de Sachets

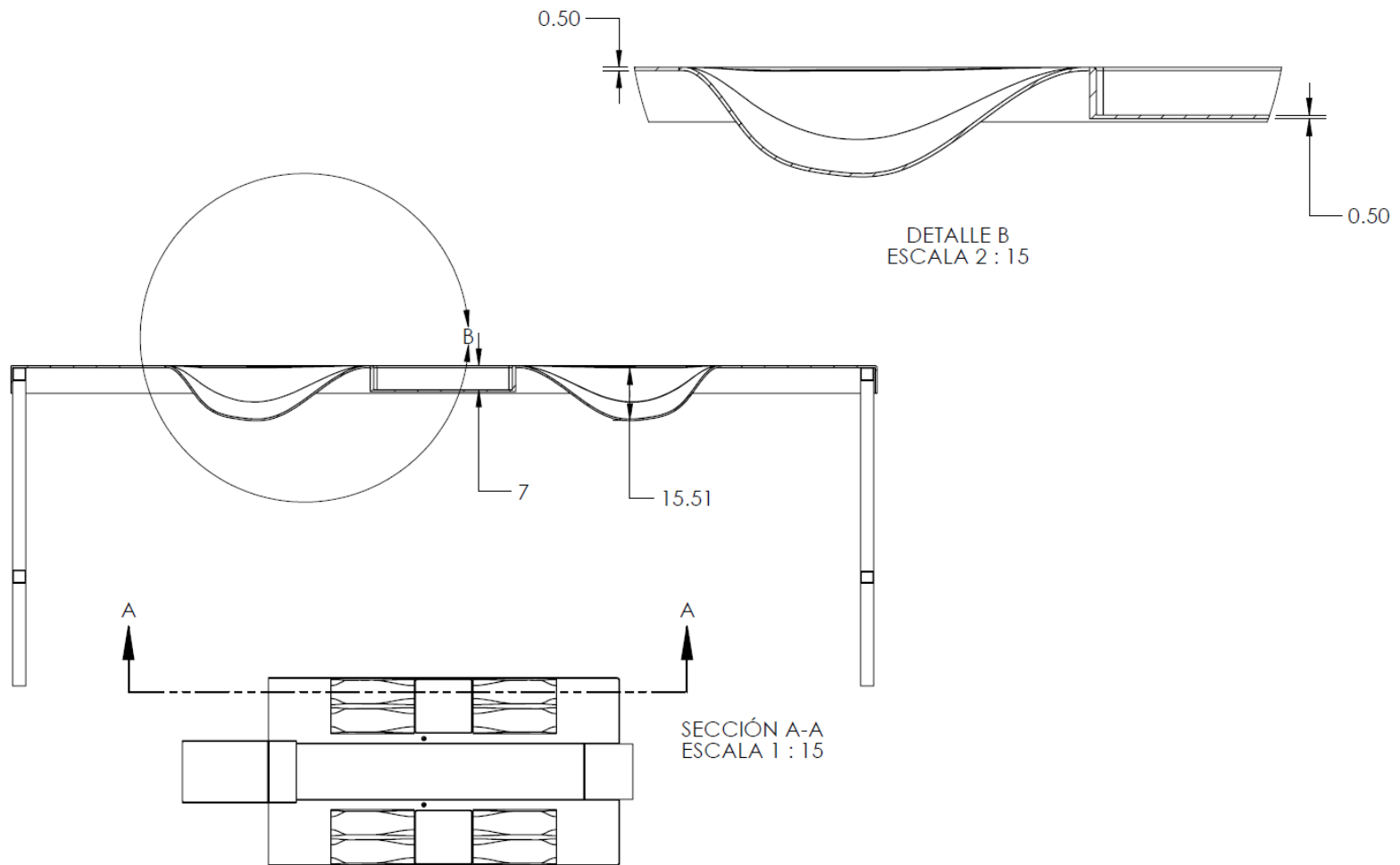


Figura 27: Detalle 2, Corte A - A, Tolva de sachets (Fuente propia)

### 10.3. CONTEXTUALIZACIÓN

El rediseño está pensado con la intención de mejorarlo teniendo en cuenta los requerimientos, para corregir los movimientos repetitivos por posturas forzadas, y el mal manejo de cargas:

- Se cambia la acción de **sujetar/agarrar** sachets, por **deslizar** los sobres de la tolva de sachets expuesta en la mesa de trabajo. Con este cambio se previene la lesión de mano y muñeca, al seguir lo sugerido por los requerimientos y los principios de la economía de movimientos. De 70 movimientos por minuto, se espera que se realice 10 movimientos al momento de acomodar los sachets en las cajas.

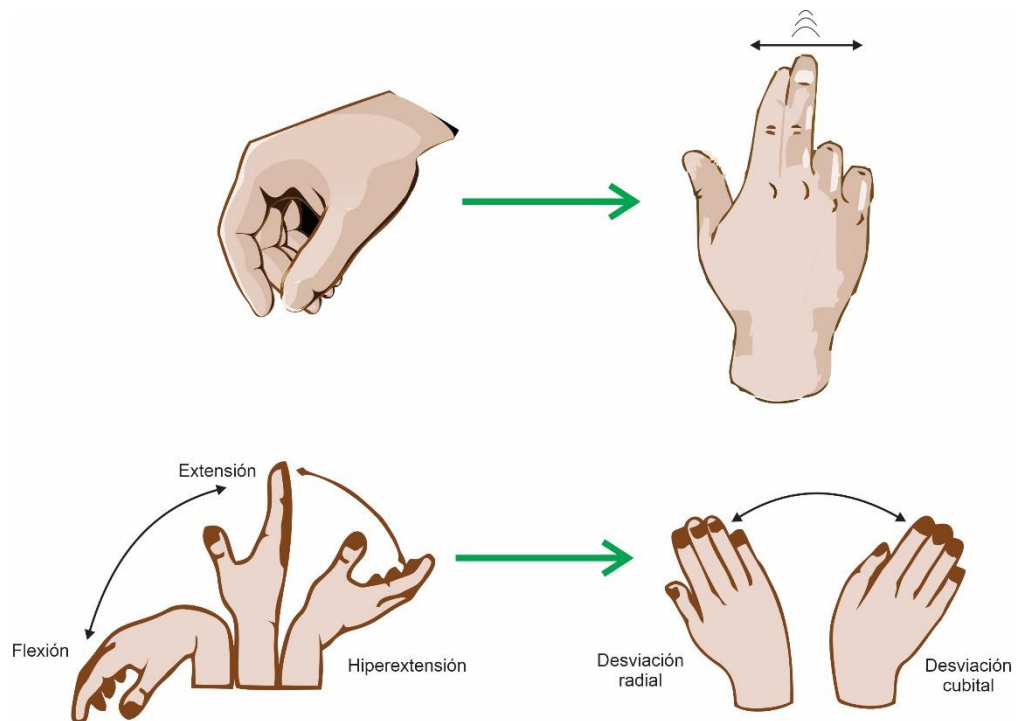


Figura 28: Cambio de movimiento, sujetar por deslizar (Fuente propia)

- Se respetan las alturas adecuadas para el percentil del usuario, dejando una altura de 93,5 cm que entra en el rango de trabajo en posición bípeda o sedente del percentil, además de respetar la regla del codo respecto a la altura de la mesa de trabajo.

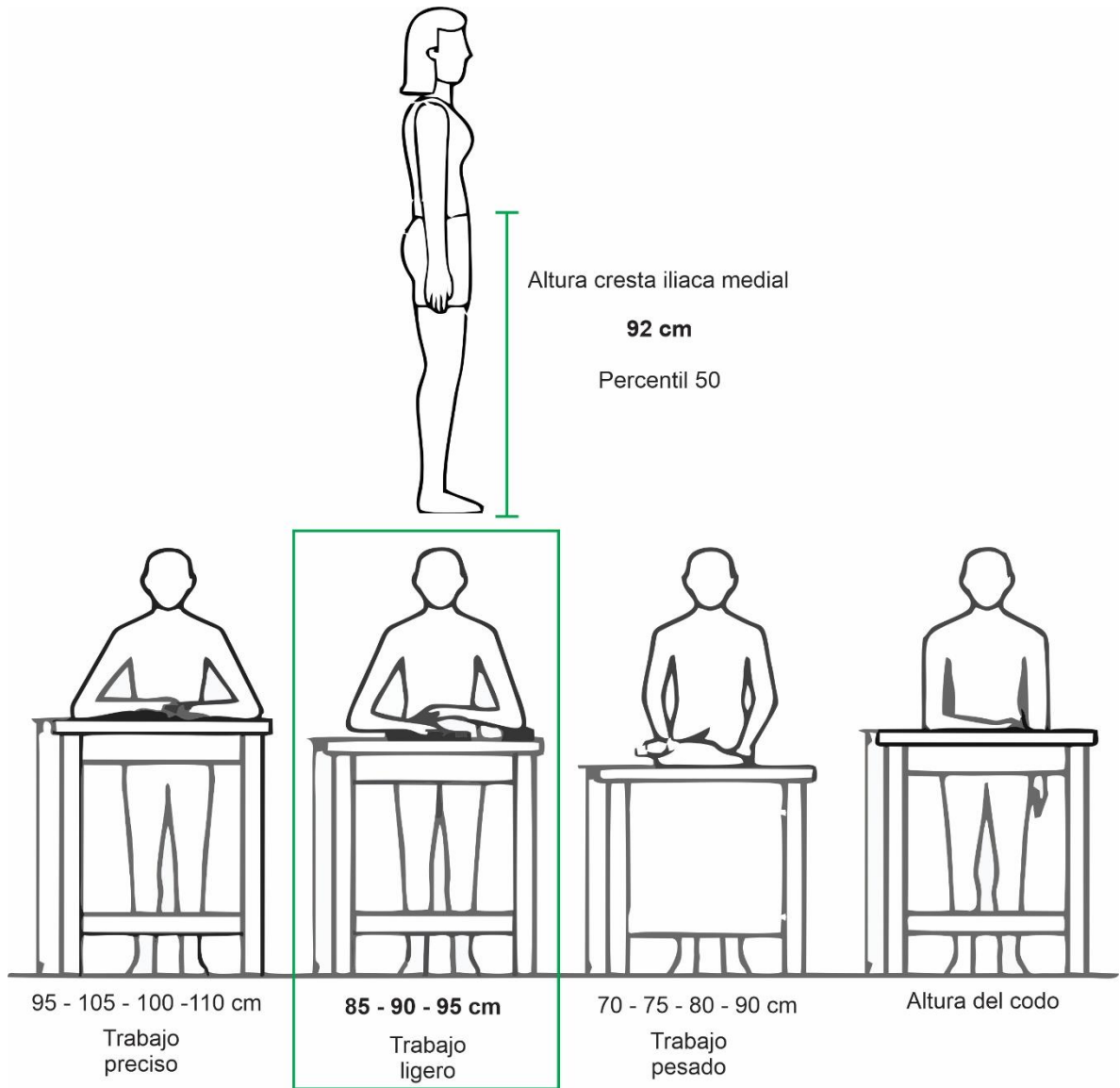


Figura 29: Altura de la mesa respetada según la clase de trabajo y percentil del usuario (Fuente propia)

- Se cambian los movimientos de rectos y repentinos a la hora de sujetar los sachets, por movimientos circulares que van con la forma natural de miembros superiores, mano muñeca, codo y brazo.

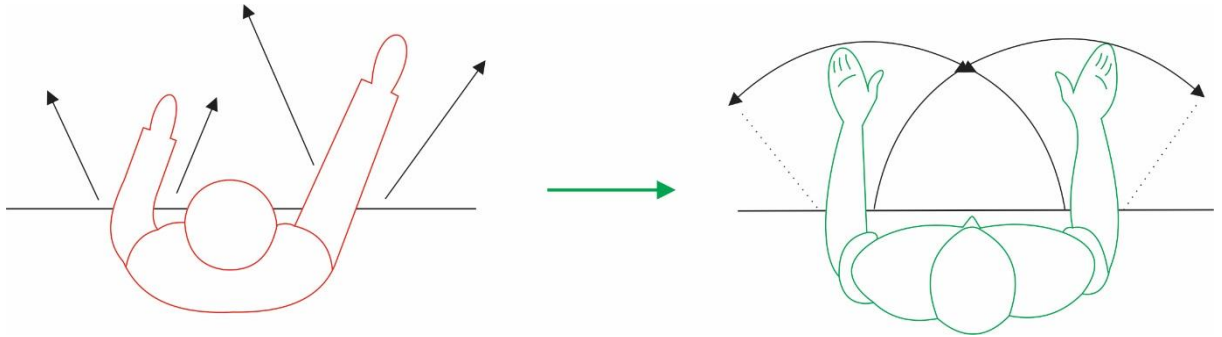


Figura 30: Cambio de movimientos, rectos repentinos por circulares suaves (Fuente propia)

- Se cambia la alimentación de cajas, de agarres de abducción del hombro superados, por un sistema de gravedad que expulsa la caja sobre la mesa, además que se transporta por una banda transportadora en donde la operaria la controla al frente de su puesto con un pulsador, a la altura de los codos de las operarias lo que previene es alejar los miembros superiores del cuerpo.

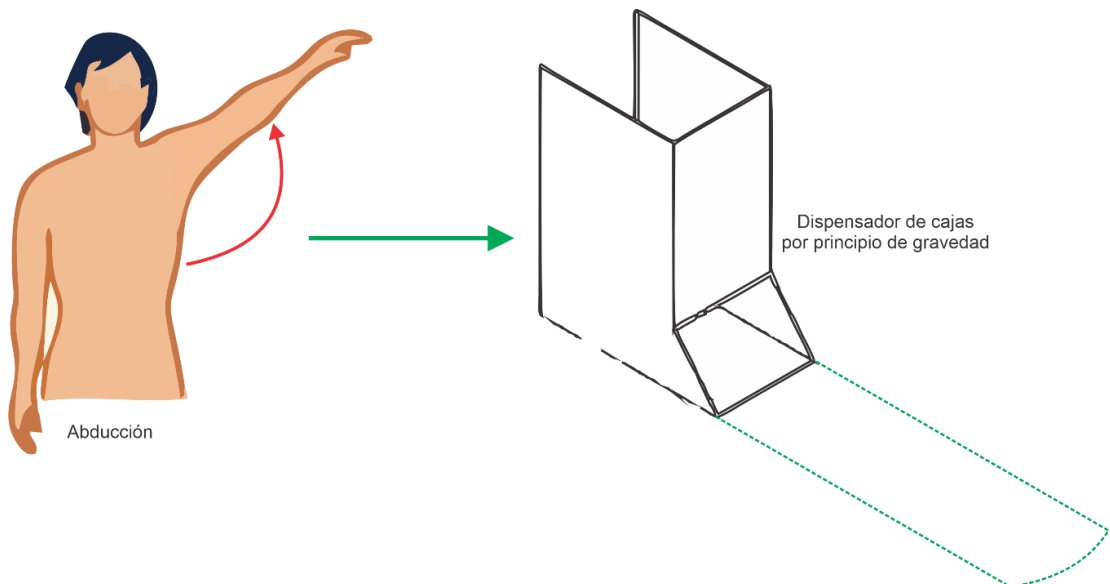
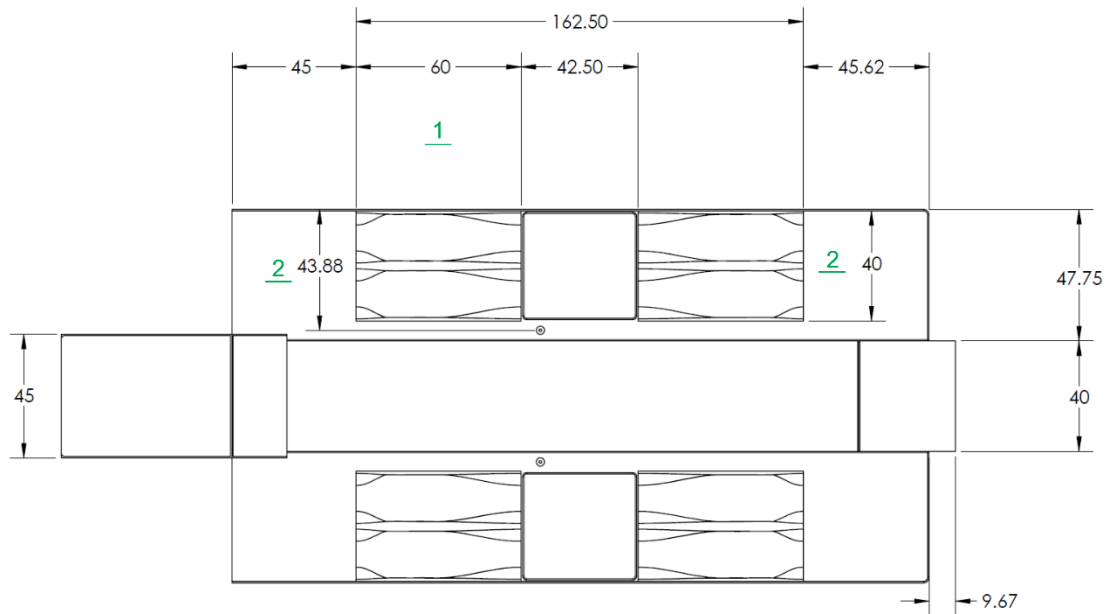
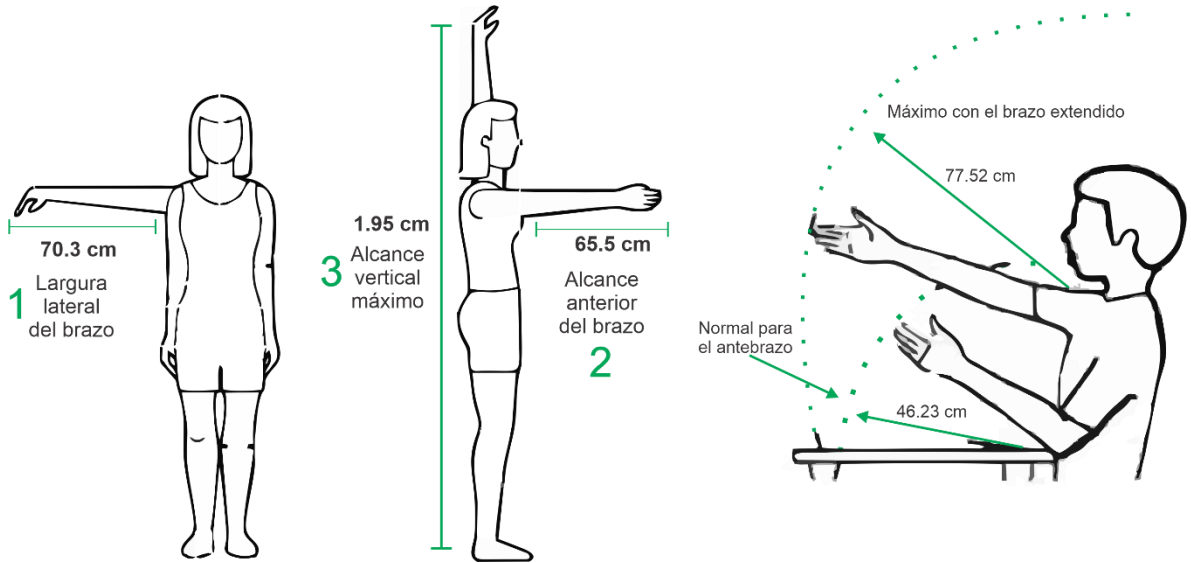


Figura 31: Cambio de movimiento de abducción del hombro por dispensador de cajas (Fuente propia)

- Se respetan los alcances máximos de altura, frontales y laterales, teniendo en cuenta las dimensiones antropométricas del percentil de las operarias.



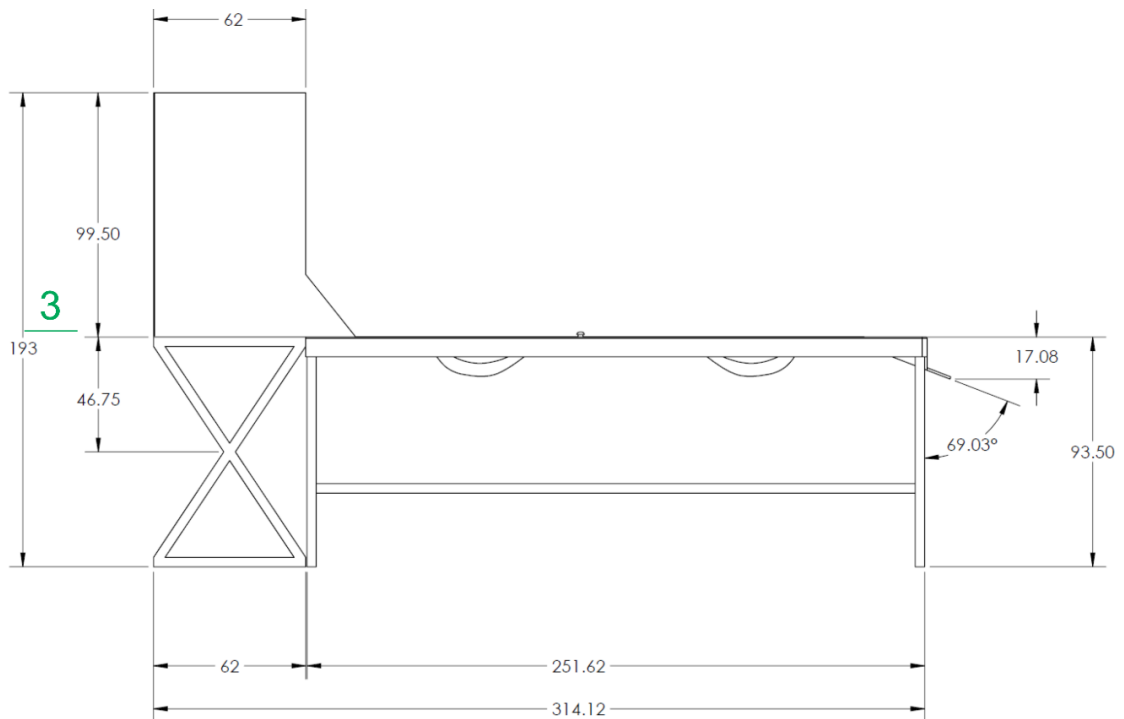


Figura 32: Alcances máximos acordes al rediseño (Fuente propia)

- Se sugiere empujar la caja empacada a la banda transportadora de la mesa, donde al final del recorrido caerá la caja en las canastillas. Esto evita el levantamiento de agarre o sujeción de pinza por parte de las operarias.

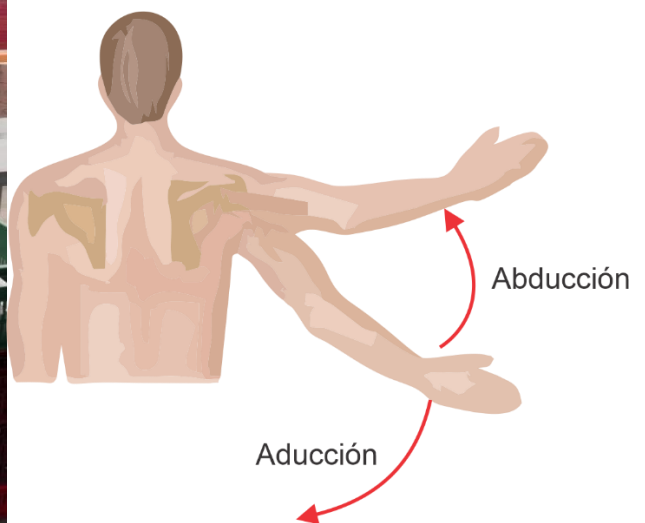


Figura 33: Cambio de movimiento de aducción del hombro (Fuente propia)



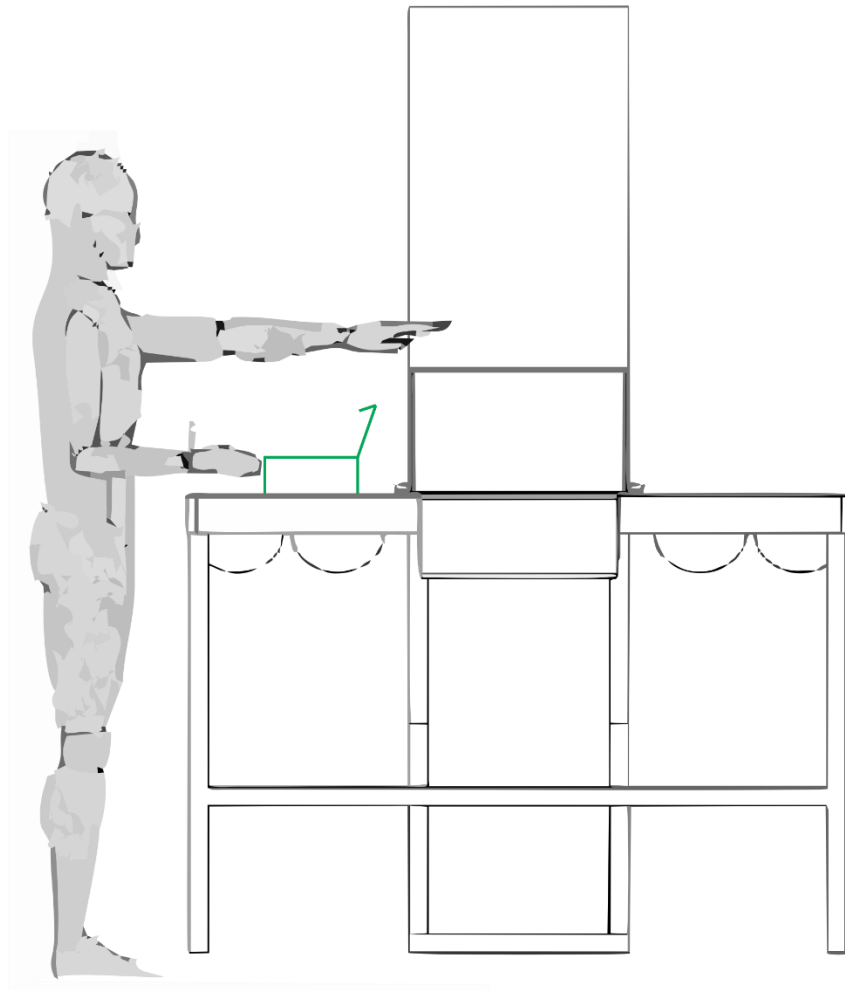


Figura 34: Por alcance anterior del brazo prudente (Fuente propia)

## **11. ANÁLISIS Y CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS HIPOTÉTICOS**

### **11.1. DEFINICIÓN**

El análisis de escenarios hipotéticos es un proceso de gestión de proyectos que evalúa diferentes escenarios para predecir sus efectos, tanto positivos como negativos, en los objetivos del proyecto. (PMI, 2013)

El análisis y la construcción de escenarios constituyen dos caras de la misma moneda. El proceso de elaboración de escenarios se basa, promueve y suscita en sí mismo el análisis. Se trata de plantear –y tratar de responder a– múltiples preguntas en clave de “qué pasaría si”, imaginando diversos futuros. La construcción de escenario yuxtapone posibles resultados de variables causales clave en combinaciones esperadas e inesperadas con el fin de generar múltiples situaciones futuras, algunas de ellas sorprendentes, pero todas ellas verosímiles. (Barma, 2016)

La naturaleza didáctica se refiere fundamentalmente a las relaciones causales entre las variables clave que dan forma a los escenarios. También alude a la necesidad de tomar conciencia de las incertidumbres asociadas a los valores que adopten dichas variables, así como del impacto y relevancia de los procesos de cambio en general y de cómo estos pueden afectar a una determinada organización o Estado. (Neumann, 2004)

Por otra parte, el análisis de escenarios es su apoyo a la planificación estratégica: contribuye a identificar señales de alerta temprana, a valorar la fortaleza de las competencias nucleares de la propia organización, a generar opciones estratégicas mejores, y a evaluar el riesgo de cada opción estratégica a partir de las incertidumbres identificadas. (Shoemaker, 1995)

## **11.2. CONSTRUCCIÓN**

Como punto de partida para la creación de los diferentes escenarios, se toma el modelo presentado como rediseño del puesto de trabajo, como estación de trabajo; Y punto de partida base, en pro de cumplir con el objetivo de mejorar la realización de la actividad de empaque en la empresa. Se establecen los escenarios en proyección al tiempo y tecnología directamente proporcionales en el proceso industrial. Lo que llamamos automatización industrial, como un proceso progresivo de la aplicación de la automatización en el proceso productivo de empaque de sachets en cajas. Además, de hacer una comparación de la situación actual de la actividad con la situación ideal generada a través de los diferentes escenarios hipotéticos.

## **11.3. PUNTOS CRÍTICOS DEL PROCESO DE EMPAQUE DE SACHETS**

Dentro del proceso de empaque de sachets, se encuentran 4 puntos críticos en donde se están desarrollando tareas repetitivas que generan la sintomatología por uso inadecuado de la carga física del puesto de trabajo. Estos puntos específicamente críticos y por los cuales se busca el rediseño del puesto y cambio de los movimientos en la actividad son:

- Tomar la caja armada previamente por la sección de armado, y disponerla para empacar los sobres.



Imagen 40: Punto crítico de los escenarios 1 (Fuente propia)

- Agarrar los sachets y empacarlos organizadamente en la caja.



Imagen 41: Punto crítico de los escenarios 2 (Fuente propia)

- Alimentación de los sobres al puesto de trabajo.
- Alzar la caja empacada de sachets y acomodarla en la canastilla para la siguiente sección. (Ver imagen 22 en página 96)



*Imagen 42: Punto crítico de los escenarios 3 (Fuente propia)*

#### **11.4. PRIMER ESCENARIO**

Como primer escenario vamos a determinar el modelo virtual del puesto de trabajo (ver en página 136 - 151), en donde teniendo en cuenta el resultados de los análisis ergonómicos, las falencias encontradas y los requerimientos generados a partir de estos análisis, solucionamos en primera instancia las posturas adoptadas en el puesto por las operarias y se cambian los movimientos para desarrollar la actividad a partir de los principios de la teoría de movimientos y posturas antropométricas adecuadas para la talla y peso de las operarias colombianas, esto por petición de la empresa como una solución inmediata al problema, y viable económicamente. Pero sigue siendo una actividad manual al empacar los sachets, esta solución más el re organización de los tiempos de trabajo por parte de la empresa, mejora el proceso de empaque de sachets a corto plazo.

### 11.4.1. Relación usuario – puesto de trabajo

- Relación usuario – puesto de trabajo, vista de techo

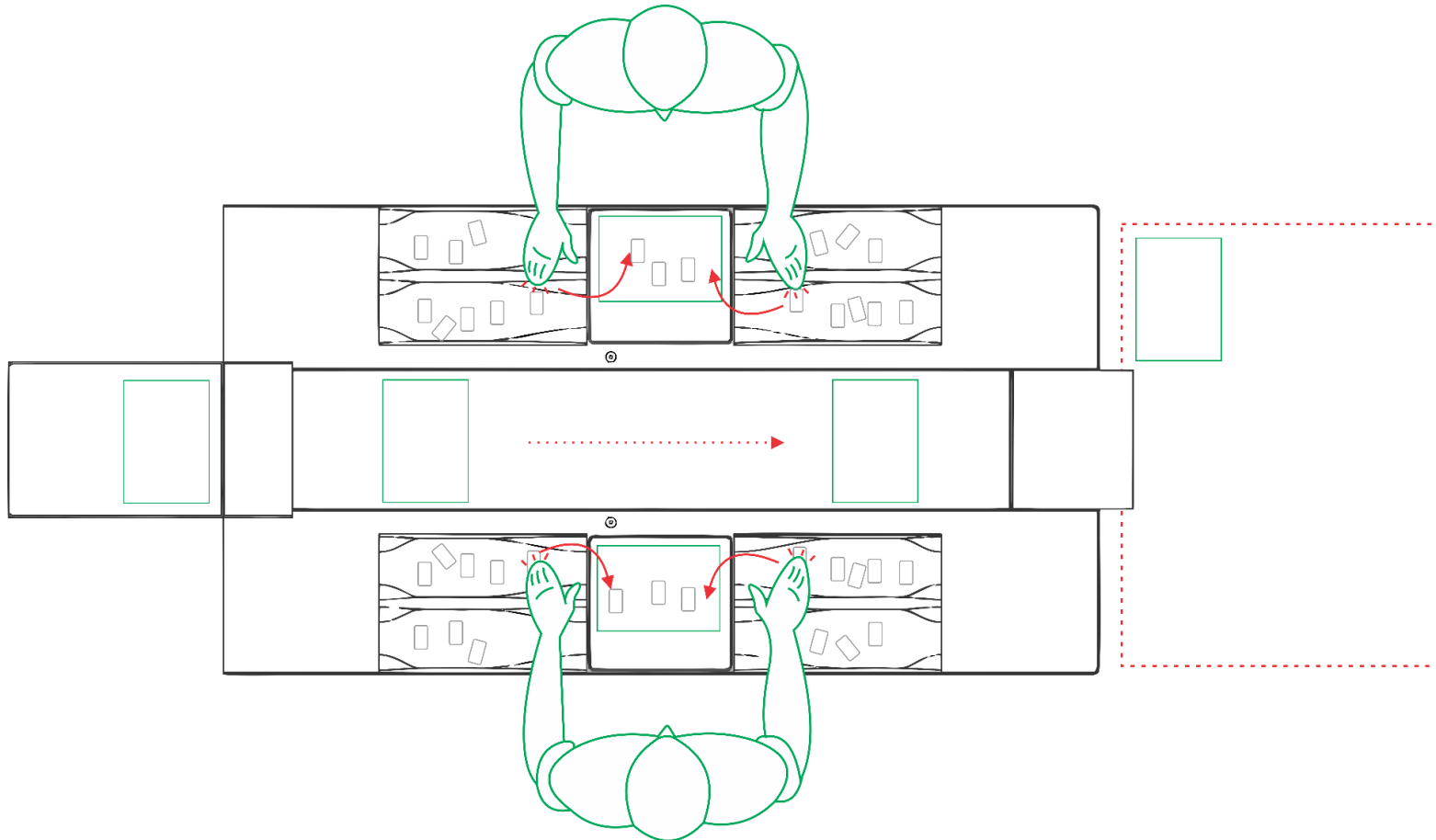


Figura 35: Relación usuario - puesto, vista de techo (Fuente propia)

- Relación usuaria – puesto de trabajo, vista lateral

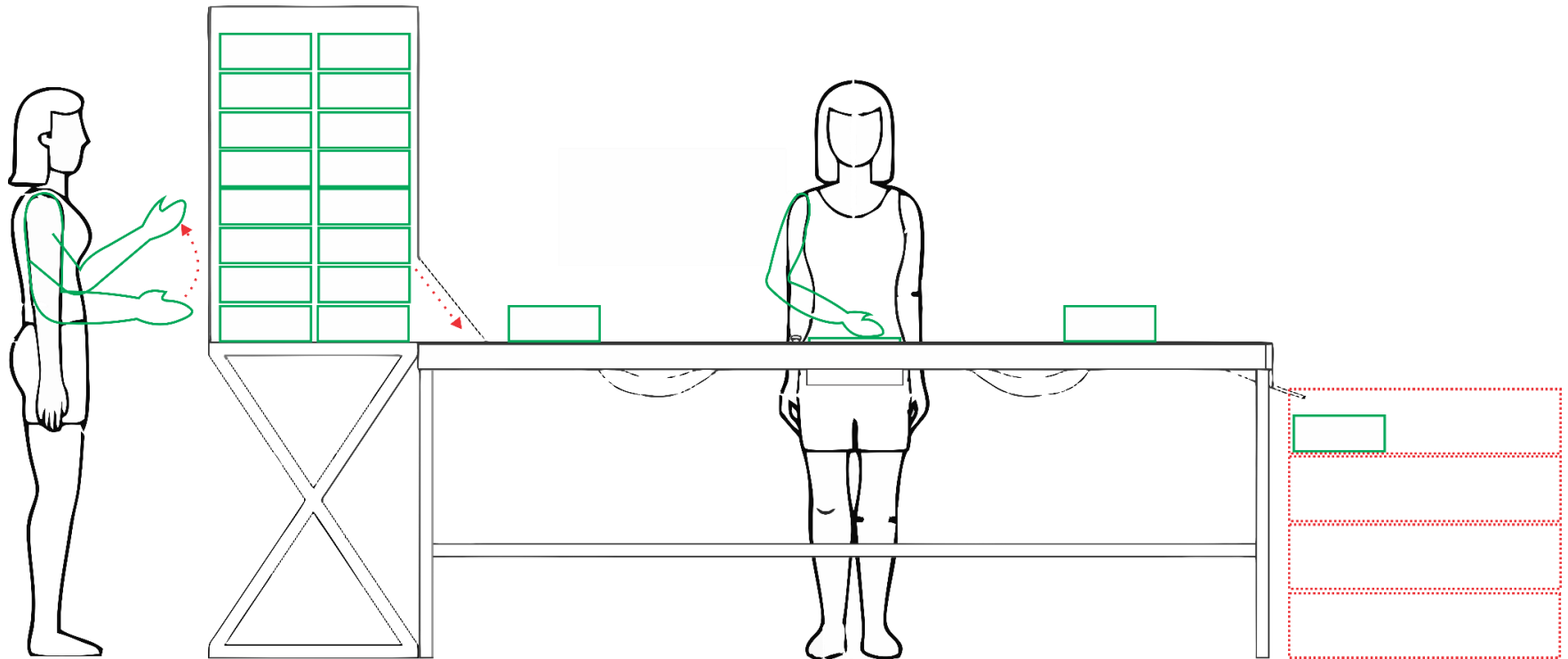


Figura 36: Relación usuario - puesto de trabajo, vista lateral (Fuente propia)

- Relación usuaria – puesto de trabajo, vista frontal

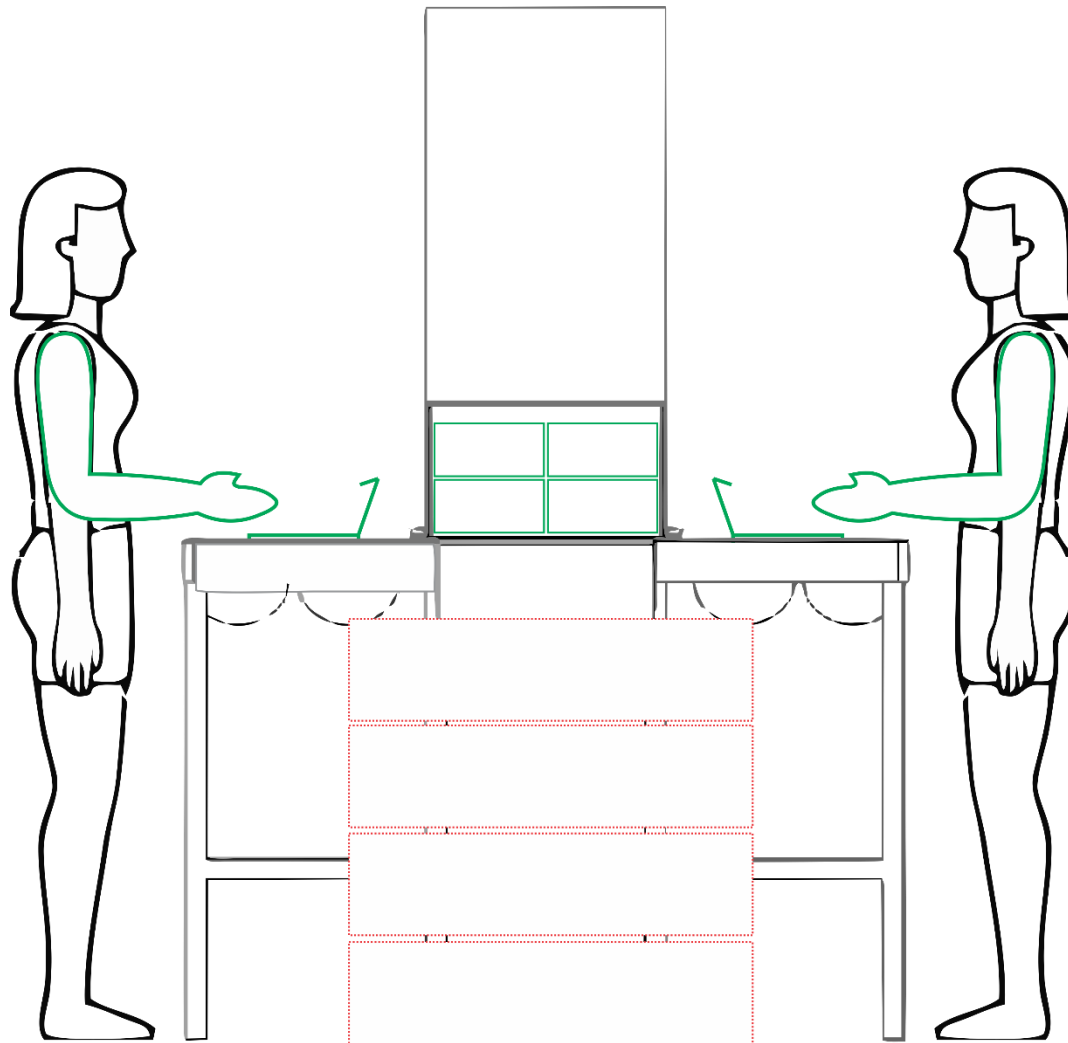


Figura 37: Relación usuario - puesto de trabajo, vista frontal (Fuente propia)



### 11.4.2. Flujo de proceso: Situación actual vs situación ideal (Escenario 1)

- Comparación del Flujograma de la actividad en el Escenario 1: Situación actual vs situación ideal

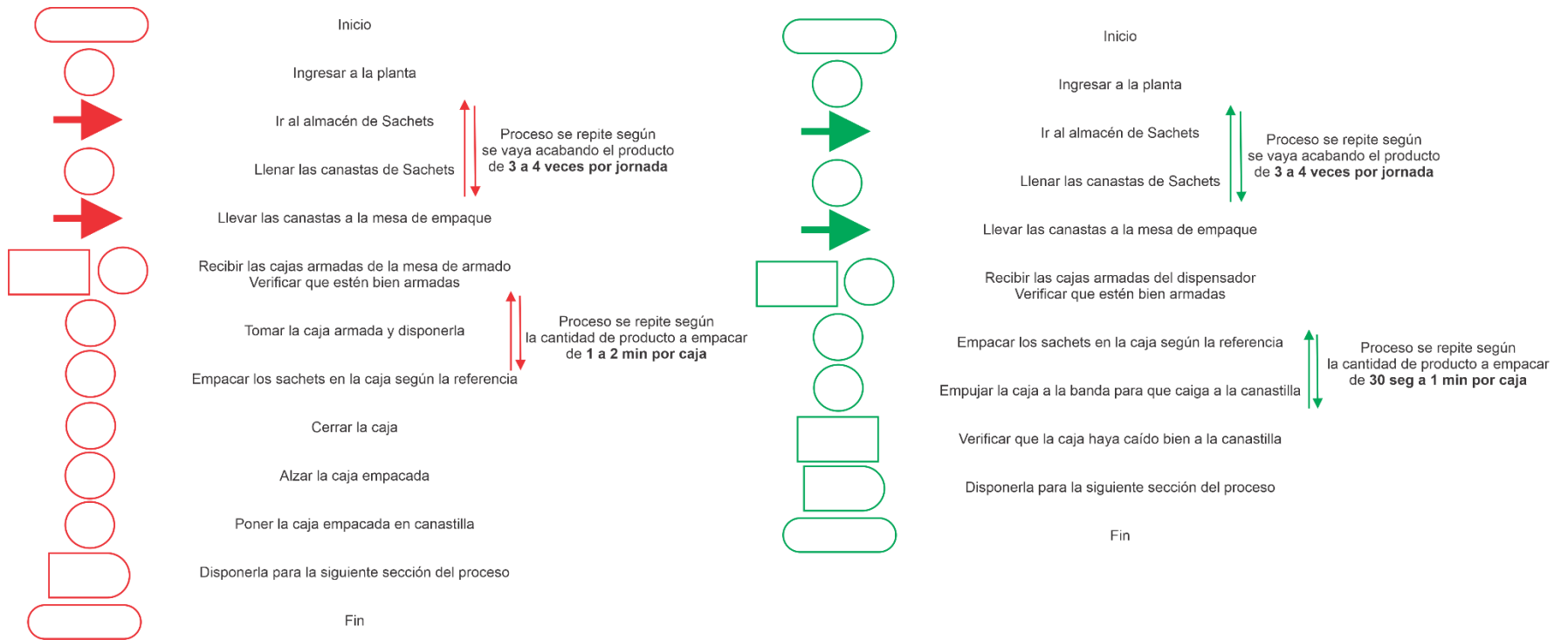


Figura 38: Flujograma de la actividad s. actual por s. ideal (Fuente propia)

### **11.4.3. Relación: puesto de trabajo – rendimiento productivo**

Este rediseño busca mejorar las posturas y manejo de la carga física de las operarias, a través de la intervención del diseño ergonómico en el puesto de trabajo, el cambio de movimientos y posiciones consecuentes a la naturaleza del ser humano y requeridos por el puesto, mejora evidentemente la productividad de la actividad.

Comparando la situación actual de la actividad con la ideal al intervenir el puesto con este diseño, en principio demarca, la eliminación de tareas dentro de la actividad, que acortan el flujo del proceso, que pese que continúa siendo una solución manual, respecto a las necesidades actuales de la empresa, mejora no solo la salud de las operarias que ya presentaban síntomas de TME, sino que al acortar funciones como se ve en la figura 38, reduce el tiempo en que se desarrollará la actividad.

- Reducción de tareas de la actividad
- Eliminación de movimientos innecesarios
- Evita el recorrido de la operaria dentro del puesto de trabajo, al trabajar dentro de los alcances de sus miembros superiores
- Comodidad al realizar la tarea de empacar, lo que mejora la productividad
- Eficiencia al determinar la tarea de empacar con movimientos de deslizar, que usan los dedos y muñeca, que, según la teoría de principio de movimientos, son adecuados para tareas de ejecución rápida.

### 11.4.4. Análisis del Primer escenario

ESCENARIO	SITUACIÓN ACTUAL					SITUACIÓN IDEAL				
	ACCIÓN	MOVIMIENTOS	PROCESO	RENDIMIENTO PRODUCTIVO	ANÁLISIS ERGONÓMICO	ACCIÓN	MOVIMIENTOS	PROCESO	RENDIMIENTO PRODUCTIVO	ANÁLISIS ERGONÓMICO
1	Llenar la estación de sachets	Flexión de antebrazo y supinación de manos extendidas	Manual	Esta tarea se desarrollo yendo y viendo al almacen de sachets llenado canastillas para que sean empacados, lo que no genera una producción que optimice tanto tiempo como movimientos.	Teniendo jornadas de 2 a 4 horas de empaca, se alimenta el llenado de sachets de a 2 o 3 veces por hora de empaque.	Llenar la estación de sachets	Flexión de antebrazo y supinación de manos extendidas	Manual	Esta tarea se desarrollo yendo y viendo al almacen de sachets llenado canastillas para que sean empacados, lo que no genera una producción que optimice tanto tiempo como movimientos.	Tener en cuenta de levantamiento de cargas adecuado
	Tomar la caja	Elevación de hombro y agarre en pinza de la caja armada		El rendimiento de las operarias se ve obstruido despues de 1 a 2 horas de estar en la misma posición y de realizar la acción entre 30 y 60 segundos, lo que genera que pausen más de lo normal, o bajen el ritmo de trabajo.	Esta elevación supera el ángulo de confort de los movimientos naturales del cuerpo, y es una de las posiciones que está generando sintomatología en las operarias.	Dispensar la caja	Caida por gravedad	Automático = Banda transportadora	Por solo principio de gravedad, dispensar las cajas depende del mismo principio	Se elimina el movimiento de elevación y agarre de pinza en esta acción, así que reduce los síntomas que afectan la carga física
	Abrir la caja	Aducción y abducción con ambas manos		Esta acción es un micromovimiento que no es evaluable ya que por verificación debe hacerlo el ser humano	Un micromovimiento que no afecta el cuerpo ya que está dentro de los movimientos de clase 1 de dedos para trabajos de rapidez y de acciones pequeñas como lo es cerrar la caja.	Abrir la caja	Aducción con ambas manos	Manual	Esta acción es un micromovimiento que no es evaluable ya que por verificación debe hacerlo el ser humano	Un micromovimiento que no afecta el cuerpo ya que está dentro de los movimientos de clase 1 de dedos para trabajos de rapidez y de acciones pequeñas como lo es cerrar la caja.
	Agarrar de 1 a 10 sachets	Agarre en pinza (aducción y abducción de la mano)		El rendimiento en esta acción es de los mejores, ya que las operarias generan más habilidad cada día que se empaca.	Esta acción en particular es la que genera repetitividad en la actividad, además de aportar a la sintomatología que presentan las operarias.	Deslizar de 1 a 10 sachets	Movimiento de primera clase dedos, manteniendo antebrazo y manos en posición neutral	Manual	El movimiento de primera clase, es el adecuado para mayor velocidad y rendimiento	La posición neutral en las manos y antebrazo, además de la implementación de la regla del codo, hace que se respete la ergonomía de la estación del trabajo
	Cerrar la caja empacada	Abducción de ambas manos		Esta acción es un micromovimiento que no es evaluable ya que por verificación debe hacerlo el ser humano	Un micromovimiento que no afecta el cuerpo ya que está dentro de los movimientos de clase 1 de dedos para trabajos de rapidez y de acciones pequeñas como lo es cerrar la caja.	Cerrar la caja empacada	Abducción de ambas manos	Manual	Esta acción es un micromovimiento que no es evaluable ya que por verificación debe hacerlo el ser humano	Un micromovimiento que no afecta el cuerpo ya que está dentro de los movimientos de clase 1 de dedos para trabajos de rapidez y de acciones pequeñas como lo es cerrar la caja.
	Alzar la caja empacada	Separación y retropulsión del hombro y agarre en pinza de la mano		Esta acción se realiza cada 30 a 60 segundos, y la diferencia es que incluye el peso de la caja empacada de 200 gr a 2 kilogramos dependiendo de la referencia a empacar	Este movimiento implica una esfuerzo mayor por el peso, además que se sigue usando agarre de pinza para alzar la caja empacada.	Empujar la caja empacada por la banda transportadora dirigida a las canastillas para el siguiente proceso	Movimiento de extensión frontal de ambas manos, brazos y ante brazos	Manual = Banda transportadora	Al realizar la acción se deja en manos de la banda transportadora que elimina la tarea de alzar la caja y empacarla, lo que ahorra tiempo y movimientos en la actividad.	Esta clase de movimientos está bajo el nivel de respeto del confort de trabajo.

Tabla 28: Análisis del Escenario 1 (Fuente propia)

## **11.5. SEGUNDO ESCENARIO**

El objetivo de este escenario hipotético es intervenir en la alimentación de sachets, generar que estén a la disposición de las operarias una gran cantidad de sachets en el área de trabajo para empacar, teniendo en cuenta este como punto crítico de la actividad de empaque de sachets en cajas.

### **11.5.1. Descripción**

Una solución semimecánica, que continúa usando el principio de gravedad al agregar dispensadores de sachets, similares al dispensador de cajas, que sustituirían las tolvas de sachets. Este dispensador con un vibrador y motor incorporados permite el fácil deslizamiento de los sachets. Esta solución mantiene la selección de 4 sabores por operaria, dobla la capacidad de sachets por simple volumen, lo que reduce la tarea de ir hasta el almacén de sachets por stock.

### 11.5.2. Modelo preliminar del escenario 2

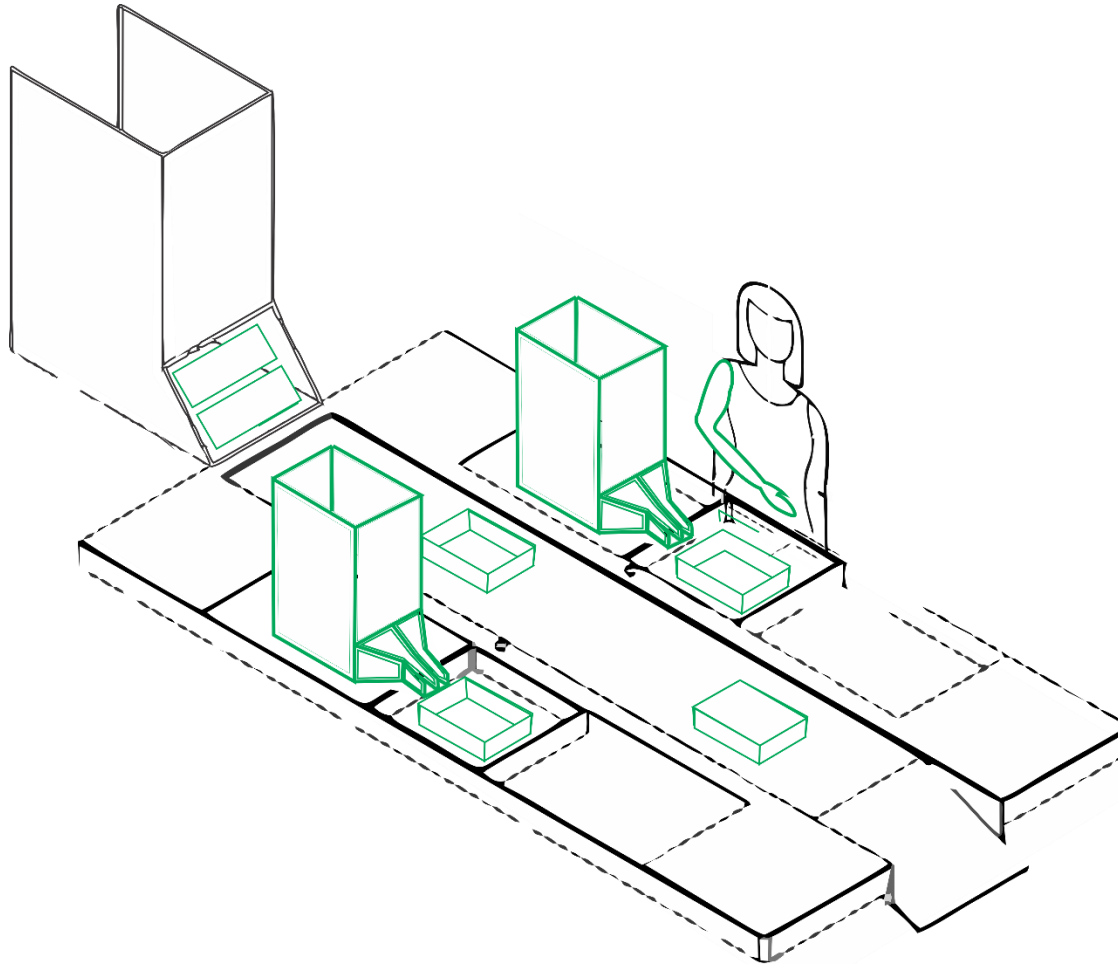


Figura 39: Modelo preliminar del escenario 2, vista isométrico (Fuente propia)

### 11.5.3. Flujo de proceso: Situación actual vs situación ideal (Escenario 2)

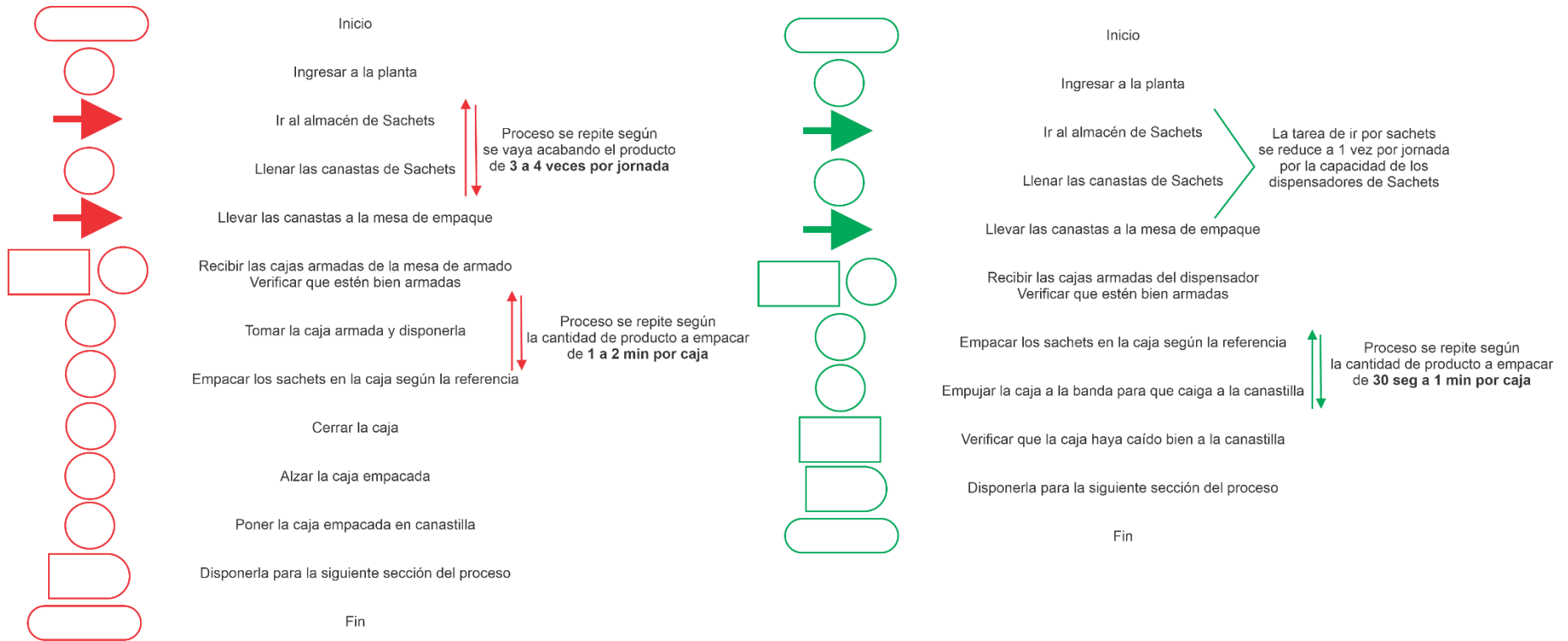


Figura 40: Flujo de proceso: Escenario 2 (Fuente propia)

### 11.5.4. Ergonomía del Escenario 2

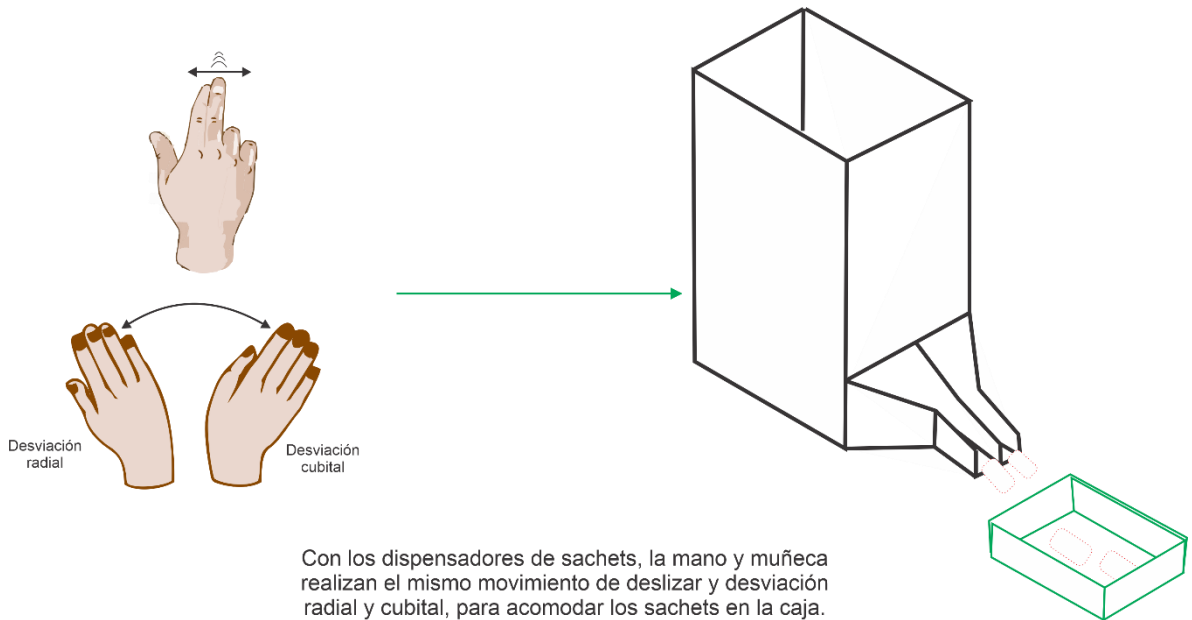


Figura 41: Ergonomía del escenario 2 (Fuente propia)

### 11.5.5. Relación del escenario 2 con el rendimiento productivo

Este escenario se integra al rediseño del puesto, usando el mismo principio de gravedad para dispensar los sachets:

- Reduce el transporte al almacén de sachets de 4 veces a 1 vez por jornada
- El volumen de los dispensadores es el doble del volumen de las canastillas en las que actualmente están los sachets.
- No modifica los movimientos pensados para mejorar las posturas y carga física del puesto.
- Requiere del usuario verificación visual del rendimiento de los dispensadores.
- Elimina el transporte y traslado del usuario a otras secciones

### 11.5.6. Análisis del Segundo Escenario

ESCENARIO	SITUACIÓN ACTUAL					SITUACIÓN IDEAL				
	ACCIÓN	MOVIMIENTOS	PROCESO	RENDIMIENTO PRODUCTIVO	ANÁLISIS ERGONÓMICO	ACCIÓN	MOVIMIENTOS	PROCESO	RENDIMIENTO PRODUCTIVO	ANÁLISIS ERGONÓMICO
2	Llenar la estación de sachets	Flexión de antebrazo y supinación de manos extendidas	Manual	Esta tarea se desarrolla yendo y viendo al almacén de sachets llenado canastillas para que sean empacados, lo que no genera una producción que optimice tanto tiempo como movimientos.	Teniendo jornadas de 2 a 4 horas de empaque, se alimenta el llenado de sachets de a 2 o 3 veces por hora de empaque.	Llenar el Dispensador de sachets	Flexión de antebrazo y supinación de manos extendidas	Manual	Esta tarea se desarrolla yendo y viendo al almacén de sachets llenado canastillas para que sean empacados, lo que no genera una producción que optimice tanto tiempo como movimientos.	Tener en cuenta de levantamiento de cargas adecuado
	Tomar la caja	Elevación de hombro y agarre en pinza de la caja armada		El rendimiento de las operarias se ve obstruido después de 1 a 2 horas de estar en la misma posición y de realizar la acción entre 30 y 60 segundos, lo que genera que pausen más de lo normal, o bajen el ritmo de trabajo.	Esta elevación supera el ángulo de confort de los movimientos naturales del cuerpo, y es una de las posiciones que está generando sintomatología en las operarias.	Dispensar la caja Dispensar los sachets	Caída por gravedad	Automático = Banda transportadora Vibrador y Motor incorporados	Por el principio de gravedad con la ayuda de motor y vibrador permite el descenso de las cajas y sachets por sí sola, lo que hace que la acción sea por parte del mecanismo y su rendimiento esté determinado por el motor.	Se elimina el movimiento de elevación y agarre de pinza en esta acción, así que reduce los síntomas que afectan la carga física Se reduce los movimientos de transporte al almacén de sachets ya que el dispensador dobla la el volumen actual con las canastillas.
	Abrir la caja	Aducción y abducción con ambas manos		Esta acción es un micromovimiento que no es evaluable ya que por verificación debe hacerlo el ser humano	Un micromovimiento que no afecta el cuerpo ya que está dentro de los movimientos de clase 1 de dedos para trabajos de rapidez y de acciones pequeñas como lo es cerrar la caja.	Abrir la caja	Aducción con ambas manos	Manual	Esta acción es un micromovimiento que no es evaluable ya que por verificación debe hacerlo el ser humano	Un micromovimiento que no afecta el cuerpo ya que está dentro de los movimientos de clase 1 de dedos para trabajos de rapidez y de acciones pequeñas como lo es cerrar la caja.
	Agarrar de 1 a 10 sachets	Agarre en pinza (aducción y abducción de la mano)		El rendimiento en esta acción es de los mejores, ya que las operarias generan más habilidad cada día que se empacka.	Esta acción en particular es la que genera repetitividad en la actividad, además de aportar a la sintomatología que presentan las operarias.	Deslizar de 1 a 10 sachets	Movimiento de primera clase dedos, manteniendo antebrazo y manos en posición neutral	Manual	El movimiento de primera clase, es el adecuado para mayor velocidad y rendimiento, varía al ir al dispensador que ya me va dirigiendo en la acción	La posición neutral en las manos y antebrazo, además de la implementación de la regla del codo, hace que se respete la ergonomía de la estación del trabajo
	Cerrar la caja empacada	Abducción de ambas manos		Esta acción es un micromovimiento que no es evaluable ya que por verificación debe hacerlo el ser humano	Un micromovimiento que no afecta el cuerpo ya que está dentro de los movimientos de clase 1 de dedos para trabajos de rapidez y de acciones pequeñas como lo es cerrar la caja.	Cerrar la caja empacada	Abducción de ambas manos	Manual	Esta acción es un micromovimiento que no es evaluable ya que por verificación debe hacerlo el ser humano	Un micromovimiento que no afecta el cuerpo ya que está dentro de los movimientos de clase 1 de dedos para trabajos de rapidez y de acciones pequeñas como lo es cerrar la caja.
	Alzar la caja empacada	Separación y retropulsión del hombro y agarre en pinza de la mano		Esta acción se realiza cada 30 a 60 segundos, y la diferencia es que incluye el peso de la caja empacada de 200 gr a 2 kilogramos dependiendo de la referencia a empacar	Este movimiento implica un esfuerzo mayor por el peso, además que se sigue usando agarre de pinza para alzar la caja empacada.	Empujar la caja empacada por la banda transportadora dirigida a las canastillas para el siguiente proceso	Movimiento de extensión frontal de ambas manos, brazos y ante brazos	Manual = Banda transportadora	Al realizar la acción se deja en manos de la banda transportadora que elimina la tarea de alzar la caja y empacarla, lo que ahorra tiempo y movimientos en la actividad.	Esta clase de movimientos está bajo el nivel de respeto del confort de trabajo.

Tabla 29: Análisis del Segundo Escenario (Fuente propia)



## **11.6. TERCER ESCENARIO**

Automatización del proceso de empaque de sachets, integrado al rediseño del puesto, ya acorde a la distribución de las acciones de la actividad:

Este escenario hipotético se diseña en función de que la caja se empaque por sí sola; está determinado por el tamaño de la caja, y la cantidad de sachets que requiere cada presentación, está determinado para eliminar la acción de empacar por parte de las operarias, y que solamente al final del proceso automatizado integrado exista la inspección y control de calidad por parte del operario y cierre la caja empacada.

### **11.6.1. Descripción**

Para la automatización del puesto de trabajo diseñado, y en función del producto a empacar y la cantidad de sachets que se manejan a diario en la estación, se requiere que sus elementos de automatización sean electrónicos y esté compuesto por:

- Procesadores (PLC, microcontroladores)
- Sensores de Conteo de Sachets
- Sensor de posición y tamaño de las diferentes referencias de producto (Caja)
- Sensor de ubicación y aproximación de los sachets
- Sensor de verificación de que exista caja para empacar en el área
- Sensor de brazo que bloquee el paso excesivo de sachets
- Controles de Encendido/Apagado
- Controles de mando por aproximación
- Stop de emergencia
- Comunicación de hombre – máquina para programar el empaque según la referencia, el tamaño de la caja o la cantidad de unidades de sachets.
- Motores de vibración
- Motores de Banda transportadora

### 11.6.2. Modelo preliminar del escenario 3

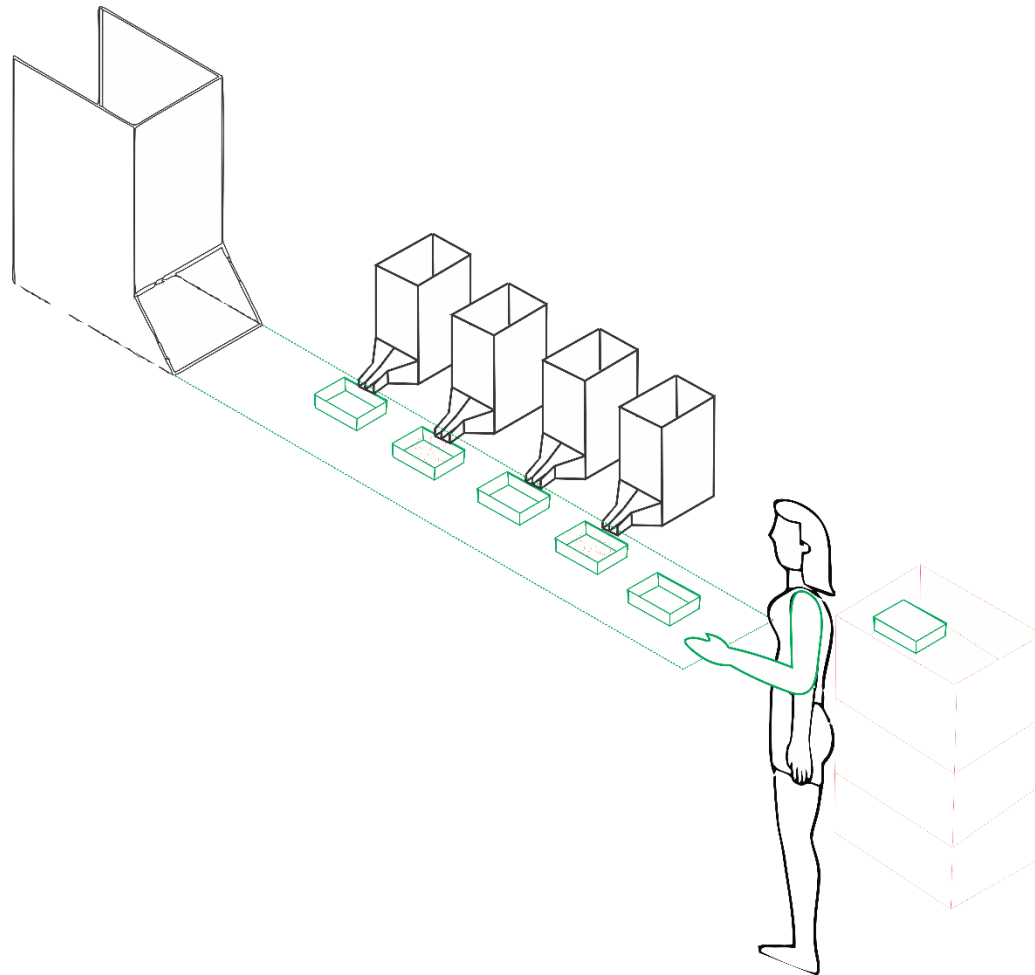


Figura 42: Escenario 3, modelo preliminar (Fuente propia)

### 11.6.3. Ergonomía del Escenario 3

El ideal del escenario 3 es que ergonómicamente el operario se encargue de verificar que el sistema de empaque automatizado funcione como debe ser, y al final del proceso solo reciba la caja para verificar que haya quedado bien empacada y así cerrarla y disponerla para la siguiente etapa.

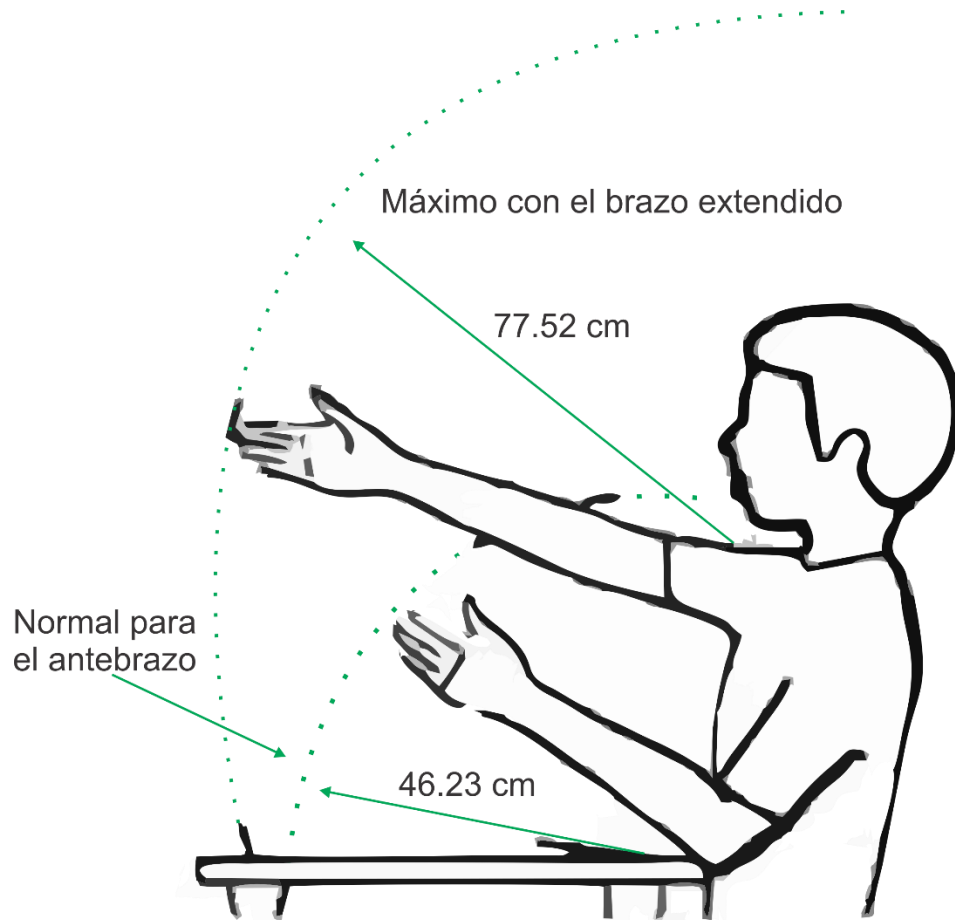


Figura 43: Ergonomía del escenario 3 (Fuente propia)

#### **11.6.4. Relación del escenario 3 con el rendimiento productivo**

Al automatizar de manera integral y de acuerdo al diseño del puesto, se puede llegar a eliminar la acción de empacar por parte del recurso humano, además que, al escoger la automatización electrónica, se eligen actuadores pequeños que brindan precisión para el tipo de producto a empacar, en este caso los sachets, que no pesan más de 14 gr c/u.

De esta manera eliminamos:

- Eliminación de las acciones de empacar, sujetar, agarrar, alzar por parte del operario.
- Verificación por parte del operario para el control supervisión del sistema automatizado
- Dentro de la jornada se espera solo el transporte por sachet 1 vez en toda la jornada
- El rendimiento de producción lo define el operario al programar el sistema según la demanda del producto a empacar, y sincronizado con el cronograma de producción de la empresa.
- La automatización electrónica es de bajo costo

### 11.6.5. Flujo de proceso: Situación actual vs situación ideal (Escenario 3)

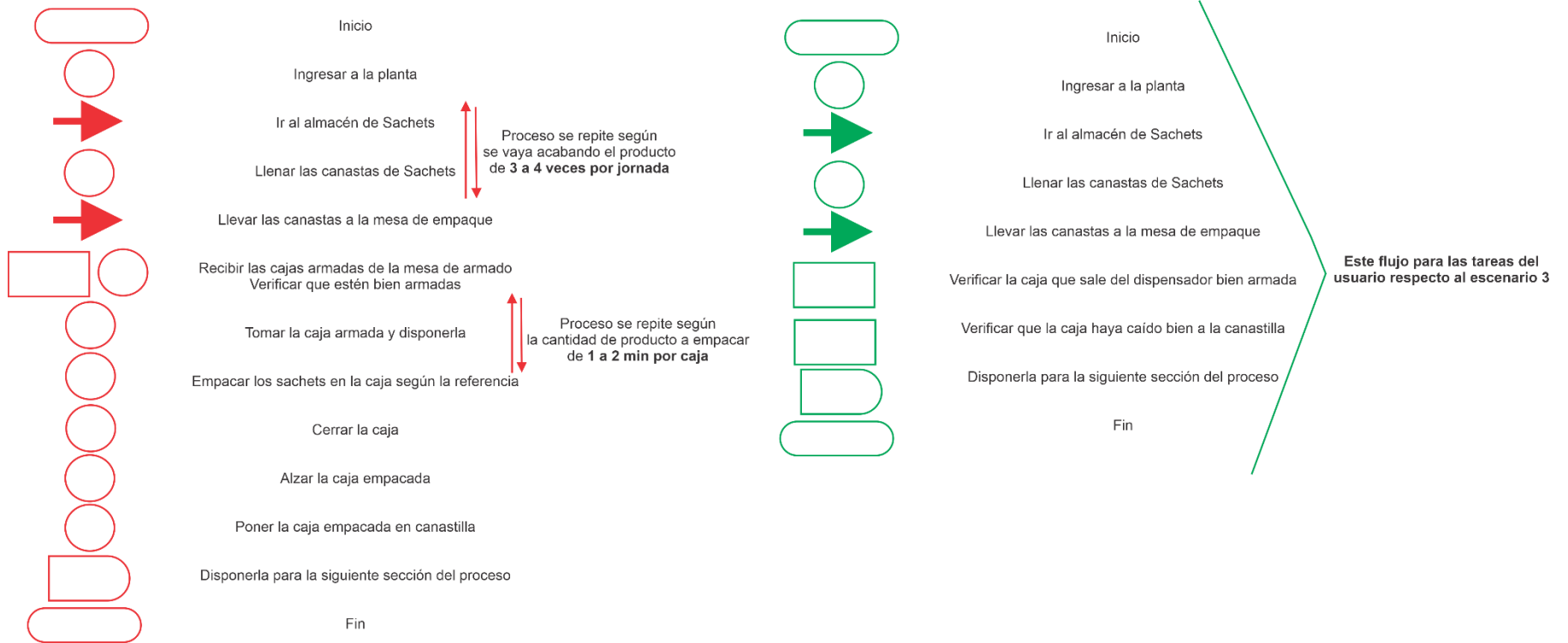


Figura 44: Flujo de proceso: Escenario 3 (Fuente propia)

### 11.6.6. Análisis del Tercer Escenario

ESCENARIO	SITUACIÓN ACTUAL					SITUACIÓN IDEAL					
	ACCIÓN	MOVIMIENTOS	PROCESO	RENDIMIENTO PRODUCTIVO	ANÁLISIS ERGONÓMICO	ACCIÓN	MOVIMIENTOS	PROCESO	RENDIMIENTO PRODUCTIVO	ANÁLISIS ERGONÓMICO	
3	Llenar la estación de sachets	Flexión de antebrazo y supinación de manos extendidas	Manual	Esta tarea se desarrollo yendo y viendo al almacen de sachets llenado canastillas para que sean empacados, lo que no genera una producción que optimice tanto tiempo como movimientos.	Teniendo jornadas de 2 a 4 horas de empaque, se alimenta el llenado de sachets de a 2 o 3 veces por hora de empaque.	Llenar el Dispensador de sachets	Flexión de antebrazo y supinación de manos extendidas	Manual	Esta tarea se desarrollo yendo y viendo al almacen de sachets llenado canastillas para que sean empacados, lo que no genera una producción que optimice tanto tiempo como movimientos.	Tener en cuenta de levantamiento de cargas adecuado	
	Tomar la caja	Elevación de hombro y agarre en pinza de la caja armada		El rendimiento de las operarias se ve obstruido despues de 1 a 2 horas de estar en la misma posición y de realizar la acción entre 30 y 60 segundos. lo que genera que pausen más de lo normal, o bajen el ritmo de trabajo.	Esta elevación supera el ángulo de confort de los movimientos naturales del cuerpo, y es una de las posiciones que está generando sintomatología en las operarias.	Dispensar la caja Dispensar los sachets	Caída por gravedad	Automático = Banda transportadora Vibrador y Motor incorporados	Por el principio de gravedad con la ayuda de motor y vibrador permite el descenso de las cajas y sachets por si sola, lo que hace que la acción sea por parte del mecanismo y su rendimiento esté determinado por el motor.	Se elimina el movimiento de elevación y agarre de pinza en esta acción, así que reduce los sintomas que afectan la carga física Se reduce los movimientos de transporte al almacen de sachets ya que el dispensador dobla la el volumen actual con las canastillas.	
	Abrir la caja	Aducción y abducción con ambas manos		Esta acción es un micromovimiento que no es evaluable ya que por verificación debe hacerlo el ser humano	Un micromovimiento que no afecta el cuerpo ya que está dentro de los movimientos de clase 1 de dedos para trabajos de rapidez y de acciones pequeñas como lo es cerrar la caja.	Se elimina la acción de Abrir manualmente la caja		Automatizado por Sensores electricos			
	Agarrar de 1 a 10 sachets	Agarre en pinza (aducción y abducción de la mano)		El rendimiento en esta acción es de los mejores, ya que las operarias generan más habilidad cada día que se empaque.	Esta acción en particular es la que genera repetitividad en la actividad, además de aportar a la sintomatología que presentan las operarias.	Se elimina la acción de Empacar los sachets manualmente		Automatizado por sensores y dispensador electrico	El empaque lo realiza la máquina con la ayuda de los sensores y controles que determinan la cantidad de sachets por caja		
	Cerrar la caja empacada	Abducción de ambas manos		Esta acción es un micromovimiento que no es evaluable ya que por verificación debe hacerlo el ser humano	Un micromovimiento que no afecta el cuerpo ya que está dentro de los movimientos de clase 1 de dedos para trabajos de rapidez y de acciones pequeñas como lo es cerrar la caja.	Se elimina la acción de Cerrar manualmente la caja		Automatizado por Sensores electricos			
	Alzar la caja empacada	Separación y retropulsión del hombro y agarre en pinza de la mano		Esta acción se realiza cada 30 a 60 segundos, y la diferencia es que incluye el peso de la caja empacada de 200 gr a 2 kilogramos dependiendo de la referencia a empacar	Este movimiento implica una esfuerzo mayor por el peso, además que se sigue usando agarre de pinza para alzar la caja empacada.	Se elimina la acción de empujar la caja empacada		Automatico por banda transportadora	La caja se transporta entorno al empaque y pasa por los diferentes dispensadores y sensores, previamente programados.	El recurso humano se encarga del control y verificación	

Tabla 30: Análisis del Tercer Escenario (Fuente propia)

### 11.7. BENEFICIOS Y DEBILIDADES ERGONÓMICOS Y PRODUCTIVOS DE LOS ESCENARIOS HIPOTÉTICOS

	BENEFICIOS ERGONÓMICOS	BENEFICIOS PRODUCTIVOS	DEBILIDADES ERGONÓMICAS	DEBILIDADES PROUDCTIVAS
1	<p>Aplicación de dimensiones antropométricas al puesto de trabajo según el percentil de las trabajadoras del puesto. Altura entre 80 – 90 – 95 cm para trabajos ligeros.</p> <p>Movimientos adecuados a las acciones de la actividad que favorecen la naturaleza del cuerpo humano para los trabajos manuales. 4 movimientos nuevos.</p> <p>Aplicación de principios de la economía de los movimientos del trabajo. (20 principios aplicados)</p> <p>Eliminación de 2 acciones de manejo de cargas en las acciones de la actividad. (Alzar, levantar)</p> <p>Movimientos circulares suaves (desviación lateral de la muñeca – recorrido del brazo en forma parabólica). Esto minimiza conflictos innecesarios entre los músculos, lo mismo que el gasto excesivo de energía consecuente</p> <p>Los movimientos de dedos y muñecas se hacen mientras el</p>	<p>La estación de trabajo (donde se ubica la caja para empaçar) permite que los operarios dejen la caja en el área de entrega mientras sus manos están en movimiento para tomar otra componente o iniciar un nuevo empaque.</p> <p>Movimientos diseñados para que la mayoría de los operarios puedan realizarlas, y no se dependa del recurso humano para ejercer la actividad. 4 movimientos.</p> <p>Movimientos que inician y terminan a la vez. Cuando la mano derecha trabaja en su área normal a la derecha del cuerpo y la izquierda en la suya, a la izquierda del cuerpo, el sentimiento de balance tiende a inducir un ritmo en el desempeño del operario, que lo lleva a la máxima productividad.</p> <p>Los movimientos de los dedos, o movimientos de primera clase, en las acciones que propone puesto son los más rápidos de los cinco tipos y se reconocen con facilidad lo que generan mayor productividad</p>	<p>La actividad y las acciones de empaque siguen siendo manuales. lo que hace que exista la posibilidad de desarrollar diferentes DME en las operarias.</p> <p>La sección de empaque continúa desconectada de los almacenes de sachets. Lo que genera tránsitos y transporte de producto</p>	<p>Aunque el movimiento de primera clase permita que se haga de manera más rápida, el rendimiento sigue dependiendo de las habilidades del operario.</p>

	<p>brazo y antebrazo están quieto, y se conocen como movimientos de clase dos. Permiten el control de la acción</p> <p>Reduce el riesgo de desórdenes musculo esqueléticos al trabajar con la naturaleza del cuerpo humano.</p>	<p>de la tarea de la actividad. De 10 a 30 segundos por caja.</p> <p>Eliminación de acciones: abrir, tomar, alzar (3 acciones) que reemplaza la banda transportadora, y la caída por principio de gravedad, lo que hace que la actividad en general se desarrolle en menos tiempo.</p>		
2	<p>Reducción de tránsito y transporte al almacén de sachets a 1 vez por jornada, por la capacidad de los dispensadores.</p> <p>Movimientos de primera clase (deslizar) para la aplicación de los dispensadores lo que hace que la acción de deslizar no perjudique al operario.</p> <p>Evita el recorrido de la operaria por el puesto de trabajo. Lo que hace que cada operaria en cada estación se pueda dedicar a sus tareas.</p>	<p>Agiliza el empaque con su implementación al distribuir más rápido los sachets a la caja</p> <p>Hace que el operario controle la actividad al supervisar el rendimiento de los dispensadores.</p> <p>Se integra al diseño propuesto en el escenario 1 y al sistema de producción actual de la empresa.</p> <p>La capacidad de los dispensadores hace que se programe y desarrolle la actividad por jornada o día. Dobra el volumen de contenido actual de las canastillas.</p> <p>El vibrador y motores integrados permiten que el sachet caiga solo e inmediatamente a la caja, y se controle más la cantidad por referencia a empaçar.</p>	<p>Invade espacio del área de trabajo de los operarios</p> <p>Estéticamente menos agradables para desarrollar la actividad.</p>	<p>Continúan con la acción de ir y traer sachets lo que hace que el rendimiento no pueda mejorar completamente.</p>
3	<p>Elimina el riesgo de posibles trastornos musculo esqueléticos, porque elimina las acciones</p>	<p>Permite la programación de la actividad de empaque según la cantidad y referencia del producto, que caja y cuantos sachets se van a</p>	<p>Invade espacio del área de trabajo de los operarios</p>	<p>Elimina acciones por parte del recurso humano, lo que hace pérdida de puestos de trabajo.</p>



	<p>manuales por parte de las operarias.</p> <p>Sensores y controles diseñados propiamente para los operarios de la sección. Lo que permite la comodidad y buena comunicación hombre – máquina.</p>	<p>empacar por día o jornada, lo que hace que se integra a la producción general de la empresa.</p> <p>La automatización electrónica es de bajo costo.</p> <p>Por su tamaño permite que se adecue a la actividad de empacar sachets, por versatilidad y precisión.</p> <p>El sistema se adapta a cada referencia de las líneas de producto de la empresa.</p>		
--	--	---	--	--

Tabla 31; Beneficios y Debilidades de los escenarios (Fuente propia)

## 11.8. COMPROBACIÓN DEL PUESTO

Tiempos actuales de empaque en segundos	Tiempo en min llenando una canastilla	Unidades de Sachet	Tamaño de Caja	Unidades de Caja en 1 Canastilla	Tiempos propuestos de empaque en segundos	Tiempo ideal en min llenando una canastilla
10 a 12 segundos	16 minutos	10 a 12 unidades	Personal	98 cajas personales	5 segundos	8 minutos
20 segundos	20 minutos	20 unidades	Pequeña	60 cajas pequeñas	10 segundos	10 minutos
60 segundos	16 minutos	40 a 60 unidades	Mediana	16 cajas medianas	15 segundos	4 minutos
120 segundos	24 minutos	100 a 120 unidades	Grande	12 cajas grandes	35 segundos	7 minutos

### **11.9. EVALUACIÓN**

Teniendo en cuenta la descripción de los tres escenarios, su viabilidad, beneficios y debilidades, surge que:

- El escenario uno, es ideal ya que presenta una solución inmediata al problema de desórdenes musculo esqueléticos en la sección de empaque de sachets en cajas, soluciona las posturas y movimientos que afectan la naturaleza del cuerpo para hacer trabajos manuales, no altera el rendimiento actual que lleva la empresa en la sección.
- El escenario dos, es ideal ya que abastece en mayor cantidad el insumo de sachets, lo que hace que se reduzca el número de veces yendo por producto al almacén de sachets, reduce a 1 vez por jornada, que oscila entre 3 y 5 horas. Se integra a la solución uno, manteniendo los movimientos y acciones para el empaque respecto a la naturaleza del cuerpo.
- El escenario tres, es ideal porque automatiza por completo el proceso, teniendo en cuenta las necesidades de la producción en cuanto a rendimiento productivo. Elimina por completo las acciones manuales de empaque por parte de los operarios y la programación permite un cronograma exacto y evaluable según la referencia a empacar o la cantidad de sachets a empacar por jornada.

Según lo anterior, se sugiere que la mejor solución basándose en las necesidades de la empresa en la actualidad, que son:

- Poco presupuesto para el rediseño del puesto de trabajo.
- Bajo interés en automatizar la sección, ya que desequilibraría la producción general.
- Interés en conservar sus operarios.
- Interés en que la sección tenga control y supervisión

Es la aplicación del escenario uno, como segunda fase en la intervención del diseño industrial en la empresa. Puesto que:

- Se integra al proceso productivo manual que maneja la empresa
- No altera el número de operarios designado a la sección
- No requiere una inversión alta
- Permite la aplicación de los otros dos escenarios eventualmente
- Mejora la calidad de trabajo para las operarias sin poner en riesgo la eliminación de personal

## 12. CONCLUSIONES

- El sistema de producción de la empresa, que es producción por lotes, presenta varios problemas de planeación y control de la misma, esto provoca que no se mida la capacidad de producción por la demanda del mercado.
- La producción tiene dependientes externos para su ejecución, como lo son el poder de negociación de los proveedores, la cosecha de la fruta y su precio en el mercado, y sobre los pedidos se hace planeación de que o que no se va a producir.
- La empresa produce en función de mantener el stock de los procesos, y no sobre lo que demanda el mercado, y esto a fechas cercanas hace que se tengan pérdidas de productos por la baja rotación.
- La empresa cuenta con más de un proceso con actividades manuales, y no tiene solución para manipulación y transporte de materiales, insumos o productos acabados. Esto lamentablemente provoca la aparición de DME, en otras secciones la planta productiva.
- El análisis ergonómico aplicado, nos generó pautas y parámetros ricos en información que permiten aplicar controles inmediatos y acciones correctivas prontas para disminuir los riesgos de las actividades manuales, pero son primer paso para el control de las actividades manuales en el proceso productivo desde la ergonomía del trabajo.
- La intervención del Diseño industrial, permitió la solución propia y adecuada a la sección teniendo en cuenta las necesidades ergonómicas y productivas de la actividad de empaque.
- El puesto de trabajo diseñado, escenario uno, es una solución a corto plazo, de los riesgos biomecánicos presentados, contribuye al mejoramiento de la

actividad y en pro del rendimiento de las operarias de la sección, evitando movimientos y posiciones forzadas, sino que son acordes con la naturalidad del cuerpo.

- El escenario dos presenta una alternativa al manejo de insumo tan importante como lo es el sachet, y permite que se respete la intervención en movimientos y posturas de la solución uno.
- El escenario tres, es una aproximación a la automatización del trabajo industrial, que permite que el rendimiento sea mucho mejor y medido según la demanda de producción.
- Los escenarios propuestos están pensados para aplicarse en proyección al tiempo en la empresa, y se integren de manera progresiva para que no sea un cambio drástico tanto para los operarios de la sección como para la empresa respecto a los costos.
- Los escenarios en su orden, solucionan la actividad de manera que se respete la solución del escenario anterior, esto hace que en los tres encontremos que se reduzcan los riesgos de padecer DME, por esta razón uno no se puede evaluar mejor que otro, sino que están pensados para que la empresa tome la decisión de su aplicación según el tiempo y presupuesto destinado a mejorar la sección.
- Los escenarios guían a la empresa a una aplicación ergonómica en los demás procesos de la empresa, demostrando que se puede diseñar puestos de trabajo ergonómicos en proyección a las necesidades de rendimiento y ergonomía de cada actividad del proceso productivo.

### 13. SUGERENCIAS

- Se sugiere la aplicación de estrategias para organizar el sistema de producción acorde a la demanda del producto, planear, programar y controlar el sistema productivo con formatos que ayudan a evaluar la producción a través del tiempo.
- A futuro, se sugiere la implementación de la producción Lean, que previene de manera significativa el desperdicio de la producción, respecto a materias primas, stocks, tiempos, tránsitos y recurso humano.
- A partir de la aplicación del escenario que escoja la empresa, se sugiera la automatización progresiva, en la sección de empaque teniendo en cuenta el desarrollo del rediseño del escenario.
- A futuro se sugiere la eliminación del proceso manual, en el proceso productivo, con una reorganización física de la planta productiva, teniendo en cuenta la opción de automatizar procesos más allá de la solución presentada, aplicando nuevas y mejores tecnologías que por más aplicación y respeto por teorías de la ergonomía en el trabajo, no son aptas para el cuerpo humano.
- Se sugiere la intervención del Diseño Industrial en los demás procesos productivos de la empresa, lo que permitiría detectar demás DME y flujos de proceso que afecten la salud y productividad de los operarios.
- Se sugiere la asesoría de conocimiento técnico y profesional en ámbitos de producción y administración de una empresa productiva, como lo es la empresa Frutalia.
- Se sugiere el análisis de los productos dentro del ciclo de vida del producto, para aplicar estrategias acordes al punto en el que se encuentra el producto de la empresa en el mercado, y así, prevenir la baja producción o disminución de las ventas.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

- AROCA, D. (2011). *Lean Manufacturing*.
- Association, I. E. (2011). *Definition of Ergonomics*.
- AVILA, R. P. (2007). *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana*. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara, 2da edición.
- Barma, N. H. (2016). *Imagine a World in Which; Using Scenarios in Political Science*. International Studies Perspectives.
- Cañas, J. J. (2001). *Ergonomía Cognitiva*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Cañas, J. J. (2004). *Personas y Máquinas*. Madrid: Editorial Pirámide.
- Diego-Mas, J. A. (2015). *Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Diego-Mas, J. A. (2015). *Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Diego-Mas, J. A. (2015). *Evaluación Postural Mediante El Método OWAS*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Diego-Mas, J.A., Poveda-Bautista, R. Y Garzon-Leal. (2015). *Influences on the use of observational methods by practitioners when identifying risk factors in physical work*. *Ergonomics*. Valencia: D.C.
- Francis, T. &. (1986). *Antropometry, Ergonomics and Design*. London: Bodyspace.
- GILBERTH, F. (1996). *Introducción al estudio de trabajo, Organización Internacional del Trabajo*. 4ta edición.
- Kivi, P. Y. (1991). *Analysis and improvement of work postures in the building industry: application of the computerized OWAS method*.
- Maynard, H. B. (2005). *Manual de Ingeniería Industrial*. McGraw Hill.
- Neumann, I. B. (2004). *International Relations and Policy Planing: The Method of Perspectivist Scenario Building* . International Studies Perspectives .
- Niebel, Benjamin W. Freivalds. (2005). *Andris: Ingeniería Industrial; Métodos, estándares y diseño del trabajo*. The McGraw-Hill, companies, Inc. 11 Edición.

- PANERO J, Z. M. (1991). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Estándares antropométricos*. Mexico DF: Ed. G. Gili.
- PMI, P. M. (2013). *Project Management of Knowledge* . 5ta edición .
- Sanders, M. &. (1993). *Human Factors in Engineering & Design*. NY: 7th ed. McGraw-Hill.
- Shoemaker, P. J. (1995). *Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking*. Sloan Management.
- Sociales, M. d. (2000). *Lista de Comprobación Ergonómica*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.



## 15. ANEXOS

### 15.1. Anexo 1: LCE (Lista de Comprobación Ergonómica)

- Método ergonómico – Lista de comprobación ergonómica aplicada en el puesto de trabajo de empaque de sachets

*X = Cumple N = No cumple*

#### 1. Manipulación y almacenamiento de materiales

#	ITEM	CHECK
001	Vías de transporte despejadas y señaladas	X
002	Mantener los pasillos y corredores con una anchura suficiente para permitir un transporte de doble sentido.	X
003	Que la superficie de las vías de transporte sea uniforme, antideslizante y libre de obstáculos.	X
004	Proporcionar rampas con una pequeña inclinación, del 5 al 8 %, en lugar de pequeñas escaleras o diferencias de altura bruscas en el lugar de trabajo.	X
005	Mejorar la disposición del área de trabajo de forma que sea mínima la necesidad de mover materiales.	X
006	Utilizar carros, carretillas u otros mecanismos provistos de ruedas, o rodillos, cuando mueva materiales.	X
007	Emplear carros auxiliares móviles para evitar cargas y descargas innecesarias.	N
008	Usar estantes a varias alturas, o estanterías, próximos al área de trabajo, para minimizar el transporte manual de materiales.	N
009	Usar ayudas mecánicas para levantar, depositar y mover los materiales pesados.	N
010	Reducir la manipulación manual de materiales usando cintas transportadoras, grúas y otros medios mecánicos de transporte.	N
011	En lugar de transportar cargas pesadas, repartir el peso en paquetes menores y más ligeros, en contenedores o en bandejas.	X
012	Proporcionar asas, agarres o buenos puntos de sujeción a todos los paquetes y cajas.	X
013	Eliminar o reducir las diferencias de altura cuando se muevan a mano los materiales.	X
014	Alimentar y retirar horizontalmente los materiales pesados, empujándolos o tirando de ellos, en lugar de alzándolos y depositándolos.	X
015	Cuando se manipulen cargas, eliminar las tareas que requieran el inclinarse o girarse.	N
016	Mantener los objetos pegados al cuerpo, mientras se transportan.	X

017	Levantar y depositar los materiales despacio, por delante del cuerpo, sin realizar giros ni inclinaciones profundas.	X
018	Cuando se transporte una carga más allá de una corta distancia, extender la carga simétricamente sobre ambos hombros para proporcionar equilibrio y reducir el esfuerzo.	X
019	Combinar el levantamiento de cargas pesadas con tareas físicamente más ligeras para evitar lesiones y fatiga, y aumentar la eficiencia.	X
020	Proporcionar contenedores para los desechos, convenientemente situados.	N
021	Marcar las vías de evacuación y mantenerlas libres de obstáculos.	X

Tabla 32. LCE, Manipulación y almacenamiento de materiales (Fuente Ergonautas)

## 2. Herramientas manuales

#	ITEM	CHECK
022	En tareas repetitivas, emplear herramientas específicas al uso.	N
023	Suministrar herramientas mecánicas seguras y asegurar que se utilicen los resguardos.	N
024	Emplear herramientas suspendidas para operaciones repetidas en el mismo lugar.	N
025	Utilizar tornillos de banco o mordazas para sujetar materiales u objetos de trabajo.	N
026	Proporcionar un apoyo para la mano, cuando se utilicen herramientas de precisión.	N
027	Minimizar el peso de las herramientas (excepto en las herramientas de percusión).	N
028	Elegir herramientas que puedan manejarse con una mínima fuerza.	N
029	En herramientas manuales, proporcionar una herramienta con un mango del grosor, longitud y forma apropiados para un cómodo manejo.	N
030	Proporcionar herramientas manuales con agarres, que tengan la fricción adecuada, o con resguardos o retenedores que eviten deslizamientos y pellizcos.	N
031	Proporcionar herramientas con un aislamiento apropiado para evitar quemaduras y descargas eléctricas.	N
032	Minimizar la vibración y el ruido de las herramientas manuales.	N
033	Proporcionar un "sitio" a cada herramienta.	N
034	Inspeccionar y hacer un mantenimiento regular de las herramientas manuales.	N
035	Formar a los trabajadores antes de permitirles la utilización de herramientas mecánicas.	N
036	Proporcionar un espacio suficiente y un apoyo estable de los pies para el manejo de las herramientas mecánicas.	X

Tabla 33: LCE, Herramientas manuales (Fuente Ergonautas)

### 3. Seguridad de la maquinaria de producción

#	ITEM	CHECK
037	Proteger los controles para prevenir su activación accidental	X
038	Hacer los controles de emergencias claramente visibles y fácilmente accesibles desde la posición normal del operador.	X
039	Hacer los diferentes controles fácilmente distinguibles unos de otros.	X
040	Asegurar que el trabajador pueda ver y alcanzar todos los controles cómodamente.	X
041	Colocar los controles en la secuencia de operación.	X
042	Emplear las expectativas naturales para el movimiento de los controles.	X
043	Limitar el número de pedales y, si se usan, hacer que sean fáciles de operar.	N
044	Hacer que las señales e indicadores sean fácilmente distinguibles unas de otras y fáciles de leer.	X
045	Utilizar marcas o colores en los indicadores que ayuden a los trabajadores a comprender lo que deben hacer.	X
046	Eliminar o tapar todos los indicadores que no se utilicen.	X
047	Utilizar símbolos solamente si éstos son entendidos fácilmente por los trabajadores locales.	X
048	Hacer etiquetas y señales fáciles de ver, leer y comprender.	X
049	Usar señales de aviso que el trabajador comprenda fácil y correctamente.	X
050	Utilizar sistemas de sujeción o fijación con el fin de que la operación de mecanizado sea estable, segura y eficiente.	X
051	Comprar máquinas seguras.	X
052	Utilizar dispositivos de alimentación y expulsión, para mantener las manos lejos de las zonas peligrosas de la maquinaria.	X
053	Utilizar guardas o barreras apropiadas para prevenir contactos con las partes móviles de la maquinaria.	X
054	Usar barreras interconectadas para hacer imposible que los trabajadores alcancen puntos peligrosos cuando la máquina esté en funcionamiento.	X
055	Inspeccionar, limpiar y mantener periódicamente las máquinas, incluidos los cables eléctricos.	X
056	Formar a los trabajadores para que operen de forma segura y eficiente.	X

Tabla 34: LCE: Seguridad de la maquinaria de producción (Fuente Ergonautas)

#### 4. Diseño del puesto de trabajo

#	ITEM	CHECK
057	Ajustar la altura de trabajo a cada trabajador, situándola al nivel de los codos o ligeramente más abajo.	N
058	Asegurarse de que los trabajadores más pequeños pueden alcanzar los controles y materiales en una postura natural.	N
059	Asegurarse de que los trabajadores más grandes tienen bastante espacio para mover cómodamente las piernas y el cuerpo.	X
060	Situar los materiales, herramientas y controles más frecuentemente utilizados en una zona de cómodo alcance.	N
061	Proporcionar una superficie de trabajo estable y multiusos en cada puesto de trabajo.	X
062	Proporcionar sitios para trabajar sentados a los trabajadores que realicen tareas que exijan precisión o una inspección detallada de elementos, y sitios donde trabajar de pie a los que realicen tareas que demanden movimientos del cuerpo y una mayor fuerza.	X
063	Asegurarse de que el trabajador pueda estar de pie con naturalidad, apoyado sobre ambos pies, y realizando el trabajo cerca y delante del cuerpo.	N
064	Permitir que los trabajadores alternen el estar sentados con estar de pie durante el trabajo, tanto como sea posible.	X
065	Proporcionar sillas o banquetas para que se sienten en ocasiones los trabajadores que están de pie.	X
066	Dotar, de buenas sillas regulables con respaldo a los trabajadores sentados.	N
067	Proporcionar superficies de trabajo regulables a los trabajadores que alternen el trabajar con objetos grandes y pequeños.	N
068	Hacer que los puestos con pantallas y teclados, tales como los puestos con pantallas de visualización de datos (PVD), puedan ser regulados por los trabajadores.	N
069	Proporcionar reconocimientos de los ojos y gafas apropiadas a los trabajadores que utilicen habitualmente un equipo con una pantalla de visualización de datos (PVD).	N
070	Proporcionar formación para la puesta al día de los trabajadores con pantallas de visualización de datos (PVD).	N
071	Implicar a los trabajadores en la mejora del diseño de su propio puesto de trabajo.	X

Tabla 35: LCE, Diseño del puesto de trabajo (Fuente Ergonautas)

## 5. Iluminación

#	ITEM	CHECK
072	Incrementar el uso de la luz natural.	X
073	Usar colores claros para las paredes y techos cuando se requieran mayores niveles de iluminación.	X
074	Iluminar los pasillos, escaleras, rampas y demás áreas donde pueda haber gente.	X
075	Iluminar el área de trabajo y minimizar los cambios de luminosidad.	X
076	Proporcionar suficiente iluminación a los trabajadores, de forma que puedan trabajar en todo momento de manera eficiente y confortable.	X
077	Proporcionar iluminación localizada para los trabajos de inspección o precisión.	N
078	Reubicar las fuentes de luz o dotarlas de un apantallamiento apropiado para eliminar el deslumbramiento directo.	N
079	Eliminar las superficies brillantes del campo de visión del trabajador.	X
080	Elegir un fondo apropiado de la tarea visual para realizar trabajos que requieran una atención continua e importante.	N
081	Limpiar las ventanas y realizar el mantenimiento de las fuentes de luz.	X

Tabla 36: LCE, Iluminación (Fuente Ergonautas)

## 5. Locales

#	ITEM	CHECK
082	Proteger al trabajador del calor excesivo.	X
083	Proteger el lugar de trabajo del excesivo calor o frío procedente del exterior.	X
084	Aislar o apartar las fuentes de calor o de frío.	X
085	Instalar sistemas efectivos de extracción localizada que permitan un trabajo seguro y eficiente.	X
086	Incrementar el uso de la ventilación natural cuando se necesite mejorar el ambiente térmico interior.	X
087	Mejorar y mantener los sistemas de ventilación para asegurar una buena calidad del aire en los lugares de trabajo	X

Tabla 37: LCE, Locales (Fuente Ergonautas)

## 6. Riesgos ambientales

#	ITEM	CHECK
088	Aislar o cubrir las máquinas ruidosas o ciertas partes de las mismas.	X
089	Mantener periódicamente las herramientas y máquinas para reducir el ruido.	X
090	Asegurarse de que el ruido no interfiere con la comunicación, la seguridad o la eficiencia del trabajo.	X
091	Reducir las vibraciones que afectan a los trabajadores a fin de mejorar la seguridad, la salud y la eficiencia en el trabajo.	N
092	Elegir lámparas manuales eléctricas que estén bien aisladas contra las descargas eléctricas y el calor.	N
093	Asegurarse de que las conexiones de los cables de las lámparas y equipos sean seguros.	X

Tabla 38: LCE, Riesgos ambientales (Fuente Ergonautas)

## 7. Servicios higiénicos y locales de descanso

#	ITEM	CHECK
094	Con el fin de asegurar una buena higiene y aseo personales, suministrar y mantener en buen estado vestuarios, locales de aseo y servicios higiénicos.	X
095	Proporcionar áreas para comer, locales de descanso y dispensadores de bebidas, con el fin de asegurar el bienestar y una buena realización del trabajo.	X
096	Mejorar, junto a sus trabajadores, las instalaciones de bienestar y de servicio.	X
097	Proporcionar lugares para la reunión y formación de los trabajadores	X

Tabla 39: LCE, Servicios higiénicos y locales (Fuente Ergonautas)

## 8. Equipos de protección individual

#	ITEM	CHECK
098	Señalizar claramente las áreas en las que sea obligatorio el uso de equipos de protección individual.	X
099	Proporcionar equipos de protección individual que protejan adecuadamente.	X
100	Cuando los riesgos no puedan ser eliminados por otros medios, elegir un equipo de protección individual adecuado para el trabajador y de mantenimiento sencillo.	X
101	Proteger a los trabajadores de los riesgos químicos para que puedan realizar su trabajo de forma segura y eficiente.	X
102	Asegurar el uso habitual del equipo de protección individual mediante las instrucciones y la formación adecuadas, y periodos de prueba para la adaptación.	X

103	Asegurarse de que todos utilizan los equipos de protección individual donde sea preciso.	N
104	Asegurarse de que los equipos de protección individual sean aceptados por los trabajadores.	X
105	Proporcionar recursos para la limpieza y mantenimiento regular de los equipos de protección individual.	X
106	Proporcionar un almacenamiento correcto a los equipos de protección individual.	X
107	Asignar responsabilidades para el orden y la limpieza diarios	X

Tabla 40: LCE, Equipos de protección individual (Fuente Ergonautas)

## 9. Organización del trabajo

#	ITEM	CHECK
108	Involucrar a los trabajadores en la planificación de su trabajo diario.	X
109	Consultar a los trabajadores sobre cómo mejorar la organización del tiempo de trabajo.	X
110	Resolver los problemas del trabajo implicando a los trabajadores en grupos.	X
111	Consultar a los trabajadores cuando se hagan cambios en la producción y cuando sean necesarias mejoras para que el trabajo sea más seguro, fácil y eficiente.	X
112	Premiar a los trabajadores por su colaboración en la mejora de la productividad y del lugar de trabajo.	N
113	Informar frecuentemente a los trabajadores sobre los resultados de su trabajo.	N
114	Formar a los trabajadores para que asuman responsabilidades y dotarles de medios para que hagan mejoras en sus tareas.	X
115	Propiciar ocasiones para una fácil comunicación y apoyo mutuo en el lugar de trabajo.	X
116	Dar oportunidades para que los trabajadores aprendan nuevas técnicas.	X
117	Formar grupos de trabajo, de modo que en cada uno de ellos se trabaje colectivamente y se responsabilicen de los resultados.	X
118	Mejorar los trabajos dificultosos y monótonos a fin de incrementar la productividad a largo plazo.	X
119	Combinar las tareas para hacer que el trabajo sea más interesante y variado.	N
120	Colocar un pequeño stock de productos inacabados (stock intermedio) entre los diferentes puestos de trabajo.	N
121	Combinar el trabajo ante una pantalla de visualización con otras tareas para incrementar la productividad y reducir la fatiga.	N
122	Proporcionar pausas cortas y frecuentes durante los trabajos continuos con pantallas de visualización de datos.	X

123	Tener en cuenta las habilidades de los trabajadores y sus preferencias en la asignación de los puestos de trabajo	N
124	Adaptar las instalaciones y equipos a los trabajadores discapacitados para que puedan trabajar con toda seguridad y eficiencia.	N
125	Prestar la debida atención a la seguridad y salud de las mujeres embarazadas.	X
126	Tomar medidas para que los trabajadores de más edad puedan realizar su trabajo con seguridad y eficiencia.	X
127	Establecer planes de emergencia para asegurar unas operaciones de emergencia correctas, unos accesos fáciles a las instalaciones y una rápida evacuación.	X
128	Aprender de qué manera mejorar su lugar de trabajo a partir de buenos ejemplos en su propia empresa o en otras empresas.	X

*Tabla 41: LCE, Organización del trabajo (Fuente Ergonautas)*



## 15.2. Anexo 2: Aplicación de OCRA Check List

### - Método ergonómico – OCRA (Occupational Repetitive Action) Check List

#### 1. CALCULO DEL TIEMPO NETO DE TRABAJO REPETITIVO

Como paso previo al cálculo de los diferentes factores y multiplicadores para obtener el Índice Check List OCRA, es necesario calcular el **Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR)** y el **Tiempo Neto del Ciclo de trabajo (TNC)**.

El Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo es el tiempo durante el que el trabajador está realizando actividades repetitivas en el puesto y permite obtener el índice real de riesgo por movimientos repetitivos. El **TNTR** es el tiempo o duración del turno de trabajo en el puesto menos las pausas, las tareas no repetitivas que se realicen en el puesto, los periodos de descanso y otros tiempos de inactividad.

$$\text{TNTR} = \text{DT} - [\text{TNR} + \text{P} + \text{A}]$$

#### Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (*TNTR*)

En esta ecuación, **DT** es la duración en minutos del turno o el tiempo que el trabajador ocupa el puesto en la jornada. **TNR** es el tiempo de trabajo no repetitivo en minutos. Este tiempo es el dedicado por el trabajador en tareas no repetitivas como limpiar, reponer, etc. **P** es la duración en minutos de las pausas que realiza el trabajador mientras ocupa el puesto. **A** es la duración del descanso para el almuerzo en minutos.

#### 8 horas trabajo frecuente

$$\text{DT} = 240 \text{ min}$$

$$\text{TNR} = 48 \text{ min}$$

$$\text{P} = 20 \text{ min}$$

$$\text{A} = 105 \text{ min}$$

$$\text{TNTR} = 240 - (48 + 20 + 105)$$

#### 8 horas trabajo critico (1 o 2 veces al mes)

$$\text{DT} = 360 \text{ min}$$

$$\text{TNR} = 72 \text{ min}$$

$$\text{P} = 20 \text{ min}$$

$$\text{A} = 105 \text{ min}$$

$$\text{TNTR} = 360 - (72 + 20 + 105)$$

$$\text{TNTR} = 240 - 173$$

$$\text{TNTR} = 360 - 197$$

$$\text{TNTR} = 67 \text{ min}$$

$$\text{TNTR} = 163 \text{ min}$$

Una vez conocido el TNTR es posible calcular el Tiempo Neto del Ciclo de trabajo. El **TNC** podría definirse como el tiempo de ciclo de trabajo si sólo se consideraran las tareas repetitivas realizadas en puesto.

**Media jornada**

**Día completo**

$$\text{NC} = 7,5 \text{ ciclos,}$$

$$\text{NC} = 11,5 \text{ ciclos,}$$

$$\text{TNC} = 60 * 67 / 7,5$$

$$\text{TNC} = 60 * 163 / 11.5$$

$$\text{TNC} = 536 \text{ seg.}$$

$$\text{TNC} = 850.5 \text{ seg}$$

## 2. CALCULO DEL FACTOR DE RECUPERACIÓN (FR)

La existencia de periodos de recuperación adecuados tras un periodo de actividad permite la recuperación de los tejidos óseos y musculares. Si no existe suficiente tiempo de recuperación tras la actividad aumenta el riesgo de padecer trastornos de tipo músculo-esquelético. Este factor de la ecuación de cálculo del Índice Check List OCRA valora si los periodos de recuperación en el puesto evaluado son suficientes y están convenientemente distribuidos. La frecuencia de los perdidos de recuperación y su duración y distribución a lo largo de la tarea repetitiva, determinarán el riesgo debido a la falta de reposo y por consecuencia al aumento de la fatiga.

Para valorar los periodos de recuperación Check List OCRA mide la desviación de la situación real en el puesto respecto a una situación ideal. Se considera situación *ideal* a aquella en la que existe **una interrupción de al menos 8/10 minutos cada hora** (contando el descanso del almuerzo) o **el periodo de recuperación está incluido en el ciclo de trabajo**, es decir, la proporción entre trabajo repetitivo y recuperación es de 50 minutos de tarea repetitiva por cada 10

minutos de recuperación (la proporción entre trabajo repetitivo y periodo de recuperación es de **5:1**).

Situación de los periodos de recuperación	Puntuación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe una interrupción de al menos 8 minutos cada hora de trabajo (contando el descanso del almuerzo).</li> <li>- El periodo de recuperación está incluido en el ciclo de trabajo (al menos 10 segundos consecutivos de cada 60, en todos los ciclos de todo el turno)</li> </ul>	0
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas.</li> <li>- Existen 4 interrupciones de al menos 8 minutos en un turno de 6 horas (sin descanso para el almuerzo).</li> </ul>	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existen 3 pausas, de al menos 8 minutos, además del descanso para el almuerzo, en un turno de 7-8 horas.</li> <li>- Existen 2 pausas, de al menos 8 minutos, en un turno de 6 horas (sin descanso para el almuerzo)</li> </ul>	3
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existen 2 pausas, de al menos 8 minutos, además del descanso para el almuerzo, en un turno de 7-8 horas.</li> <li>- Existen 3 pausas (sin descanso para el almuerzo), de al menos 8 minutos, en un turno de 7-8 horas.</li> <li>- Existe 1 pausa, de al menos 8 minutos, en un turno de 6 horas.</li> </ul>	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe 1 pausa, de al menos 8 minutos, en un turno de 7 horas sin descanso para almorzar.</li> <li>- En 8 horas sólo existe el descanso para almorzar (el descanso del almuerzo se incluye en las horas de trabajo).</li> </ul>	6
<ul style="list-style-type: none"> <li>- No existen pausas reales, excepto de unos pocos minutos (menos de 5) en 7-8 horas de turno.</li> </ul>	10

Tabla 42: Puntuación del Factor de Recuperación (FR) (Fuente Ergonautas)

**FR = 3**

### 3. CALCULO FACTOR DE FRECUENCIA (FF)

La frecuencia con la que se realizan movimientos repetitivos influye en el riesgo que suponen sobre la salud del trabajador. Así pues, un mayor número de acciones por unidad de tiempo, o un menor tiempo para realizar un número determinado de acciones, supone un incremento del riesgo.

Para determinar el valor del Factor Frecuencia es necesario identificar el tipo de las **acciones técnicas** realizadas en el puesto. Se distinguen dos tipos de acciones técnicas: **estáticas** y **dinámicas**. Las **acciones técnicas dinámicas** se caracterizan por ser breves y repetidas (sucesión periódica de tensiones y relajamientos de los músculos actuantes de corta duración). Las **acciones técnicas estáticas** se caracterizan por tener una mayor duración (contracción de los músculos continua y mantenida 5 segundos o más). Deberán analizarse por separado los dos tipos de acción técnicas. Además, se analizarán por separado las acciones realizadas por ambos brazos, debiendo realizar una evaluación diferente para cada brazo si es necesario.

Tras el análisis de ambos tipos de acciones técnicas se empleará la **Tabla 25** para obtener la puntuación de acciones técnicas dinámicas (**ATD**), y la **Tabla 26** para obtener la puntuación de las acciones técnicas estáticas (**ATE**):

<b>Acciones técnicas dinámicas</b>	<b>Puntuación</b>
Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	1
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	3
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	4

Los movimientos del brazo son rápidos (más de 50 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	6
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 60 acciones/minuto). La carencia de pausas dificulta el mantenimiento del ritmo.	8
Los movimientos del brazo se realizan con una frecuencia muy alta (70 acciones/minuto o más). No se permiten las pausas.	10

Tabla 43: Puntuación de acciones técnicas dinámicas (ATD). (Fuente Ergonautas)

Acciones técnicas dinámicas = más de 70 movimientos

$$\mathbf{ATD = 10}$$

<b>Acciones técnicas estáticas</b>	<b>ATE</b>
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	2,5
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 3/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	4,5

Tabla 44: Puntuación de acciones técnicas estáticas (ATE). (Fuente Ergonautas)

$$\mathbf{ATE = 4,5}$$

### **Puntuación de acciones técnicas estáticas (ATE).**

Conocidos los valores de ATD y ATE, la puntuación del factor FF se obtendrá como el máximo de los dos valores:

$$\mathbf{FF = Max (ATD; ATE)}$$

$$\mathbf{FF = Max (10; 4,5)}$$

**FF = 10****4. CÁLCULO DE FACTOR DE FUERZA (Fez)**

Check List OCRA considera significativo éste factor únicamente si se ejerce fuerza con los brazos y/o manos al menos una vez, por pocos ciclos. Además, la aplicación de dicha fuerza debe estar presente durante todo el movimiento repetitivo. En caso contrario no será necesario calcular FFz, dándole el valor 0.

El cálculo del Factor de Fuerza se basa en cuantificar el esfuerzo necesario para llevar a cabo las acciones técnicas en el puesto. Para ello, en primer lugar, se identificarán las acciones que requieren el uso de fuerza de entre las siguientes.

- Empujar o tirar de palancas.
- Pulsar botones.
- Cerrar o abrir.
- Manejar o apretar componentes.
- Utilizar herramientas.
- Elevar o sujetar objetos.

Identificadas las acciones que se realizan en el puesto se determinará el esfuerzo requerido para realizar cada una. Para ello puede emplearse una equivalencia con la escala de esfuerzo percibido CR-10 de Borg. Si no se percibe esfuerzo o éste es débil, no se considerará. Si el esfuerzo es moderado (3 o 4 en la escala CR-10), se considerará Fuerza Moderada. Si el esfuerzo percibido es fuerte o muy fuerte (de 5 a 7 en la escala CR-10), la fuerza se considerará Intensa. Si el esfuerzo es mayor (más de 7 en la escala CR-10 de Borg), la fuerza se considerará Casi Máxima.

A continuación, se obtendrá una puntuación para cada una de las acciones detectadas en función de la intensidad del esfuerzo (moderado, intenso, casi máximo), y del porcentaje del tiempo del ciclo de trabajo en el que se realiza el

esfuerzo. Para ello se empleará la Tabla 27. Finalmente, se obtendrá el valor del Factor Fuerza (FFz) sumando todas las puntuaciones obtenidas.

Esfuerzo	Puntuación	OCRA FFz
Nulo	0	No se considera
Muy débil	1	
Débil	2	
Moderado	3 4	Fuerza moderada
Fuerte	5 6	Fuerza intensa
Muy fuerte	7	
Cercano al máximo	8 9 10	Fuerza casi máxima

Tabla 45: Escala CR-10 de Borg (Fuente Ergonautas)

**Esfuerzo moderado = 4**

Fuerza Moderada		Fuerza Intensa		Fuerza casi Máxima	
Duración	Puntos	Duración	Puntos	Duración	Puntos
1/3 del tiempo	2	2 seg. Cada 10 min.	4	2 seg. Cada 10 min.	6
50% del tiempo	4	1% del tiempo	8	1% del tiempo	12
>50 % del tiempo	6	5% del tiempo	16	5% del tiempo	24
Casi todo el tiempo	8	>10 % del tiempo	24	>10 % del tiempo	32

Tabla 46: Puntuación de las acciones que requieren esfuerzo. (Fuente Ergonautas)

Duración del esfuerzo

**Fuerza moderada = 6**

$$\mathbf{FFz = 6 + 4}$$

$$\mathbf{FFz = 10}$$

## **5. CALCULO DEL FACTOR DE POSTURAS Y MOVIMIENTOS**

Check List OCRA considera el mantenimiento de posturas forzadas y la realización de movimientos forzados en las extremidades superiores. En el análisis se incluyen el **hombro**, el **codo**, la **muñeca** y la **mano**. Además, se considera la existencia de movimientos que se repiten de forma idéntica dentro del ciclo de trabajo (**movimientos estereotipados**).

Respecto al **hombro**, debe valorarse la posición del brazo en cuanto a flexión, extensión y abducción empleando la **Tabla 29**, obteniendo la puntuación **PHo**. Del **codo** se valorarán movimientos (flexión, extensión y pronosupinación) empleando la **Tabla 30**, obteniendo la puntuación **PCo**. La **Tabla 31** permite valorar la existencia de posturas y movimientos forzados de la **muñeca** (flexiones, extensiones y desviaciones radio-cubitales), determinando la puntuación **PMu**. Por último, el tipo de agarre realizado por la **mano** se lleva a cabo consultando la **Tabla 32** que permite obtener la puntuación **PMa**. El agarre realizado se considerará cuando sea de alguno de estos tipos: **agarre en pinza** o pellizco, **agarre en gancho** o **agarre palmar**.

En este punto se habrá obtenido una puntuación para cada articulación (PHo, PCo, PMu, PMa). Para valorar la existencia de movimientos estereotipados se emplea la **Tabla 33**, mediante la que se obtiene la puntuación **PEs**. Esta puntuación depende del porcentaje del tiempo de ciclo que ocupan estos movimientos y de la duración del tiempo de ciclo.

Obtenidas las 5 puntuaciones anteriores puede calcularse el valor del Factor de Posturas y Movimientos (**FP**). Para ello, a la mayor de las puntuaciones obtenidas



para el hombro, el codo, la muñeca y la mano, se le sumará la puntuación obtenida para los factores estereotipados según la ecuación:

**Puntuación del hombro (PHo).**

<b>Posturas y movimientos del hombro</b>	<b>PHo</b>
El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo	1
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 10% del tiempo	2
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 1/3 del tiempo	6
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte más de la mitad del tiempo	12
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte todo el tiempo	24

*Tabla 47: Puntuación del hombro (PHo). (Fuente Ergonautas)*

$$\text{PHo} = 12$$

**Puntuación del codo (PCo).**

<b>Posturas y movimientos del codo</b>	<b>PCo</b>
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo	2
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo	4
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo	8

*Tabla 48: Puntuación del codo (PCo). (Fuente Ergonautas)*

**Puntuación de la muñeca (PMu).**

<b>Posturas y movimientos de la muñeca</b>	<b>PMu</b>
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) al menos 1/3 del tiempo	2
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) más de la mitad del tiempo	4
La muñeca permanece doblada en una posición extrema, todo el tiempo	8

*Tabla 49: Puntuación de la muñeca (PMu). (Fuente Ergonautas)*

**PMu = 2**

**Puntuación de la mano (PMa).**

<b>Duración del Agarre</b>	<b>PMa</b>
Alrededor de 1/3 del tiempo	2
Más de la mitad del tiempo	4
Casi todo el tiempo.	8

*Tabla 50: Puntuación de la mano (PMa). (Fuente Ergonautas)*

**PMa = 8**

**Puntuación de movimientos estereotipados (PEs).**

<b>Movimientos estereotipados</b>	<b>PEs</b>
- Existe repetición de movimientos idénticos del hombro, codo, muñeca, o dedos, al menos 2/3 del tiempo - El tiempo de ciclo está entre 8 y 15 segundos.	1,5

- Existe repetición de movimientos idénticos del hombro, codo, muñeca o dedos, casi todo el tiempo	3
-El tiempo de ciclo es inferior a 8 segundos	

Tabla 51: Puntuación de movimientos estereotipados (PEs). (Fuente Ergonautas)

$$PEs = 1,5$$

$$FP = \text{Max (PHo; PCo; PMu; PMA)} + PEs$$

**Factor Posturas y Movimientos (FP)**

$$FP = \text{Max (12; 8; 2; 8)} + 1,5$$

$$FP = 13,5$$

## 6. CÁLCULO DEL FACTOR DE RIESGOS ADICIONALES (FC)

Además de los factores de riesgo considerados hasta el momento, Check List OCRA considera otros posibles factores complementarios que pueden afectar al riesgo global dependiendo de su duración o frecuencia. Factores de riesgo de este tipo pueden ser el uso de dispositivos de protección individual como el uso de guantes, el uso de herramientas que provocan vibraciones o contracciones en la piel, el tipo de ritmo de trabajo (impuesto por la máquina), etc...

Los factores adicionales se engloban en dos tipos, los de tipo **físico - mecánico** y los derivados de aspectos **socio - organizativos** del trabajo. Para obtener la puntuación del Factor de Riesgos Adicionales (**FC**) se escogerá una opción de la **Tabla 34** para obtener la puntuación **FM** de los factores físico-mecánicos. Posteriormente se buscará la opción adecuada para los factores socio-organizativos en la **Tabla 35** obteniendo la puntuación **Fso**. Por último, se sumarán ambas puntuaciones para obtener **FC**:

$$FC = Ffm + Fso$$

**Factor de Riesgos Adicionales (FC)**

**Puntuación de Factores físico-mecánicos (Pfm).**

<b>Factores físico-mecánicos</b>	<b>Ffm</b>
Se utilizan guantes inadecuados (que interfieren en la destreza de sujeción requerida por la tarea) más de la mitad del tiempo	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 2 veces por minuto o más	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 10 veces por hora o más	2
Existe exposición al frío (menos de 0°) más de la mitad del tiempo	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel bajo/medio 1/3 del tiempo o más	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel alto 1/3 del tiempo o más	2
Las herramientas utilizadas causan compresiones en la piel (enrojecimiento, callosidades, ampollas, etc.)	2
Se realizan tareas de precisión más de la mitad del tiempo (tareas sobre áreas de menos de 2 o 3 ms.)	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan más de la mitad del tiempo	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan todo el tiempo	3

*Tabla 52: Puntuación de Factores físico-mecánicos (Pfm). (Fuente Ergonautas)*

**Psm = 2**

### Puntuación de Factores socio-organizativos (Fso)

Factores socio-organizativos	Fso
El ritmo de trabajo está parcialmente determinado por la máquina, con pequeños lapsos de tiempo en los que el ritmo de trabajo puede disminuirse o acelerarse	1
El ritmo de trabajo está totalmente determinado por la máquina	2

Tabla 53: Puntuación de Factores socio-organizativos (Fso) (Fuente Ergonautas)

$$Fso = 1$$

$$FC = Ffm + Fso$$

$$FC = 2 + 1$$

$$FC = 3$$

### 7. CÁLCULO DEL MULTIPLICADOR DE DURACIÓN (MD)

En el cálculo de todos los factores anteriores se ha considerado un tiempo de exposición al riesgo de 8 horas. Es decir, el riesgo se ha valorado para un turno de 8 horas en el puesto evaluado en el que todo el tiempo de ciclo de trabajo se dedica a trabajo repetitivo. Sin embargo, el nivel de riesgo por trabajo repetitivo varía con el tiempo de exposición. En general, el turno de trabajo puede tener una duración inferior a 8 horas y no todo el tiempo se dedica a trabajo repetitivo si existen pausas, descansos y trabajo no repetitivo. Para obtener el nivel de riesgo considerando el tiempo de exposición debe calcularse el multiplicador de duración (**MD**). A diferencia del resto de factores, que se suman, MD se multiplicará por el resultado de la suma del resto de factores.

**MD** se calcula empleando la **Tabla 36** y depende del valor del **Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR)** calculado anteriormente. Como puede observarse en la **Tabla 36**, si TNTR es igual a 480 minutos (8 horas) MD toma el valor 1. Si el Tiempo Neto del Trabajo Repetitivo es inferior a 480 minutos, MD disminuye, por lo

que el Índice Check List OCRA será menor, mientras que aumentará si **TNTR** es superior a 8 horas.

<b>Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR) en minutos</b>	<b>MD</b>
60-120	0.5
121-180	0.65
181-240	0,75
241-300	0.85
301-360	0.925
361-420	0.95
421-480	1
> 480	1.5

Tabla 54: Multiplicador de Duración (Fuente Ergonautas)

#### **Día normal de empaque**

**TNTR = 67 min**

**MD = 0,5**

#### **Día crítico de empaque**

**TNTR = 163 min**

**MD = 0,65**

#### **Determinación del Nivel de Riesgo**

Una vez calculados todos los factores y el multiplicador de duración es posible conocer el Índice Check List OCRA empleando la ecuación:

$$\text{ICKL} = (\text{FR} + \text{FF} + \text{FFz} + \text{FP} + \text{FC}) \cdot \text{MD}$$

#### **Día normal de empaque**

$$\text{ICKL} = (3 + 10 + 10 + 13,5 + 3) \times 0,5$$

**ICKL = 19, 75**

#### **Día crítico de empaque**

$$\text{ICKL} = (3 + 10 + 10 + 13,5 + 3) \times 0,65$$

**ICKL = 25, 625**

Luego ubicamos el valor en la tabla 37, que nos indica el nivel de riesgo y la acción a tomar:

#### **Día normal de empaque**

**19, 75** = Riesgo "Inaceptable Medio": Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento

Día Crítico de empaque

**25, 625** = Riesgo “Inaceptable Alto”: Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento

Índice Check List OCRA	Nivel de Riesgo	Acción recomendada	Índice OCRA equivalente
≤ 5	Óptimo	No se requiere	≤ 1.5
5.1 - 7.5	Aceptable	No se requiere	1.6 - 2.2
7.6 - 11	Incierto	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto	2.3 - 3.5
11.1 - 14	Inaceptable Leve	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	3.6 - 4.5
14.1 - 22.5	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	4.6 - 9
> 22.5	Inaceptable Alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	> 9

Tabla 55: Nivel de Riesgo, método OCRA (Fuente Ergonautas)

### 15.3. Anexo 3: Aplicación de OWAS (Ovako Working Analysis System)

La aplicación del método comienza con la observación de la tarea desarrollada por el trabajador. Si existen diferentes actividades a lo largo del periodo observado se establecerá una división en diferentes **fases de trabajo**. Esta división es conveniente cuando las actividades desarrolladas por el trabajador son muy diferentes en diversos momentos de su trabajo. Así pues, si la tarea realizada por el trabajador es homogénea y la actividad desarrollada es constante la evaluación será **simple**, si la tarea realizada por el trabajador no es homogénea y puede ser descompuesta en diversas actividades o fases la evaluación será **multifase**. Si se han establecido fases la evaluación se realizará separadamente para cada fase.

Además, se establecerá el **periodo de observación** necesario para el registro de posturas considerando que la muestra de posturas recogidas debe ser representativa del total de posturas adoptadas por el trabajador. Esto implica que, en puestos de ciclo de trabajo corto, en los que las actividades se repiten unos periodos breves, será necesario un tiempo de observación menor que en puestos

de tareas muy diversas y sin ciclos definidos. En general serán necesarios **entre 20 y 40 minutos** de observación.

Se determinará la **frecuencia de muestreo**, es decir, la frecuencia con la que se anotarán las posturas adoptadas. Las posturas deben recogerse a intervalos regulares de tiempo, habitualmente **entre 30 y 60 segundos**. La frecuencia de observación dependerá de la frecuencia con la que el trabajador cambia de postura y de la variedad de posturas adoptadas. En general, a mayor frecuencia de cambio y diversidad de posturas será necesaria una mayor frecuencia de muestreo y registro de posturas. En cualquier caso, debe considerarse que el número de observaciones realizadas debe ser suficiente e influirá en la precisión de la valoración obtenida. Debe considerarse que la verdadera proporción de tiempo en cada postura se estima a partir de las posturas observadas, por lo tanto, el error de estimación aumenta a medida que el número total de observaciones disminuye. Estudios previos han encontrado que el límite superior de este error (con 95 % de probabilidad) cuando se realizan 100 observaciones es del 10 %. El límite de error basado en 200, 300 y 400 observaciones son 7 %, 6 % y 5 % respectivamente.

Definidas las **fases**, el **periodo de observación** y la **frecuencia de muestreo** se observará la tarea durante el periodo de observación definido y se registrarán las posturas a la frecuencia de muestreo. Esto puede realizarse mediante la observación *in situ* del trabajador, el análisis de fotografías, o la visualización de videos de la actividad tomados con anterioridad.

Finalmente se realizarán los cálculos expuestos en apartados posteriores para obtener la valoración del riesgo debido a la adopción de posturas en el desarrollo de la tarea.



El procedimiento se puede hacer de la siguiente manera:

### **1. Determinar la tarea**

Si la tarea debe ser dividida en varias fases (evaluación simple o multi-fase). Si las actividades desarrolladas por el trabajador son muy diferentes en diversos momentos de su trabajo se llevará a cabo una evaluación *multifase*.

- **Tarea de evaluación simple**

### **2. Tiempo de Observación**

El tiempo total de observación de la tarea dependiendo del número y frecuencia de las posturas adoptadas. Habitualmente oscilará entre 20 y 40 minutos.

**T = 30 minutos**

### **3. Determinar la Frecuencia**

Frecuencia de observación o muestreo. Indicar cada cuánto tiempo se registrará la postura del trabajador. Habitualmente oscilará entre 30 y 60 segundos.

**F = 30 segundos**

### **4. Registro de Posturas**

Observación de la tarea durante el periodo de observación definido y registro las posturas a la frecuencia de muestreo establecida. Pueden tomarse fotografías o vídeos desde los puntos de vista adecuados para realizar las observaciones. Para cada postura se anotará la posición de la espalda, los brazos y las piernas, así como la carga manipulada y la fase a la que pertenece si la evaluación es multifase.

- **Postura 1:** Agarre de la caja para empezar a empacar



*Imagen 43: Postura 1, Método OWAS (Fuente propia)*

- **Postura 2:** Operaria empacando sachets recargando su cuerpo en la mesa



Imagen 44: Postura 2, Método OWAS (Fuente propia)

- **Postura 3:** Movimiento de abducción brazo derecho con carga en la mano derecha



*Imagen 45: Postura 3, Método OWAS (Fuente propia)*

- **Postura 4:** Postura de los pies, estando el peso en las dos piernas (aunque varía según el tiempo que se lleve empacando)



*Imagen 46: Postura 4, Método OWAS (Fuente propia)*

### 3. Codificación de Posturas

La tarea será observada durante el periodo de observación definido y se registraran las posturas a la frecuencia de muestreo. Aunque esto puede realizarse mediante la observación *in situ* del trabajador, filmar en vídeo la tarea y detener la imagen en los momentos oportunos puede facilitar el registro de las posturas.

#### 3.1. Codificación de Postura de la Espalda

Posición de la espalda	Código
<p><b>Espalda derecha</b></p> <p>El eje del tronco del trabajador está alineado con el eje caderas-piernas</p>	 <p><b>1</b></p>
<p><b>Espalda doblada</b></p> <p>Puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores de 20° (Mattila et al., 1999)</p>	 <p><b>2</b></p>
<p><b>Espalda con giro</b></p> <p>Existe torsión del tronco o inclinación lateral superior a 20°</p>	 <p><b>3</b></p>
<p><b>Espalda doblada con giro</b></p> <p>Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea</p>	 <p><b>4</b></p>

Tabla 56: Codificación de Postura de Espalda (Fuente Ergonautas)

**Espalda = 3**

**Espalda con giro**



### 3.2. Codificación de Postura de Brazo

Posición de los brazos		Código
<b>Los dos brazos bajos</b>		<b>1</b>
Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros		
<b>Un brazo bajo y el otro elevado</b>		<b>2</b>
Un brazo del trabajador está situado bajo el nivel de los hombros y el otro otro, o parte del otro, está situado por encima del nivel de los hombros		
<b>Los dos brazos elevados</b>		<b>3</b>
Ambos brazos (o parte de los brazos) del trabajador están situados por encima del nivel de los hombros		

Tabla 57: Codificación de Postura de Brazos (Fuente Ergonautas)

**Brazo = 2**

**Un brazo bajo y el otro elevado**

### 3.3. Codificación de Posición de las piernas




<p><b>De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado</b></p>	 <div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; display: inline-block; border-radius: 5px;">5</div>
<p>Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.</p>	
<p><b>Arrodillado</b></p>	 <div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; display: inline-block; border-radius: 5px;">6</div>
<p>El trabajador apoya una o las dos rodillas en el suelo.</p>	
<p><b>Andando</b></p>	 <div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; display: inline-block; border-radius: 5px;">7</div>
<p>El trabajador camina</p>	

Tabla 58: Codificación de Posición de las Piernas (Fuente Ergonautas)

**Piernas = 3**

**Peso desequilibrado entre ambas**



### 3.4. Codificación de la Carga y Fuerzas Soportadas




Carga o fuerza		Código
Menos de 10 kg		1
Entre 10 y 20 kg		2
Mas de 20 kg		3

Tabla 59: Codificación de carga y fuerza (Fuente Ergonautas, método OWAS)

**Carga = 1**

**Menos de 10 Kg**

### 3.4. Código de Postura

Espalda	Brazos	Piernas	Carga
3	2	3	1

Tabla 60: Código de Postura (Fuente Propia)

#### 4. Cálculo del Riesgo

Una vez codificadas las posturas incluidas en la evaluación se deberá calcular la Categoría de riesgo de cada una de ellas. Owas asigna una Categoría de riesgo a cada postura a partir de su Código de postura.

Para conocer a qué **Categoría de riesgo** pertenece cada postura se empleará la **Tabla 19**. En ella, a partir de cada dígito del Código de postura, se indica la Categoría de riesgo a la que pertenece la postura.

		Piernas			Carga			Espalda			Brazos											
		1			2			3			4			5			6			7		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Tabla 61: Categoría del riesgo por el código de Postura (Fuente Ergonautas, método OWAS)

#### Categoría = 1

Conocidas las Categorías de riesgo de cada postura es posible determinar cuáles son aquellas que pueden ocasionar una mayor carga postural para el trabajador. Para considerar el riesgo de todas las posturas de forma global, se calculará a continuación la **frecuencia relativa** de cada posición adoptada por cada miembro. Es decir, en qué porcentaje del total de posturas registradas, cada miembro se encuentra en una posición determinada. Por ejemplo, si se han registrado 50 posturas y en 10 de ellas la espalda estaba doblada, la frecuencia relativa de *espalda doblada* es 20%. Este procedimiento deberá aplicarse a todas las posiciones posibles de todos los miembros. Una vez conocidas las frecuencias

relativas la consulta de la **Tabla 20** permitirá conocer las Categorías de riesgo para la espalda, los brazos y las piernas de manera global. A partir de esta información será posible identificar que partes del cuerpo soportan una mayor incomodidad y decidir las medidas correctivas a aplicar.

Frecuencia Relativa		≤10%	≤20%	≤30%	≤40%	≤50%	≤60%	≤70%	≤80%	≤90%	≤100%
ESPALDA	Espalda derecha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Espalda doblada	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Espalda con giro	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	Espalda doblada con giro	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
BRAZOS	Dos brazos bajos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Un brazo bajo y el otro elevado	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Dos brazos elevados	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
PIERNAS	Sentado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	De pie	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	Sobre una pierna recta	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Sobre rodillas flexionadas	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	Sobre una rodilla flexionada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	Arrodillado	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	Andando	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

Tabla 62: Categoría del Riesgo del Cuerpo según la Frecuencia Relativa (Fuente Ergonautas, método OWAS)

**Categoría de Riesgo de Espalda = 3**

**Categoría del Riesgo de Brazos = 2**

**Categoría del Riesgo de Piernas = 2**

Categoría de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
1	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético.	No requiere acción.
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Tabla 63: Calculo del Riesgo (Fuente Ergonautas, método OWAS)

**Conclusión:**

Para el código de postura (Ver tabla 18) el riesgo es de nivel 1 (ver tabla 19). Y para la categoría de riesgo de espalda, brazos y piernas es de niveles 2 y 3 (ver tabla 20).

Esto quiere decir que a partir de la frecuencia empleada según el % de tiempo, es que se ve riesgo, por lo que la repetitividad es alta con respecto a la frecuencia. Y requiere acciones correctivas.

### 15.4. Anexo 4: Diagrama de Operaciones del Proceso de Fruta 1

#### Diagrama de operaciones del proceso de fruta

Fruta: Durazno Cantidad: 538 kilogramos

Rendimiento de la fruta = 70% - **538** kilogramos de fruta = 376,6 kilogramos de pulpa

Su producción es 1 vez cada dos meses, maneja un stock de 300 a 800 kilogramos

PROCESO	ACTIVIDAD	MAQUINA / HERRAMIENTA / INSTRUMENTO	○	➔	□	D	▽	RECURSO HUMANO	TIEMPO en MIN
<b>Fase pre operativa</b>	Ingreso a planta	-	x					4 operarios	2
	Lavado de manos	-	x					Jefe de produ.	4
	Revisión	-			x			Coord. De fruta	3
<b>Recepción de fruta</b>	Recepción de fruta Estación de fruta	Canastas Montacargas	x		x		x	Coord. de fruta -	30 indefinid o
<b>Transito</b>	Transporte a sección de lavado	Carritos		x				1 operaria	2
<b>Lavado</b>	Lavado por Inmersión	Tinas	x					1 operaria	75
	Desinfectado Inmersión		x					1 operaria	75
<b>Escaldado</b>	Llenado	Tinas	X					1 operaria	15
	Escaldado	2 Calderas	x					-	210
	Extracción	Baldes / tinas	x					1 operaria	15
<b>Transito</b>	Transporte a sección de despulpado	Carritos		x					2
<b>Despulpado de fruta</b>	Armado y Ajuste de la máquina	Herramientas	X					1 operario	15
	Despulpado	Despulpadora	X					2 operarios	40
	Llenado en tina	Baldes / tinas	x					1 operario	20
<b>Verificación</b>	Verificación	-			x			Coord. de fruta	30
<b>Empaque de pulpa</b>	Llenado en bolsas	Valdes	x					1 operario	60
	Pesado	Báscula	x						
	Sellado térmico de bolsas	Selladora manual	x					1 operario	60
<b>Enfriamiento</b>	Enfriamiento de pulpa	Canecas	x			x		1 operario	120 / 5h
<b>Transito</b>	Transporte a cuartos fríos	Carritos		x				1 operario	20
<b>Almacenado</b>	Almacenado en cuartos fríos	-	x		x		x	2 operarios	30
<b>Aseo y desinfección</b>	Aseo de máquinas y herramientas	Hidrolavadora	x					2 operarios	60

Tabla 64: Diagrama de Operaciones del Proceso de Fruta 1 (Fuente Propia)

### 15.5. Anexo 5: Diagrama de Operaciones del Proceso de Fruta 2

#### Diagrama de operaciones del proceso de fruta

Fruta: Maracuyá - Cantidad: 1300 kilogramos Rendimiento de la fruta 33 % = **1300** kilogramos de fruta = **433** kilogramos de pulpa

Su producción es 1 vez cada dos meses, maneja un stock de 300 a 800 kilogramos

PROCESO	ACTIVIDAD	MAQUINA / HERRAMIENTA / INSTRUMENTO	○	↓	□	◐	▽	RECURSO HUMANO	TIEMPO en MIN
<b>Fase pre operativa</b>	Ingreso a planta	-	x					10 operarios	5
	Lavado de manos	-	x					Jefe de produ.	5
	Revisión	-			x			Coord. De fruta	4
<b>Recepción de fruta</b>	Recepción de fruta	Canastas	x					Coord. de fruta	30
	Estación de fruta	Montacargas			x		x		
<b>Transito</b>	Transporte a sección de lavado	Carritos		x				1 operaria	5
<b>Lavado</b>	Lavado por cepilladora	Cepilladora	x					1 operaria	90
	Desinfectado por inmersión	Tinas	x					1 operaria	90
<b>Escaldado</b>	Llenado	Baldes	x					1 operaria	20
	Escaldado	2 calderas 2 ollas	x					-	180
	Extracción	Baldes	x					1 operaria	20
<b>Transito</b>	Transporte a sección de despulpado	Carritos		x					5
<b>Despulpado de fruta</b>	Armado y Ajuste de la máquina	Herramientas	x					1 operario	15
	Despulpado	Despulpadora	x					2 operarios	120
	Llenado en tina	Baldes / tina	x					1 operario	20
<b>Verificación</b>	Verificación	-				x		Coord. de fruta	30
<b>Empaque de pulpa</b>	Llenado en bolsas	Baldes / tina	x					1 operario	180
	Pesado	Báscula				x		1 operario	
	Sellado térmico de bolsas	Selladora manual	x			x			180
<b>Enfriamiento</b>	Enfriamiento de pulpa	Tinas	x			x		1 operario	90 / 5h
<b>Transito</b>	Transporte a cuartos fríos	Carritos		x				1 operario	20
<b>Almacenado</b>	Almacenado en cuartos fríos	-	x			x		2 operarios	30
<b>Aseo</b>	Juagado de la despulpadora	Herramienta	x					1 operario	30
<b>Aseo General</b>	Aseo de máquinas y herramientas	Instrumentos	x					2 operarios	90

Tabla 65: Diagrama de Operaciones de Proceso de Fruta 2 (Fuente Propia)

### 15.6. Anexo 6: Diagrama de Operaciones del Proceso de Fruta 3

- Diagrama de Operaciones del proceso de fruta

Fruta: Mora y fresa - Cantidad: Mora 72 kilogramos – Fresa: 35 kilogramos

La producción de estas dos frutas es semanal, en pequeñas cantidades, por ser una fruta que cosecha exitosamente en la región

Rendimiento de la mora = 65% Rendimiento de la fresa = 75%

PROCESO	ACTIVIDAD	MAQUINA / HERRAMIENTA / INSTRUMENTO	○	↓	□	◐	▽	RECURSO HUMANO	TIEMPO en MIN
<b>Fase pre operativa</b>	Ingreso a planta	-	x					6 operarios	5
	Lavado de manos	-	x					Jefe de produ.	5
	Revisión	-					x	Coord. De fruta	4
<b>Recepción de fruta</b>	Recepción de fruta Estación de fruta	Canastas Montacargas	x		x		x	Coord. de fruta	30
<b>Transito</b>	Transporte a sección de lavado	Carritos		x				3 operaria	5
<b>Lavado</b>	Lavado por inmersión	Tinas	x					1 operaria	30
	Selección	-	x						
<b>Escaldado</b>	Llenado	Baldes	x					1 operaria	10
	Escaldado	2 calderas	x					-	80
	Extracción	Baldes	x					1 operaria	10
<b>Transito</b>	Transporte a sección de despulpado	Carritos		x				2 operarios	5
<b>Despulpado de fruta</b>	Armado y Ajuste de la máquina	Herramientas	x					1 operario	15
	Despulpado	Despulpadora	x					2 operarios	10
	Llenado en tina	Baldes / tina	x					1 operario	20
<b>Verificación</b>	Verificación	-					x	Coord. de fruta	30
<b>Empaque de pulpa</b>	Llenado en bolsas	Baldes / tina	x					1 operario	180
	Pesado	Báscula					x	1 operario	
	Sellado térmico de bolsas	Selladora manual	x				x		180
<b>Enfriamiento</b>	Enfriamiento de pulpa	Tinas	x				x	1 operario	90 / 5h
<b>Transito</b>	Transporte a cuartos fríos	Carritos		x				1 operario	20
<b>Almacenado</b>	Almacenado en cuartos fríos	-	x		x		x	2 operarios	30
<b>Aseo</b>	Juagado de la despulpadora	Herramienta	x					1 operario	30
<b>Aseo General</b>	Aseo de máquinas y herramientas	Instrumentos	x					2 operarios	60

Tabla 66: Diagrama de Operaciones del Proceso de Fruta (Fuente Propia)

### 15.7. Anexo 7: Diagrama de Operaciones del Proceso de Cocción y Envasado

#### Diagrama de Operaciones del Proceso de Cocción y Envasado

PROCESO	ACTIVIDAD	MAQUINA / HERRAMIENTA / INSTRUMENTOS	○	➔	□	D	▽	RECURSO HUMANO	TIEMPO en MIN
Fase Pre Operativa	Ingreso a planta	-	x					6 operarios	4
	Lavado de manos	-	x						4
	Revisión	-	x					Jefe de produ.	2
Alistamiento	Sacado de pulpa de cuarto frío	Tinas	x					2 operarios	30
	Formulación	Instrumentos	x					2 operarios	30
	Alistamiento de la pulpa	Utensilios	x						
	Pesado y revisión	Báscula	x						
Transito	Transporte a Bola de cocción	Carritos		x				2 operarios	5
Cocción	Llenado	Baldes/tina	x					2 operarios	30
	Cocción en Bola	Bola cocción	x					1 operario	45 – 60
	Control	-							
	Vaciado del P.T. Pesado final	- Báscula	x x					2 operarios	20 20
Transito	Transporte a sección de envase	Carrito		x				1 operarios	10
Envasado "in sachet"	Llenado a tolva	Baldes / tina	x					2 operarios	80
	Envasado "in sachet"	2 Envasadoras	x						400
	Control de calidad	-							
Transito	Transporte a Bodega	Carritos		x				2 operarios	10
Bodega	Bodega	Canastas					x	-	indefinido

Tabla 67: Diagrama de Operaciones de Proceso de Cocción y Envasado (Fuente Propia)



### 15.8. Anexo 8: Diagrama de Operaciones del Proceso de Empaque y Embalaje

#### Diagrama de Operaciones del Proceso de Empaque y Embalaje

PROCESO	ACTIVIDAD	MAQUINA / HERRAMIENTA / INSTRUMENTOS	○	➔	□	D	▽	RECURSO HUMANO	TIEMPO en MIN
<b>Fase pre Operativa</b>	Ingreso a planta	-	x					4 operarios	5
	Lavado de manos	-	x					-	5
	Revisión	-						Jefe de produ.	4
<b>Tránsito</b>	Llenado de canastillas con sachet para empacado	-						2 operarios	5
<b>Alistamiento</b>	Alistamiento de canastas con sachet en la mesa de empaque	Canastas	x					1 operario	3
<b>Cajas</b>	Armado de cajas		x					1 operario	60
	Entrega de cajas armadas	Costal	x						3
<b>Empaque de sachet</b>	Empacado de sachet en cajas, según la línea de producto	Canastas	x					2 operario	180
<b>Transito</b>	Transporte a fechado	canastas						1 operario	3
<b>Fechado</b>	Fechado de cajas empacadas	Fechadora	x					1 operario	30
	Pesado	bascula	x					1 operario	30
<b>Transito</b>	Transporte a selladora	Canastas						1 operario	3
<b>Sellado</b>	Sellado de cajas empacadas	Selladora manual Equipo de termo encogido	x					1 operario	80
<b>Orden</b>	Embalado de cajas empacadas de PT	-	x					1 operario	80
<b>Transito</b>	Transporte a bodega de despacho	Montacargas						Coord. De despacho	5

Tabla 68: Diagrama de Operaciones del Proceso de Empaque (Fuente Propia)

### 15.9. Anexo 9: Diagrama de Operaciones del Proceso de Despacho

#### Diagrama de Operaciones del Proceso de Despacho

PROCESO	ACTIVIDAD	MAQUINA / HERRAMIENTA / INSTRUMENTOS	○	➡	□	D	▽	RECURSO HUMANO	TIEMPO en MIN
<b>Fase pre Operativa</b>	Ingreso a planta	-	x					Coord. De despacho	2
	Lavado de manos	-	x					-	
	Revisión	-			x			Jefe de produ.	2
<b>Registro</b>	Entrada de producto embalado	Equipo de computo	x		x			Coord. De despacho	5
<b>Organización</b>	Organizar embalaje por rotación	-	x		x			2 operario	20
	Organizar pedido próximo	-	x					Coord. De despacho	20
<b>Despacho</b>	Despacho de PT según el pedido	Estibador	x			x		Coord. De despacho	Indefinido
<b>Transporte</b>	Furgón o transportadora	Estibador		x				2 operario	90-180
<b>Registro</b>	PT a entregar	Equipo de computo	x		x			Coord. De despacho	30
<b>Recibido</b>	Pedido entregado	Equipo de computo			x			Coord. De despacho	20

Tabla 69: Diagrama de Operaciones del Proceso de Despacho (Fuente Propia)