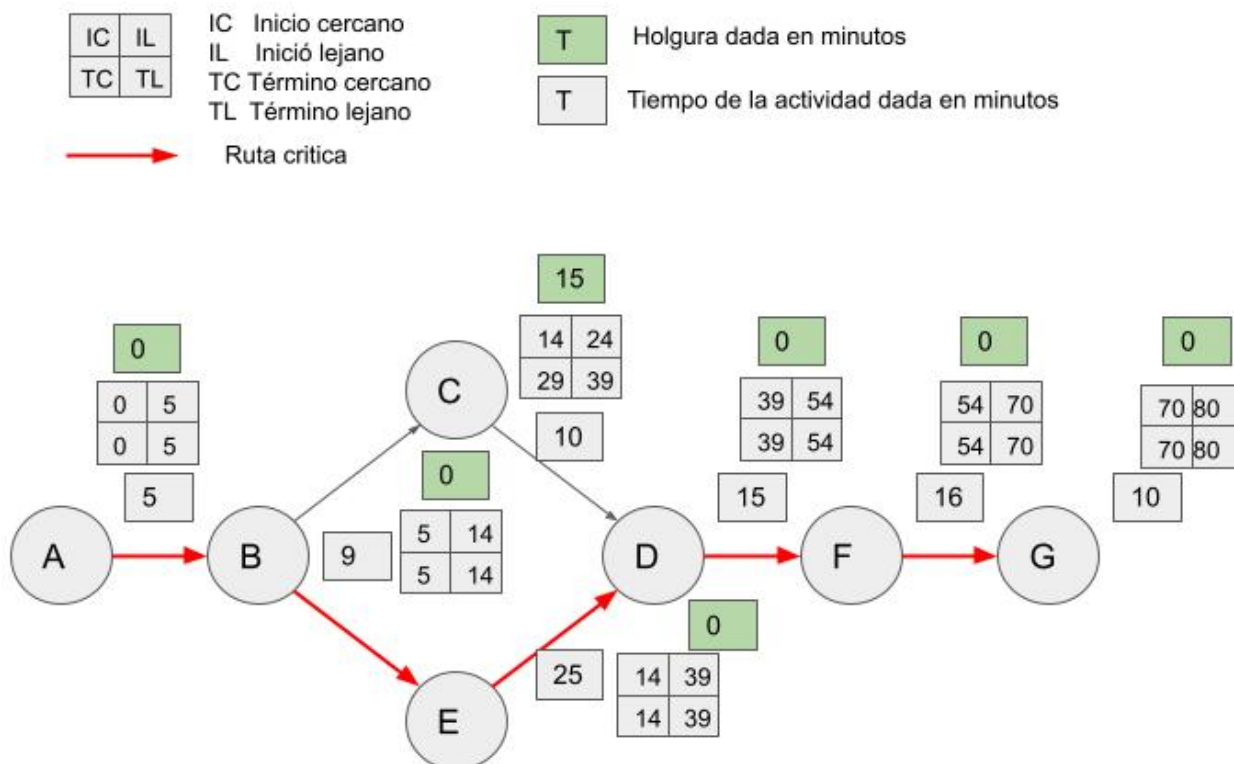


Teniendo ilustrado el diagrama de red de actividades, procedemos a el desarrollo del método CPM, en donde podremos saber el tiempo que conlleva fabricar el producto, en que actividades existe holgura y a partir de ello identificaremos la ruta critica. a continuación, vemos el método CPM:



**Figura 20.** Diagrama CPM actual. Autoría propia.

Identificamos la ruta critica con las flechas de color rojo, y la holgura con los recuadros de color verde, para el caso del proceso de fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño, observamos que la única actividad que presenta tiempos de holgura es la actividad C correspondiente a la fresa o actividades de perforación, y observamos también que la actividad mas critica es la actividad E la cual corresponde al torno. Los círculos representan las actividades, y los recuadros de color gris los tiempos que dura la ejecución de cada actividad.

## 6.4 Demanda sistema deslizante para divisiones de baño

### 6.4.1 Tendencia de la demanda mensual.

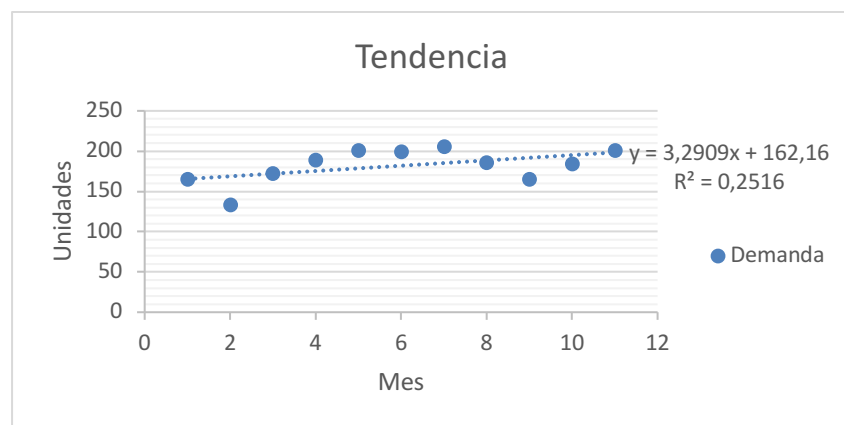
Teniendo en cuenta datos históricos facilitados por la empresa, pudimos acceder a los datos de la cantidad de ventas mensuales del año que ha venido transcurriendo, a partir de ello se verifica la tendencia de los 3 últimos meses, la tendencia de la demanda se evidencia con picos y no tiene un comportamiento lineal. Los datos los vemos a continuación:

Tabla 20.

*Tabla de tendencia demanda*

Tendencia demanda		
No	Periodo	Demanda unidades
1	Mayo	165
2	Junio	133
3	Julio	172
4	Agosto	189
5	Septiembre	201
6	Octubre	199
7	Noviembre	206
8	Diciembre	186
9	Enero	165
10	Febrero	184
11	Marzo	201
12	Abril	202
13	Mayo	205
14	Junio	208

*Nota:* Tendencia de la demanda años 2020 – 2021 en donde el índice de crecimiento es del 50%, demanda dada en unidades. Autoría Propia.



**Figura 21.** Tendencia de la demanda. Autoría propia.

### 6.4.2 Pronostico de la demanda mensual.

Para pronosticar la demanda de los sistemas deslizantes para divisiones de baño se calcula por medio del método móvil ponderado ya que no tiene un comportamiento lineal como se pudo evidenciar en la figura numero 21 tendencia de la demanda, en donde seleccionamos 4 números de periodos y las ponderaciones de la siguiente manera:

Tabla 21.

*Tabla de Ponderación*

<b>m</b>	<b><math>\alpha</math></b>
4	0,1
	0,2
	0,3
	0,4
	1

*Nota:* Ponderación pronostico móvil ponderado. Autoría Propia.

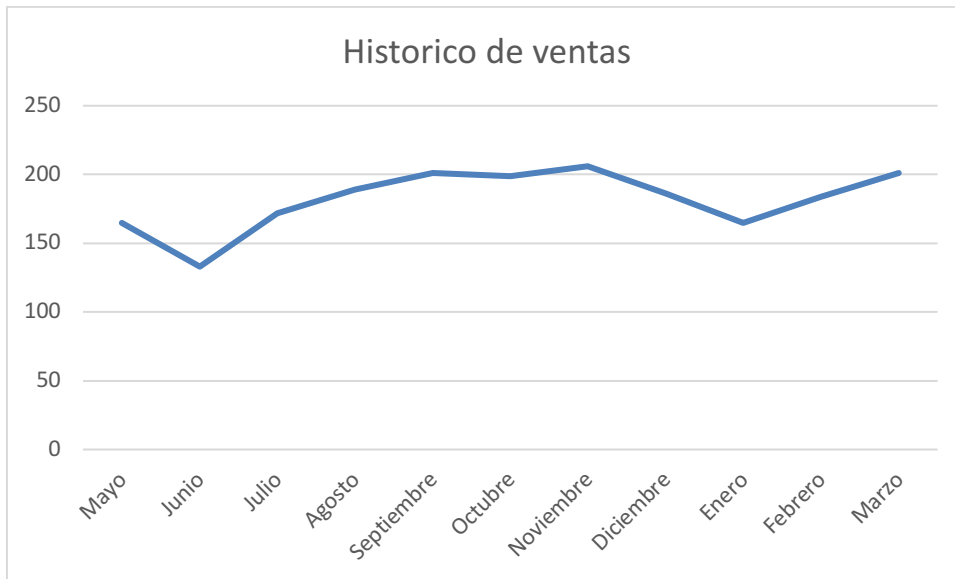
Tabla 22.

*Tabla de Pronostico*

<b>Pronostico de la demanda</b>		
<b>Periodo</b>	<b>Yt</b>	<b>Yt'</b>
Mayo	165	-
Junio	133	-
Julio	172	-
Agosto	189	-
Septiembre	201	170,3
Octubre	199	184,8
Noviembre	206	194,9
Diciembre	186	201,2
Enero	165	196,1
Febrero	184	182,9
Marzo	201	180,9
Abril	-	187,9

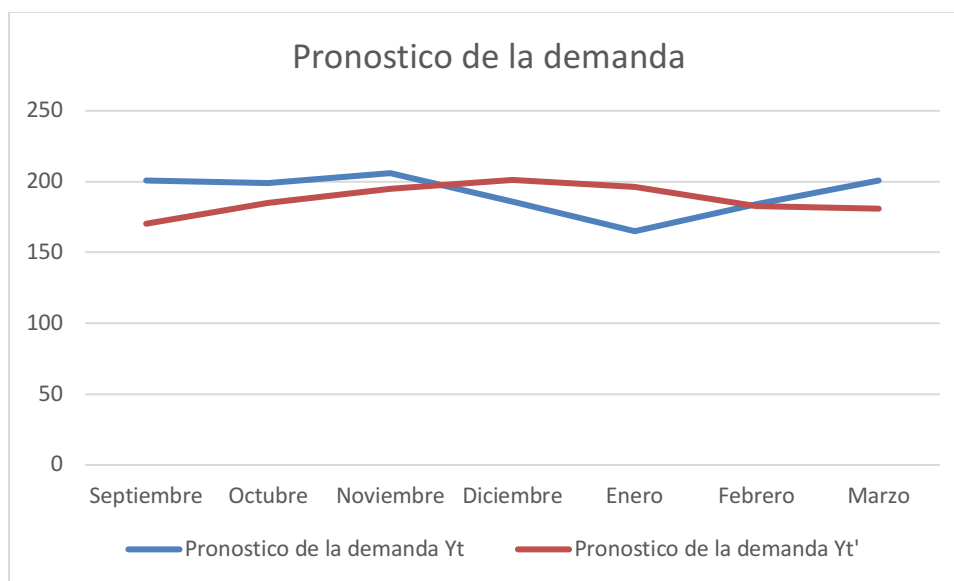
*Nota:* Pronostico móvil ponderado mes abril. Autoría Propia.

Los datos que nos proporciona la empresa hacen referencia al histórico de ventas desde el mes de mayo, hasta el mes de marzo a partir de ellos se realizó el pronóstico móvil ponderado, las ventas según el histórico tendría un comportamiento de la siguiente manera:



**Figura 22.** Pronostico de la demanda. Autoría propia.

La demanda para el mes de abril es de 187,2 unidades de acuerdo con las ventas realizadas en el transcurso del año, tomando como referencia desde el mes de septiembre hasta el mes de marzo.



**Figura 23.** Pronostico de la demanda. Autoría propia.

## 6.5 Productividad actual

La productividad actual de la empresa en el área de producción, específicamente en el producto objeto del estudio sistema deslizante para divisiones de baño se calculará de acuerdo con la cantidad producida sobre horas de trabajo. en un análisis preliminar sobre el estado actual se determina el tiempo que resulta involucrado en el desarrollo de cada actividad por pieza que compone al producto.

Sabemos según el BOM (lista de materiales) que este producto está conformado por 10 piezas, de las cuales 6 se intervienen en el proceso, para conformar los subcomponentes del producto. Entonces se debe realizar la medición de tiempo que requiere cada una de estas piezas, y así determinar cuánto tiempo requiere la fabricación del producto final.

Para efectos de este estudio vemos la tabla numero 19 en donde nos indica que el desarrollo de las actividades conlleva un tiempo de 90 minutos, 1,5 horas.

La productividad actual por producto se encuentra de la siguiente manera:

$$Pp = \frac{1}{TA+TB+TC+TD+TE+TF+TG} \quad (3)$$

$$Pp = \frac{1}{1,5} = 0,666 \quad (4)$$

$$Pp = 66,6\% \quad (5)$$

Donde  $Pp$  hace referencia a la productividad por producto,  $TA$ ,  $TB$ ,  $TC$ ,  $TD$ ,  $TE$ ,  $TF$  y  $TG$  tiempo para las actividades  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$ ,  $F$  y  $G$  respectivamente.

Por día de trabajo se producen 10 sistemas deslizantes para divisiones de baño, teniendo en cuenta el tiempo disponible que por día de trabajo seria de 16 horas considerando los recursos disponibles de mano de obra y jornada laboral.

$$Pd = \frac{CP}{T*O} = 0,62 \quad (6)$$

$$Pd = \frac{10}{16} = 0,62 \quad Pd = 62\% \quad (7)$$

Donde  $Pd$  hace referencia a la productividad diaria,  $CP$  cantidad producida,  $T$  horas de trabajo y  $O$  número de operarios.


## 6.6 VSM Actual (value mapping stream)

El mapa de valor nos muestra gráficamente todas las operaciones dentro del proceso de fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño, esta herramienta se utiliza con el fin de identificar mejoras en el proceso de fabricación del producto. Para la elaboración del diagrama calculamos el takt time a continuación.

### 6.6.1 Takt time.

Tabla 23.

*Takt time.*

		Takt time para sistema corredizo 5020, accesorios en acero 304, sistema deslizante para divisiones de baño		Código: TK001
Elaborado por:	Miguel Alejandro Peña Valbuena		Versión	
Fecha	24/03/2021		001	
Variable	Operación	Resultado	Medidas	
Jornada laboral	-	9 h	Horas	
Tiempo de almuerzo	-	0,5 h	Horas	
Numero de turnos	-	1	Turnos	
Días/mes	-	24 d	Día	
Demanda mensual	-	188 unid	Unidades/mes	
Tiempo disponible	(9 h - 0,5 h)	8,5 h	Horas	
Tiempo disponible	8,5 h * 60 m	510 m	Minutos/día	
Tiempo disponible	510 m * 60 s	30600 s	Segundos/día	
Demanda diaria	188 unid / 24 d	7,83 unid	Unidades/día	
Takt time seg	30600 s / 7,83 unid	3906,08	Segundos/unidades	

*Nota:* tabla para calcular el takt time para el sistema deslizante para divisiones de baño. Autoría Propia.

Como podemos ver en la tabla 23, se calcula el takt time teniendo en cuenta una jornada laboral de 9 horas con media hora de almuerzo en el estado actual de la empresa no se establecen tiempos de descanso ni suplementos, en total serán 8,5 horas de tiempo disponible diario, 30600 segundos. Y un tiempo takt de 3906,08 segundos.

6.6.2 Diagrama VSM Actual (value mapping stream).

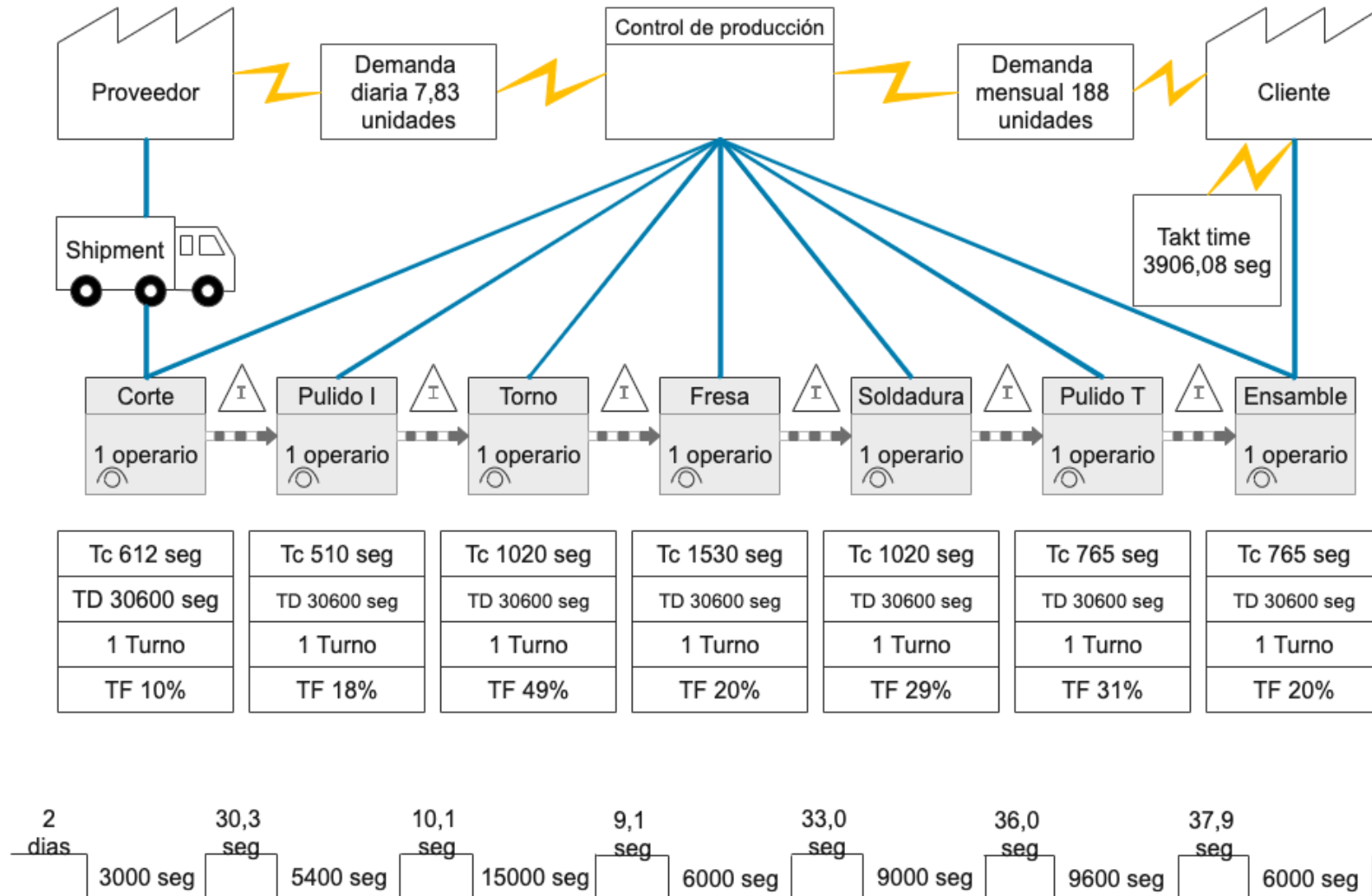


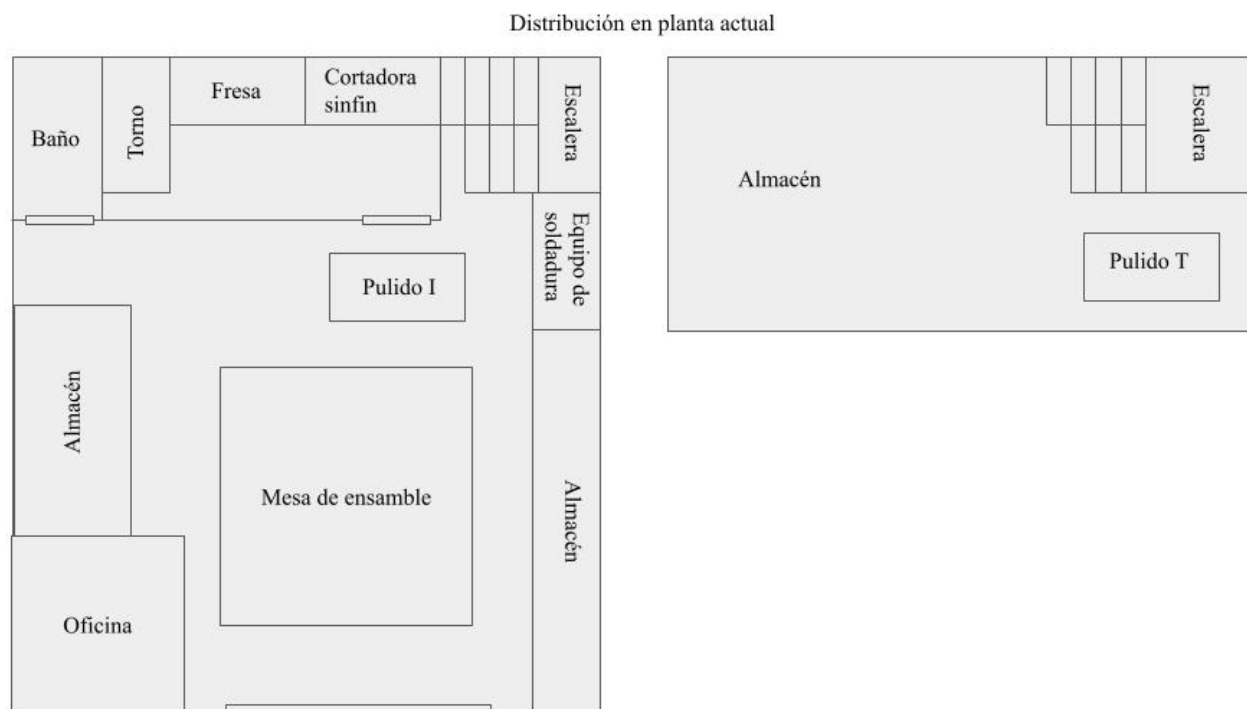
Figura 24. Diagrama VSM actual. Autoría propia.

## 6.7 Distribución de planta actual

La distribución que tiene esta planta no se encuentra organizada de acuerdo con el flujo de producción del producto objeto de estudio, esta distribución actualmente se encuentra de la siguiente manera: la materia prima, se recibe por la puerta principal y se almacena por los extremos laterales de las instalaciones en estantes metálicos, las materias primas como las barras, y tubos de acero, aluminio y teflón, vienen por tramos de 6 metros y por eso se almacenan allí en el primer piso.

La planta cuenta con 1 piso y otro adicional denominado como un attillo, el attillo se encuentra el puesto de trabajo de pulido para el producto terminado antes de ser enviado a la mesa de ensamble y otra área de almacén para accesorios. La oficina administrativa se encuentra en el primer piso al ingresar a la planta, la mesa de ensamble, puesto de pulido inicial y el equipo de soldadura. al fondo está el torno, la fresa y la sierra sinfín.

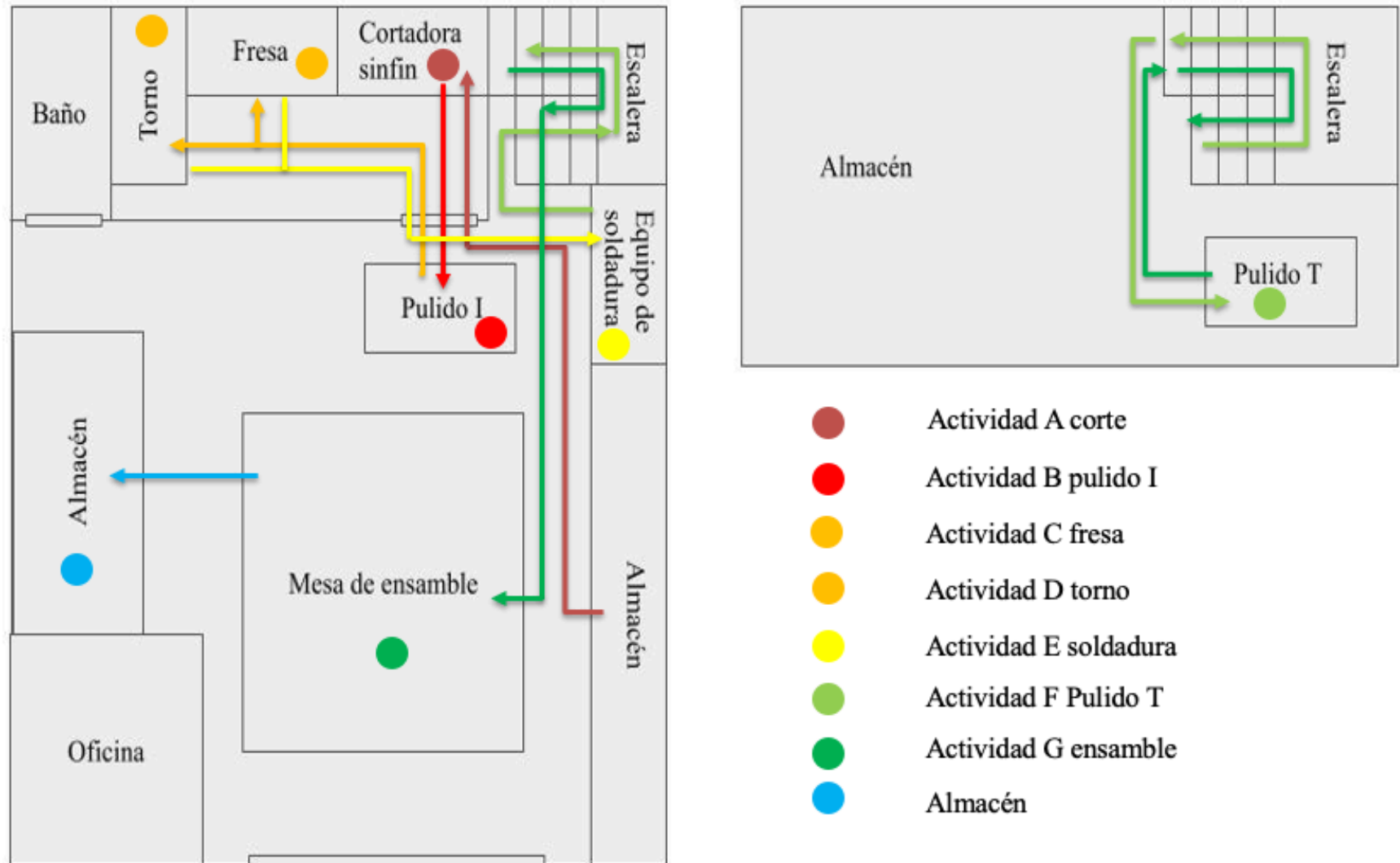
A continuación, se ilustra la distribución actual:



**Figura 25.** Distribución en planta actual. Autoría propia.



### 6.7.1 Diagrama de recorrido actual.



**Figura 26.** Diagrama de recorrido. Autoría propia

### 6.7.2 Relación de carga actual.

Desacuerdo con la figura 26 la cual nos ilustra el diagrama de recorrido para el proceso de fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño, procedemos a revisar la relación de carga entre nodos que actualmente afecta a la empresa, estableciendo cada uno de los puestos de trabajo, incluidos los almacenes como nodos. a continuación, establecemos los nodos de la siguiente manera:

Tabla 24.

*Tabla de nodos*

Actividad	Nodo
A	Almacén MP
B	Corte
C	Pulido I
D	Torno
E	Fresa
F	Soldadura
G	Pulido T
H	Ensamble
I	Almacén PT

*Nota:* Actividades y nodos establecidos, en donde MP hace referencia a materia prima y PT producto terminado.

Autoría Propia.

Tabla 25.

*Tabla de ruta entre nodos*

Pieza	Ruta	Demanda mensual
Tubo redondo	A-B-C-F	188
Barra de acero 38mm	A-B-C-D-E-G	188
Barra de acero 0,5"	A-B-C-D-G	188
Teflón	A-B-C-D-E-G	188
Platina 8cm	A-B-C-E-F	188
Platina 5cm	B-C-E-F	188
Soporte sistema deslizante	F-G	188
Cabeza o tapa	G-H	188
Sistema deslizante	G-H	188
Producto terminado	H-I	188

*Nota:* Ruta entre nodos. Autoría Propia.



**De Soporte sistema deslizante**

a		A	B	C	D	E	F	G	H	I
A										
B										
C										
D										
E										
F								188		
G									188	
H										
I										

**De Cabeza o tapa**

a		A	B	C	D	E	F	G	H	I
A										
B										
C										
D										
E										
F										
G										
H										
I										

**De Sistema deslizante**

a		A	B	C	D	E	F	G	H	I
A										
B										
C										
D										
E										
F										
G										
H										
I										

**De Producto terminado**

a		A	B	C	D	E	F	G	H	I
A										
B										
C										
D										
E										
F										
G										
H										
I										

*Nota:* Matriz de nodos. Autoría Propia.

Según el pronóstico de demanda en la tabla numero 22 tenemos que para el mes de abril la demanda de los sistemas deslizantes para divisiones de baño seria de 188 unidades, cada producto esta compuesto por 3 componentes y estos a la vez los conforman 6 piezas las cuales representan la cantidad de carga entre nodos, los nodos iniciales representan un mayor flujo de piezas ya que en el transcurso del proceso de fabricación estas se van ensamblando hasta conformar el producto.

Las matrices anteriores representan las 6 piezas iniciales las cuales son: Tubo redondo, Barra de acero de 38mm, barra de acero 0,5”, teflón, platina 8cm y platina de 5cm. Además los 3 componentes y el producto final, de acuerdo con esto vemos la sumatoria de piezas en la tabla 27.

Tabla 27.

*Sumatoria de las matrices*

<b>De</b>		<b>Sumatoria</b>							
<b>a</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>
A	0	940	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	1128	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	564	376	188	0	0	0
D	0	0	0	0	376	0	188	0	0
E	0	0	0	0	0	376	376	0	0
F	0	0	0	0	0	0	188	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	564	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	188
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Nota:* Sumatoria matriz de nodos. Autoría Propia.

Tabla 28.

*Relación de carga actual*

<b>Relación de carga Fabricación sistemas deslizantes para divisiones de baño</b>							
<b>De</b>	<b>a</b>	<b>piezas</b>	<b>%</b>	<b>Distancia</b>	<b>V</b>	<b>V* unidad</b>	<b>D*V*Cant</b>
A	B	940	21%	3	\$800	\$752.000	\$2.256.000
B	C	1128	25%	1,5	\$800	\$902.400	\$1.353.600
C	D	564	13%	1,05	\$800	\$451.200	\$473.760
D	G	188	4%	2,2	\$800	\$150.400	\$330.880
G	H	564	13%	3,2	\$800	\$451.200	\$1.443.840
H	I	188	4%	1	\$800	\$150.400	\$150.400
C	E	376	8%	1	\$800	\$300.800	\$300.800
E	F	376	8%	4	\$800	\$300.800	\$1.203.200
F	G	188	4%	2,8	\$800	\$150.400	\$421.120
<b>Total</b>							<b>\$7.933.600</b>

*Nota:* Relación de carga donde V es el valor que cuesta trasladarse de nodo a nodo en pesos, cant la cantidad y la distancia esta dada en metros. Autoría Propia.

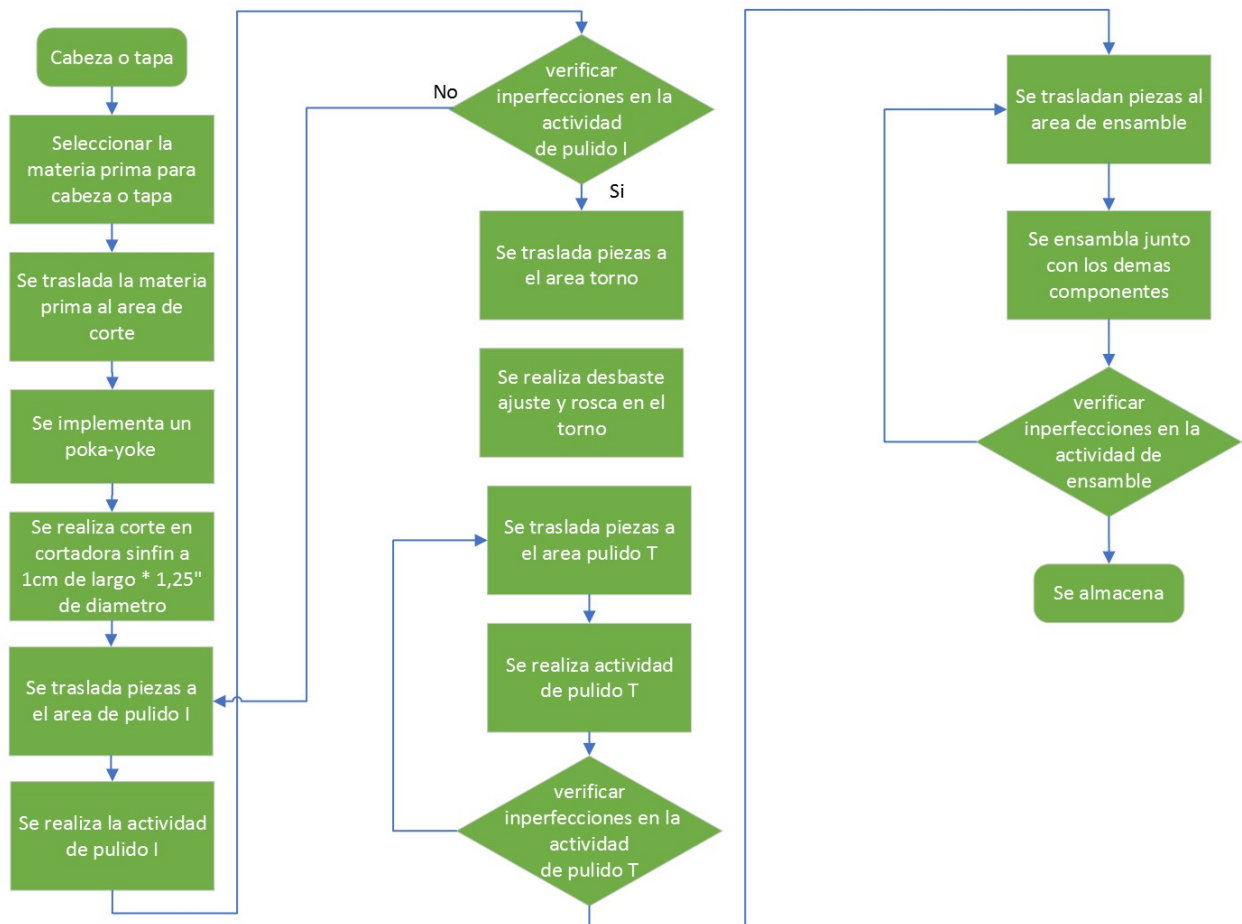
## 7. Propuesta

De acuerdo con los análisis presentados en el numeral anterior, se procede a diseñar y presentar una propuesta de mejora la cual permita aumentar la productividad en los procesos de fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño de la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S.

### 7.1 Proceso de elaboración propuesto

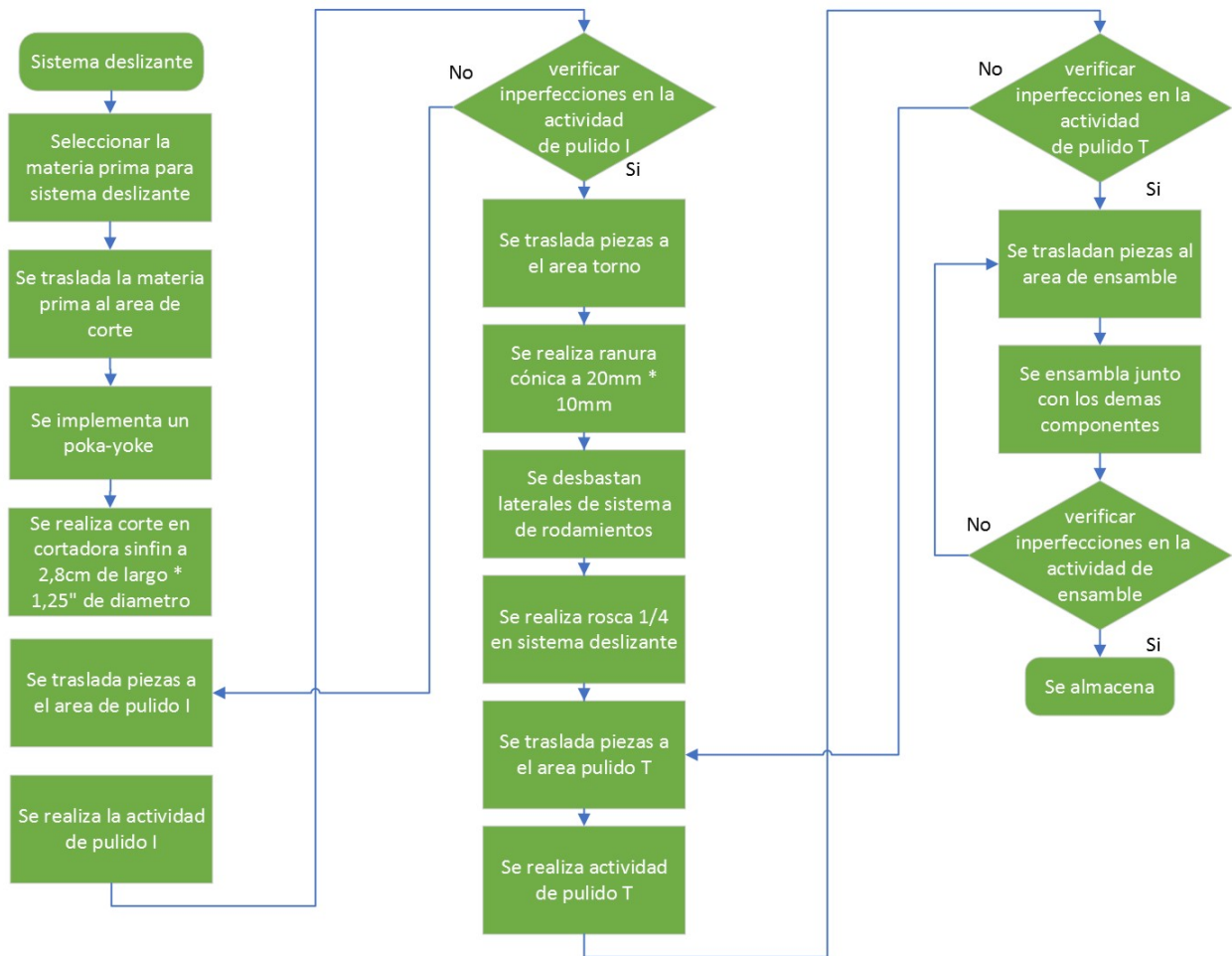
#### 7.1.1 Flujogramas de operaciones propuestos.

##### 7.1.1.1 Flujograma fabricación cabeza o tapa propuesto.



**Figura 27.** Flujograma cabeza o tapa propuesto. Autoría propia.

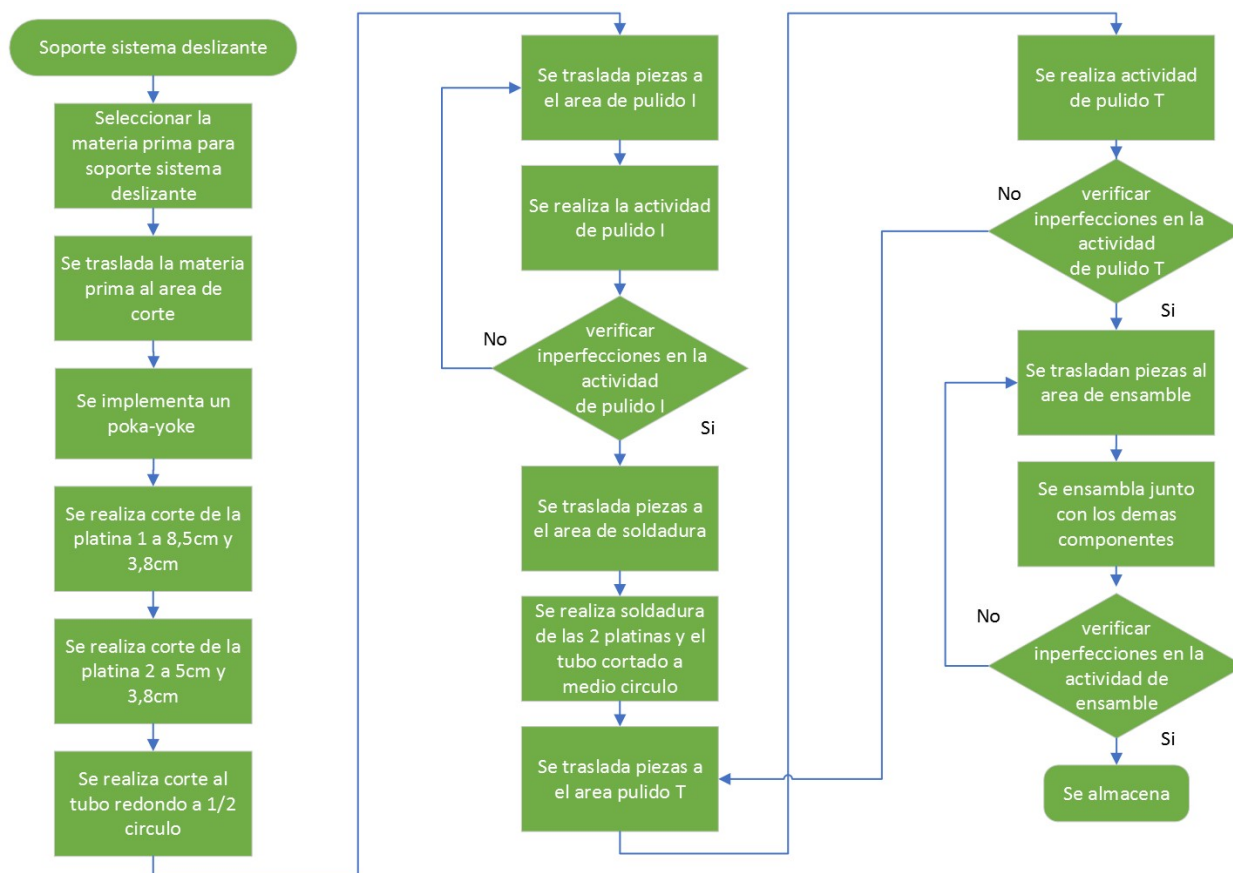
### 7.1.1.2 Flujo de fabricación sistema deslizante propuesto.



**Figura 28.** Flujo de fabricación sistema deslizante propuesto. Autoría propia.

Para el caso del proceso de fabricación de los componentes denominados como cabeza o tapa y sistema deslizante respecto al diagrama actual de la empresa y el diagrama propuesto se implementa un poka-yoke, con el fin de evitar la necesidad del operario por estar tomando medidas cada vez que se pretende realizar las actividades de corte y torno y así eliminar tiempos y movimientos innecesarios al momento de ejecutar cada una de las actividades. De igual manera en el flujograma actual se evidencian varias acciones de verificación después de ejecutada cada actividad. En el diagrama propuesto se establecen solamente tres verificaciones en el flujo del proceso, después de las actividades de pulido y ensamble.

### 7.1.1.3 Flujograma fabricación soporte sistema deslizante propuesto.



**Figura 29.** Flujograma soporte sistema deslizante propuesto. Autoría propia.

En el desarrollo del proceso de fabricación del soporte del sistema deslizante al igual que en los flujogramas propuestos anteriormente, se implementa el uso del poka-yoke para el corte de las platinas y se establecen las acciones de verificación de el producto después de las actividades de pulido y ensamble, teniendo en cuenta que en este proceso se hace uso de la actividad de soldadura adicional a las actividades presentes en los procesos de fabricación anteriores.



## 7.2 Tiempos

### 7.2.1 Suplementos según OIT.

Según Kanawaty, G. (1996). La OIT Organización internacional para el trabajo, nos dicta una tabla de suplementos los cuales deben ser tenidos en cuenta para la ejecución de cada una de las actividades presentes en el proceso de fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño para este caso el objeto de estudio. A continuación, vemos el porcentaje de suplemento general para las actividades de corte, pulido I, soldadura, pulido T y ensamble ya que comparten las mismas condiciones. las actividades de torno y fresa requieren un nivel de concentración superior y por ende son mas complejos y tendrán un porcentaje de suplementos mayor. Esto teniendo en cuenta que las actividades son realizadas por un operario de genero masculino.

Tabla 29.

*Suplementos según OIT.*

Actividad	Descripción	Suplemento	Total
Corte, pulido I, soldadura, pulido T y ensamble	Suplemento por necesidades personales	5%	14%
	Suplemento base por fatiga	4%	
	Suplemento por trabajar de pie	2%	
	Suplemento por iluminación bastante por debajo	2%	
	Suplemento por monotonía bastante monótono	1%	
Torno y Fresa	Suplemento por necesidades personales	5%	16%
	Suplemento base por fatiga	4%	
	Suplemento por trabajar de pie	2%	
	Suplemento por iluminación bastante por debajo	2%	
	Suplemento por concentración intensa trabajos precisos	2%	
	Suplemento por tensión mental Proceso bastante complejo	1%	

*Nota:* Suplementos dictados por la organización internacional para el trabajo. Autoría Propia.

### **7.2.2 Tiempo estándar.**

En la tabla numero 30 vemos el tiempo cronometrado el cual corresponde al tiempo que dura la actividad en 4 ciclos diferentes, se tomo a través del método de observación en el proceso de fabricación del producto en la empresa y teniendo en cuenta la eliminación de los puntos de verificación y la optimización del proceso con una plantilla la cual podría ser usada como poka-yoke provisional.

Se le dio una valoración del trabajo con una escala del 85-100% y del 100-115%, siendo 100% el tiempo ideal o el valor tipo, las valoraciones mayores del 100% representan un rendimiento mas eficaz de lo esperado y menores al 100% un rendimiento no eficaz. Esta valoración del trabajo se da con el fin de normalizar los tiempos respecto a los tiempos cronometrados.

De acuerdo con la tabla numero 29 y siguiendo los lineamientos de la OIT Organización Internacional para el Trabajo se agregan los tiempos suplementarios los cuales tenemos como base los suplementos por necesidades personales y por fatiga como suplementos iniciales y los demás suplementos depende de las condiciones de trabajo o como se efectuó la actividad. Para el caso de la fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño tenemos 2 valoraciones de suplementos diferentes.

Teniendo el tiempo normalizado, y agregado los porcentajes correspondientes a los suplementos según las condiciones de la actividad, se procede al calculo del tiempo estándar por ciclo, y a su vez se realiza un promedio para determinar el tiempo estándar para cada una de las actividades.

El tiempo total que conlleva la fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño es de 80,9 minutos, 1,34 horas, teniendo en cuenta la optimización en las actividades de medición, la eliminación de las verificaciones luego de cada actividad y la adición de los suplementos.

Tabla 30.

*Tiempo estándar según tiempos cronometrados.*


Actividad	Descripción	Tiempo cronometrado	Valoración del trabajo	Tiempo normal	Suplementos	Tiempo estándar	Tiempo estándar promedio
Corte	Ciclo 1	1,7	115%	1,95	14%	2,22	2,24
	Ciclo 2	2,3	85%	1,95		2,22	
	Ciclo 3	2,0	100%	2,0		2,28	
	Ciclo 4	2,1	95%	1,99		2,26	
Pulido I	Ciclo 1	7,8	100%	7,8	14%	8,89	8,9
	Ciclo 2	8,7	90%	7,83		8,92	
	Ciclo 3	7,4	105%	7,77		8,85	
	Ciclo 4	7,1	110%	7,81		8,90	
Torno	Ciclo 1	19,2	105%	20,1	16%	23,31	23
	Ciclo 2	19,9	100%	19,9		23,08	
	Ciclo 3	20,6	95%	19,5		22,62	
	Ciclo 4	19,9	100%	19,9		23,08	
Fresa	Ciclo 1	7,6	105%	7,98	16%	9,25	9,2
	Ciclo 2	7,2	110%	7,92		9,18	
	Ciclo 3	8,0	100%	8,0		9,28	
	Ciclo 4	8,8	90%	7,92		9,18	
Soldadura	Ciclo 1	12,1	100%	12,1	14%	13,79	13,8
	Ciclo 2	11,7	105%	12,28		13,99	
	Ciclo 3	12,5	95%	11,87		13,53	
	Ciclo 4	11,6	105%	12,18		13,88	
Pulido T	Ciclo 1	12,3	110%	13,53	14%	15,42	15,2
	Ciclo 2	13,9	95%	13,20		15,04	
	Ciclo 3	14,5	90%	13,05		14,87	
	Ciclo 4	13,5	100%	13,5		15,39	
Ensamble	Ciclo 1	7,4	100%	7,4	14%	8,43	8,5
	Ciclo 2	7,9	95%	7,5		8,55	
	Ciclo 3	6,8	110%	7,48		8,52	
	Ciclo 4	7,1	105%	7,45		8,49	
Total, minutos							80,9
Total, horas							1,34

Nota: Tiempo estándar. Autoría Propia.

### 7.2.3 Diagrama de curso de proceso propuesto.

Tabla 31.

*Cursograma de proceso propuesto.*

		Cursograma de procesos para sistema corredizo 5020, accesorios en acero 304, sistema deslizante para divisiones de baño propuesto				Código: DG002			
Elaborado por:		Miguel Alejandro Peña Valbuena							
Fecha		18/04/2021		Versión			001		
Descripción		T	D	Símbolo					Observaciones
				○	□	⇒	D	△	
Seleccionar materia prima.		20,0		○					
Trasladar materia prima al área de corte.		20,0	1,50			⇒			
Implementa poka-yoke para corte de barra redonda para la cabeza o tapa.		7,6			□				Se Implementa el poka-yoke
Se realiza corte en cortadora sin fin, 1 cm de largo * 1,25" de diámetro		25,3		○					
Implementa poka-yoke para corte de tubo redondo soporte sistema deslizante.		7,3			D				Se Implementa el poka-yoke
Se realiza corte en cortadora sin fin a medio círculo, 2,8 cm de largo * 1,25"		25,5		○					
Implementa poka-yoke para corte de barra de teflón soporte sistema deslizante.		6,9			D				Se Implementa el poka-yoke
Se realiza corte en cortadora sin fin, 2,8 cm de largo * 1,25" de diámetro		24,9		○					
Implementa poka-yoke para corte de platinas para soporte sistema deslizante.		7,1			D				Se Implementa el poka-yoke
Se realiza corte en cortadora sin fin, 8,5cm primera platina y 5cm la segunda		25,9		○					

Trasladar piezas al área de pulido I	30,3	0,5							
Clasificar, e identificar piezas.	20,3								
Pulir imperfecciones del área de corte.	503,9								
Verificar Imperfecciones en corte y pulido	9,8								Se establecen puntos de control
Trasladar platinas al área de fresa, para perforación.	9,1	1							
Se perforan las platinas de acuerdo con el poka-yoke correspondiente	542,1								Se Implementa el poka-yoke
Trasladar piezas al área de torno	10,1	0,25							
Verificar medidas según especificaciones para cabeza o tapa.	10,5								
Se realiza corte de acuerdo con especificaciones previas en la cabeza.	215,6								
Se realiza re-frente, de acuerdo con especificaciones previas en la cabeza.	216,1								
Se realiza rosca a ¼ sobre la cabeza o tapa	214,8								
Verificar medidas según especificaciones para sistema corredizo.	10,2								
Se realiza desbaste ¼ * 3mm en sistema corredizo	216,9								
Se realiza ranura cónica de 20mm * 10mm sobre teflón.	216,7								
Se realiza rosca a ¼ sobre sistema corredizo	217,3								
Trasladar piezas al área de soldadura.	33,0	4,00							
Verificar medidas y especificaciones para el soporte del sistema deslizante.	10,3								
Soldar platinas con tubo redondo cortado a medio círculo.	808,4								
Se trasladan todas las piezas al área de pulido T	36,0	2,8							
Clasificar e identificar piezas.	18,2								

Pulir imperfecciones de las áreas anteriores y darles acabados.	864,6								
Verificar Imperfecciones del área de pulido T y áreas anteriores	10,3								Se establecen puntos de control
Se trasladan todas las piezas al área de ensamble	37,9	3,2							
Se ensamblan todos los componentes para conformar el producto final	488,8								
Se verifica el correcto funcionamiento del producto.	12,3								Se establecen puntos de control
Se almacena el producto terminado en el almacén C	22,6	0,28							
Total, operaciones	36	4.956,6 segundos	16	12	7	0	1		82,61 minutos y 12,5 metros

*Nota:* Cursograma de proceso que realiza el producto sistema deslizante para divisiones de baño por las diferentes actividades, en donde T hace referencia al tiempo dado en segundos y D distancia dada en metros diagrama propuesto. Autoría propia.

Se realizó la implementación del poka-yoke en las acciones de verificación de medidas para el corte de la materia prima y para la perforación de piezas que tendrían el mismo proceso y así evitar estar realizando la verificación de medidas y disminuir el tiempo que requiere cada actividad. Adicionalmente, se eliminaron los controles de imperfecciones luego de la ejecución de cada actividad y se establecieron 3 puntos de control, los cuales se ubican después de las actividades de pulido y luego de terminar el proceso productivo en el área de ensamble.

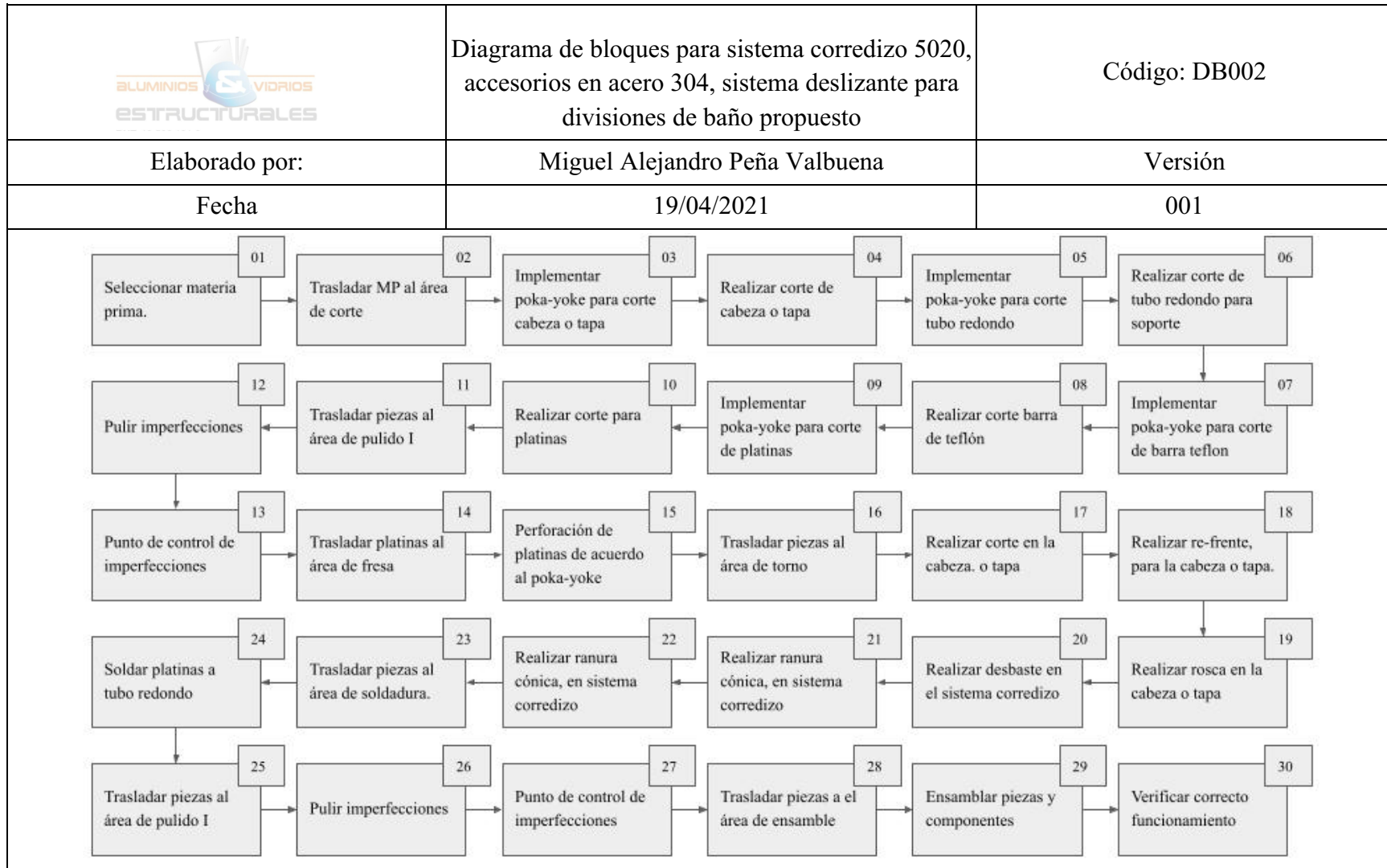
En el cursograma del proceso propuesto se reduce el total de actividades de 45 a 36, se reduce el tiempo de fabricación del producto a 82,61 minutos mejorando los tiempos en 11% respecto a los tiempos actuales que son de 93,29 minutos.

Las distancias recorridas Mejoran de acuerdo con la redistribución de la planta contemplada en el numeral 7.6 Distribución de planta propuesta, y de acuerdo con las relaciones de carga. Las distancias con la distribución de planta propuesta son de 12,2 metros respecto a 16,83 metros con la distribución actual, disminuyendo 4,63 metros en recorridos.

**7.2.4 Diagrama de bloques propuesto.**

Tabla 32.

*Diagrama de bloques propuesto.*



No	Actividad	Descripción
01	Seleccionar materia prima.	Se selecciona la materia prima con la cual se va a trabajar de acuerdo con el BOM
02	Trasladar MP al área de corte.	Se traslada la materia prima desde el almacén, hasta el área de trabajo de corte
03	Implementar poka-yoke para corte cabeza o tapa	Se implementa poka-yoke de acuerdo con las fichas técnicas para corte de cabeza o tapa.
04	Realizar corte de cabeza o tapa	Se realiza corte en cortadora sin fin, 1 cm de largo * 1,25" de diámetro, para cabeza
05	Implementar poka-yoke para corte tubo redondo	Se implementa poka-yoke de acuerdo con las fichas técnicas para corte de tubo redondo del soporte del sistema deslizante.
06	Realizar corte de tubo redondo para soporte	Se realiza corte en cortadora sin fin a medio círculo, 2,8 cm de largo * 1,25"
07	Implementar poka-yoke para corte de barra teflón	Se implementa poka-yoke de acuerdo con las fichas técnicas para corte de barra de teflón para sistema deslizante
08	Realizar corte barra de teflón	Se realiza corte en cortadora sin fin, 2,8 cm de largo * 1,25" de diámetro
09	Implementar poka-yoke para corte de platinas	Se implementa poka-yoke de acuerdo con las fichas técnicas para corte de platinas para soporte del sistema deslizante.
10	Realizar corte para platinas	Se realiza corte en cortadora sin fin, 8,5cm primera platina y 5cm la segunda
11	Trasladar piezas al área de pulido I	Se trasladan las piezas cortadas al área de pulido I
12	Pulir imperfecciones	Se pulen todas las piezas eliminando imperfecciones después de la actividad de corte
13	Punto de control de imperfecciones	Se establece un punto de control para verificar imperfecciones en las áreas de corte y pulido
14	Trasladar platinas al área de fresa	Se trasladan las platinas a la fresa para perforar según especificaciones previas
15	Perforación de platinas de acuerdo con poka-yoke	Se perforan las platinas en la fresa con poka-yoke según la ficha técnica
16	Trasladar piezas al área de torno	Se trasladan las piezas al área de torno.
17	Realizar corte en la cabeza. o tapa	Se realiza corte en torno, según especificaciones.
18	Realizar re-frente, para la cabeza o tapa.	Se realiza re-frente en torno, y se desbastan bordes en la cabeza o tapa
19	Realizar rosca en la cabeza o tapa	Se realiza rosca a ¼ sobre la cabeza o tapa
20	Realizar desbaste en el sistema corredizo	Se realiza desbaste ¼ * 3mm en sistema corredizo
21	Realizar ranura cónica, en sistema corredizo	Se realiza ranura cónica de 20mm * 10mm sobre teflón.



22	Realizar rosca en el sistema corredizo	Se realiza rosca a $\frac{1}{4}$ sobre sistema corredizo
23	Trasladar piezas al área de soldadura.	Se trasladan las platinas y el tubo redondo al área de soldadura.
24	Soldar platinas a tubo redondo	Soldar platinas con tubo redondo cortado previamente a medio círculo.
25	Trasladar piezas al área de pulido T	Se trasladan todas las piezas al área de pulido T para dar acabados finales a los componentes y piezas.
26	Pulir imperfecciones	Se pulen las imperfecciones de todas las piezas y componentes después de realizarse todas las actividades anteriores.
27	Punto de control de imperfecciones	Se establece punto de control de imperfecciones de las actividades anteriores.
28	Trasladar piezas a el área de ensamble	Se trasladan todas las piezas y componentes a la mesa de ensamble, para ser ensamblados.
29	Ensamblar piezas y componentes	Se procede a realizar el ensamble de la tapa o cabeza, el sistema deslizante y el soporte del sistema deslizante.
30	Verificar correcto funcionamiento	Se verifica el correcto funcionamiento del producto luego del ensamble.


*Nota:* Diagrama de bloques para el sistema deslizante para divisiones de baño propuesto. Autoría propia.

Al igual que en el cursograma del proceso en el diagrama de bloques se eliminaron las acciones de verificación luego de la ejecución cada actividad y se establecieron los puntos de control de calidad luego de las actividades de pulido y ensamble. Pasando así de 33 actividades a 30 actividades minimizando métodos tiempos y movimientos innecesarios en el proceso de fabricación.

### 7.2.5 Diagrama bimanual propuesto.

Tabla 33.


Diagrama bimanual cabeza o tapa propuesto.

		Diagrama bimanual de proceso de torno para sistema corredizo 5020, accesorios en acero 304, sistema deslizante para divisiones de baño propuesto								Código: BM004	
Operación		Fabricación cabeza o tapa				Disposición lugar de trabajo					
Elaborado por:		Miguel Alejandro Peña Valbuena									
Fecha		16/03/2021									
Versión		001									
Mano Izquierda		Símbolo								Mano derecha	
		○	⇒	D	▽		○	⇒	D		
Recoge barra redonda de acero											Recoge marcador
Sostiene barra redonda de acero											Marca medidas de corte según ficha técnica
Sujeta barra redonda de acero para corte											Guía el corte de la barra redonda
Levanta la pieza											Espera verificación
Sujeta la pieza para re-frente											Guía la pieza por el torno para re-frente
Levanta la pieza											Espera verificación
Sujeta la pieza para desbaste											Guía la pieza por el torno para desbaste
Levanta la pieza											Espera verificación
Sujeta la pieza para ajuste											Guía la pieza por el torno para ajuste
Levanta la pieza											Espera verificación
Sujeta la pieza para rosca ¼											Guía la pieza por el torno para rosca ¼
Levanta la pieza											Espera verificación
Total											
Mano Izquierda		5	1	0	6		6	1	5	0	Mano derecha

Nota: Diagrama bimanual cabeza o tapa para el sistema deslizante para divisiones de baño propuesto. Autoría propia.

Tabla 34.


Diagrama bimanual soporte sistema deslizante propuesto.

		Diagrama bimanual de proceso de corte para sistema corredizo 5020, accesorios en acero 304, sistema deslizante para divisiones de baño propuesto				Código: BM005					
Operación		Fabricación soporte sistema deslizante				Disposición lugar de trabajo					
Elaborado por:		Miguel Alejandro Peña Valbuena									
Fecha		16/03/2021									
Versión		001									
Mano Izquierda		Símbolo								Mano derecha	
		○	⇒	D	▽		○	⇒	D		
Recoge platinas de acero											Recoge marcador
Sostiene platinas de acero											Marca medidas de corte según ficha técnica
Sujeta platinas de acero para corte											Guía el corte de las platinas
Levanta platinas de acero recortadas											Espera verificación
Sujeta platinas de acero para perforación											Guía platinas para perforación
Levanta platinas											Espera verificación
Recoge tubo redondo en acero											Recoge marcador
Sostiene tubo redondo en acero											Marca medidas de corte según ficha técnica
Sujeta el tubo redondo para corte ½ círculo											Guía el corte del tubo redondo a ½ círculo
Levanta el tubo cortado a ½ círculo											Espera verificación
Sujeta el tubo redondo para corte a 28mm											Guía el tubo para corte a 28 mm de largo
Levanta la pieza											Espera verificación
Total											
Mano Izquierda		4	2	0	6		6	2	4	0	Mano derecha

Nota: Diagrama bimanual soporte sistema deslizante para el sistema deslizante para divisiones de baño propuesto. Autoría propia.

Tabla 35.

Diagrama bimanual sistema deslizante propuesto.

		Diagrama bimanual de proceso de torno para sistema corredizo 5020, accesorios en acero 304, sistema deslizante para divisiones de baño propuesto				Código: BM006				
Operación		Fabricación sistema deslizante				Disposición lugar de trabajo				
Elaborado por:		Miguel Alejandro Peña Valbuena								
Fecha		16/03/2021								
Versión		001								
Mano Izquierda	Símbolo								Mano derecha	
	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽		
Recoge tubo de teflón										Recoge marcador
Sostiene tubo de teflón										Marca medidas de corte según ficha técnica
Sujeta tubo de teflón para corte										Guía el corte del tubo de teflón
Levanta tubo de teflón recortado										Espera verificación
Sujeta pieza de teflón para ranura cónica										Guía pieza en torno ranura cónica 10*20mm
Levanta pieza con ranura cónica										Espera verificación
Recoge barra redonda en acero										Recoge marcador
Sostiene barra redonda en acero										Marca medidas de corte según ficha técnica
Sujeta barra para desbaste de ¼ *3mm										Guía el desbaste de la barra ¼ *3mm
Levanta pieza desbastada										Espera verificación
Sujeta la barra redonda para rosca ¼										Guía la pieza desbastada y realiza rosca ¼
Levanta la pieza										Espera verificación
Total										
Mano Izquierda	4	2	0	6		6	2	4	0	Mano derecha

Nota: Diagrama bimanual sistema deslizante para el sistema deslizante para divisiones de baño propuesto. Autoría propia

### 7.2.6 Diagrama CPM propuesta.

En el diagrama de red actual se evidencio que había una actividad que no nos permitía mucho tiempo de holgura, la cual era la actividad de torno, dentro de las mejoras propuestas se indica que se eliminan los puntos de control de imperfecciones dentro de la ejecución de cada una de las actividades y de esta manera nos permite reducir un poco el tiempo y los movimientos que se realizan en la ejecución de las actividades, principalmente en esta área de torno.

Además, con la implementación del poka-yoke se pretende también sustituir los procesos de medición cada vez que se pretende desarrollar las actividades, con este método propuesto, mejorarían las actividades de corte y torno.

Por otro lado, teniendo en cuenta que la actividad de torno es la actividad mas critica, por que requiere de mayor concentración y tiempo para el desarrollo, se propone la posibilidad de implementar otro torno, que funcione en paralelo y pueda relevar esta actividad. En esta actividad se intervienen 3 piezas las cuales son: Cabeza o tapa, Barra de teflón y barra redonda. A las cuales se les hace procesos de corte, re-frente, desbaste, ajuste y rosca y en la barra de teflón la ranura cónica. Al hacerse estos procedimientos tan precisos y complejos seria útil la implementación de otra maquina la cual ayude a reducir el tiempo en la actividad.

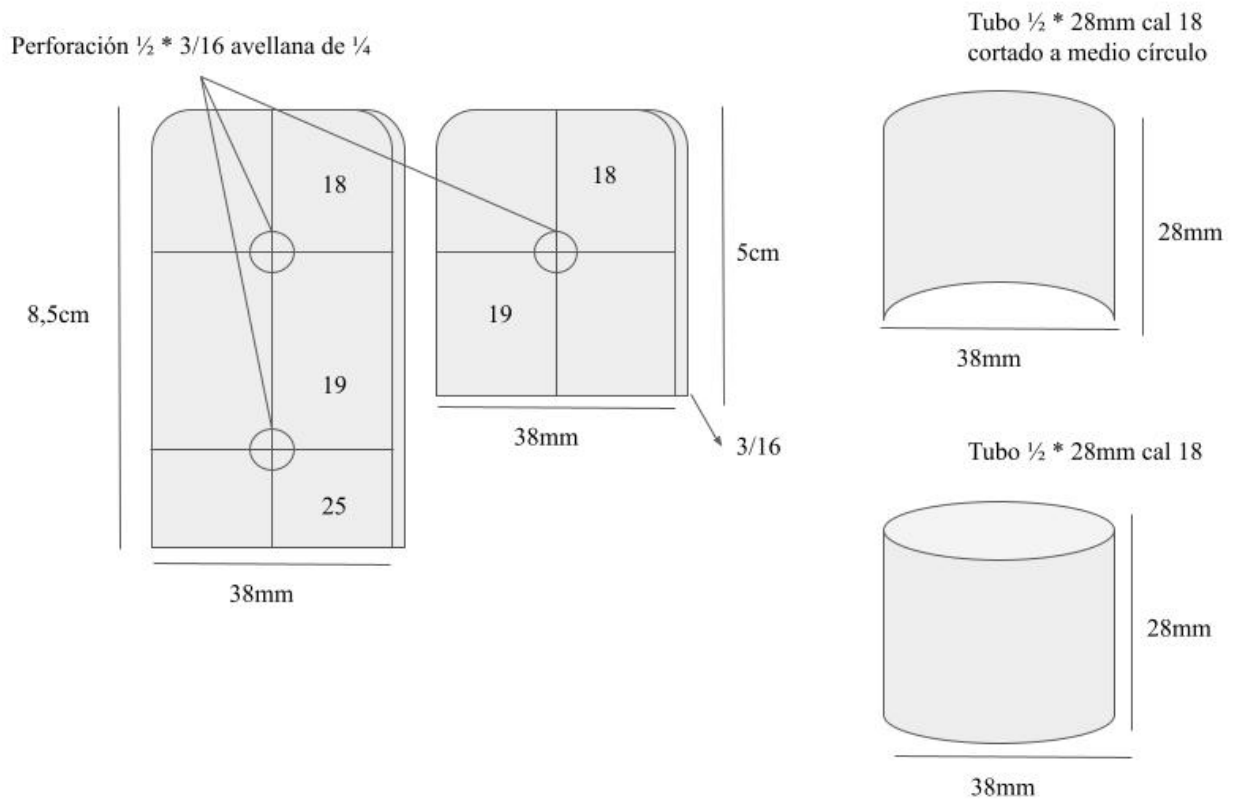
Tabla 36.

*Tabla de actividades*

No	Actividad	Predecesoras	Descripción	Tiempo min
1	A	-	Corte	2,24
2	B	A	Pulido I	8,9
3	C	A, B	Fresa	9,2
4	D	A, B, C, E	Soldadura	13,8
5	E	A, B	Torno 2	11,5
6	H	A, B	Torno 2	11,5
7	F	D	Pulido T	15,2
8	G	F	Ensamble	8,5
Total, minutos				80,84
Total, horas				1,35

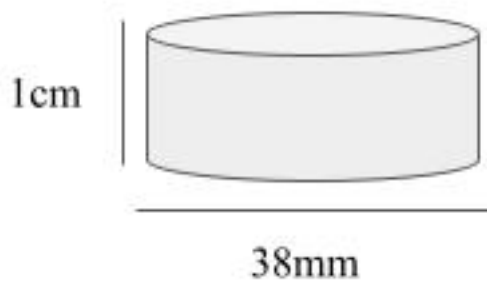
*Nota:* Actividades en el proceso de fabricación. Autoría Propia.





**Figura 31.** Poka-yoke soporte sistema deslizante propuesto. Autoría propia.

Para el caso de la cabeza o tapa, también se implementa el poka-yoke en el área de corte para cortar cada una de las piezas desde la materia prima como lo es la barra redonda con medidas de 1cm de largo \* 3,8 cm de diámetro. De la siguiente forma:



**Figura 32.** Poka-yoke cabeza o tapa propuesto. Autoría propia.

#### 7.4 Productividad propuesta

De acuerdo con las propuestas que se han venido realizando en el desarrollo de este proyecto se procede a realizar un calculo de la productividad con los nuevos tiempos que nos arroja el proceso de fabricación con los cambios propuestos en su ejecución el estudio de los nuevos tiempos con sus suplementos lo podemos ver en la tabla numero 30, la productividad propuesta nos daría de la siguiente manera:

$$Pp = \frac{1}{TA+TB+TC+TD+TE+TF+TG} \quad (8)$$

$$Pp = \frac{1}{1,34} = 0,746 \quad (9)$$

$$Pp = 74,62\% \quad (10)$$

Donde  $Pp$  hace referencia a la productividad por producto,  $TA$ ,  $TB$ ,  $TC$ ,  $TD$ ,  $TE$ ,  $TF$  y  $TG$  tiempo para las actividades  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$ ,  $F$  y  $G$  respectivamente.

Respecto con el calculo de la productividad actual, en el desarrollo de esta investigación se evidencio que la actividad mas critica era la actividad de torno, como en esta actividad se propone agregar un torno adicional el tiempo de ciclo, o el tiempo que nos resulta para la fabricación de 1 sistema deslizante para divisiones de baño baja de 1,5 horas a 1,34 horas, reflejando así una mejora considerable en la productividad.

Teniendo en cuenta que gracias al poka-yoke, a los procesos innecesarios de verificación y control que se propone eliminar y a la posibilidad de implementar un segundo torno, tenemos que nuestro tiempo de ciclo ahora es de 1,34 horas, a partir de esto tenemos la posibilidad de fabrica 2 productos adicionales por día, incrementando la productividad diaria así:

$$Pd = \frac{CP}{T*O} = 0,75 \quad (11)$$

$$Pd = \frac{12}{16} = 0,75 \quad Pd = 75\% \quad (12)$$

Donde  $Pd$  hace referencia a la productividad diaria,  $CP$  cantidad producida,  $T$  horas de trabajo y  $O$  número de operarios.



7.5 Diagrama VSM Propuesto (value mapping stream).

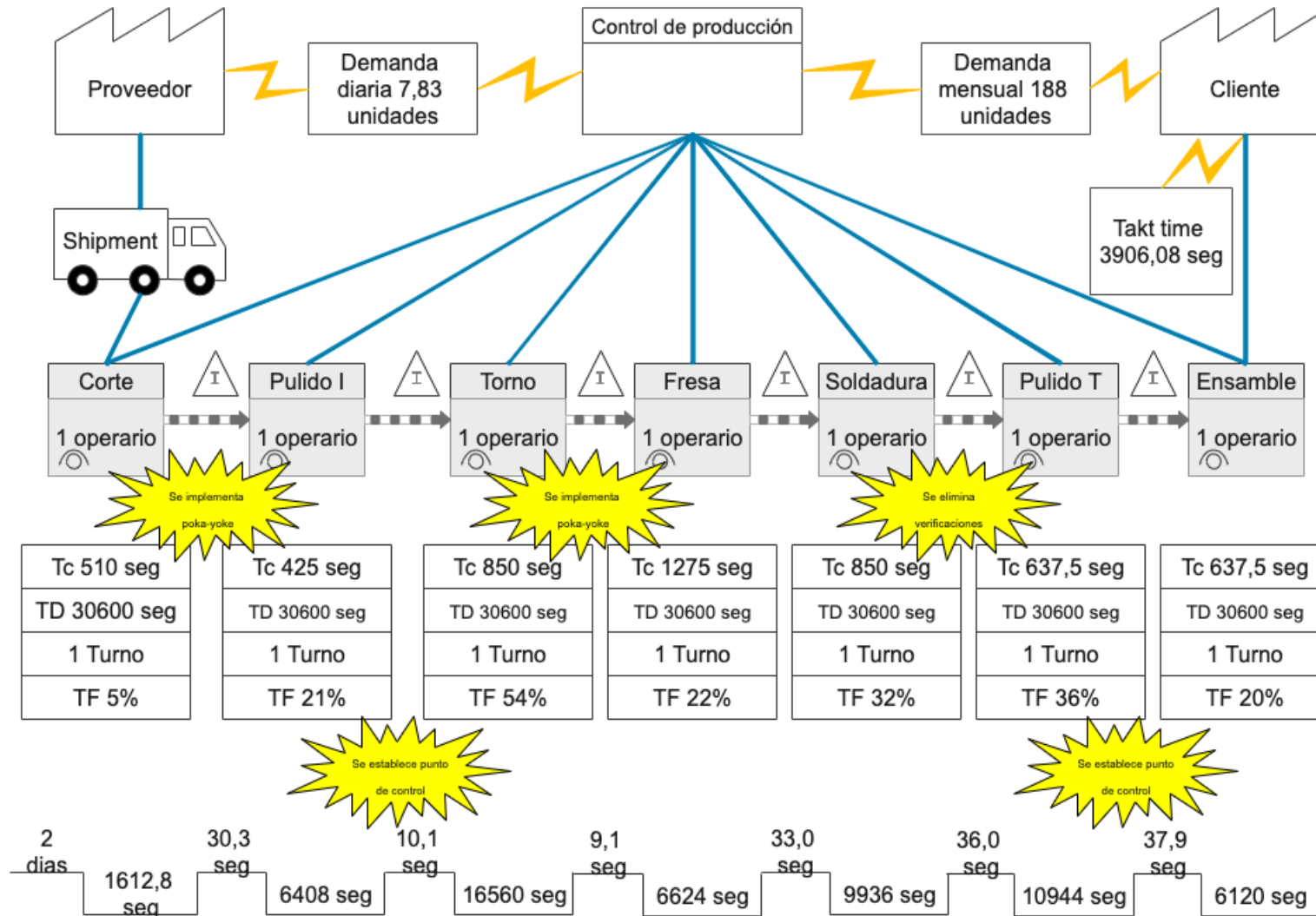


Figura 33. Diagrama VSM propuesto. Autoría propia.

## 7.6 Distribución de planta propuesta

En el desarrollo de esta investigación, se identifica una desorganización en términos de distribución de la planta, a continuación se procede a mostrar el diagrama de relaciones propuesto para hacer una comparativa respecto al actual y determinar las mejoras.

### 7.6.1 Relación de carga propuesta.

En la relación de carga actual ver tabla numero 28, se evidencio que se incurrían en costos de traslado hasta \$7,933,000 pesos de acuerdo con la cantidad de piezas que se desplazan al interior de la planta. A partir de esto se procede a identificar las cantidades de piezas que van de nodo a nodo, y de esta manera se clasifican de mayor a menor siendo la mayor cantidad de piezas en desplazarse categorizada como mayor nivel de importancia y se les asigna un porcentaje.

A mayor porcentaje de carga mayor nivel de importancia. Entonces del 21 al 25% la relación será tipo A absolutamente necesaria, el 13% será tipo E especialmente importante, del 8% tipo I importante y 4% serán tipo O proximidad ordinaria.

Tabla 37.

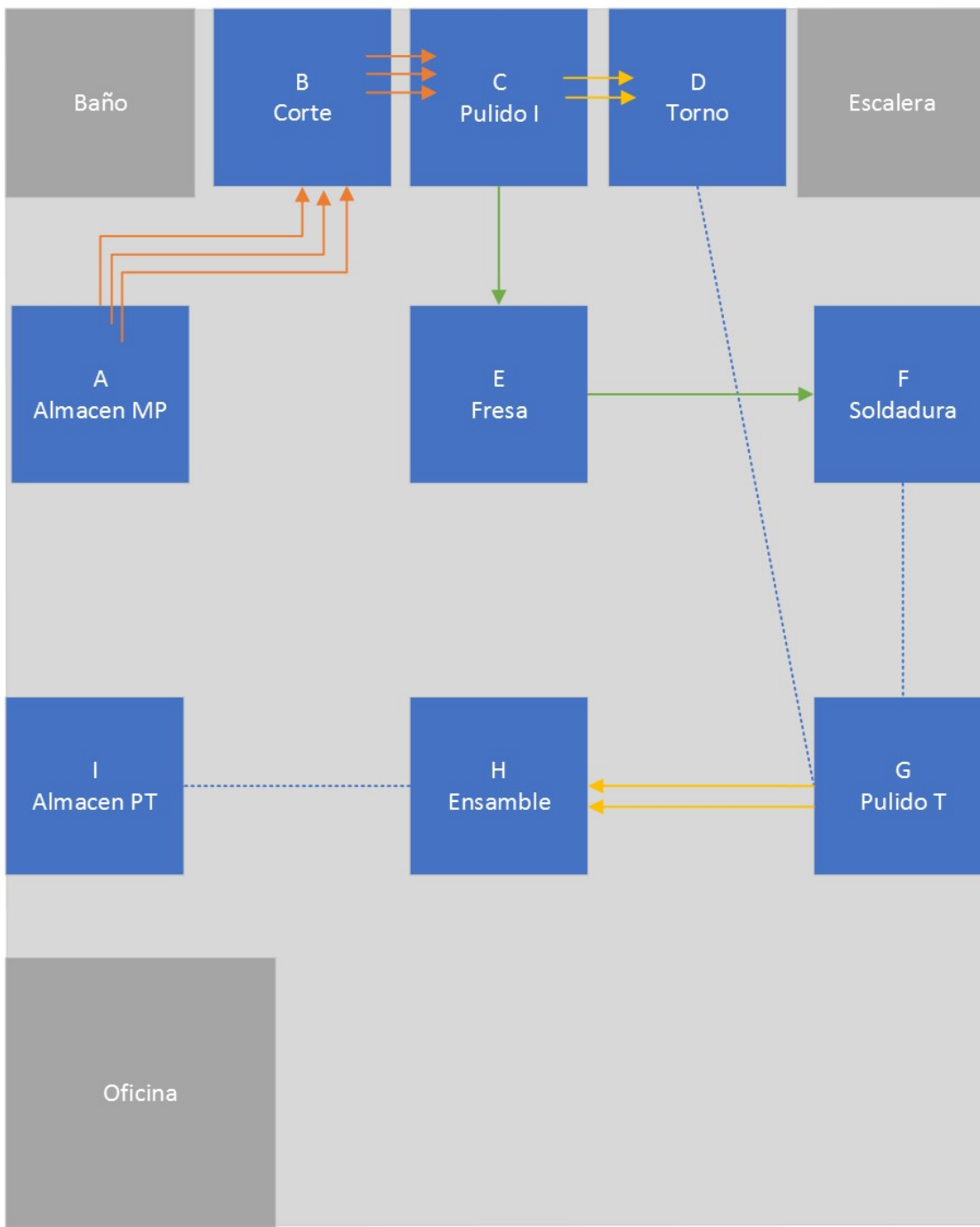
*Relación de carga propuesta*

<b>Relación de carga fabricación sistema deslizante para divisiones de baño.</b>								
<b>De</b>	<b>a</b>	<b>piezas</b>	<b>%</b>	<b>Relación</b>	<b>Distancia</b>	<b>V</b>	<b>V* unidad</b>	<b>D*V*Cant</b>
B	C	1128	25%	A	0,25	\$800	\$902.400	\$225.600
A	B	940	21%	A	1,5	\$800	\$752.000	\$1.128.000
C	D	564	13%	E	0,25	\$800	\$451.200	\$112.800
G	H	564	13%	E	2,5	\$800	\$451.200	\$1.128.000
C	E	376	8%	I	1	\$800	\$300.800	\$300.800
E	F	376	8%	I	2,5	\$800	\$300.800	\$752.000
D	G	188	4%	O	4	\$800	\$150.400	\$601.600
H	I	188	4%	O	2,5	\$800	\$150.400	\$376.000
F	G	188	4%	O	2,5	\$800	\$150.400	\$376.000
<b>Total</b>								<b>\$5.000.800</b>

*Nota:* Relación de carga donde V es el valor que cuesta trasladarse de nodo a nodo en pesos, cant la cantidad y la distancia esta dada en metros. Autoría Propia.

Según el análisis de las relaciones de carga propuestas vs. el análisis actual, podemos evidenciar que con la nueva distribución de la planta se reducen los costos de traslados de piezas en un 63% teniendo en cuenta que los costos actuales son de \$7.933.600 y con el diagrama de relaciones actual estos costos se reducen a \$5.000.800.

A continuación vemos el diagrama de relaciones propuesto:



**Figura 34.** Diagrama de relaciones propuesto. Autoría propia.

### 7.6.2 Necesidades de espacio SPL.

Tabla 38.

*Tabla necesidades de espacio SPL*

Actividad	Metros <sup>2</sup>					Total
	Espacio estático	Espacio geométrico	Espacio mano de obra	Espacios complementarios	Espacio de evolución	
Almacén MP	4,92	2,46	2,46	1	5	15,84
Corte	1	2	3	1	2	9
Pulido I	1	1	1	3	7	13
Torno	5,5	3	2,1	1	4	15,6
Fresa	2	2	1	1	2	8
Soldadura	2	2	1	1	2	8
Pulido T	4,4	1	2	3	3	13,4
Ensamble	4,4	2	1	1	5	13,4
Almacén PT	2,4	1	1	1	5	10,4
Total, metros <sup>2</sup>						106,64

*Nota:* Necesidades de espacio SPL. Autoría Propia.

Para el análisis de las necesidades de espacio SPL, procedemos a realizar una tabla en la cual podemos asignar los espacios requeridos por cada actividad en metros<sup>2</sup>, tenemos en cuenta los espacios estáticos, en donde esta ubicada nuestra maquinaria, geométrico que sería nuestro espacio para acceder a la maquinaria, espacio de mano de obra el cual será el espacio que requiere el operario, espacios complementarios y de evolución.

La tabla número 38 nos permite identificar el espacio necesario para cada una de las actividades, sabemos que la bodega cuenta en su primera planta con 120 metros<sup>2</sup>, y según nuestra tabla para el desarrollo de las actividades son necesarios 106,64 metros<sup>2</sup>.

Teniendo en cuenta los espacios suplementarios presentes en nuestra planta, los identificamos en este caso como el baño y la oficina, el baño requiere un total de 1,92 metros<sup>2</sup> y la oficina 7,28 metros<sup>2</sup>. Otro componente que nos reduce el espacio de la primera planta de la bodega es la escalera que la consideramos como 1 metro<sup>2</sup> de espacio.

Tabla 39.

*Ficha descriptiva SPL*

<b>Actividad</b>	<b>Espacio m<sup>2</sup></b>	<b>Elementos</b>	<b>Materia en proceso</b>	<b>Residuos</b>
Almacén MP	15,84	Estantería madera	940	No
Corte	9	Cortadora sinfin, implementos de refrigeración	1128	Fragmentos
Pulido I	13	Pulidora, banco de materiales	940	Viruta
Torno	15,6	Torno, implementos de refrigeración	564	Viruta
Fresa	8	taladro árbol, fresa, implementos de refrigeración	376	Viruta
Soldadura	8	Equipo de soldadura tic	376	No
Pulido T	13,4	Pulidora, banco de materiales, implementos de pulido	376	No
Ensamble	13,4	Destornilladores, pinzas, llaves	564	No
Almacén PT	10,4	Estantería vitrinas	188	No

*Nota:* Ficha descriptiva SPL. Autoría Propia.

### 7.6.3 Nueva distribución planimetría propuesta.

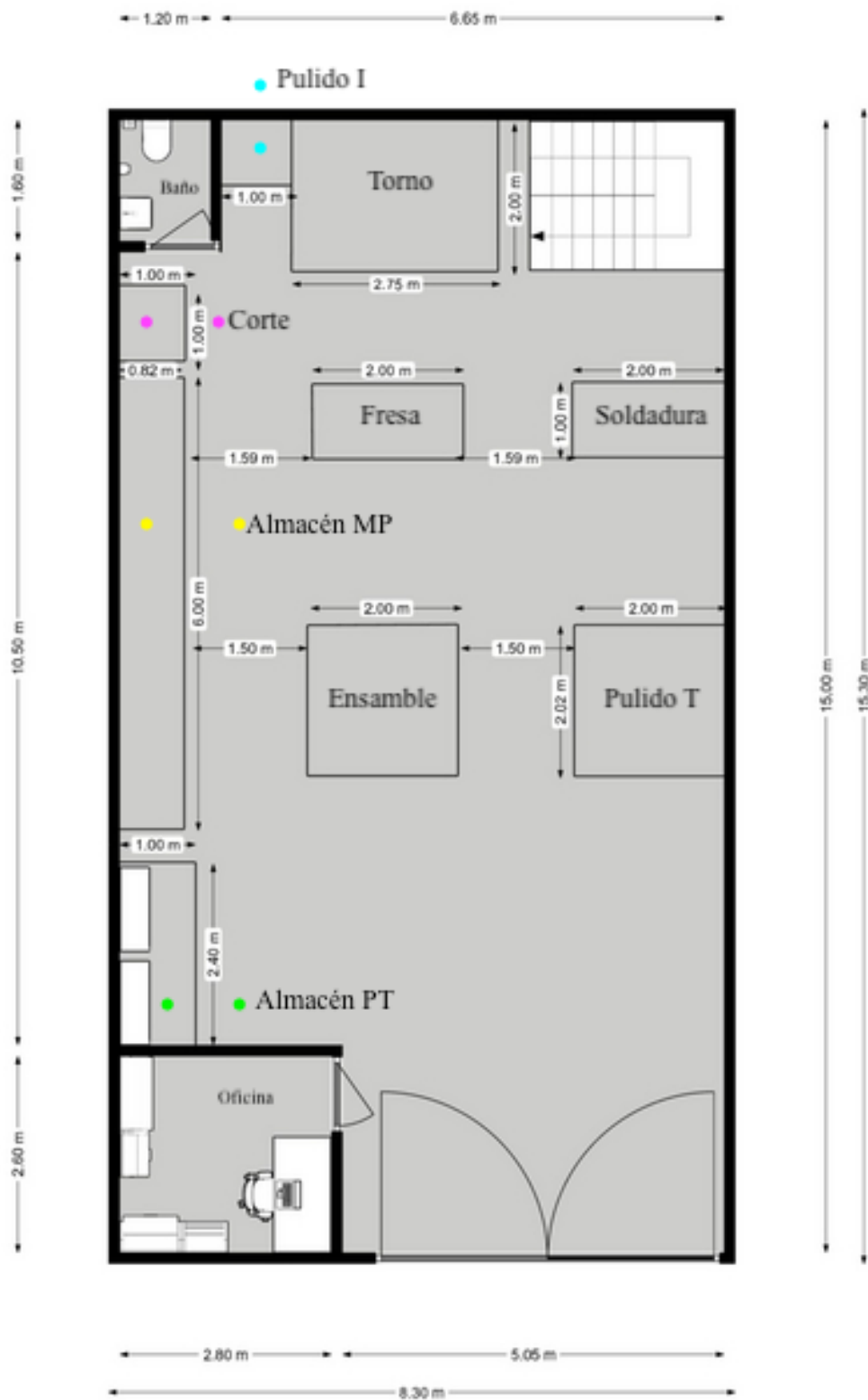


Figura 35. Planimetría propuesta. Autoría propia.

## 7.6.4 Diagrama de recorrido propuesto.

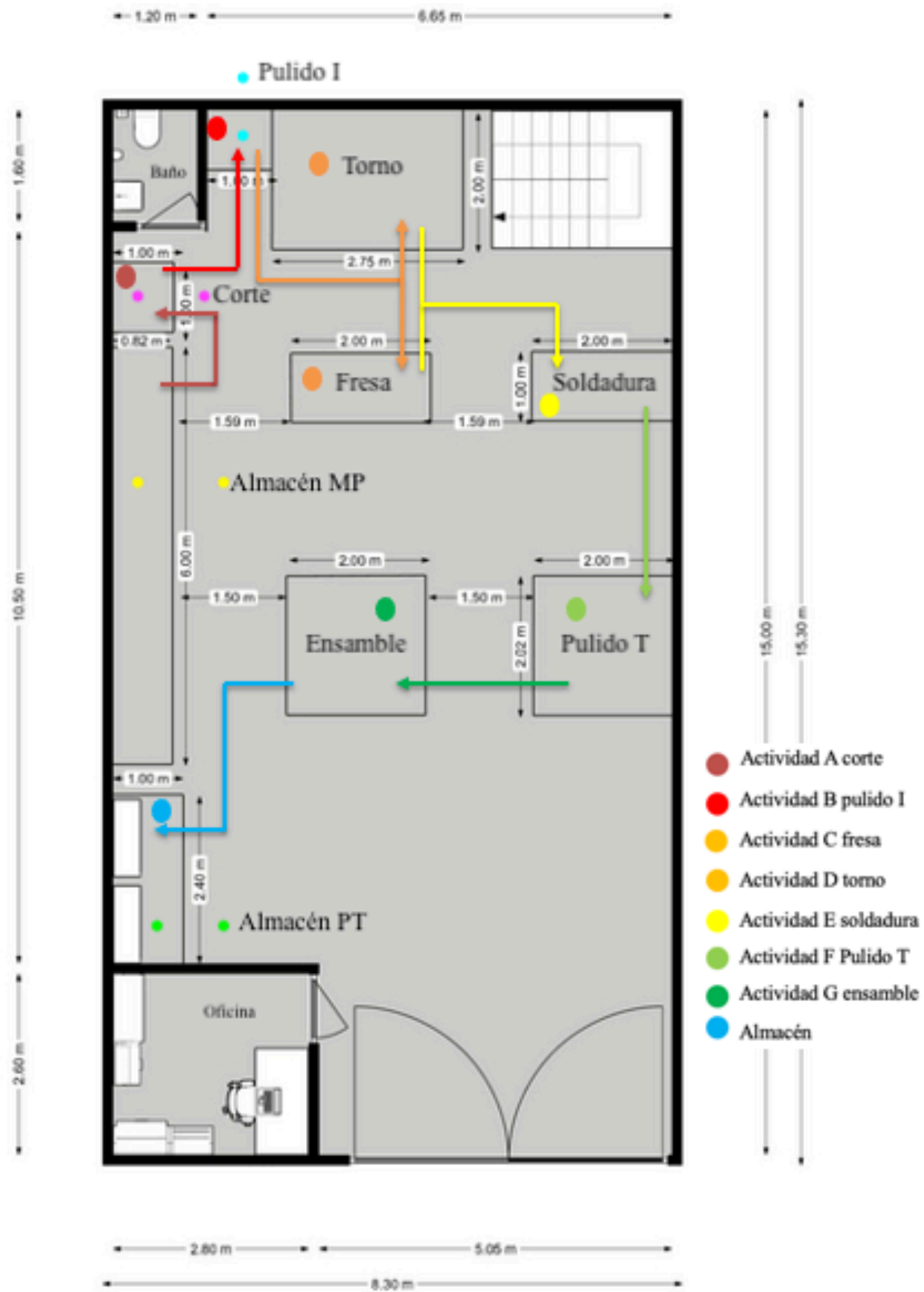


Figura 36. Diagrama de recorrido propuesto. Autoría propia.

## 7.7 Cuadro resumen actual y propuesta

Tabla 40.

### Cuadro resumen

Cuadro resumen		
Herramienta	Actual	Propuesta
Flujogramas de operaciones	En los flujogramas de operaciones se evidencian las actividades de verificación y control después de la ejecución de cada una de las actividades como Corte, Pulido, Torno y Soldadura. Generando así tiempos innecesarios así como métodos y procedimientos adicionales.	En los flujogramas propuestos se establecen 3 puntos de control, el primero después de la actividad de pulido I, verificando así la calidad del producto después de haber pasado por la actividad de corte y pulido I, el segundo punto de control después de la actividad de pulido T, verificando así la calidad del producto después de pasar por las áreas de fresado, soldadura y torno y el ultimo punto de control después del área de ensamble, para así verificar la calidad del producto final.
Diagrama de curso del proceso	En el diagrama del curso del proceso actual se evidenciaron 45 actividades, 16 actividades corresponden a operaciones, 17 inspecciones, 7 transporte, 4 demoras y 1 de almacenamiento. La ejecución de las actividades requiere un tiempo en segundos de 5.597,9, lo que corresponde a 93,29 minutos. Los traslados de un puesto de trabajo a otro tiene por distancia 16,83 metros.	En el diagrama del curso del proceso propuesto, al igual que en los flujogramas se eliminaron las actividades de verificación y control, así como las esperas y se establecieron los puntos de control y se remplazaron las actividades de verificación de medidas por la implementación del poka-yoke. Quedando entonces 36 actividades en total, 16 operaciones, 12 inspecciones, 7 transporte, ninguna demora y una actividad de almacenamiento. Dando un tiempo de ejecución de las 36 actividades de 4.956,6 segundos, 82,61 minutos y una distancia de recorrido de 12,5 metros



Diagrama de bloques	En el diagrama de bloques actual se describen todas las actividades del proceso de fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño, este no es tan detallado como el cursograma de actividades y por esta razón tiene menos actividades siendo el mismo proceso de fabricación, las actividades de este diagrama son 33.	En el diagrama de bloques Propuesto se describen las actividades que se tenían en el estado actual, pero se describen además las nuevas actividades como la implementación del poka-yoke y se eliminan las actividades de verificación quedando un total de 30 actividades.
Diagrama PERT-CPM	En el desarrollo del diagrama PERT-CPM se identificaron 7 actividades con un tiempo de 90 minutos, 1,5 horas y una actividad crítica denominada torno, la cual es la actividad que mas tiempo dura en su ejecución. Y con un tiempo de holgura presente únicamente en la actividad de fresa.	En el diagrama PERT-CPM propuesto se agrega un torno adicional generando una actividad mas, y reduciendo el tiempo del proceso a 80,84 minutos, 1,35 horas.
Productividad	La productividad en el estado actual de la empresa por producto es de 66,6% y la productividad diaria de la fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño es de 62% teniendo en cuenta que el tiempo que dura la fabricación del producto es de 90 minutos, 1,5 horas y diariamente se fabrican 10 unidades aprovechando todos los recursos disponibles.	La productividad con las mejoras propuestas por producto seria de 74,62% incrementando un 8,02%, para el caso de la productividad diaria tendríamos un 75% representando una mejora del 13%, teniendo en cuenta que la reducción de tiempos en la fabricación de los sistemas deslizantes nos permitirá la fabricación de 2 productos adicionales diariamente.

VSM	<p>En el diagrama VSM se identifican todas las actividades que se desarrollan en el proceso de fabricación del producto. En la parte inferior nos muestra la línea de tiempo y el tiempo por actividad de la siguiente manera:</p> <p>Corte 3000 segundos  Pulido I 5400 segundos  Torno 15000 segundos  Fresa 6000 segundos  Soldadura 9000 segundos  Pulido T 9600 segundos  Ensamble 6000 segundos.</p>	<p>En el diagrama VSM propuesto se muestran las posibles mejoras, para este caso se muestran la implementación del poka-yoke, la eliminación de verificaciones y la implementación de puntos de control, representando una mejora considerable en los tiempos por actividad teniendo en cuenta que se incrementan las unidades producidas así:</p> <p>Corte 1612,8 segundos  Pulido I 6408 segundos  Torno 16560 segundos  Fresa 6624 segundos  Soldadura 99,36 segundos  Pulido T 10944 segundos  Ensamble 6120 segundos</p>
Relación de carga	<p>Desacuerdo con el pronóstico de la demanda tenemos que para el mes de abril se requerían 188 productos sistema deslizante para divisiones de baño, de acuerdo a esto y sabiendo que estos se conforman por 3 componentes y estos a su vez con 6 piezas, se realizó el análisis de la cantidad de piezas que se trasladan de nodo a nodo, se estableció un costo de mover las piezas y se obtuvo que el costo de traslado para el caso de la distribución actual de la empresa es de 7.933.600 ver tabla número 28.</p>	<p>Haciendo una redistribución de la planta de acuerdo a las relaciones entre nodos que mueven mayor cantidad de piezas, tenemos una mejora del 63% respecto a los costos de mover las piezas en la planta, los costos con la distribución propuesta serían de 5.000.800 ver tabla número 37.</p>

*Nota:* Cuadro resumen actual y propuesta. Autoría Propia.

## 7.8 Análisis financiero de la propuesta

De acuerdo con los cambios propuestos en la presente investigación, se debe analizar los costos en los cuales incurriríamos al momento de realizar los cambios que se proponen en este documento.

### 7.7.1 Viabilidad financiera de la propuesta.

#### 7.7.1.1 Costo de la propuesta.

Tabla 41.

*Costo de la propuesta modificaciones al proceso*

<b>Modificaciones al proceso</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unidad</b>	<b>Costo total</b>
<b>Modificación del proceso de fabricación</b>			
<b>Eliminar verificaciones</b>	4	\$0	\$0
<b>Implementar puntos de control de calidad</b>	3	\$29.664	\$88.992
<b>Capacitación Personal puntos de control de calidad</b>	1	\$21.000	\$21.000
<b>Implementación de poka-yoke</b>			
<b>Poka-yoke Platina 8,5cm * 3,8cm</b>	1	\$120.000	\$120.000
<b>Poka-yoke Platina 5cm * 3,8cm</b>	1	\$120.000	\$120.000
<b>Poka-yoke tubo de 1/2 *2,8cm</b>	1	\$140.000	\$140.000
<b>Poka-yoke tubo de 1/2 *2,8cm a medio circulo</b>	1	\$140.000	\$140.000
<b>Poka-yoke Barra redonda 1cm * 3,8</b>	1	\$110.000	\$110.000
<b>Capacitación Personal uso del poka-yoke</b>	1	\$21.000	\$21.000
<b>Total</b>	14	\$701.664	\$760.992

*Nota:* Costos de la implementación de la propuesta. Autoría Propia.

Tabla 42.

*Costo de la propuesta Implementación de maquinaria*

<b>Implementación de maquinaria</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Costo unidad</b>	<b>Costo total</b>
<b>Segundo Torno</b>			
<b>Implementación de un segundo torno</b>	1	\$18.950.000	\$18.950.000
<b>Instalación del nuevo torno</b>	1	\$1.200.000	\$1.200.000
<b>Total</b>	2	\$20.150.000	\$20.150.000

*Nota:* Costos de la implementación de la propuesta. Autoría Propia.

Tabla 43.

*Costo de la propuesta reacomodación de la planta*

<b>Diseño y reacomodación de la planta</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Costo unidad</b>	<b>Costo total</b>
<b>Reacomodación de la planta</b>			
<b>Demolición de muro divisorio área de torno</b>			
<b>Recurso auxiliar de obra</b>	1	\$200.000	\$200.000
<b>Manejo de escombros</b>	1	\$300.000	\$300.000
<b>Traslado Fresa</b>			
<b>Recurso operario</b>	2	\$42.000	\$84.000
<b>Tiempo fuera de operación 2horas</b>	1	\$18.431	\$18.431
<b>Traslado Pulido I</b>			
<b>Recurso operario</b>	2	\$42.000	\$84.000
<b>Tiempo fuera de operación 2horas</b>	1	\$55.294	\$55.294
<b>Traslado Cortadora sin fin</b>			
<b>Recurso operario</b>	2	\$42.000	\$84.000
<b>Tiempo fuera de operación 2horas</b>	1	\$46.078	\$46.078
<b>Traslado torno</b>			
<b>Recurso grúa</b>	1	\$350.000	\$350.000
<b>Recurso operario</b>	2	\$42.000	\$84.000
<b>Tiempo fuera de operación 2horas</b>	1	\$27.647	\$27.647
<b>Traslado pulido T</b>			
<b>Recurso operario</b>	2	\$42.000	\$84.000
<b>Tiempo fuera de operación 2horas</b>	1	\$18.431	\$18.431
<b>Total</b>	18	\$1.225.881	\$1.435.881

*Nota:* Costos de la implementación de la propuesta. Autoría Propia.

Tabla 44.

*Costo de la propuesta total*

<b>Costo de la propuesta</b>	<b>Total</b>
<b>Modificaciones al proceso</b>	\$760.992
<b>Diseño y reacomodación de la planta</b>	\$1.435.881
<b>Implementación de maquinaria</b>	\$20.150.000
<b>Total</b>	\$22.346.873

*Nota:* Costos de la implementación de la propuesta. Autoría Propia.

Como podemos observar el total del costo de las modificaciones al proceso de producción de los sistemas deslizantes para divisiones de baño es de \$760,992. Hay que tener en cuenta que para el caso de los poka-yoke, y las capacitaciones sería una inversión de una única vez, mientras que para el caso de los puntos de control, tendríamos que disponer del tiempo del operario para las verificaciones y controles de calidad del producto, estos costos se ven compensados teniendo en cuenta que se eliminarían los puntos de verificación innecesarios que existen actualmente.

Para el caso de las modificaciones al proceso tenemos la eliminación de 4 verificaciones que se realizan según el flujograma representado en las figuras numero 15,16 y 17. Estos no nos incurre en ningún tipo de costo, La implementación de puntos de control de calidad representados en los flujogramas propuestos en las figuras numero 21, 22 y 23. Para este caso los costos se reflejan en el tiempo en el que incurre el operario para realizar las operaciones de verificación y control.

La implementación de 5 plantillas denominadas como poka-yoke, las cuales ayudaría a optimizar los procesos de corte y torno, los cuales se denominaron actividades criticas. Estas plantillas permitirían omitir la fase de medición en los procesos y así optimizar los tiempos de ejecución de cada actividad y por ultimo la capacitación para el personal y los operarios en el uso del poka-yoke y la implementación de los puntos de control.

En la implementación de la maquinaria tenemos en la propuesta la implementación de un segundo torno, con el fin de darle fluidez al flujo de las actividades desarrolladas en la producción o fabricación del producto, para ello se procede a cotizar un torno, de segunda mano pero en optimas condiciones el cual tiene un valor de 18,950,000 mas costos de instalación en la planta.

En las modificaciones al diseño de la planta para el calculo del costo de tener los equipos parados se realiza un supuesto de que cada maquina tendría el proceso detenido en promedio 2 horas, y teniendo en cuenta el flujo de piezas que se intervienen en cada proceso, y el tiempo disponible por día, se realiza el calculo de cuantas piezas se dejarían de producir en este tiempo de la reacomodación y se asigna un valor por pieza. El costo total involucrado en la reacomodación de la planta será de 1,435,881.

El costo total de esta propuesta es de 22,346,873 en el total de modificaciones al proceso, diseño y reacomodación de la planta y adquisición de maquinaria. Contemplando todos los posibles ítems que se puedan presentar en esta implementación como lo son: mano de obra, equipos, maquinaria y recursos.

### 7.7.2 VPN valor presente neto.

Para el calculo del valor presente neto VPN, tenemos en cuenta un periodo de tiempo de 4 meses, una tasa de descuento del 9% y un incremento del 10% en los ingresos de cada mes. Así mismo para el caso de los egresos los consideraremos constantes en un 45% mensual.

Para el calculo del valor presente neto VPN usaremos la siguiente formula:

$$VPN = -FE_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+k)^t} \quad (13)$$

Donde  $FE_0$  hace referencia a la Inversión inicial,  $FE_t$  flujo de efectivo neto por periodo,  $t$  los periodos y  $k$  a la tasa de descuento.

De acuerdo con lo anterior tenemos lo siguiente:

Tabla 45.

*Valor presente total*

Inversión	\$22.346.873			
Tasa de descuento	9%			
Incremento	15%			
Periodo	Ingreso	Egreso	Flujo de efectivo neto	Valor presente
0	-\$22.346.873	-\$22.346.873	-\$22.346.873	-\$22.346.873
1	\$12.672.000	\$5.702.400	\$6.969.600	\$6.394.128
2	\$13.939.200	\$6.272.640	\$7.666.560	\$6.452.790
3	\$15.333.120	\$6.899.904	\$8.433.216	\$6.511.990
4	\$16.866.432	\$7.589.894	\$9.276.538	\$6.571.733
Valor presente total				\$25.930.642

*Nota:* Valor presente total. Autoría Propia.

$$VPN = -22,346,873 + 25,930,642 \quad (14)$$

$$VPN = 3,583,769 \quad (15)$$

El valor presente neto VPN para este proyecto al cabo de 4 meses será de 3,583,769 el cual al ser un valor positivo es rentable para la ejecución de la propuesta.

### 7.7.2 TIR tasa interna de retorno.

Teniendo en cuenta lo anterior, podemos observar el valor presente neto por cada uno de los periodos en la tabla numero 44. A partir de ello calculamos la tasa interna de retorno de la siguiente manera:

$$TIR = \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+i)^t} = 16\% \quad (16)$$

Donde  $FE_t$  flujo de efectivo neto por periodo,  $t$  los periodos e  $i$  el valor de la inversión inicial.

Entonces tenemos que nuestra tasa interna de retorno es del 16%. La cual al ser un valor positivo resulta ser rentable para la ejecución de la propuesta, ahora teniendo en cuenta que la TIR es mayor a nuestra tasa de descuento la podemos clasificar como competitiva.

### 7.7.3 Razón B/C beneficio/costo.

En el análisis de la razón B/C beneficio / costo vamos a determinar cual será nuestro índice de rentabilidad para la ejecución de la propuesta en este proyecto, para determinar este índice procedemos a calcularlo con la siguiente formula:

$$C/B = \frac{\text{valor presente total}}{\text{Inversion inicial}} \quad (17)$$

$$C/B = \frac{25,930,642}{22,346,873} = 1,16 \quad (18)$$

Donde el valor presente total y la inversión inicial se pueden ver en la tabla numero 44.

Según estos datos la implementación de la propuesta en la ejecución de este proyecto nos indica que es rentable y el índice de rentabilidad para esta propuesta será de 1,16.

## Conclusiones

En el diagnóstico inicial de la empresa, evidenciamos las situaciones con las que en la actualidad se desarrollan los procesos de fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño en estas evidencias se documentaron los tiempos y se establecieron las actividades como puestos de trabajo dentro del proceso productivo. En los datos obtenidos sale a relucir pérdidas de tiempo y métodos innecesarios, además que una actividad crítica la cual se denomina la actividad de torno y actividad de corte.

Se efectúa además un análisis acerca de la productividad actual en la que se encuentra la empresa, esta productividad nos muestra que no es la ideal para el desarrollo de estos procesos. La productividad actual por producto es del 66,6% y la productividad diaria es del 62% teniendo en cuenta que actualmente se están fabricando 10 sistemas deslizantes para divisiones de baño por día y se tiene una jornada laboral de 8.5 horas con 2 operarios con las mismas condiciones en la propuesta nos permite fabricar 12 productos al día, incrementando la productividad por producto a 74,62% y una productividad diaria de 75% teniendo un incremento de 8,02% y 13% respectivamente.

Se recolecto toda la información necesaria para la fabricación del producto final y se determino que el producto se lo conforman tres componentes denominados cabeza o tapa, sistema deslizante y soporte del sistema deslizante. Se realizo el formato de hojas de vida para cada uno de los componentes y materias primas con la información técnica de medidas y procesos que se les realiza a cada componente. Se realizaron los diagramas de procesos, tanto como diagramas de bloques, cursogramas del proceso, diagramas hombre maquina y diagramas bimanuales para cada uno de los componentes del producto final. En este análisis se puede observar una mejora en tiempo de producción del 11%, respecto a los diagramas del estado actual.

Se realizo también un estudio respecto a la distribución actual de la planta, determinando así la relación de carga y los costos respecto a la distribución propuesta, en la distribución actual de la planta tenemos unos costos de traslados de \$7.933.600, mientras que con la distribución propuesta se redujeron los costos a 5.000.800 mejorando los costos un 63% respecto con la distribución actual.



## Referencias

- Andrade, A., Del Río, C. y Alvear, D. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado: A Study on Time and Motion to Increase the Efficiency of a Shoe Manufacturing Company. *Información tecnológica SciELO la serena, volumen (30)*. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083>
- Aguirre Castro, L. N. y Carrillo Rueda, R. E. (2018). *propuesta de mejora para aumentar la productividad y reducir costos, en la empresa troquelados J.A* (Trabajo de grado). Universitaria Agustiniiana, Bogotá, Colombia.
- Álvarez, R. y García, A. (2010). Productividad, innovación y exportaciones en la industria manufacturera chilena. *El Trimestre Económico*, 77(305), 155-184.
- Baca, U., Cruz, M., Cristóbal, M., Baca, C., Gutiérrez, J., Pacheco, A., Rivera, A., Rivera, I. y Obregón, M. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. México D. F., México: Grupo editorial patria.
- Bloom, N. y Reenen, J. (2010). Why Do Management Practices Differ across Firms and Countries. *Journal of Economic Perspectives, volumen (24)*. doi: 10.1257/jep.24.1.203. 24(1), 203-224.
- Economía china: 4 claves del notable crecimiento del país asiático. (2020, octubre 19). *BBC mundo noticias*. Recuperado de: <https://www.google.com.co/amp/s/www.bbc.com/mundo/noticias-54607363.amp>
- Eppen, G. y Gould, F. (2000). *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*. (Traducción de: González-Ruiz A. y Sanchez-Garcia G.). México D.F., México: Pearson Educación.
- Escalante, A. y González, J. (2016). *Ingeniería industrial métodos y tiempos con manufactura ágil*. México D. F., México: Alfaomega Grupo Editor
- Estos son los principales problemas de productividad de las empresas. (2021, mayo 16). *Publicaciones Semana*. Recuperado de: <https://www.semana.com/empresas/articulo/problemas-de-productividad-de-las-empresas-colombianas/265182/>

- Everett, E. y Ronald, J. (1991). *Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento*. (Traducción de: Rodríguez-Rodríguez, J.). México D.F., México: Pearson Educación.
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México D.F., México: Mc Graw Hill.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra, Suiza. Oficina internacional del trabajo cuarta edición revisada 1996.
- Kendall, K. y Kendall, J. (2005). *Análisis y diseño de sistemas*. (Traducción de: Romero-Elizondo A.). Monterrey, México: Pearson Educación.
- Krick, E. (1980). *Ingeniería de métodos*. (Traducción de: Niño-Novo, A.). México D.F., México: Limusa
- Krenn, M. (2011). From Scientific Management to Homemaking: Lillian M. Gilbreth's Contributions to the Development of Management Thought. *Management & Organizational History*, volumen (6). doi: org/10.1177/1744935910397035
- Meyers, F. (2000). *Estudio de Tiempos y Movimientos: para la manufactura ágil*. 2ª. Edición. México D. F., México: Pearson Educación.
- Niebel, B. (1990). *Ingeniería Industrial métodos, tiempos y movimientos*. México D.F, México: Ediciones Alfaomega, S.A. de C.V.
- Niebel, B. y Freivalds, A. (2014). *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. Buenos Aires, Argentina: 11ª Ed., Alfaomega.
- Productividad Estados Unidos, cuarto trimestre de 2020. (2021, marzo 05). *THOMSON REUTERS DATASTREAM*. Recuperado de: <https://tematicas.org/indicadores-economicos/economia-internacional/salarios/productividad-estados-unidos/>
- Rivera Villegas, E. W. (2014). *Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio de salcajá* (Trabajo de grado, Universidad Rafael Landívar). Recuperado de: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/01/01/Rivera-Erick.pdf>
- Robbins, S. y Coulter, M. (2015). *Management*. México D. F., México: Pearson Educación.
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México D. F., México: McGraw-Hill / Interamericana editores, S.A. De C.V.

- Sharma, S. (2006). *Operation Research: Pert, Cpm & Cost Analysis*. New Delhi, India: Discovery Publishing house.
- Shimbun, N. (1989), *Poka-yoke: Improving Product Quality by Preventing Defects*. Dallas, U.S.A.: Productivity Press.
- Suñé, A., Gil, F. y Arcusa, I. (2004). *Manual practico de diseño de sistemas productivos*. Madrid, España: Díaz de Santos, S. A. Doña Juana I de Castilla, 22 28027.
- Taylor, F. (1903), *Shop Management*, New York, NY, USA: American Society of Mechanical Engineers, OCLC 2365572.
- Taylor, F. (1911), *The Principles of Scientific Management*, New York, NY, USA and London, UK: Harper & Brothers, LCCN 11010339, OCLC 233134
- Vaughn, R. (1990). *Introducción a la ingeniería industrial*. Barcelona, España: Editorial Reverté. S. A. Encarnación 86.
- Villacreses Lozada, G. M. (2018). *Estudio de tiempos y movimientos en la empresa embotelladora de guayusa ecocampo* (Trabajo de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Recuperado de: <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/2532/1/76809.pdf>
- Wood, M. y Cunningham, J. (2003). *Frank and Lillian Gilbreth: Critical Evaluations in Business and Management, volumen (1)*. New York, NY, USA: Taylor & Francis, 2003.
- Zandin, K. (2001). Time and Motion Study Methods for Manufacturing a Pump: International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology. *Maynard's Industrial Engineering Handbook*, fifth edition, McGraw-Hill, New York, NY, Section 4, Chapter1.