

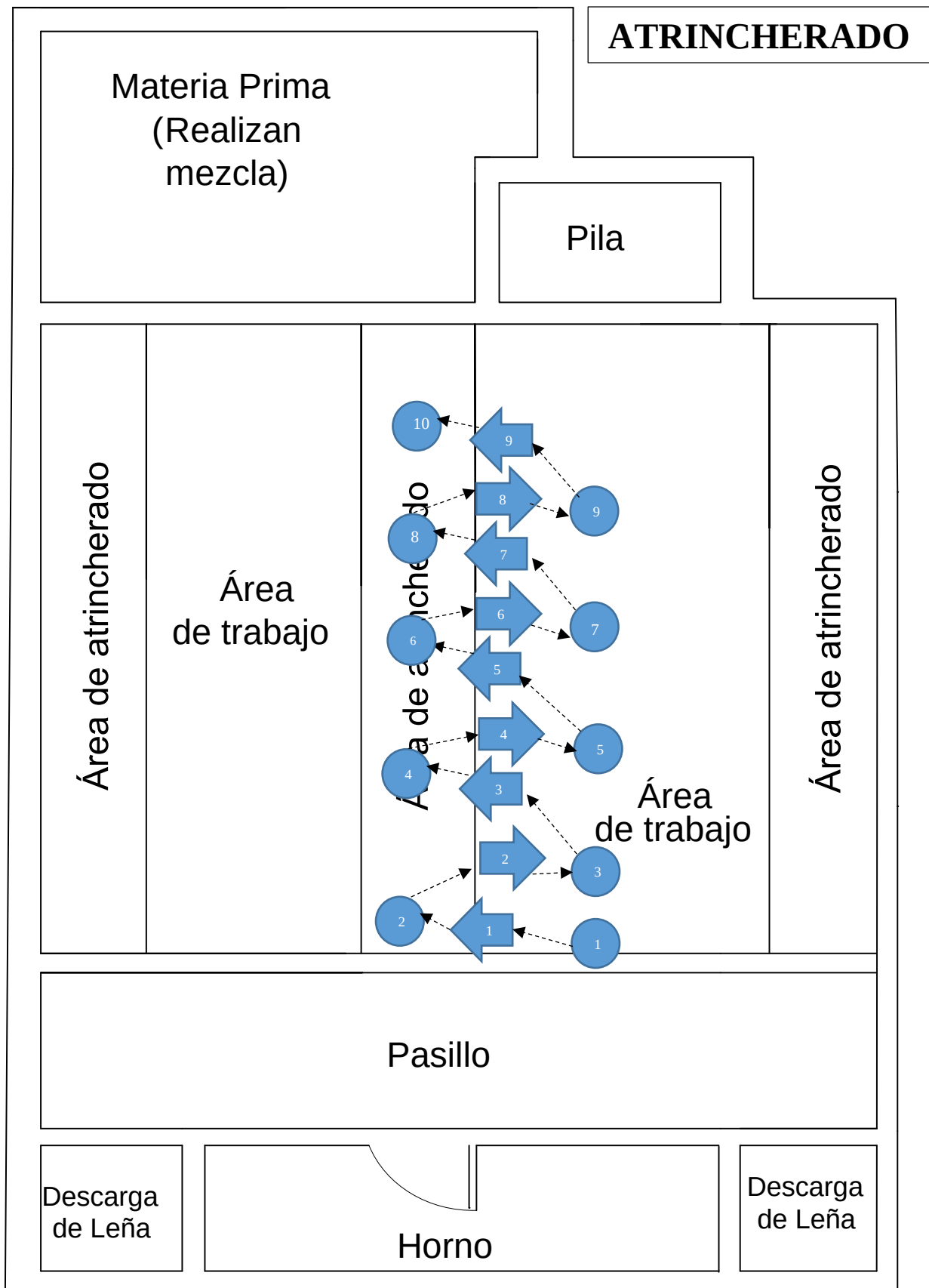


Ilustración 30. Diagrama de recorrido del atrincherado del ladrillo.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN															
Pág. 1 de 1		Método actual		X		Método propuesto									
Proceso:		CARGA Y DESCARGA DEL LADRILLO													
Resumen		Operación		Trasporte		Almacén		Demora		Inspección		Combinación			
Cantidad total		56		29		22		0		0		0		5	
Distancia total (metros)															
Tiempo total (min)															
Actividad				Símbolo						Tiempo (min)		Distancia (metros)		Observa.	
1		Tomar y sostener la carretilla													
2		Desplazarse al lugar de atrincherado													
3		Soltar la carretilla													
4		Desplazarse hacia los hilos													
5		Tomar y sostener los ladrillos de los hilos													
6		Desplazarse hacia la carretilla													
7		Colocar los ladrillos en la carretilla													
8		Desplazarse hacia los hilos													
9		Tomar y sostener los ladrillos de los hilos													
10		Desplazarse hacia la carretilla													
11		Colocar los ladrillos en la carretilla													
12		Desplazarse hacia los hilos													

13	Tomar y sostener los ladrillos de los hilos				
14	Desplazarse hacia la carretilla				
15	Colocar los ladrillos en la carretilla				
16	Desplazarse hacia los hilos				
17	Tomar y sostener los ladrillos de los hilos				
18	Desplazarse hacia la carretilla				
19	Colocar los ladrillos en la carretilla				
20	Desplazarse hacia los hilos				
21	Tomar y sostener los ladrillos de los hilos				
22	Desplazarse hacia la carretilla				
23	Colocar los ladrillos en carretilla				
24	Tomar y sostener la carretilla				
25	Desplazarse al horno				
26	Soltar la carretilla				
27	Tomar y sostener los ladrillos de la carretilla				
28	Desplazar ladrillos a otro trabajador al interior del horno				
29	Toma y sostiene ladrillos				
30	Desplaza ladrillos a otro trabajador en el interior del horno				

31	Toma y sostiene ladrillos				
32	Acomoda e inspecciona ladrillos				
33	Tomar y sostener los ladrillos de la carretilla				
34	Desplazar ladrillos a otro trabajador al interior del horno				
35	Toma y sostiene ladrillos				
36	Desplazar ladrillos a otro trabajador en el interior del horno				
37	Toma y sostiene ladrillos				
38	Acomoda e inspecciona ladrillos				
39	Tomar y sostener los ladrillos de la carretilla				
40	Desplazar ladrillos a otro trabajador al interior del horno				
41	Toma y sostiene ladrillos				
42	Desplazar ladrillos a otro trabajador al interior del horno				
43	Toma y sostiene ladrillos				
44	Acomoda e inspecciona ladrillos				
45	Tomar y sostener los ladrillos de la carretilla				
46	Desplazar ladrillos a otro trabajador al interior del horno				
47	Toma y sostiene ladrillos				
48	Desplazar ladrillos a otro trabajador al interior del horno				

49	Toma y sostiene ladrillos				
50	Acomoda e inspecciona ladrillos				
51	Tomar y sostener ladrillos de la carretilla				
52	Desplazar ladrillos a otro trabajador al interior del horno				
53	Toma y sostiene ladrillos				
54	Desplazar ladrillos a otro trabajador al interior del horno				
55	Toma y sostiene ladrillos				
56	Acomoda e inspecciona ladrillos				

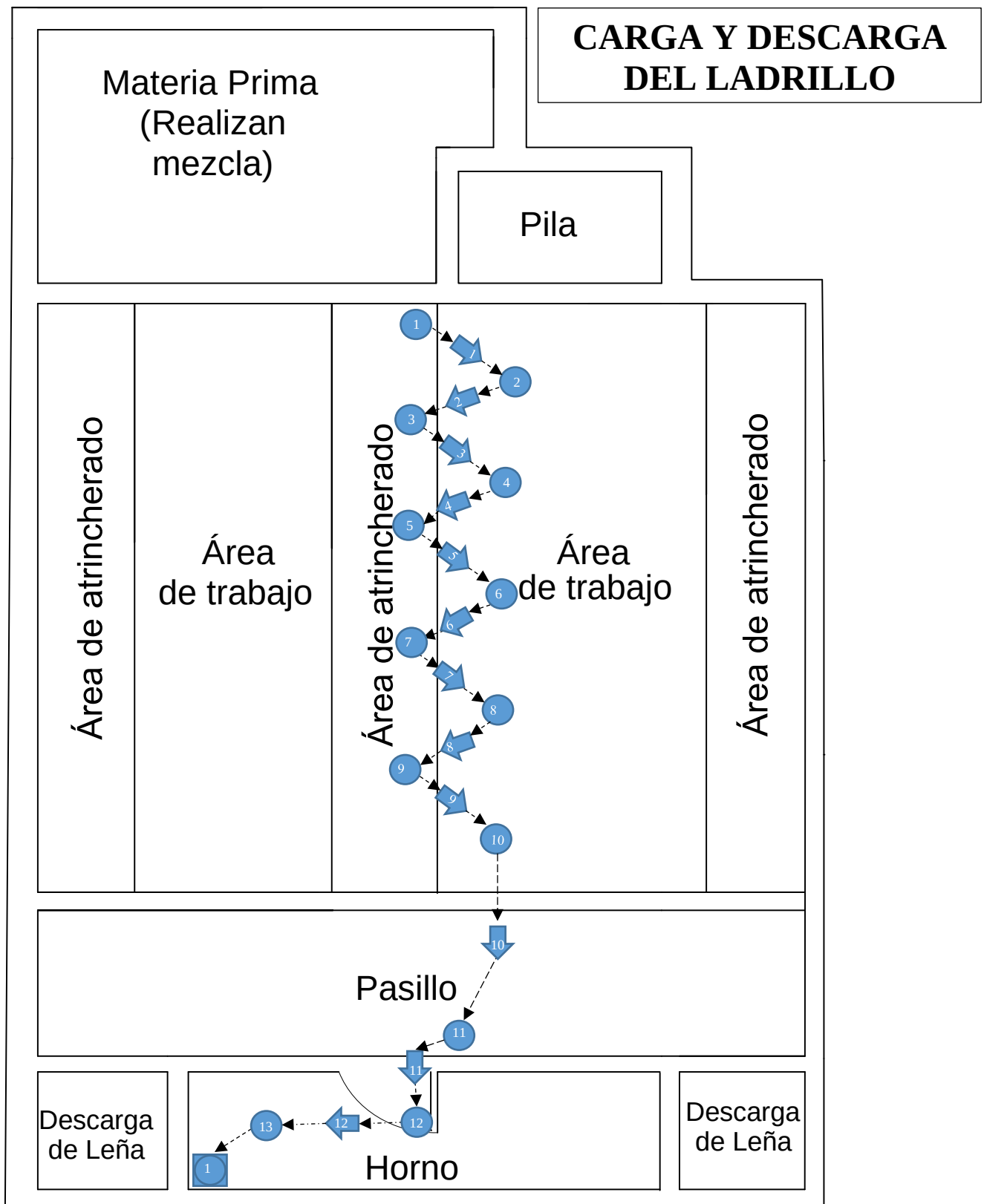


Ilustración 31. Diagrama de recorrido de la carga y descarga de ladrillo.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN						
Pág. 1 de 1		Método actual	X	Método propuesto		
Proceso:		CARGA DE LA LEÑA				
Resumen		Operación	Trasporte	Almacenamiento	Demora	Inspección
Cantidad total	10	7	2	1	0	0
Distancia total (metros)						
Tiempo total (min)						
Actividad		Símbolo			Tiempo	Distancia
1	Toma la carretilla.					
2	Se transporta hasta donde se encuentra la leña					
3	Suelta la carretilla en el piso					
4	Coloca la leña necesaria en la carretilla.					
5	Toma nuevamente la carretilla con el peso de la leña.					
6	Se transporta hasta el horno					
7	Vaciar la leña al horno.					
8	Almacenar la leña en el horno					
9	Atizar					
10	Se repite cuantas veces sean necesarias para un buen quemado de ladrillo.					

CARGA DE LA LEÑA

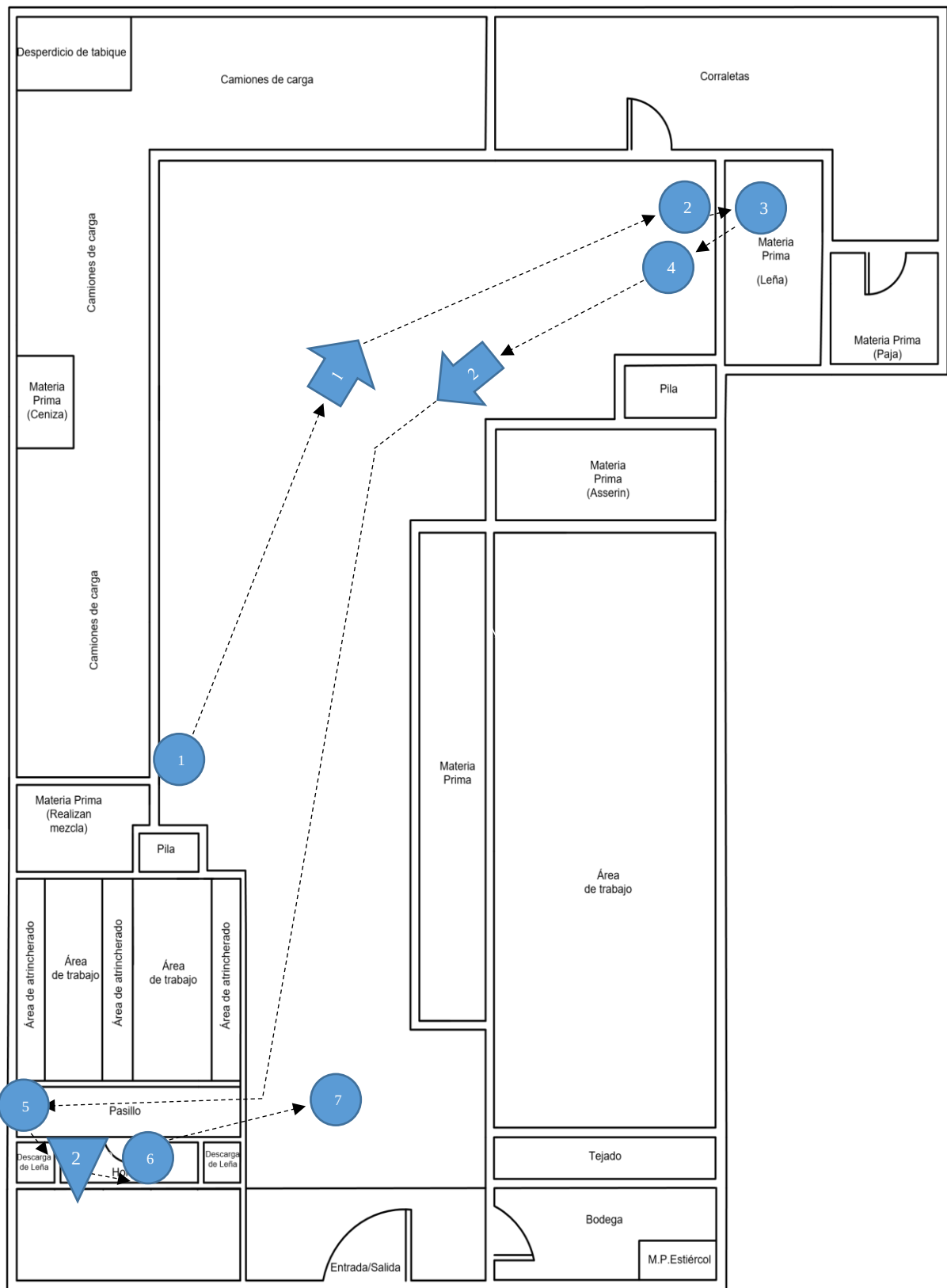


Ilustración 32. Diagrama de recorrido de la carga de la leña.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN									
Pág. 1 de 1		Método actual		X		Método propuesto			
Proceso:		DESCARGA DEL LADRILLO AL CAMIÓN							
Resumen		Operación	Trasporte	Almacenamiento		Demora		Inspección	
Cantidad total	12	5	5	2		0		0	
Distancia total (metros)									
Tiempo total (min)									
Actividad			Símbolo			Tiempo	Distancia	Observaciones	
1	Trabajador interior reúne 5 ladrillos								
2	Toma ladrillos								
3	Se desplaza a la puerta del horno								
4	Desplaza ladrillos a trabajador que se encuentra en la parte exterior del horno								
5	Trabajador exterior toma y almacena el ladrillo en el camión.								
6	Se transporta el operario interior del horno para repetir actividad.								
7	Reúne 5 ladrillos.								
8	Toma los ladrillos.								
9	Se desplaza a la puerta del horno.								
10	Desplaza ladrillos a otro trabajador que se encuentra en la parte exterior del horno								
11	Trabajador superior toma y almacena el ladrillo en el camión.								
12	Se repite el proceso dependiendo la cantidad a descargar.								

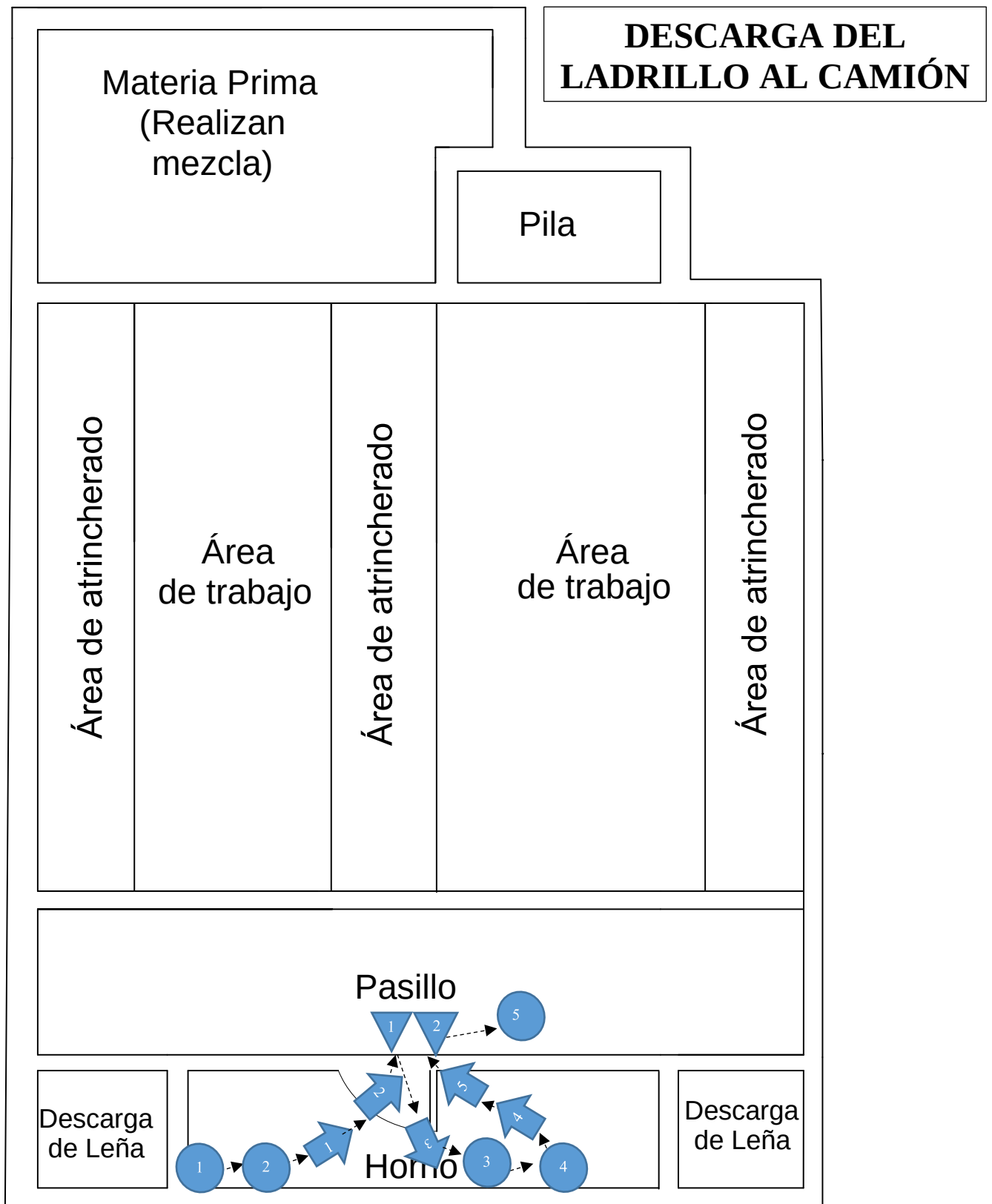


Ilustración 33. Diagrama de recorrido de la descarga del ladrillo al camión.

Un Diagrama de Recorrido como su nombre lo indica, muestra el recorrido de un producto sobre una superficie física, en este caso un layout, tomando en cuenta las operaciones, inspecciones, demoras, transporte y almacenamiento dentro del proceso analizado.

Se consideró la elaboración de ladrillo como el proceso general a realizar y a su vez este proceso consta de varios subprocesos, es decir:

1. Preparación de la mezcla parte 1
2. Preparación de la mezcla parte 2
3. Tendido del ladrillo
4. Raspado del ladrillo
5. Atrincherado del ladrillo
6. Carga y descarga de ladrillo crudo
7. Carga de leña
8. Descarga de ladrillo cocido

Donde para el primer y segundo subproceso se plasmó en el diagrama, ilustración 26 y 27, el proceso para abrir el cajete, dejar remojar los insumos y posteriormente batirlos para de este modo obtener el lodo con la consistencia adecuada.

Desde el tercer subproceso hasta el sexto, se trazó el recorrido solamente para 10 ladrillos o una tabiquera, entonces el trabajador repite las actividades aproximadamente 49 veces más ya que normalmente se tienden, raspa y atrincheran 500 piezas, caso contrario en la carga y descarga del ladrillo que aunque el diagrama muestra solamente el recorrido para 10 ladrillos se tiene que repetir este infinidad de veces más hasta que el trabajador cumpla con la capacidad máxima del horno que consiste en una cantidad aproximada de 25,000 ladrillos crudos.

En el séptimo subproceso, la carga de la leña muestra solamente el recorrido de una carretilla cargada, sin embargo, esta actividad se repite alrededor de 70 veces dentro de un lapso de 7 a 10 horas de quema, es necesario que en este tiempo el trabajador atice el horno constantemente para que la quema de ladrillo no se vea interrumpida.

Y finalmente la descarga de ladrillo cocido donde desde adentro del horno se reúnen 5 ladrillos mismos que son lanzados hacia afuera del horno y el trabajador los atrapa en sus manos, el diagrama muestra solamente el proceso para 10 ladrillos, pero estas

actividades se repiten hasta que el camión de carga cuente con la cantidad requerida o en su defecto, el horno este vacío.

4.2. ESTUDIO DE TIEMPO DE ACTIVIDADES DEL PROCESO.

A continuación, se aprecian los resultados del número de muestras preliminares obtenidas mediante la observación y el estudio realizado tomando en consideración el método estadístico, así como la duración del ciclo de cada una de las actividades que conforman el proceso de producción de ladrillo.

Tabla 15. Observaciones preliminares parte 1 (preparación del lodo).

No. Observaciones/Actividad	PREPRACIÓN DEL LODO	
	Parte 1 (min)	Parte 2 (min)
1	42.865	100.062
2	41.697	81.826
3	42.045	84.211
4	42.021	83.604
5	40.308	85.203

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración: 01/Noviembre/2021

Tabla 16. Observaciones preliminares parte 2 (tendido, raspado y atrincherado).

No. Observaciones/Actividad	TENDIDO DE LADRILLO				RASPADO DE LADRILLO		ATRINCHERADO (seg)
	Preparación del lugar (min)	Transporte de MP (min)	Tendido y Alisado (min)	Enjuague de molde (seg)	Colocarse en posición (seg)	Raspado (seg)	
1	0.101	1.02	1.13	36.51	3.38	28	20.71
2	0.09	1.22	1.3	32	3.36	29.45	20.7
3	0.092	1.21	1.48	39	3.66	34.04	20.64
4	0.123	1.25	1.51	41.36	3.13	36.78	22.91
5	0.073	1.32	1.42	40.2	2.74	34.51	21.31
6	0.074	1.41	1.46	41.55	3.57	29.34	21.44
7	0.083	1.11	1.4	40.54	3.11	30.74	21.19
8	0.088	1.2	1.34	39.04	3.53	31.24	22.98
9	0.131	1.1	1.28	41.2	3.62	28.49	22.86
10	0.102	1.09	1.42	32.27	3.87	28.2	22.36

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración: 01/Noviembre/2021

Tabla 17. Observaciones preliminares parte 3 (carga del horno).

No. Observaciones/Actividad	CARGA DEL HORNO			
	Transporte (seg)	Carga (min)	Transporte (seg)	Descarga (min)
1	32.96	0.248	32.63	0.1503
2	28.23	0.187	27.65	0.1656
3	30.07	0.203	30.4	0.1526
4	30.87	0.19	30.49	0.1534
5	25.13	0.16	28.45	0.1578
6	33.89	0.155	28.75	0.1536
7	33.13	0.159	27.1	0.1703
8	31.34	0.153	30	0.1562
9	27.57	0.157	28.57	0.1528
10	31.64	0.165	28.09	0.1489

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración: 20/Noviembre/2021

Tabla 18. Observaciones preliminares parte 4 (carga de la leña).

No. Observaciones/Actividad	CARGA DE LA LEÑA				
	Trasnsporte (min)	Carga (min)	Transporte (min)	Descarga (min)	Atizar (min)
1	1	2.37	1.13	1.14	1.46
2	1.03	2.31	1.12	1.34	1.32
3	1.07	2.19	1.24	1.22	1.28
4	1.12	2.28	1.11	1.1	1.37
5	1.02	2.16	1.33	1.36	1.33
6	1		1.15	1.2	1.27
7	1.04		1.15	1.09	1.38
8	1		1.24	1.1	1.32
9	1.05		1.29	1.15	1.41
10	1.1		1.28	1.27	1.36

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración:25/Abril/2022

Tabla 19. Observaciones preliminares parte 5 (descarga del horno al camión).

No.Observaciones/Actividad	DESCARGA DEL HORNO AL CAMIÓN	
	Parte interior del horno (seg)	Parte exterior del horno (seg)
1	16.88	5.04
2	13.23	7.37
3	12.23	8.04
4	14.43	10.54
5	12.10	9.88
6	11.57	8.46
7	18.90	6.87
8	11.26	7.37
9	14.23	8.35
10	12.18	6.20

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de elaboración:27/Abril/2022

Estudiando el proceso y las actividades relacionadas con el mismo, se determinaron los totales de observaciones preliminares arrojadas para cada elemento de las actividades del proceso de elaboración de ladrillo y se describen en las siguientes tablas, especificando la toma de observaciones exactas para obtener resultados con un intervalo de confianza de 95.45%

Tabla 20. Total, de tomas de tiempo parte 1 (preparación del lodo).

Observaciones/Actividad	PREPARACIÓN DE LODO	
	Parte 1	Parte 2
Total de Observaciones	1	9

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración:01/Noviembre/2021

Tabla 21. Total, de tomas de tiempo parte 2 (tendido, raspado y atrincherado)

Observa. /Actividad	TENDIDO DE LADRILLO				RASPADO DE LADRILLO		ATRINCHERADO
	Preparación del lugar	Transporte de MP	Tendido y Alisado	Enjuague de molde	Colocarse en posición	Raspado	
Total de Observaciones	58	14	10	13	14	15	3

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración:01/Noviembre/2022

Tabla 22. Total, de tomas de tiempo parte 3 (carga del horno)

Observaciones/Actividad	CARGA DEL HORNO			
	Transporte	Carga	Transporte	Descarga
Total, de Observaciones	12	41	6	3

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración:20/Noviembre/2021

Tabla 23. Total, de tomas de tiempo parte 4 (carga de la leña).

CARGA DE LA LEÑA					
Observaciones/Actividad	Transporte	Carga	Transporte	Descarga	Atizar al horno
Total de observaciones	2	2	6	10	3

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración:25/Abril/2022

Tabla 24. Total, de tomas de tiempos parte 5 (descarga del horno al camión).

DESCARGA DEL HORNO AL CAMIÓN		
Observaciones/Actividad	Parte Interior del Horno	Parte Exterior del Horno
Total de observaciones	46	45

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración:27/Abril/2022

Desarrollo de la fórmula para los suplementos por condiciones atmosféricas:

La fórmula planteada requiere de información relacionada con el metabolismo basal y para obtener este dato es necesario seguir el siguiente procedimiento.

Harris Benedict describe la fórmula en 1919, y es revisada por Mifflin y St Jeor 1990 para la obtención del TMB (Metabolismo Basal), en hombres se utiliza la siguiente formula: Se debe conocer el peso, la estatura y la edad de la persona a evaluar.

La información se puede apreciar en la tabla 1 que se encuentra en el apartado de metodología.

$$\text{Hombres TMB} = (10 * \text{peso en kg}) + (6.25 * \text{altura en cm}) - (5 * \text{edad}) + 5$$

$$\text{Rigoberto TMB} = (10 * 86) + (6.25 * 160) - (5 * 20) + 5$$

$$\text{TMB} = 1,765 \text{ kcal/día}$$

Como el trabajador realiza actividades pesadas entre 6 y 7 veces por semana entonces el resultado obtenido del TMB se multiplica por 1.725, cabe mencionar que esta fórmula ya está establecida, así como se aprecia a continuación:

$$TMB * 1.725$$

$$1765 * 1.725 = 3044.625 \text{ kcal/día}$$

El consumo de energía se mide en kcal/min y es por ello por lo que se debe realizar una conversión para poder sustituir W en la fórmula inicial de suplementos por condiciones atmosféricas.

$$3044.625 / 1440 = 2.114 \text{ kcal/ min}$$

Finalmente, la fórmula para los suplementos por condiciones atmosféricas plantea que es necesario obtener la variable de temperatura en el área donde se está ejecutando cada actividad, al momento de estar recopilando la información se pudo obtener que el trabajador ejecuta sus actividades a una temperatura aproximada de 25°C, pero la fórmula mide esta variable en grados Fahrenheit (°F) por lo que se obtuvo que la temperatura son 77°F.

Ya al sustituir todas las variables en la fórmula que obtiene los suplementos por condiciones atmosféricas, se obtuvo:

$$SD = e^{[-41.5 + 0.0161(2.114) + 0.497(77)]} + e^{[-3.1967]} = 0.0817 = \mathbf{8.17\%}$$

La unidad de medida utilizada al momento de asignar los suplementos es en porcentaje, por tal motivo, el resultado de la fórmula se multiplico por 100 y posteriormente se suma al resto del porcentaje de suplementos obtenidos,

Ya con todas las lecturas tomadas de los tiempos que se pueden apreciar en el apartado de anexos fue posible llegar a establecer tiempos estándar para cada actividad.

En la preparación del lodo, se concluye que el tiempo estándar para realizar alrededor de 500 ladrillos es de 246.543 minutos equivalente a 4.10 horas aproximadamente tomando en consideración que la primera parte es abrir cajete, existe tiempo muerto de medio día y la parte dos, es la realización del lodo.

Tabla 25. Duración de la preparación del lodo.

PREPARACIÓN DE LODO					
Total	Tiempo Promedio	Valoración	Tiempo Básico	Suplementos (53.17%)	Tiempo Tipo
208.937	41.7874	125%	52.23425	27.77295073	80.0072007
434.907	86.9814	125%	108.72675	57.81001298	166.536763
				Tiempo Ciclo	246.543964

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración:06/Diciembre/2021

En el caso del tendido de ladrillo, actividad que se puede denominar como principal en todo el proceso, el operador con 8 años de experiencia demora 5.412 minutos en tender una tabiquera o 10 tabiques.

Tabla 26. Duración del tendido del ladrillo.

TENDIDO DEL LADRILLO					
Total	Tiempo Promedio	Valoración	Tiempo Básico	Suplementos (35.17%)	Tiempo Tipo
5.755	0.099224138	120%	0.119068966	0.041876555	0.16094552
17.23	1.230714286	120%	1.476857143	0.519410657	1.9962678
13.74	1.374	120%	1.6488	0.57988296	2.22868296
8.23	0.633	120%	0.759646154	0.267167552	1.02681371
				Tiempo Ciclo	5.41270999

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración:06/Diciembre/2021

Para el raspado de ladrillo, el mismo operador tarda 0.888 minutos en ejecutar la actividad para los 10 ladrillos, es decir, en menos de un minuto puede raspar y dejar los bordes limpios de una tabiquera completa.

Tabla 27. Duración del raspado del ladrillo.

RASADO DE LADRILLO					
Total	Tiempo Promedio	Valoración	Tiempo Básico	Suplementos (31.17%)	Tiempo Tipo
0.777667	0.056	120%	0.066657143	0.020777031	0.08743417
7.63	0.51	120%	0.61064	0.190336488	0.80097649
				Tiempo Ciclo	0.88841066

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración:06/Diciembre/2021

En el caso de la actividad de atrincherado el operador estiba 10 ladrillos en 0.573 minutos.

Tabla 28. Duración del atrincherado de ladrillo.

ATRINCHERADO DE LADRILLO					
Total	Tiempo Promedio	Valoración	Tiempo Básico	Suplementos (32.17%)	Tiempo Tipo
3.618	0.362	120%	0.4342	0.13968214	0.57388214
				Tiempo Ciclo	0.57388214

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración:06/Diciembre/2021

La carga de ladrillo al horno es ejecutada en 2.519 minutos, en otras palabras, él operador se dirige al área del atrincherado y carga la cantidad de 10 ladrillos, se dirige hacia el horno y descarga esa misma cantidad en el tiempo anteriormente mencionado.

Tabla 29. Duración de la carga de ladrillo al horno.

CARGA DE LADRILLO AL HORNO					
Total	Tiempo Promedio	Valoración	Tiempo Básico	Suplementos (53.17%)	Tiempo Tipo
6.205	0.517	120%	0.620516667	0.329928712	0.95044538
8.209	0.200	120%	0.240257856	0.127745102	0.36800296
4.975	0.497	120%	0.59698	0.317414266	0.91439427
1.562	0.156	120%	0.18738	0.099629946	0.28700995
				Tiempo Ciclo	2.51985255

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración: 06/Diciembre/2021

El operador tarda 12.9843 minutos en realizar la etapa de la carga de la leña para poder transportarla hasta donde se encuentra el horno y continuar con la siguiente etapa del proceso. Cabe mencionar que el operador carga aproximadamente 58 kg por carretilla teniendo en consideración que se necesitan aproximadamente 70 carretillas repletas de leña para el quemado del ladrillo.

Tabla 30. Duración de la carga de la leña.

CARGA DE LA LEÑA					
Total	Tiempo promedio	Valoración	Tiempo Básico	Suplementos (53.17%)	Tiempo Tipo
10.43	1.043	120%	1.2516	0.66547572	1.91707572
11.31	2.262	120%	2.7144	1.44324648	4.15764648
12.04	1.212	120%	1.454666667	0.773446267	2.228112933
11.97	1.197	120%	1.4364	0.76373388	2.20013388
13.5	1.35	120%	1.62	0.861354	2.481354
				Tiempo Ciclo	12.98432301

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración:28/Abril/2022

Finalmente se aprecia que la descarga del ladrillo al camión es de 0.7067 minutos por lo que en menos de un minuto se descargan y posicionan 10 ladrillos en el camión de carga. Como dato adicional mencionar que un camión de carga tiene capacidad de alrededor de 4000 a 5000 ladrillos cocidos.

Tabla 31. Duración de la descarga del horno al camión.

DESCARGA DEL HORNO AL CAMIÓN					
Total	Tiempo promedio	Valoración	Tiempo Básico	Suplementos (53.17%)	Tiempo Tipo
11.38317	0.247460145	120%	0.296952174	0.157889471	0.454841645
6.167167	0.137048148	120%	0.164457778	0.0874422	0.251899978
				Tiempo Ciclo	0.706741623

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración:28/Abril/2022

Gracias a la obtención del tiempo estándar para cada actividad se pueden estimar datos que ayudarían a la resolución de preguntas tales como:

¿Cuánto tiempo demorara el trabajador en tender y alisar 600 ladrillos? Si para 10 ladrillos se necesitan 5.412 minutos, solo se aplica una regla de tres de donde se obtiene que se ocupan 324.72 minutos o 5.41 horas para elaborar las 60 tabiquerías.

4.3. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS DE ACTIVIDADES DEL PROCESO

Cabe resaltar que el proceso de producción de ladrillo es una actividad artesanal que depende mucho de los factores como la calidad de la materia prima o la cantidad de agua que se necesita para llegar a la consistencia deseada, haciendo énfasis en la preparación del lodo tanto en la primer parte como en la segunda, por ejemplo, si la tierra es muy fuerte debe ser reprocesada con ceniza para que esta tenga la propiedad adecuada para su proceso real, por lo cual se le asignaría una actividad más al operador de las que ya se tienen establecidas.

Alguna otra de las actividades que se identificaron y dependen mucho de la materia prima utilizada o la cantidad de agua es la preparación del lodo ya que si la consistencia no es la adecuada aun cuando el lodo ya tiene las cantidades normalmente utilizadas de insumos es necesario agregar más dependiendo del criterio del operador y la consistencia que el desee ya que mientras se recopilaba la información fue posible apreciar que algunos operadores dejaban su mezcla “hecha caldo” en otras palabras, muy aguada y algunos otros no. Entonces esta actividad no sigue el mismo proceso siempre y varía dependiendo del trabajador o de las condiciones de la tierra.

Es por ello, que en el desarrollo del presente no se incluye como tal el análisis de movimientos en cuanto a la preparación del lodo porque los elementos de la operación no siempre se ejecutan del mismo modo y la misma cantidad de veces, lo mismo pasa con la carga de leña ya que este proceso depende del tipo de insumo y la preparación para la misma, por ejemplo la pata de mezquite que no se utiliza con normalidad es necesario procesarla antes de trasladarla al horno actividad que no se realiza con la leña normal.

El hecho mismo de elaborar el diagrama permite al especialista llegar a conocer a fondo los por menores de trabajo y gracias a él puede llegar a estudiar cada elemento en relación con las demás.

Al momento de desarrollar los diagramas se pudo identificar que la actividad del raspado de ladrillo, atrincherado, carga al horno y descarga del ladrillo al camión tienen patrones de movimiento en cuanto a su ejecución porque repiten las actividades

planteadas hasta que se llene el horno o se terminen de levantar y atrincherar la cantidad de ladrillos tendidos. Caso contrario en la actividad de tendido, siempre surgen actividades que no se contemplaban en el proceso como tal, existen ocasiones en las que al momento de preparar el lodo no se extraen las piedras y este factor afecta cuando se tiende porque el operador debe de tomarse un tiempo para sacarlas de la mezcla y obtener así un alisado perfecto. A continuación, se pueden apreciar los diferentes diagramas bimanuales en relación con los diferentes movimientos que realiza el operador en cada elemento. Tómese como elemento cada actividad realizada en cada proceso como la preparación y el tendido y los movimientos que realiza el operador a mano izquierda y derecha si se llevan a cabo son verificados y apuntados con los movimientos que se refieren a las formas geométricas.

DIAGRAMA DEL ÁREA DE TRABAJO									
RESUMEN	PRESENTE			PROPUESTO			DEPENDENCIA		
	MI	MD		MI	MD		MI	MD	
	Operación	7		7					
	Transporte	4		4					
	Sostiene	2		2					
Demoras	0			0					
Distancia									

Operación: Tendido (Enaharinado del lugar)

Metodo : Actual Fecha: 06/11/2021

Operador: Rigoberto Vazquez

Hecho por: Daniela Martínez y América Ramírez



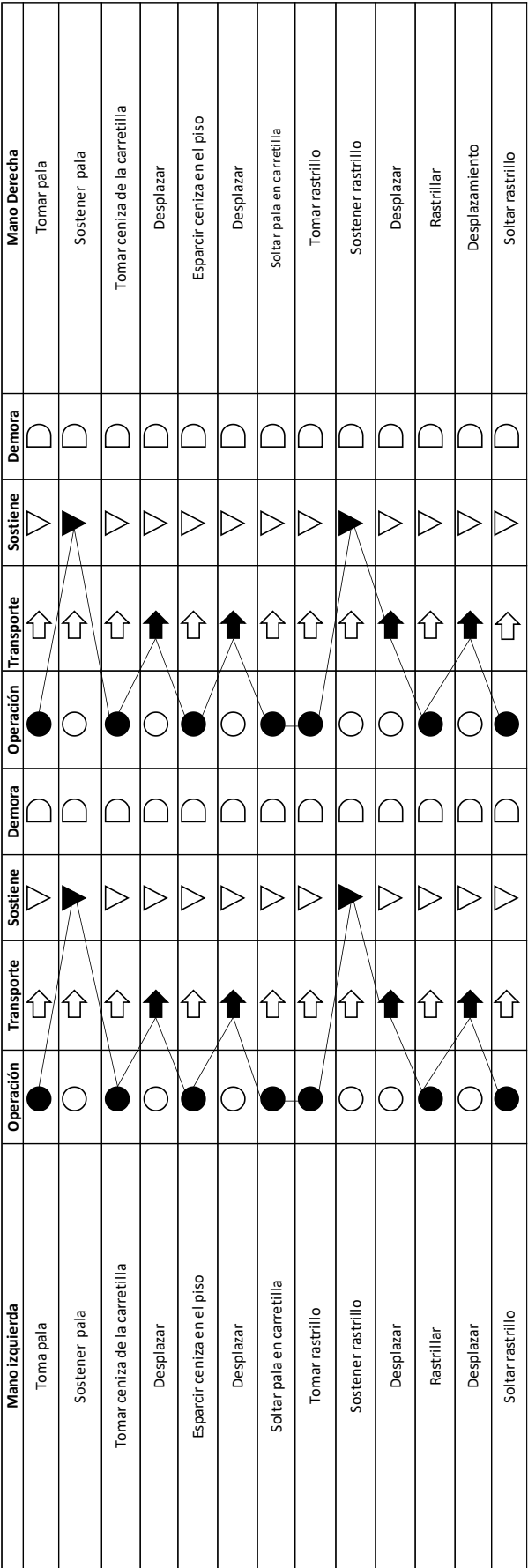


Ilustración 34. Diagrama Bimanual del tendido (Enaharinado del lugar).

DIAGRAMA DEL AREA DE TRABAJO



Operación: TENDIDO (TRANSPORTE DE MP)	
Metodo : Actual	Fecha: 6/Noviembre/2021
Operador: Rigoberto Vazquez	
Hecho por: Daniela Martinez y America Ramirez	

RESUMEN	PRESENTE		PROPUESTO		DEPENDENCIA	
	MI	MD	MI	MD	MI	MD
Símbolo de Actividad						
Operación	35	34				
Transporte	3	3				
Sostiene	1	3				
Demoras	2	1				
Distancia						

Mano izquierda	Operación	Transporte	Sostiene	Demora	Operación	Transporte	Sostiene	Demora	Mano Derecha
Quitar exceso de las manos	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Quitar exceso de las manos
Desplazar	○	↑	▽	D	○	↑	▽	D	Desplazar
Tomar agua del bote	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Tomar agua del bote
Enjuagar manos	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Enjuagar manos
Tomar agua del bote	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Tomar agua del bote
Enjuagar cubetas	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Enjuagar cubetas
Tomar cubetas	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Tomar cubetas
Sostener cubetas	○	↑	▽	D	○	↑	▽	D	Sostener cubetas
Desplazar	○	↑	▽	D	○	↑	▽	D	Desplazar
Colocar cubeta en el piso	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Colocar cubeta en el piso
Soltar cubeta	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Soltar cubeta
Revolver mezcla	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Revolver mezcla
Tomar mezcla en conjunto	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Tomar mezcla en conjunto
Colocar mezcla en cubeta	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Colocar mezcla en cubeta
Tomar mezcla en conjunto	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Tomar mezcla en conjunto
Colocar mezcla en cubeta	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Colocar mezcla en cubeta
Tomar mezcla en conjunto	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Tomar mezcla en conjunto
Colocar mezcla en cubeta	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Colocar mezcla en cubeta
Tomar mezcla en conjunto	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Tomar mezcla en conjunto
Colocar mezcla en cubeta	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Colocar mezcla en cubeta
Tomar mezcla en conjunto	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Tomar mezcla en conjunto
Colocar mezcla en cubeta	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Colocar mezcla en cubeta
Tomar mezcla en conjunto	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Tomar mezcla en conjunto
Colocar mezcla en cubeta	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Colocar mezcla en cubeta
Tomar mezcla en conjunto	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Tomar mezcla en conjunto
Colocar mezcla en cubeta	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Colocar mezcla en cubeta
Quitar exceso de las manos	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Quitar exceso de las manos
Quitar exceso de lodo de la cubeta	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Quitar exceso de lodo de la cubeta

Ilustración 35 Diagrama bimanual del tendido (Transporte de MP) parte I

DIAGRAMA DEL AREA DE TRABAJO

RESUMEN	PRESENTE		PROPUESTO		DEPENDENCIA	
Símbolo de Actividad	MI	MD	MI	MD	MI	MD
Operación	35	34				
Transporte	3	3				
Sostiene	1	3				
Demoras	2	1				
Distancia						



Operación: TENDIDO (TRANSPORTE DE MP)	
Metodo : Actual	Fecha: 6/Noviembre/2021
Operador: Rigoberto Vazquez 2 de 2	
Hecho por: Daniela Martinez y America Ramirez	

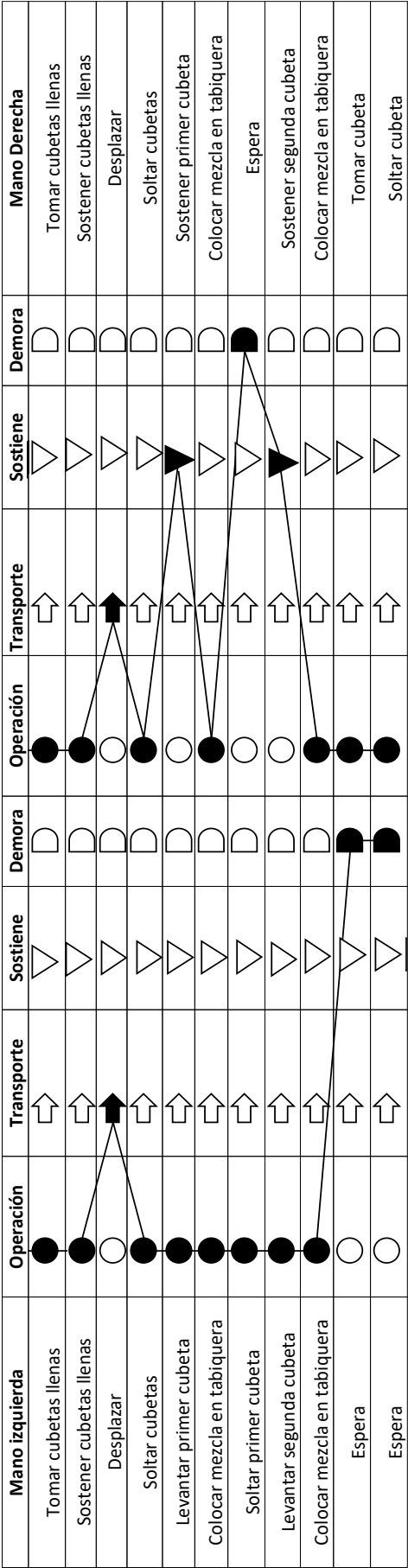


Ilustración 36 Diagrama bimanual del tendido (Transporte de MP) parte II

DIAGRAMA DEL ÁREA DE TRABAJO

RESUMEN	PRESENTE		PROPUESTO		DEPENDENCIA	
	MI	MD	MI	MD	MI	MD
Óperación	13	21				
Transporte	7	2				
Sostiene	4	1				
Demoras	0	0				
Distancia						



Operación: Tendido, alisado y secado del ladrillo
Método : Actual
Fecha: 6/Noviembre/2021
Operador: Rigoberto Vazquez
Hecho por: Daniela Martínez y América Ramírez

Mano Izquierda	Operación	Transporte	Sostiene	Demora	Operación	Transporte	Sostiene	Demora	Mano Derecha
Revolver mezcla	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Revolver mezcla
Distribuye mezcla en la tabiquera	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Distribuye mezcla en la tabiquera
Sostiene exceso de mezcla	○	↑	▲	D	○	↑	▲	D	Pulir y quitar el exceso de mezcla mazcla de 1er fila
Sostener mezcla	○	↑	▲	D	○	↑	▲	D	Pasar mezcla
Desplazar	○	▲	▽	D	○	▲	▽	D	Colocar excel de mezcla en la 2da fila
Sostiene exceso de mezcla	○	↑	▲	D	○	↑	▲	D	Pulir y quitar el exceso de mezcla mazcla de 1er fila
Coloca la mezcla restante en el piso	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Colocar la mezcla restante en el piso
Quitar exceso de mezcla de las manos	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Quitar exceso de mezcla de las manos
Desplazar	○	▲	▽	D	○	▲	▽	D	limpiar borde de en medio
Quitar exceso de mezcla de manos	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Quitar exceso de mezcla de manos
Desplazar	○	▲	▽	D	○	▲	▽	D	Limpiar borde externo derecho
Quitar exceso de mezcla de manos	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Quitar exceso de mezcla de manos
Desplazar	○	▲	▽	D	○	▲	▽	D	Desplazar
Tomar agua	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Tomar agua
Sostener agua	○	↑	▲	D	○	↑	▲	D	Sostener agua
Desplazar	○	▲	▽	D	○	▲	▽	D	Desplazar
Colocar agua en tabiquera	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Colocar agua en tabiquera
Alisa tabiquera	○	↑	▽	D	○	↑	▽	D	Alisa tabiquera
Desplazar	○	▲	▽	D	○	▲	▽	D	Alisa una fila
Alisa tabiquera	○	↑	▽	D	○	↑	▽	D	Alisa tabiquera
Desplazar	○	▲	▽	D	○	▲	▽	D	Alisa una fila
Alisa tabiquera	○	↑	▽	D	○	↑	▽	D	Alisa tabiquera
Limpiar bordes externos de la tabiquera	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Limpiar bordes externos de la tabiquera
Levantar tabiquera	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Levantar tabiquera

Ilustración 37 Diagrama bimanual del tendido, alisado y secado del ladrillo

DIAGRAMA DEL AREA DE TRABAJO

Operación: TENDIDO (ENJUAGUE DEL MOLDE)	
Metodo : Actual	Fecha: 6/Noviembre/2021
Operator: Rigoberto Vazquez	
Hecho por: Daniela Martinez y America Ramirez	

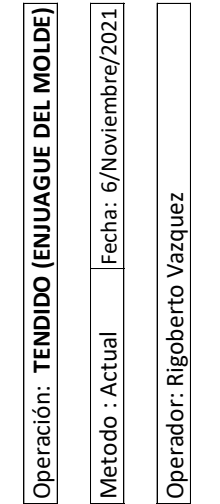
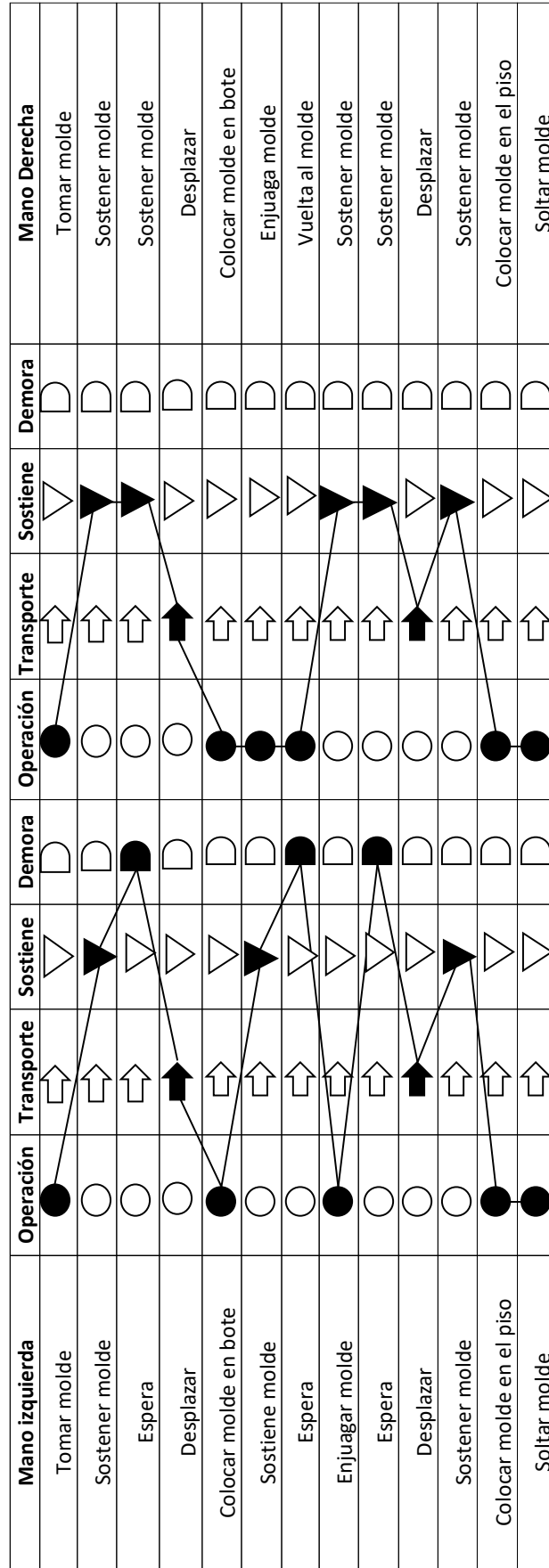
[illegible]

Ilustración 38 Diagrama bimanual del tendido (Enjuague de molde)

DIAGRAMA DEL AREA DE TRABAJO

RESUMEN	PRESENTE		PROPUESTO		DEPENDENCIA	
	MI	MD	MI	MD	MI	MD
Simbolo de Actividad						
Operación	10	16				
Transporte	0	0				
Sostiene	1	2				
Demoras	7	0				
Distancia						



Operación: RASPADO DE LADRILLO	
Metodo : Actual	Fecha: 9/Octubre/2021
Operador: Rigoberto Vazquez	
Hecho por: Daniela Martinez y America Ramirez	

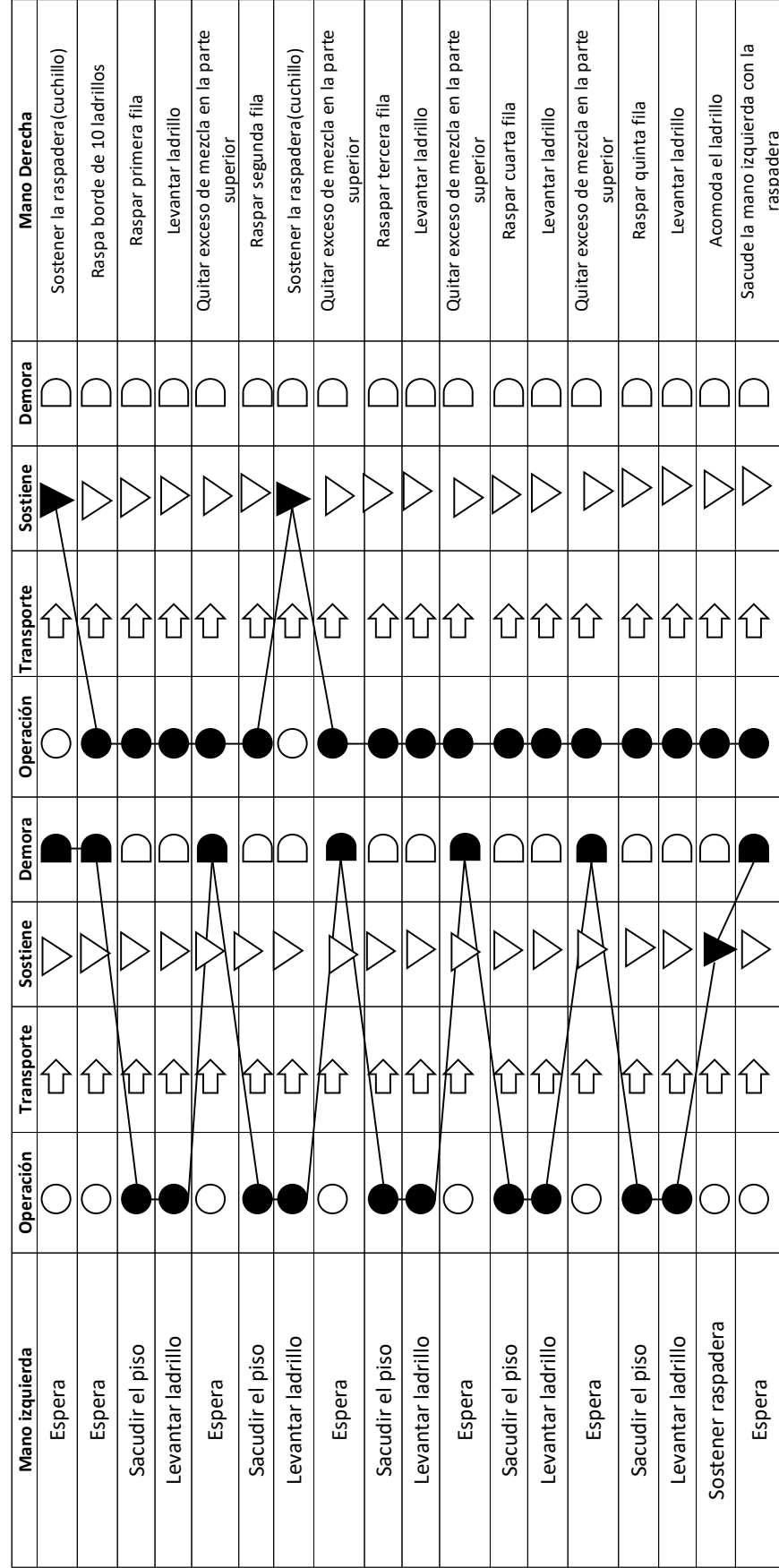


Ilustración 39 Diagrama bimanual del raspado de ladrillo

DIAGRAMA DEL AREA DE TRABAJO						
RESUMEN	PRESENTE		PROPUESTO		DEPENDENCIA	
	MI	MD	MI	MD	MI	MD
Simbolo de Actividad						
Operación	15	15				
Transporte	5	5				
Sostiene	5	5				
Demoras	5	5				
Inspección	5	5				

Operación:	ATRINCHERADO
Metodo : Actual	Fecha: 6/Noviembre/2021
Operador: Rigoberto Vazquez	
Hecho por: Daniela Martínez y America Ramirez	

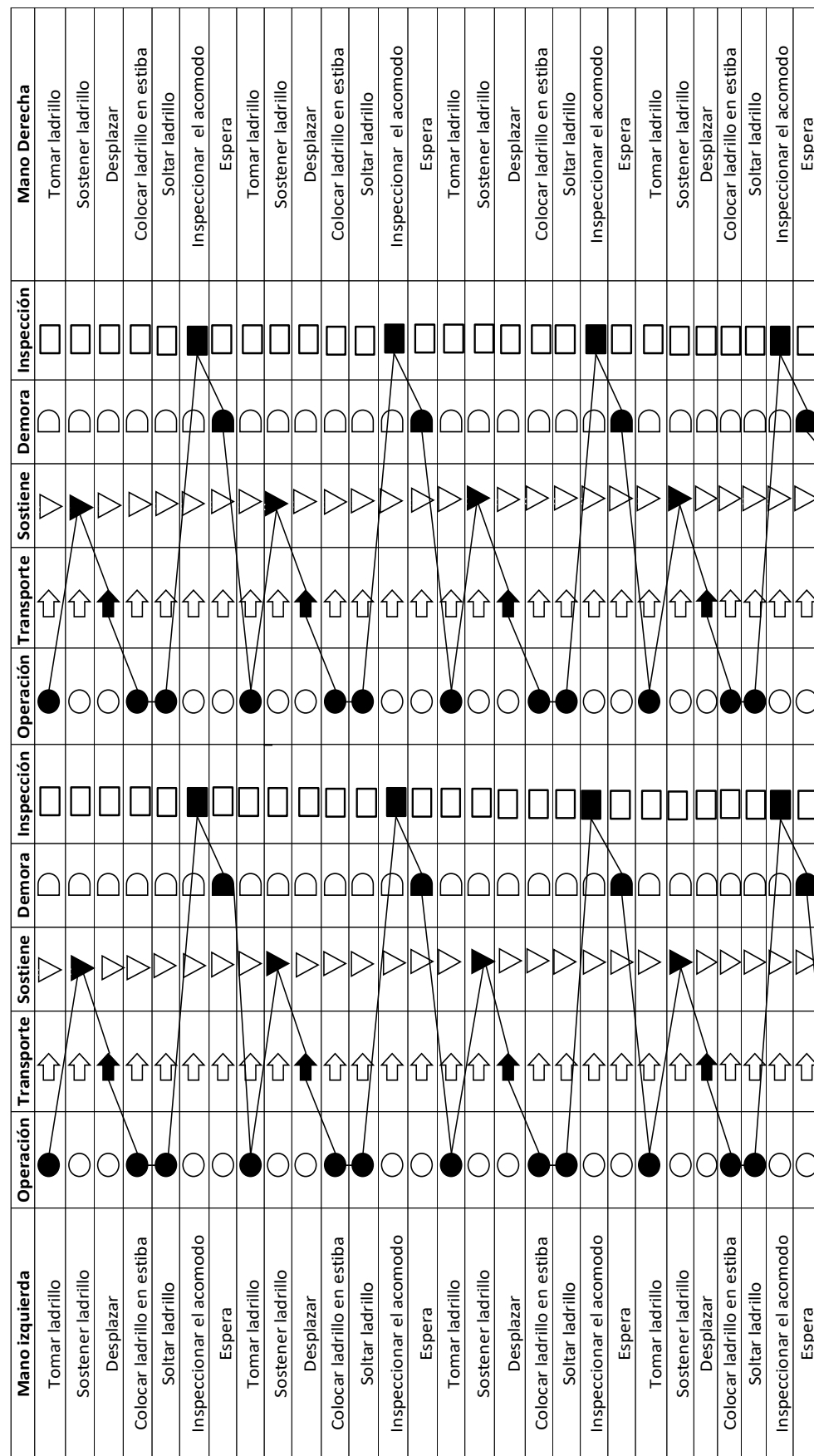


Ilustración 40 Diagrama bimanual del atrinchado de ladrillo

DIAGRAMA DEL ÁREA DE TRABAJO

RESUMEN	PRESENTE		PROPUESTO		DEPENDENCIA	
	MI	MD	MI	MD	MI	MD
Simbolo de Actividad						
Operación	2	2				
Transporte	1	1				
Sostiene	1	1				
Demoras	0	0				
Distancia						



Operación: Transporte para la carga	
Metodo : Actual	Fecha:20/11/2021
Operador: Rigoberto Vazquez	
Hecho por: Daniela Martinez y America Ramirez	

Mano izquierda	Operación	Transporte	Sostiene	Demora	Operación	Transporte	Sostiene	Demora	Mano Derecha
Tomar carretilla	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Tomar carretilla
Sostener carretilla	○	↑	▲	D	○	↑	▲	D	Sostener carretilla
Desplazar	○	↑	▽	D	○	↑	▽	D	Desplazar
Soltar en el piso	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Soltar en el piso

Ilustración 41 Diagrama bimanual (Transporte de la carga)

DIAGRAMA DEL ÁREA DE TRABAJO

RESUMEN	PRESENTE			PROPUESTO			DEPENDENCIA		
Simbolo de Actividad	MI	MD		MI	MD		MI	MD	
Operación		10			10				
Transporte		0			0				
Sostiene		5			5				
Demoras		5			5				
Distancia									



Operación: Carga del ladrillos	
Metodo : Actual	Fecha:16/11/2021
Operador: Rigoberto Vazquez	
Hecho por: Daniela Martínez y América Ramírez	

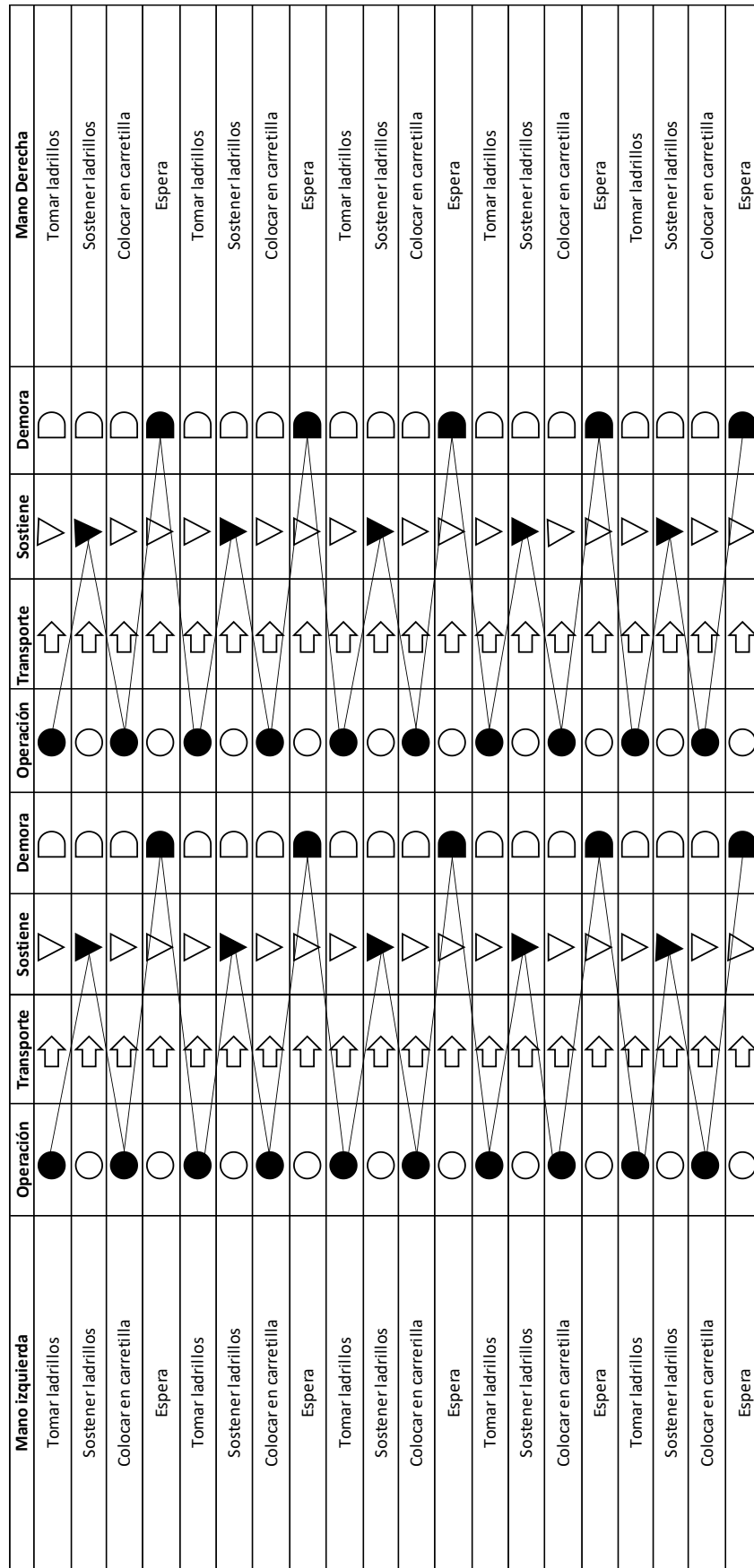


Ilustración 42 Diagrama bimanual de la carga al homo

DIAGRAMA DEL ÁREA DE TRABAJO

RESUMEN	PRESENTE		PROPUESTO		DEPENDENCIA	
Símbolo de Actividad	MI	MD	MI	MD	MI	MD
Operación	2	2				
Transporte	1	1				
Sostiene	1	1				
Demoras	1	1				
Distancia						



Operación: Transporte para la descarga	
Metodo : Actual	Fecha:16/11/2021
Operador: Rigoberto Vazquez	
Hecho por: Daniela Martinez y América Ramirez	

Mano izquierda	Operación	Transporte	Sostiene	Demora	Operación	Transporte	Sostiene	Demora	Mano Derecha
Tomar carretilla	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Tomar carretilla
Sostener carretilla	○	↑	▲	D	○	↑	▲	D	Sostener carretilla
Desplazar	○	→	▽	D	○	→	▽	D	Desplazar
Soltar en el piso	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Soltar en el piso
Espera	○	↑	▽	D	○	↑	▽	D	Espera

Ilustración 43 Diagrama bimanual del transporte para la descarga del ladrillo

DIAGRAMA DEL ÁREA DE TRABAJO

RESUMEN	PRESENTE		PROPUESTO			DEPENDENCIA	
Símbolo de Actividad	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MD
Operación		10		10			
Transporte		5		5			
Sostiene		5		5			
Demoras		5		5			
Distancia							



Operación: Descarga del ladrillo	
Método : Actual	Fecha: 20/11/2021
Operador: Rigoberto Vazquez	
Hecho por: Daniela Martínez y América Ramirez	

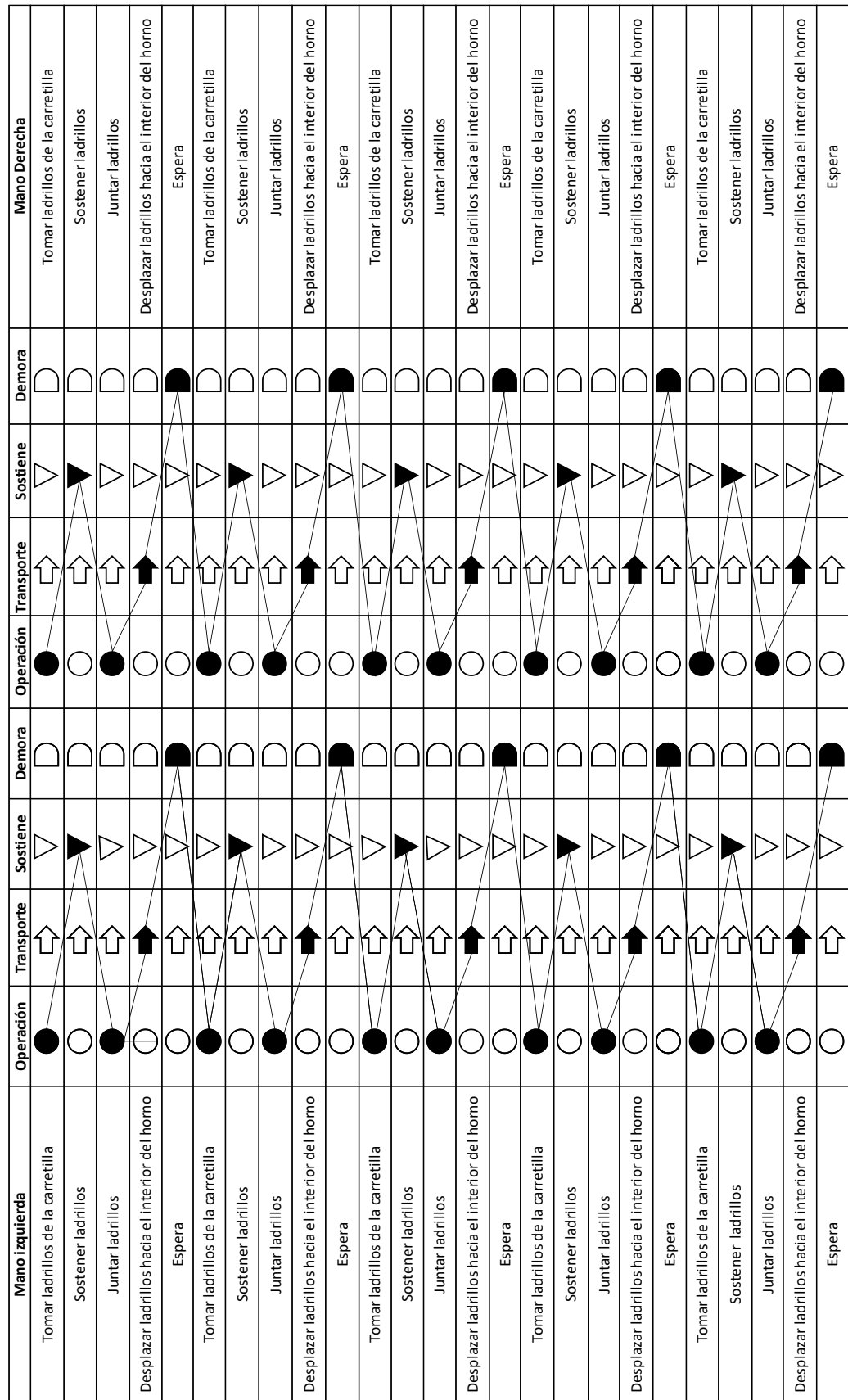


Ilustración 44 Diagrama bimanual de la descarga de ladrillo

DIAGRAMA DEL ÁREA DE TRABAJO									
RESUMEN		PRESENTE		PROPUESTO		DEPENDENCIA			
Símbolo de Actividad		MI	MD	MI	MD	MI	MD		
Operación		2	2						
Transporte		1	1						
Sostiene		1	1						
Demoras		1	1						
Distancia									



Operación: Descarga del horno al camión (PARTE INTERIOR)	
Metodo : Actual	Fecha: 27-04.2022
Operador: Rigoberto Vazquez	
Hecho por: Daniela Martinez y America Ramirez	

Mano izquierda	Operación	Transporte	Sostiene	Demora	Operación	Transporte	Sostiene	Demora	Mano Derecha
Tomar ladrillos	●	↑	▽	D	●	↑	▽	D	Tomar ladrillos
Junta ladrillos	●	↑	▽	D	○	↑	▽	D	Junta ladrillos
Sostiene ladrillos	○	↑	▲	D	○	↑	▲	D	Sostiene ladrillos
Desplaza ladrillos a trabajador superior	○	↑	▽	D	○	↑	▽	D	Desplaza ladrillos a trabajador superior
Espera	○	↑	▽	D	○	↑	▽	D	Espera

Ilustración 45 Diagrama bimanual de la descarga al camión (Interior)

4.4. ANÁLISIS MÉTODO OWAS

Mientras se desarrollaba el estudio de movimientos, el análisis era enfocado totalmente a las manos del trabajador, sin embargo, se identificó que las posturas que adoptaba él mismo trabajador al realizar las actividades no eran las más adecuadas y aun que los resultados eran lógicos, se decidió evaluar cada actividad mediante un análisis ergonómico confirmando así el riesgo del trabajador y los resultados ya esperados y obtenidos mediante la observación.

Las actividades a evaluar con dicho método son actividades con cargas menores, por ejemplo:

- Transporte del tendido
- Raspado
- Atrincherado
- Carga del ladrillo crudo
- Descarga del ladrillo crudo
- Carga del ladrillo cocido
- Descarga del ladrillo cocido

Transporte del tendido

Tabla 32. Asignación del código postura del transporte del tendido

Asignación de códigos en postura de atrincherado			
	Postura	Código	Posición
	Posición de la espalda	Espalda derecha: El eje del tronco del trabajador está alineado con el eje caderas-piernas.	1
	Posición de los brazos	Los brazos bajos: Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros	1
	Posición de las piernas	Andando: El trabajador camina.	7
	Carga o fuerza	Entre 10 y 20 kg	2

Fuente: Elaboración propia

Fecha de elaboración:21/Abril/2022

Tabla 33. Categoría de riesgos por códigos del transporte del tendido.

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

Fuente: Diego-Mas, J. A. (2015)

RASPADO

Tabla 34. Asignación del código de postura del raspado del ladrillo.

Asignación de códigos en postura de raspado			
	Postura	Posición	Código
	Posición de la espalda	Espalda doblada: Puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores de 20° (Mattila et al., 1999)	2
	Posición de los brazos	Los brazos bajos: Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros.	1
	Posición de las piernas	De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas: Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.	4
	Carga o fuerza	Menos de 10 kg	1

Fuente: Elaboración propia

Fecha de elaboración:21/Abril/2022

Tabla 35. Categoría de riesgos por códigos del raspado.

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

Fuente: (Diego-Mas, 2015)

ATRINCHERADO

Tabla 36. Asignación del código postura del atrincherado del ladrillo.

Asignación de códigos en postura de atrincherado			
	Postura	Código	Posición
	Posición de la espalda	Espalda doblada con giro: Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea	4
	Posición de los brazos	Los brazos bajos: Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros	1
	Posición de las piernas	De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado. Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999).Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.	5
	Carga o fuerza	Menos de 10 kg	1

Fuente: Elaboración propia

Fecha de elaboración:21/Abril/2022

Tabla 37. Categoría de riesgos por códigos del atrincherado.

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

Fuente: Diego-Mas, J. A. (2015)

CARGA DEL LADRILLO

Tabla 38. Asignación del código de postura de la carga del ladrillo

Asignación de códigos en Carga de ladrillo			
	Postura	Código	Posición
	Posición de la espalda	Espalda doblada con giro: Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea	4
	Posición de los brazos	Los dos brazos bajos: Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros	1
	Posición de las piernas	De pie con las dos piernas rectas: Las dos piernas rectas y con el peso equilibrado entre ambas	2
	Carga o fuerza	Menos de 10 kg	1

Fuente: Elaboración propia
Fecha de elaboración: 21/Abril/2022

Tabla 39. Categoría de riesgos por códigos de la carga al horno.

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

Fuente: Diego-Mas, J. A. (2015)

DESCARGA DEL LADRILLO

Tabla 40. Asignación del código de postura de la descarga del ladrillo

Asignación de códigos en postura de Descarga de ladrillo			
	Postura	Código	Posición
	Posición de la espalda	Espalda con giro: Existe torsión del tronco o inclinación lateral superior a 20°.	3
	Posición de los brazos	Los dos brazos bajos: Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros	1
	Posición de las piernas	De pie con las dos piernas rectas: Las dos piernas rectas y con el peso equilibrado entre ambas	2
	Carga o fuerza	Menos de 10 kg	1

Fuente: Elaboración propia

Fecha de elaboración:21/Abril/2022

Tabla 41. Categoría de riesgos por códigos de la descarga al horno.

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

Fuente: Diego-Mas, J. A. (2015)

CARGA DEL LADRILLO PARTE INTERIOR

Tabla 42. Asignación del código de postura de la descarga al camión (interior).

Asignación de códigos en postura de Descarga de ladrillo al camión			
	Postura	Código	Posición
	Posición de la espalda	Espalda doblada: Puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores de 20° (Mattila et al., 1999)	2
	Posición de los brazos	Los dos brazos bajos: Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros	1
	Posición de las piernas	De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas: Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.	4
	Carga o fuerza	Entre 10 y 20 kg	2

Fuente: Elaboración propia

Fecha de elaboración: 21/Abril/2022

Tabla 43. Categoría de riesgos por códigos de la descarga al camión (inter)

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

Fuente: Diego-Mas, J. A. (2015)

DESCARGA DEL LADRILLO PARTE EXTERIOR

Tabla 44. Asignación del código de postura de la descarga al camión (exterior).

Asignación de códigos en postura de Descarga de ladrillo al camión			
	Postura	Código	Posición
	Posición de la espalda	Espalda derecha: El eje del tronco del trabajador se alinea con el eje caderas-piernas.	1
	Posición de los brazos	Los dos brazos elevados: Ambos brazos (o parte de los brazos) del trabajador están situados por encima del nivel de los hombros.	3
	Posición de las piernas	De pie con las dos piernas rectas: Las dos piernas rectas y con el peso equilibrado entre ambas	2
	Carga o fuerza	Entre 10 y 20 kg	2

Fuente: Elaboración propia

Fecha de elaboración: 21/Abril/2022

Tabla 45. Categoría de riesgos por códigos de la descarga al camión (exterior).

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

Fuente: Diego-Mas, J. A. (2015)

A continuación, se aprecian los resultados de los códigos arrojados en cada una de las etapas evaluadas con este presente método donde los resultados son los siguientes:

Tabla 46. Resultados de la asignación de códigos.

RESULTADOS DE LA ASIGNACIÓN DE CODIGOS	
Tabla 33. Categoría de riesgos por códigos del transporte del tendido	1
Tabla 35. Categoría de riesgos por códigos de postura del raspado.	3
Tabla 37. Categoría de riesgos por códigos de postura del atrincherado.	4
Tabla 39. Categoría de riesgos por códigos de la carga del horno.	2
Tabla 41. Categoría de riesgos por códigos de la descarga del horno.	1
Tabla 43. Categoría de riesgos por códigos de postura de la carga del camión (interior)	3
Tabla 45. Categoría de riesgos por códigos de postura de la carga del camión (exterior)	1

Fuente: Elaboración propia

Fecha de Elaboración:15/Julio/2022

Una vez que se tiene el código interceptado se corrobora con la ilustración siguiente para conocer la categoría de riesgo y las acciones correctivas que se deben realizar.

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.

Ilustración 47. Categorías de riesgo y acciones correctivas. Fuente: Diego-Mas, J. A. (2015)

Ya aplicado el método en las diferentes actividades que conforman el proceso de producción de ladrillo, se puede concluir que la postura del raspado tiene efectos dañinos sobre el musculo esquelético por lo que se requiere acciones correctivas lo más pronto posible ya que esta se ejecuta en la misma posición cantidad de veces requeridas al igual que la carga del camión en la parte interior.

El atrincherado tiene una carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema musculo esqueléticos por lo que sus acciones correctivas son de inmediato.

La carga horno tiene una postura con posibilidad de causar daño al sistema musculo esquelético por lo que se requiere acciones correctivas en un futuro lejano.

La descarga al horno y la carga del camión parte (exterior) su postura es normal y natural sin efectos dañinos en el sistema musculo esquelético y no requiere acción, sin embargo, cabe mencionar que existe un peso de por medio en la descarga al horno un peso de 7.26 ya que carga 2 ladrillos y la descarga del camión carga aproximadamente 6 ladrillos ya cocidos por lo que es un peso de 17.79, por lo que existe un impacto en el trabajador a largo plazo ya que esta actividad es constante. Por lo tanto, se pueden realizar mejoras para que el impacto al trabajador sea menor.

4.5. ANÁLISIS MÉTODO NIOSH

Las actividades que se describen a continuación no fueron evaluadas con el método OWAS debido a que esta técnica solo permite la valoración de las cargas físicas menores derivadas de las posturas adoptadas del trabajador. Por otro lado, el método NIOSH evalúa cargas excesivas o superiores a los 23 kg., al ya estar familiarizadas con el proceso, fue sencillo identificar aquellas actividades donde el límite de peso era superior a lo establecido y de esta manera se concluyó que las actividades que se desarrollaran mediante la aplicación de la ecuación de Niosh son:

- El transporte de agua al lugar donde se está realizando el lodo.
- La carga de caretila con ladrillo crudo para llevar a quemarlo.
- La carga de la leña en caretila para atizar el horno cuando está prendido.

Se eligió el proceso de transportar el agua en botes de 19 litros porque, aunque el peso de carga es menor al recomendado para un levantamiento sin sufrir daños, la posición adoptada por el trabajador es inadecuada, el impacto a largo plazo de ejecutar esta actividad se vería directamente o principalmente en la espalda baja de la persona

quién realice esta actividad, se recopiló la información necesaria, así como se muestra en la ilustración 46 y se realizaron los cálculos como a continuación se desarrollan:



Ilustración 48. Carga de agua. Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Cálculo de factores para carga de agua.

FACTOR	VARIABLE	VARIABLE	FÓRMULA	SUSTITUCIÓN	RESULTADO
Horizontal	HM	H=58 cm	$HM=25/H$	25/58	0.431
Vertical	VM	V= 50 cm	$VM = (1 - 0.003 V - 75)$	$(1 - 0.003 50-75)$	0.925
Desplaz. Vertical	DM	$V_1= 0$ $V_2=50$ cm	$DM = 0.82 + (4.5 / D)$	$0.82 + (4.5 / 50)$	0.91
Asimetría	AM	A= 90°	$AM = 1 - (0.0032 * A)$	$1 - (0.0032 * 90)$	0.712
DATOS					
Frecuencia	FM	1. Numero de levantamientos/minuto: 2 2. Duración del trabajo: Corta 3. Posición vertical de la carga: V<75			0.91
Agarre	CM	1. Tipo de agarre: Bueno			1.00

		2. Posición vertical de la carga: V<75			
Constante de Carga	LC	19 kg.	Peso de contenedor	265 gramos	19.265kg.

Fuente: Elaboración propia

Fecha de elaboración:14/Julio/2022

Al aplicar la ecuación de Niosh:

$$RWL = 19.265 * 0.431 * 0.925 * 0.91 * 0.712 * 0.91 * 1.00 = 4.528$$

Para encontrar el Índice de Levantamiento (LI):

$$LI = \text{Peso de la carga levantada} / RWL$$

$$LI = \frac{19.265}{4.528} = 4.25$$

El índice de levantamiento obtenido **es mayor a 3**, lo que revela que la tarea ocasionara problemas a la mayor parte de los trabajadores, por lo tanto, es necesario modificarla. Cabe mencionar que el peso máximo recomendado para el 90% de los hombres es de 23 kilos sin que sufra daño y en el análisis de dicha actividad se puede observar que con tan solo 19.265 kg., cantidad que está por debajo del límite establecido, es necesario realizar modificaciones de manera urgente en la tarea. Es importante mencionar que para que la mezcla quede con la consistencia adecuada al trabajador utiliza alrededor de 16 botes de agua entonces se ejecuta esta actividad 16 veces en el transcurso de 2 horas.

Ahora bien, para la carga de caretila tanto con ladrillo crudo como con leña, se identificó que la constante de carga (LC) se obtendría de manera distinta debido a que la caretila no se levanta tal cual como un bote con agua y en este caso se establece un punto de apoyo, la llanta de la caretila, donde al mismo tiempo se ejerce una fuerza del lado contrario a la llanta y de esta manera es posible levantar cargas muy grandes distribuyendo el peso de la carga entre la rueda y el trabajador. En otras palabras, fue necesario aplicar la ley de la palanca para obtener la constante de carga y el procedimiento a seguir fue el siguiente:

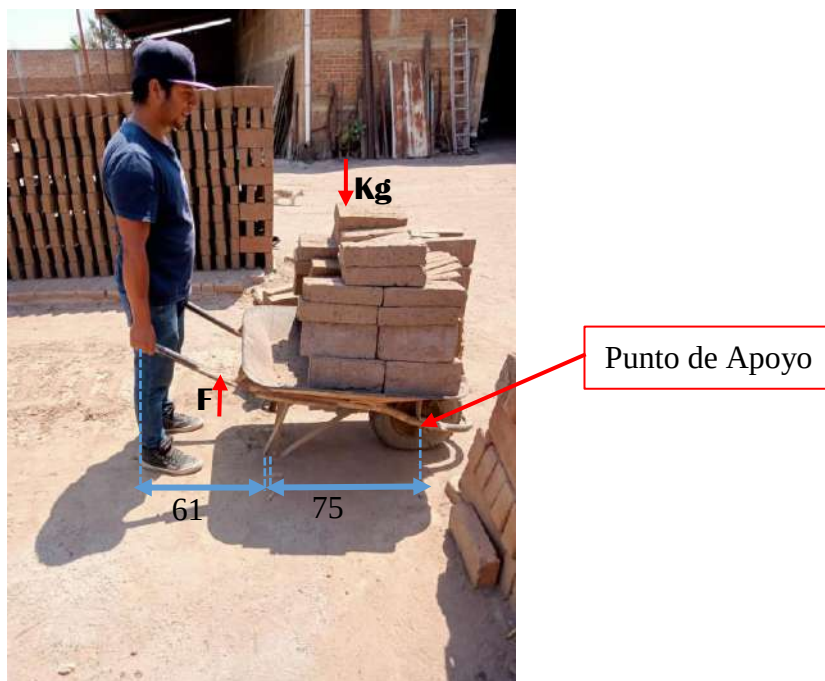


Ilustración 49. Medidas de la carretilla. Fuente: Elaboración propia

La ley de la palanca establece que una palanca estará en equilibrio cuando el producto de la fuerza actuante ***F***, por su distancia al punto de apoyo ***f***, es igual al producto de la fuerza de resistencia ***R***, por su distancia ***r*** al punto de apoyo. Expresado en forma matemática:

$$F * f = R * r$$

Con dicha expresión y la información obtenida en la **ilustración 48**, podremos encontrar cual es la fuerza que se ejerce para levantar la carretilla con 64 ladrillos crudos, cabe mencionar que esta cantidad es de una carga normal y se repite esta actividad hasta que el horno se encuentra en su capacidad máxima con un total de 25,000 ladrillos.

Como datos adicionales sabemos que un ladrillo crudo pesa 3.630 kg y el peso aproximado de una carretilla vacía es igual a 20 kg.

Entonces se desea saber el valor de (***F***) la fuerza actuante y de acuerdo con la información recopilada encontramos que el brazo de resistencia o la distancia del punto de apoyo (***f***) es igual a la distancia desde el punto de apoyo hasta donde el trabajador ejerce la fuerza para levantar la carga, en otras palabras, ***f* = 136 cm**. La

resistencia (**R**) equivale a la cantidad en kilos levantados, pero para la aplicación de la expresión matemática se necesita convertir esta cantidad a Netwons, es decir:

$$1 \text{ ladrillo crudo} = 3.630 \text{ kg.}$$

$$64 \text{ ladrillos crudos} = x$$

$$X = 232.32 \text{ kg.} + 20 \text{ kg de la carretilla} = \mathbf{252.32 \text{ kg.}}$$

$$1 \text{ kg.} = 9.8 \text{ N}$$

$$252.32 \text{ kg.} = x$$

$$\mathbf{X = 2,472.73 \text{ N, por lo tanto, } R = 2,472.73 \text{ N}}$$

Y finalmente, el brazo de resistencia (**r**) que es igual a la distancia que parte del punto de apoyo hasta el soporte vertical de la carretilla, **r=75 cm**. Al sustituir los datos en la expresión, tenemos:

$$\mathbf{F * (1.36m) = (2,472.73N) * (0.75m)}$$

$$\mathbf{F = (2,472.73N) * (0.75m) / (1.36m)}$$

$$\mathbf{F = 1,363.637 \text{ N}}$$

El trabajador transporta en total 252.32 kg., pero debido a la palanca ejercida al levantar la carretilla se alcanza solamente un peso total de **139.004 kg.**, cantidad que se tomará para la constante de carga (LC) en la ecuación de Niosh.

Cabe resaltar que este mismo procedimiento se repite para la carga de leña, solamente se modificaría la resistencia donde se tiene que una carga normal aproximada de leña consta de 58 kg., más los 20 kg., extra de la carretilla vacía. Por lo tanto, la constante de carga para la carga de leña es igual a **42.97 kg**.

Continuando con la aplicación de la ecuación de Niosh para el ladrillo crudo, se tiene la siguiente información:



Ilustración 50. Carga de ladrillo crudo. Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla muestra el concentrado del resto de la información requerida para la aplicación del método en cuestión:

Tabla 48. Cálculo de factores de carga para el ladrillo crudo

FACTOR	VARIABLE	FÓRMULA	SUSTITUCIÓN	RESULTADO
Horizontal	HM	H=87 cm	$HM=25/H$	$25/87$
Vertical	VM	V= 69 cm	$VM = (1 - 0.003 V - 75)$	$(1 - 0.003 69-75)$
Desplaz. Vertical	DM	V ₁ = 47cm V ₂ =69 cm	$DM = 0.82 + (4.5 / D)$	$0.82 + (4.5 / 22)$
Asimetría	AM	A= 90°	$AM = 1 - (0.0032 * A)$	$1 - (0.0032 * 90)$
DATOS				
Frecuencia	FM	1. Numero levantamientos/minuto: <0.2 2. Duración del trabajo: Larga 3. Posición vertical de la carga: V<75		0.85

Agarre	CM	1. Tipo de agarre: Bueno 2. Posición vertical de la carga: V<75			1.00
Constante de Carga	LC	232.32 kg.	Peso de contenedor	20 kg.	252.32 kg.
				Ley de la Palanca	139.004 kg.

Fuente: Elaboración Propia
Fecha de Elaboración:14/Julio/2022

Al aplicar la ecuación de Niosh:

$$RWL = 139.004 * 0.287 * 0.982 * 1.024 * 0.712 * 0.85 * 1.00 = 24.278$$

Para encontrar el Índice de Levantamiento (LI):

$$LI = \text{Peso de la carga levantada} / RWL$$

$$LI = \frac{139.004}{24.278} = 5.72$$

El índice de levantamiento obtenido **es mayor a 3**, lo que revela que la tarea ocasionara problemas a la mayor parte de los trabajadores, por lo tanto, es necesario modificarla. El resultado obtenido era de esperarse debido a que la carga levantada de 139.004 kg., se encuentra muy por encima del peso máximo recomendado, el trabajador carga seis veces más los 23 kilos establecidos como una carga sin daños.

Para la carga de leña, se muestran en las siguientes ilustraciones la posición adoptada por el trabajador y posteriormente en la tabla el concentrado de los datos necesarios para la evaluación de la actividad mediante la ecuación de Niosh:

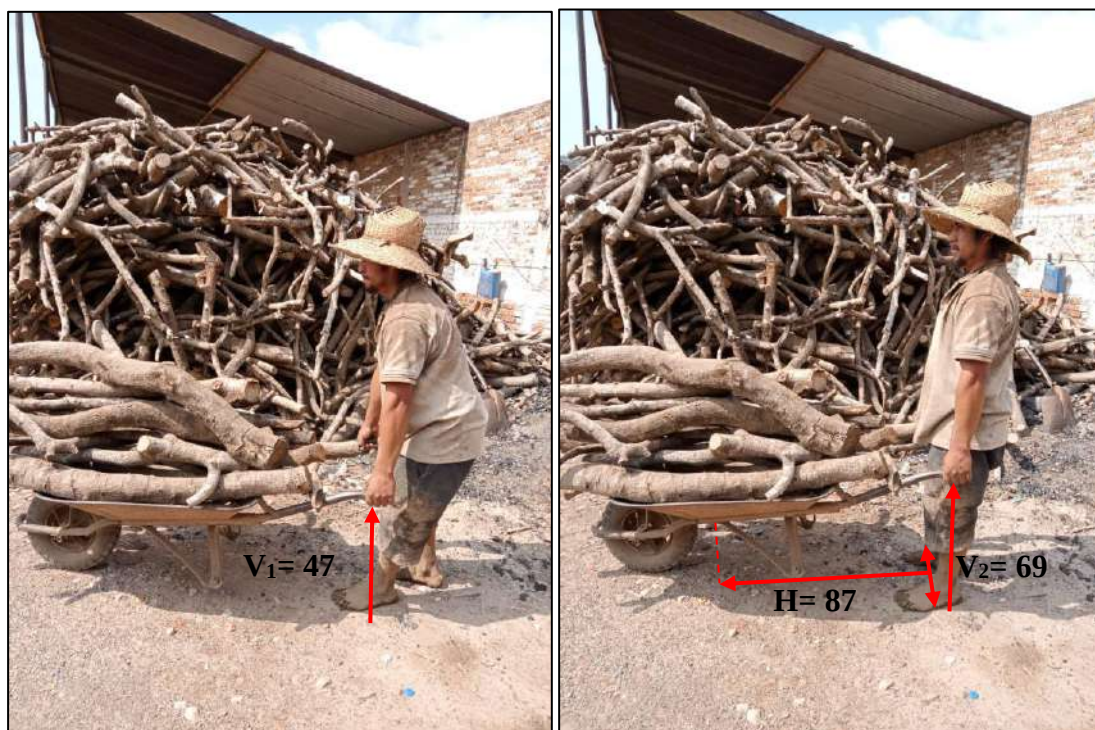


Ilustración 51. Carga de leña. Fuente: Elaboración propia

Tabla 49. Cálculo de factores de carga para el ladrillo crudo.

FACTOR		VARIABLE	FÓRMULA	SUSTITUCIÓN	RESULTADO
Horizontal	HM	H=87 cm	$HM=25/H$	25/87	0.287
Vertical	VM	V= 69 cm	$VM = (1 - 0.003 V - 75)$	$(1 - 0.003 69-75)$	0.982
Desplaz. Vertical	DM	V ₁ = 47cm V ₂ =69 cm	$DM = 0.82 + (4.5 / D)$	$0.82 + (4.5 / 22)$	1.024
Asimetría	AM	A= 90°	$AM = 1 - (0.0032 * A)$	$1 - (0.0032 * 90)$	0.712
DATOS					
Frecuencia	FM	1. Numero levantamientos/minuto: <0.2 2. Duración del trabajo: Larga 3. Posición vertical de la carga: V<75			0.85
Agarre	CM	1. Tipo de agarre: Bueno 2. Posición vertical de la carga: V<75			1.00

Constante de Carga	LC	58 kg.	Peso de contenedor	20 kg.	78 kg.
				Ley de la Palanca	42.97 kg.

Fuente: Elaboración Propia
Fecha de Elaboración: 14/Julio/2022

Al aplicar la ecuación de Niosh:

$$RWL = 42.97 * 0.287 * 0.982 * 1.024 * 0.712 * 0.85 * 1.00 = 7.505$$

Para encontrar el Índice de Levantamiento (LI):

$$LI = \text{Peso de la carga levantada} / RWL$$

$$LI = \frac{42.97}{7.505} = 5.72$$

El índice de levantamiento obtenido es **mayor a 3**, lo que revela que la tarea ocasionara problemas a la mayor parte de los trabajadores, por lo tanto, es necesario modificarla.

Es importante resaltar que durante el proceso de quema que va desde las 7 a 10 horas, es necesario estar atizando el horno de manera constante por lo que el trabajador repite esta actividad alrededor de 60 a 70 veces, es decir, transporta aproximadamente esos 42.97 kilos 70 veces.

Después de haber aplicado el método en estas tres actividades que se encuentran dentro del proceso de elaboración de ladrillo, se puede concluir que los niveles obtenidos de 4.25 unidades para la carga de agua y 5.72 para la carga de caretila en ambos casos, son resultados inaceptables desde el punto de vista ergonómico pues el cuerpo del trabajador está expuesto a levantar cargas donde muchas de las veces dichos levantamientos no son ejecutados de manera correcta y en situaciones como la carga de agua para la realización del lodo no existe el uso de zapatos que de alguna manera amortigüen el peso cargado en las rodillas, realizan esta actividad descalzos. Entonces, el impacto a corto o largo plazo es directamente en todo el sistema musculo

esquelético del trabajador, el sistema musculo esquelético es un sistema del cuerpo humano que nos proporciona movimiento, estabilidad, forma y soporte.

Por lo tanto, al obtener estos resultados es recomendable realizar modificaciones en las tareas para que las articulaciones del cuerpo no reciban el impacto directamente y la salud del trabajador no se vea tan afectada.

4.6. INDICADOR DE EFICIENCIA

El patio estudiado se muestra en la siguiente ilustración donde el área de trabajo A cuenta con una capacidad de 870 ladrillos y el área de trabajo B tiene capacidad para hasta 1,250 ladrillos. Entonces el patio estudiado tiene espacio suficiente para tender una cantidad de 2,120 ladrillos. Considerando que Rigoberto Vázquez, con 8 años de experiencia realiza mezcla para tender 500 ladrillos en un día podemos obtener el porcentaje de eficiencia sustituyendo los valores en la fórmula planteada.



Ilustración 52. Capacidad de ladrillos en layout.

Durante el proceso de estudio y análisis se pudo identificar que Rigoberto Vázquez desempeña con normalidad sus actividades en el área de trabajo A, por lo tanto:

$$\text{Porcentaje de eficiencia} = (500 / 870) \times 100$$

$$\text{Porcentaje de eficiencia} = 57.47\%$$

También fue posible conocer que el patio estudiado lo comparte habitualmente con otro compañero, el señor Lencho, pero esto no es siempre ya que el ritmo de trabajo de esta persona es mucho menor al de Rigoberto, entonces su espacio disponible para realizar sus actividades son ambas áreas de trabajo, A y B, así que el porcentaje de eficiencia de acuerdo al espacio disponible total es:

$$\text{Porcentaje de eficiencia} = (500 / 2,120) \times 100$$

$$\text{Porcentaje de eficiencia} = 23.58\%$$

Tabla 50. Eficiencia de la productividad laboral.

Eficiencia en la productividad	Rango en porcentaje
Muy baja	10 % a 40 %
Baja	41 % a 60 %
Promedio o normal	61 % a 80 %
Muy buena	81 % a 90 %
Excelente	91 % a 100 %

Fuente: Estimators Piping Man-hour. (1999)

Finalmente, y tomando en consideración la tabla 50. Eficiencia de la productividad laboral, la cual estima la eficiencia según el rango del porcentaje. Se puede concluir que Rigoberto Vázquez trabaja con una eficiencia baja en su área de trabajo, por otro lado, considerado todo el espacio de trabajo y la cantidad producida se puede concluir que el mismo operador tiene una eficiencia muy baja lo que nos lleva a entender porque los lapsos de quema de ladrillo son tan prolongados.

4.7. PROPUESTAS DE MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLO

- **Implementación de un SLP para la reubicación de Materia Prima:**

El operador en la ubicación actual realiza lo descrito en la siguiente tabla la cual contiene el tiempo y las distancias que están establecidas en cuanto a la ida y vuelta de la recopilación de M.P., generando un total de 379 metros recorridos y un tiempo de 11.5 minutos que se puede reducir en gran medida.

Tabla 51. Resultados de tiempos ante la propuesta de mejora.

Actividad	Tiempo Actual	Distancia Recorrida
Ir y regresar por el estiércol	2 min.	87 m.
Ir y regresar por la paja	4 min	138 m.
Ir y regresar por el aserrín	2 min.	62m.
Ir y regresar por M.P. faltante	2 min.	62m.
Ir y regresar por ceniza	1.5 min.	30 m.

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de Elaboración:01-Diciembre-2021

Mediante la implementación del SLP para la reubicación de Materia Prima se pretende que la distribución quede como la ilustración 52. En la ilustración 51, se muestra la distribución de insumos actualmente ubicados, la propuesta es que se coloque todo en donde se encuentra actualmente la ceniza aprovechando que el lugar este techado y las condiciones climáticas no afectarían en nada a las propiedades de estos materiales, o en algún otro lugar que sea de fácil acceso para el personal y la distancia recorrida no se asemeje con el recorrido que actualmente siguen, en el layout propuesto se puede apreciar que si se reduciría tanto tiempo como distancia quedando en total 7.5 minutos y 150 metros recorridos solamente.

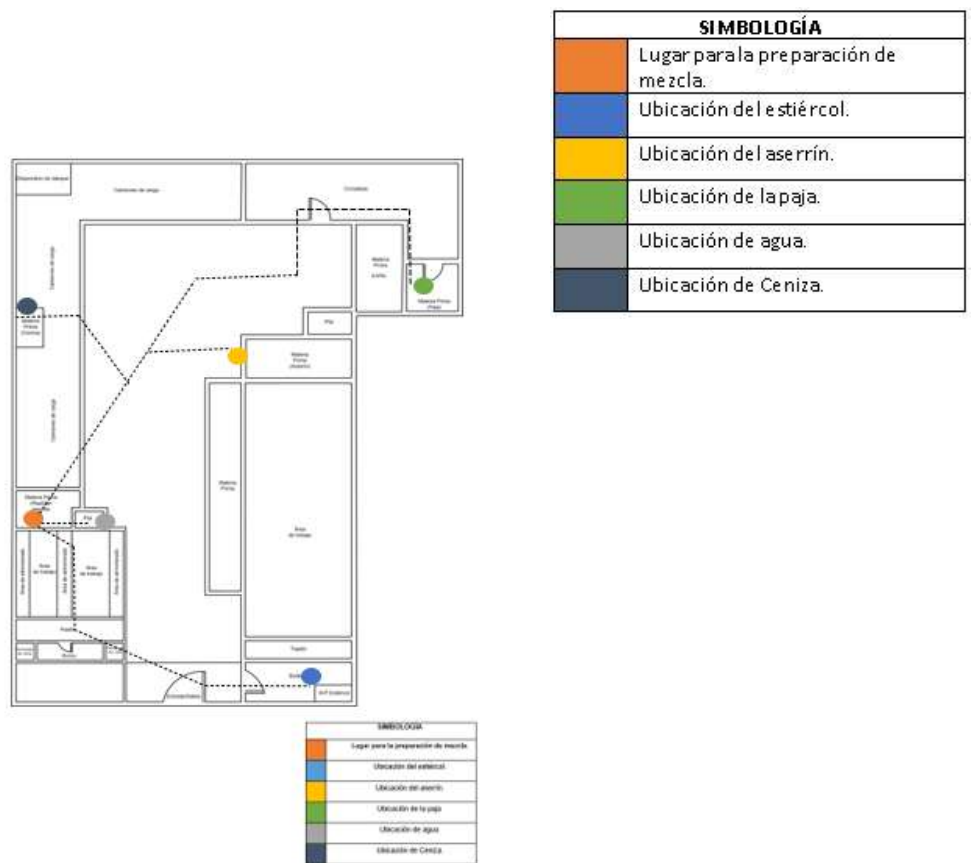


Ilustración 53. Layout actual.

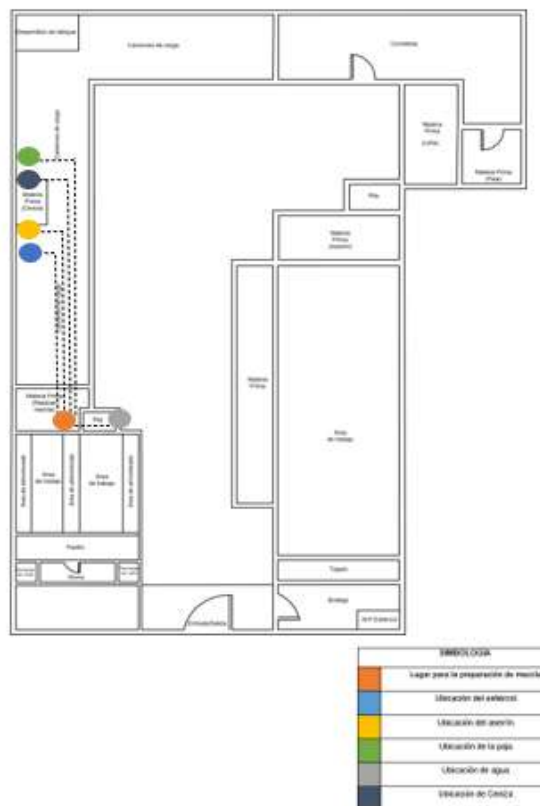


Ilustración 54. Layout Propuesto.

- **Brindar seguro médico a los trabajadores:**

Tras realizar el análisis se encontró que los trabajadores no cuentan con seguro médico, pero es importante resaltar y ser conscientes con respecto a que los trabajadores son uno de los pilares más importantes para poder producir y por ello deben contar con un estado de salud adecuado y al mismo tiempo laborar en condiciones adecuadas para que de esta manera aumente la producción, es por ello que al proponer esta mejora la idea es que cada uno de los trabajadores asistan a chequeos constantemente o en caso de que se presente algún accidente en algunas de las etapas con mayor riesgo ellos puedan asistir con facilidad y reducir los gastos de medicamentos necesarios, además de asegurar que la incapacidad genere el derecho al pago de un subsidio ya que el trabajador dentro de este sector no cuenta con un salario fijo, dependiendo de las actividades que realice es la remuneración que recibe, por ejemplo, si a la semana Rigoberto Vázquez elabora 1,000 ladrillos considerando desde elaborar la mezcla, tender el tabique, rasparlo y atrincherarlo su sueldo sería de \$800 pesos, ahora bien si desea participar en cargar el horno se le sumaría una cantidad de \$500 pesos sin importar la duración que esta actividad conlleve y a veces se demoran más de dos días en llenar a su capacidad máxima el horno, entonces su sueldo en una semana es equivalente a \$1,300. Es importante mencionar que todos los procesos son pagados por separado, pero en caso de que el trabajador sufra algún incidente donde sea necesario dejar de trabajar, él mismo tendría que solventar los gastos médicos e incapacitado, resultaría imposible.

- **Inversión en herramientas:**

Se propone equipar cada patio o área de trabajo con todas las herramientas necesarias y en buenas condiciones para que cada trabajador comience a laborar sin problemas, además, no se genere tiempo muerto al estar esperando que alguna herramienta este libre. Ya que en promedio se obtuvo que los trabajadores suman 5 minutos de tiempo muerto al proceso de elaboración de ladrillo.

Además de implementar contenedores en donde se coloquen todas estas herramientas y permanezcan de manera ordenada ya que actualmente no tienen un

lugar específico y en ocasiones el operador le asigna un lugar que posteriormente será ocupado para la ejecución de actividades o en casos extremos la ubicación de la herramienta puede generar accidentes.

Adicional a la inversión de herramientas, se propone instalar algún mecanismo en la pila de agua del patio que permita su extracción con mayor facilidad debido a las posturas adoptadas que son excesivamente inadecuadas y el peso levantado en repetidas ocasiones también. Rigoberto, mencionó que antes estas pilas contaban con bombas eléctricas, pero elevaban demasiado el costo del servicio de electricidad por lo que mejor optaron por quitarlas y dejar que el trabajador reciba directamente el impacto en su cuerpo.

- **Capacitación al personal:**

Se planea desarrollar esta actividad con el propósito de introducir las 5`s al horno y de esta forma cada estación de trabajo se encuentre en óptimas condiciones para la ejecución de actividades pues se obtuvo que el operador demora 8.45 minutos en despejar todo aquello que no es necesario del área. De esta manera también se designarían encargados para verificar que la implementación de la herramienta propuesta se cumpla.

- **Implementación de la NOM- 017- STPS - 2008. Equipo de protección personal:**

Como ya se mencionó, el proceso de producción de ladrillo es muy artesanal y puede parecer muy incómodo para el trabajador portar ese tipo de vestimenta, pero al menos si se recomendase el uso de fajas para evitar lesiones en la columna al trabajador al momento de cargar peso, lentes de seguridad, guantes tabiqueros y en etapas como lo es la carga de la leña hacer uso de zapato de seguridad. Al mismo tiempo, la capacitación aportaría en esta mejora ya que se verificaría o se les daría la obligación a los mismos operarios de portar el equipo de protección. A continuación, se aprecian unas tablas con el EPP recomendado, de igual manera se pueden apreciar algunos apartados importantes en cada una de las tablas como lo es el material del equipo, la

precaución del equipo, la parte del cuerpo que protege y por último el uso que se les debe dar.

Tabla 52. EPP (Bota de seguridad).

	BOTA DE SEGURIDAD
	La bota de seguridad evita que tus pies se lesionen o puedan estar expuestos a actividades peligrosas como lo son quemaduras, clavarse algún objeto, cortarse, entre algún otra
MATERIAL	
Suela: artificial, exterior: cuero y cierre: cordones.	
PRECAUCIÓN CON EL EQUIPO	
Cada trabajador debe contar con un par de zapatos de seguridad, el calzado debe ser de la medida exacta que calza el trabajador ya que no es recomendado que esta sea más grande debido a que la puntera del zapato no va a ejercer la protección que debería sobre los dedos en caso de un accidente, al ser utilizados los trabajadores deben traer calcetín y debe estar libre de humedad.	
PARTE DEL CUERPO QUE PROTEGE	
Dedos de los pies, pie y tobillo.	
USO	
Este EPP debe ser usado mientras recolectan la materia prima es decir en el primer parte de la mezcla así como en la carga de la leña que son las etapas en las que se visualizó que andan descalzos y realizan el trabajo más lento debido a que recorren varios metros, de igual manera existe un riesgo al cortarse el pie con algún vidrio en el transcurso o puede que se les caiga la leña y haya un riesgo mayor.	

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de elaboración: 18/Julio/2022

Tabla 53. EPP (Faja).

	FAJA
	La faja ejerce presión en el área de la cintura, lo que ayuda a ejercer una postura permitiendo que esta sea firme.
MATERIAL	
Elástica, flexible, ventilada, tirantes removibles y ajustables.	
PRECAUCIÓN CON EL EQUIPO	
Cada trabajador debe contar con al menos una faja, debe estar libre de agua mientras se la colocas al igual que el trabajador debe estar libre de sudor o alguna sustancia escurriendo, así mismo los pegoles deben estar libres de alguna pelusa para que esta se pueda ajustar correctamente. Cada uno de los trabajadores son los encargados de portar correctamente la faja ya que si esta no se ajusta bien no estará realizando su función correctamente.	
PARTE DEL CUERPO QUE PROTEGE	
Espalda (sistema musculo-esquelético) y suelo pélvico.	
USO	
Se recomienda ser utilizado durante toda la jornada laboral ya que cada una de las etapas se ejecutan en posiciones cansadas ya sea agachados o inclinados, además realizan cargas excesivas durante todo el proceso en cada una de etapas que conlleva el mismo.	

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de elaboración: 18/Julio/2022

Tabla 54. EPP (Guantes).

	GUANTES
	El guante de protección protege la mano contra una serie de riesgos. Este tipo de guante lo usan todas aquellas personas que usan block, vidrieras, concreto y tabique.
MATERIAL	
Látex, lona-carnaza.	
PRECAUCIÓN CON EL EQUIPO	
Cada uno de los trabajadores deben contar con un par de guantes así mismo tener de repuesto por cualquier cosa. Antes de colocarse los guantes debe lavarse y secarse correctamente las manos. Debe cubrir cualquier cortada o raspón que tenga en las manos con alguna venda o parche. Cuando vaya a colocarse los guantes debe verificar que los guantes se encuentren en buen estado así como limpios de cualquier sustancia o agua que puedan generar algún problema al ser utilizados.	
PARTE DEL CUERPO QUE PROTEGE	
Dedos, manos y muñecas	
USO	
Este EPP se recomienda más que nada ser utilizado en las cargas y descargas del ladrillo al horno para ser cocido así como para trasladarlo al camión de carga para ser llevado a la venta esto debido a que con el mismo peso de los ladrillos pueden lastimarse las manos, dedos o muñecas e incluso existen raspaduras por lo mismo.	

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de elaboración: 18/Julio/2022

Tabla 55. EPP (Gafas).

	GAFAS
	Son un tipo de anteojos protectores, que normalmente se usan para evitar la entrada de partículas pequeñas trozos de materiales e incluso polvo y agua.
MATERIAL	
Policarbonato (Termoplástico)	
PRECAUCIÓN CON EL EQUIPO	
Cada trabajador debe contar con unas gafas. Estas deben tener soportes correctos para que puedan sujetarse correctamente, así mismo deben estar libres de alguna sustancia tanto las gafas como el trabajador mientras se colocan y deben tener una buena vista sin que se vea opaco o borroso.	
PARTE DEL CUERPO QUE PROTEGE	
Parpados y ojos.	
FORMA DE USO	
EPP se recomienda ser utilizado en etapas donde el polvo de la misma M.P o el producto pueda llegar a caerles en los ojos, estudiando cada proceso sería imprescindible utilizar las gafas principalmente en la carga del horno y en la recolección de insumos.	

Fuente: Elaboración Propia

Fecha de elaboración: 18/Julio/2022

CAPITULO V. CONCLUSIÓN

Mediante la aplicación de las diversas metodologías desarrolladas en el presente trabajo fue posible llegar a la conclusión de que el proceso artesanal de ladrillo, es una actividad en la cual existen una serie de factores encargados de influir o retrasar el proceso de producción de ladrillo. El diagrama de medios y fines arroja que el clima es uno de los principales factores ya que es imposible laborar en épocas lluviosas y aunque los hornos no paran su producción, demoran más tiempo o en su defecto, esfuerzo para finalizar las actividades. En temporada de calor el proceso de secado de ladrillo es más rápido pero el tiempo afecta al trabajador pues es causante de un golpe de calor lo que ocasiona que el trabajador disminuya su ritmo de trabajo. Los diagramas de recorrido plasman el trayecto que recorre el trabajador y gracias a esto se encontró que una de las principales causas de los lapsos tan prolongados de quema, es la mala distribución de la materia prima, el trabajador recorre tan solo 138 metros para poder recopilar la paja y llevarla a su lugar de trabajo, sin mencionar las distancias de todos los demás insumos requeridos.

En cuanto al estudio de tiempos, se plasmaron los períodos estandarizados para la realización de una sola tabiquera, pero considerando que el trabajador Rigoberto produce una cantidad aproximada de 500 ladrillos se obtuvo que dura 80.007 minutos para abrir cajete, lo deja remojando medio día y requiere de 166.536 minutos para crear el lodo con la consistencia necesaria. Posteriormente, en tender el ladrillo tarda 270.6 minutos o 4.5 horas, por lo que existe una demora de medio día para dejarlo secar y comenzar a raspar donde la duración de la actividad es de 44.4 minutos enseguida se atrinchera el tabique en 28.65 minutos. A todo este tiempo es necesario agregar 5 minutos más mientras los trabajadores van y reúnen toda la herramienta necesaria para comenzar a trabajar y 8.45 minutos en despejar el patio de basura o cualquier otro objeto que no sea necesario para tender el ladrillo, además de 3 minutos que es el tiempo necesario para remojar la tabiquera y la mezcla no se quede adherida a la misma.

Continuando con el proceso, para cargar el ladrillo crudo, se lleva en carretilla una cantidad de 64 ladrillos y considerando que el trabajador va a cargar los 500 ladrillos ya elaborados por él mismo, necesita un tiempo de 125.95 minutos o alrededor de 8 carretillas cargadas, aunque es importante mencionar que esta actividad ya es

realizada en compañía de las tres personas restantes que laboran en el horno, pues requieren de 25,000 ladrillos para comenzar a quemar el horno una vez lleno, se procede a trasladar la leña para encenderlo, dividiendo las 70 caretillas entre los 4 trabajadores al trabajador Rigoberto le corresponden 18 caretillas o un tiempo total de 233.71 minutos ya cumplidas las 10 horas con el horno encendido se deja de atizar y se suman dos días de espera para que se enfríe totalmente el ladrillo. Después de esto sigue la etapa final para la venta del producto, donde la actividad también es ejecutada con más trabajadores, pero se puede aproximar que para descargar 500 ladrillos cocidos se requieren 35.33 minutos.

Para el estudio de movimientos se detectó que existen patrones de movimiento en diversas actividades del proceso de elaboración y del mismo modo se identificó que la mano que menos utiliza el operario es la izquierda ya que es aquella que contiene más movimientos ineficientes, como es el caso del raspado de ladrillo donde en dicha mano izquierda existe una sola operación de sostener y siete demoras, en cambio la mano derecha ejecuta dos operaciones donde sostiene la raspadera solamente. Por lo que la finalidad del estudio de movimientos es desglosar la tarea en una parte razonable de operaciones identificando así, los puntos de partida para mejorar y eliminar todos esos movimientos ineficientes, en el desarrollo del presente proyecto se realizó el análisis identificando los aspectos como lo ya descrito para que de este modo en investigaciones futuras la información que aquí se encuentra pueda ayudar en algo y de la misma manera las propuestas realizadas contribuyan en la mejora esperada. Sin embargo, con lo aprendido y entendiendo que este proceso es meramente artesanal se concluye que no puede resultar tan sencillo eliminar estos movimientos ineficientes ya que todas las actividades son ejecutadas conforme al conocimiento de cada trabajador, existe resistencia al cambio, situación misma que sucede con las posturas adoptadas principalmente a la hora de levantar cargas excesivas.

El resultado esperado sin haber realizado el análisis ergonómico era lógico, pero al momento de aplicar las metodologías ya desarrolladas se confirmó que, aunque probablemente las actividades como el transporte de materia prima para el tendido de ladrillo, la descarga de ladrillo crudo y la carga del camión muestran postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema musculo esquelético es imprescindible el uso

de equipo de protección personal porque al momento de estar recibiendo el tabique o lanzándolo causa heridas en las manos del operador, incluso se desprenden partículas que van directo a los ojos de quien esté realizando estas actividades que sobretodo son repetitivas y mantienen al trabajador más de cuatro horas seguidas de pie. El resto de las acciones evaluadas si tienen un impacto altamente negativo en el sistema musculo esquelético por lo que los métodos recomiendan realizar modificaciones de manera urgente y prevenir algún riesgo grave.

Finalmente se logró entender el motivo de porque los tiempos de quema son tan prolongados aun cuando el operador Rigoberto Vázquez realizo un buen trabajo a un ritmo normal su eficiencia es muy baja, entonces si esto pasa con él, la situación empeora con el resto de personas que laboran en el mismo lugar, y no solo hablando de las condiciones físicas sino comprendiendo todo aspecto tanto interno como externo, es decir, el clima, la falta de herramientas, la mala distribución de insumos, el cansancio físico del trabajador, etc., además, es importante recordar que la productividad se encuentra condicionada por una serie de factores como el clima laboral, la flexibilidad que ofrece la empresa pero principalmente por las condiciones del trabajo, aspecto que no está muy controlado en el horno analizado.

De esta manera fue como el análisis nos ayudó a identificar aquellos puntos que sobresalían y al atacarlos se podría cubrir la parte de la salud ocupacional a la que no se le da la prioridad adecuada, logrando al mismo tiempo la hipótesis planteada al inicio del proyecto.

REFERENCIAS

- Averardo, A. M. (2009). El ladrillo. orígenes y Desarrollo. Obtenido de: <https://arquitectologicofau.files.wordpress.com/2012/02/el-ladrillo-2009.pdf>
- CIATEC. (2015). Obtenido de Ladrilleras Artesanales en México: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/192032/Informe_final_VF_pu b.pdf
- Criollo, R. G. (2005). Estudio del Trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. McGraw-Hill.
- Diagnóstico integral sobre el sector ladrillero en Guanajuato. (30 de diciembre de 2013). Recursos del FOAM.
- Diego-Mas, J. A. (2015). Ergonomía en el trabajo y prevención de riesgos laborales. Universidad Politécnica de Valencia. de <https://www.ergonautas.upv.es/>
- Gonzalez, E. (15 de 09 de 2017). Los ladrilleros de Abasolo y sus hornos de empleo. Obtenido de <https://notus.com.mx/los-ladrilleros-abasolo-hornos-empleo/>
- Guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales. (03 de junio de 2010). Obtenido de Ministerio de la producción.: <http://spij.minjus.gob.pe/graficos/Peru/2010/abril/21/RM-102-2010 PRODUCE.pdf>
- Kanawaty, G. (2006). Introducción al Estudio del Trabajo. México: Limusa S.A. DE C.V.

- Madrid, S. d. (2016). Métodos de evaluación Ergonómica. Madrid: Unigrafías GPS.
- Niebel B. W., Freivalds A. 2004. Ingeniería Industrial, Métodos estándares y diseño del trabajo. 11ª Ed. México: Alfaomega.
- Sánchez, M. G. (2016). Fundamentos de ergonomía. Azcapotzalco, Ciudad de México.: Editorial Patria.
- Valladares, E. A. (2016). Propuesta de mejora de proceso productivo de ladrillo N°12 en la fábrica de ladrillos SERMATCON S.R.L. para satisfacer la demanda. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

ANEXOS

Anexo 1. Entrevista.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ABASOLO

Encuesta ladrillera artesanal

Ubicación (Localidad-Departamento): Vicente Guerrero, 36970 Abasolo, Gto.

Nombre de la persona encuestada: Juan Vega

Fecha de realización: 18/09/2021

Ladrillo, horno y productos

¿De qué material consta un ladrillo?

R= Un ladrillo consta de tierra y aserrín, pero si está muy fuerte se le agrega ceniza para bajarle la fuerza. Al decir fuerte se refiere a que parte el tabique y esta es la forma para disminuir la fuerza a la tierra, cabe destacar que el trabajador tiene la capacidad de identificar el tipo de tierra cuando esta viene así.

¿Cuántos y cuáles son los tipos de ladrillos que elaboran?

R= 1 solo tipo llamado Ladrillo o tabique

¿Cuál es el proceso de elaboración de ladrillo que llevan?

R= Como primer paso se tiene la mezcla de los materiales lo que es la tierra se le abre un cajete, se le agrega agua, el aserrín y enseguida se mezclan con ayuda de un azadón, el trabajador sabe cuándo la mezcla esta lista porque mide la textura con sus pies. Una vez que se tiene la mezcla se pasa a la siguiente

etapa del proceso que es dar forma con molde, pero antes de esto se enharina el piso con ceniza antes de colocar el molde o tabiquera y posteriormente se concluye esta etapa tendiendo y dando forma a los tabiques. La siguiente etapa es poner a orear, una vez que ese concluye el oreo se raspan y cuando este bien cuajado lo atrincheran cabe mencionar que para esto todo depende del tiempo y por último pasan al horno lo cual en época de secas dura 7 horas en el horno, para que el vapor no se escape se rellena la entrada del horno con la misma mezcla y para enfriarse duran 2 días.

¿Cómo identifica cuando un ladrillo está en su punto óptimo?

R= En el horno, el humo sale y se pone blanco a esto se le conoce como ceniceado.

¿Con cuántos hornos cuentan?

R= En el área se cuenta con 1 horno

¿Cuál es la capacidad del horno?

R= La capacidad del horno con el que se cuenta en el área de trabajo es de 25 mil tabiques.

¿Cuántas piezas elaboran por día?

R= 500 piezas promedio por un solo trabajador.

¿Cuántas horas llevan de jornada laboral por día?

R= No tienen horario de entrada y salen aproximadamente a las 5 de la tarde.

¿Cuál es el precio del ladrillo?

R= Debido a la industrialización el precio aumento \$2700 el millar

¿Usted ha implementado alguna mejora en la construcción de sus hornos para mejorar el proceso de cocción?

R= Se fueron buscando mejoras ya que anteriormente los hornos tenían menos capacidad, con menos arcos y la lumbre los deteriora, es por ello que los deben estar renovando. Una de las mejoras implementadas fueron las tejas corredizas.

¿En qué época del año produce más ladrillos?

R= Tiempo de secas de enero a mayo.

¿Qué combustible utiliza para el encendido y la quema del ladrillo?

R= 20 l de Diésel, madera y pata de mezquite anteriormente se utilizaba el combustóleo como combustible para el encendido.

¿Qué características toman en cuenta para poder laborar?

R= El clima

¿La postura que utiliza el trabajador le trae consecuencias al final de la jornada laboral?, ¿Cuáles?

R= No porque se acostumbran, pero lo que pasa seguido es que se resfrían por el calor y más el trabajador que quema.

Herramientas y ropa de trabajo

¿Qué ropa de trabajo utilizan?, ¿Por qué?

R= Laboran descalzos porque no se puede con zapatos.

¿Qué herramientas requiere para llevar a cabo el proceso de producción?

R= Azadón, rastrillo no dentado, molde o tabiquera, cubetas, palas y carretillas.

¿En base a qué criterios fue elaborada la base?

R= En la actualidad ya son conocidas sus medidas de 7cm, 14cm, 28cm, cabe mencionar que un molde tiene una duración de hasta un año

¿Cuál es el nombre que ellos le dan?

R= Molde o tabiquera.

Ambiental y salud

¿Considera que la actividad que realiza afecta al medio ambiente y a la salud?

R= No, porque para la quema se utiliza pata de mezquite y no afecta al ambiente en cambio si fueran llantas y aceite si se daría la contaminación ya que levantaría mucho humo.

Anexo 2. Lecturas de las actividades del proceso de produccion de ladrillo.

Lecturas de la actividad de preparación de la mezcla I y II.

Elemen Núm	Descripción del elemento	Tiempo Observado				
		1	2	3	4	5
1	Abrir cajete	8.12	6.10	6.13	8.44	8.25
2	Colocación de agua	0.722	1.14	1.31	2.03	1.41
3	Transporte para estiercol	0.619	0.987	0.841	1.04	0.735
4	Carga de estiercol	6.97	7.39	7.53	5.25	4.24
5	Transporte al lugar de trabajo	1.23	1.04	0.988	0.978	0.881
6	Descarga de estiercol	0.267	0.154	0.234	0.326	0.32
7	Colocación de agua	0.573	0.823	1.02	1.03	1.05
8	Transporte para paja	1.71	2.04	2.03	1.55	2.02
9	Carga de paja	1.45	2.13	1.14	1.13	1.04
10	Transporte al lugara de trabajo	2.55	1.46	2.19	1.53	1.55
11	Descarga de paja	0.527	0.659	0.413	0.438	0.534
12	Abrir cajeta	3.46	3.08	2.13	2.19	3.27
13	Colocación de agua	0.495	1.02	1.13	1.15	1.00
14	Paleo de paja y estiercol	4.63	4.42	5.49	5.14	4.18
15	Transporte para aserrín	0.609	0.565	0.897	0.656	0.765
16	Carga de aserrín	4.56	4.66	4.50	4.45	5.17
17	Transporte al lugar de trabajo	1.30	1.00	1.00	0.812	0.603
18	Descarga	0.211	0.256	0.252	0.281	0.230
19	Paleo de aserrín	2.24	2.03	1.51	2.30	2.02
20	Colocación de agua	0.622	0.744	1.31	1.30	1.04

Elemen Núm	Descripción del elemento	Tiempo Observado				
		1	2	3	4	5
1	Colocación de agua	0.523	1.00	1.47	1.48	0.877
2	Recorte de M.P	10.07	7.56	9.22	6.46	8.35
3	Colocación de agua	0.670	0.414	0.734	1.02	0.848
4	1 Mezclado M.P	8.56	8.44	8.50	8.49	10.04
5	Transporte de M.P faltante	0.692	1.11	0.597	0.500	0.549
6	Carga	1.26	0.626	1.37	1.40	2.33
7	Transporte al area de trabajo	1.30	1.33	0.567	0.577	0.748
8	Descarga de M.P faltante	0.267	0.338	0.302	0.320	0.228
9	Paleo de M.P faltante	0.723	1.51	1.04	1.33	1.70
10	Colocación de agua	0.564	0.776	1.37	1.04	1.52
11	2 Mezclado M.P	11.32	9.50	10.32	8.51	9.26
12	Colocación de agua	0.820	0.875	0.817	0.645	0.448
13	3 Mezclado M.P	11.06	11.55	11.41	11.57	12.71
14	Colocación de agua	0.649	0.752	0.599	0.676	0.395
15	4 Mezclado M.P	23.57	17.50	16.42	15.58	14.07
16	Colocación de agua	0.823	0.984	0.526	0.55	1.36
17	5 Mezclado M.P	17.37	13.41	13.51	15.44	10.03
18	Colocación de agua	0.722	0.864	0.889	0.876	1.23
19	6 Mezclado y último	6.05	2.20	3.27	6.05	7.32
20	Tapado de M.P	3.05	1.09	1.28	1.09	1.19

Lecturas de las actividades del tendido del ladrillo.

PREPARACIÓN DEL LUGAR									
0.101	0.09	0.092	0.123	0.073	0.074	0.083	0.088	0.131	0.102
0.164	0.133	0.063	0.09	0.156	0.098	0.088	0.066	0.076	0.146
0.101	0.09	0.092	0.123	0.073	0.074	0.083	0.088	0.131	0.102
0.164	0.122	0.063	0.09	0.156	0.098	0.088	0.066	0.076	0.146
0.101	0.09	0.092	0.123	0.073	0.074	0.083	0.088	0.131	0.102
0.101	0.09	0.092	0.123	0.073	0.074	0.083	0.088		

TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA									
1.02	1.22	1.21	1.25	1.32	1.41	1.11	1.20	1.10	1.09
1.32	1.29	1.41	1.28						
TENDIDO Y ALIZADO									
1.13	1.30	1.48	1.51	1.42	1.46	1.40	1.34	1.28	1.42

ENGUAJE DE MOLDE									
0.609	0.533	0.65	0.689	0.67	0.693	0.676	0.651	0.687	0.538
0.608	0.69	0.537							

Lecturas de las actividades del raspado del ladrillo.

COLOCARSE EN POSICIÓN									
0.056	0.056	0.061	0.052	0.046	0.06	0.052	0.059	0.06	0.065
0.054	0.049	0.052	0.056						

RASPADO Y LEVANTADO									
0.467	0.491	0.567	0.613	0.575	0.472	0.512	0.521	0.475	0.472
0.489	0.47	0.479	0.489	0.542					

Lecturas de la actividad del atrincherado del ladrillo.

ATRINCHERADO									
0.345	0.345	0.344	0.382	0.355	0.357	0.353	0.383	0.381	0.373

Lecturas de las actividades de la carga y descarga del ladrillo

TRANSPORTE									
0.549	0.471	0.501	0.515	0.419	0.565	0.552	0.522	0.460	0.527
0.563	0.561								

CARGA									
0.248	0.188	0.203	0.191	0.161	0.156	0.159	0.154	0.158	0.166
0.223	0.200	0.208	0.214	0.202	0.206	0.184	0.181	0.205	0.198
0.230	0.220	0.223	0.219	0.198	0.205	0.198	0.226	0.220	0.223
0.219	0.186	0.198	0.183	0.225	0.214	0.208	0.203	0.203	0.195
0.206									

TRANSPORTE									
0.544	0.461	0.507	0.508	0.474	0.479	0.555	0.502	0.476	0.468

DESCARGA									
0.150	0.166	0.153	0.153	0.158	0.154	0.170	0.156	0.153	0.149

Lecturas de las actividades de la carga y descarga de la leña

TRANSPORTE									
1.00	1.03	1.07	1.12	1.02	1.00	1.04	1.00	1.05	1.10

CARGA									
2.37	2.31	2.19	2.28	2.16					

TRANSPORTE									
1.13	1.12	1.24	1.11	1.33	1.15	1.15	1.24	1.29	1.28

CARGA									
1.14	1.34	1.22	1.10	1.36	1.20	1.09	1.10	1.15	1.27

ATIZAR									
1.46	1.32	1.28	1.37	1.33	1.27	1.38	1.32	1.41	1.36

Lecturas de las actividades de la carga y descarga del ladrillo al camión de carga.

PARTE INTERIOR DEL HORNO									
0.281	0.221	0.204	0.241	0.202	0.193	0.315	0.188	0.237	0.203
0.223	0.302	0.243	0.214	0.232	0.263	0.203	0.285	0.192	0.268
0.189	0.211	0.294	0.328	0.217	0.285	0.243	0.243	0.195	0.260
0.181	0.220	0.296	0.225	0.319	0.274	0.265	0.251	0.246	0.328
0.288	0.299	0.299	0.210	0.275	0.238				

PARTE EXTERIOR DEL HORNO									
0.084	0.123	0.134	0.176	0.165	0.141	0.115	0.123	0.139	0.103
0.125	0.153	0.086	0.219	0.139	0.199	0.159	0.130	0.105	0.161
0.135	0.108	0.138	0.122	0.134	0.103	0.102	0.161	0.155	0.118
0.173	0.096	0.104	0.131	0.112	0.130	0.156	0.130	0.196	0.175
0.123	0.183	0.141	0.108	0.157					

Anexo 3. Tabla de suplementos.

Instituto de Administración Científica de las Empresas Curso de "Técnicas de organización" Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales.			
1. Suplementos constantes		Hombres	Mujeres
Suplementos por necesidades personales	5		7
Suplementos base por fatiga	4		4
2. Suplementos variables		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2		4
B. Suplemento por postura anormal			
Ligeramente incómoda	0		1
Incómoda (inclinado)	2		3
Muy incómoda (echado, estirado)	7		7
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)			
Peso levantado por kilogramo			
2.5	0		1
5	1		2
7.5	2		3
10	3		4
12.5	4		6
15	5		8
17.5	7		10
20	9		13
22.5	11		16
25	13		20 (máx)
30	17		—
33.5	22		—
D. Mala iluminación			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0		0
Bastante por debajo	2		2
Absolutamente insuficiente	5		5
E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)			
Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de – Suplemento			
Kata (milicalorías/cm ² /segundo)			
16			0
14			0
12			0
10			3
8			10
6			21
5			31
4			45
3			64
2			100
F. Concentración intensa		Hombres	Mujeres
Trabajos de cierta precisión		0	
Trabajos de precisión o fatigosos		2	
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos		5	
G. Ruido			
Continuo			0
Intermitente y fuerte			2
Intermitente y muy fuerte			5
Estridente y fuerte			
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo			1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos			4
Muy complejo			8
I. Monotonía			
Trabajo algo monótono			0
Trabajo bastante monótono			1
Trabajo muy monótono			4
J. Tedio			
Trabajo algo aburrido			0
Trabajo aburrido			2
Trabajo muy aburrido			5

Anexo 4. Simbología del Diagrama Bimanual. Fuente: (Criollo, 2005)

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN	SÍMBOLO
Operación	Se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar, soltar, etc., una herramienta-pieza o material.	
Transporte	Se emplea para representar el movimiento de la mano hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.	
Demora	Se emplea para indicar el tiempo en que la mano no trabaja (aunque quizá trabaje la otra).	
Sostenimiento o almacenamiento	Con los diagramas bimanuales no se emplea el término almacenamiento, y el símbolo que le correspondía se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando.	

Anexo 5. Formato del Diagrama Bimanual. Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DEL AREA DE TRABAJO

RESUMEN	PRESENTE		PROPUESTO		DEPENDENCIA	
Símbolo de Actividad	MI	MD	MI	MD	MI	MD
Operación						
Transporte						
Sostiene						
Demoras						
Distancia						

Operación:

Metodo :

Fecha:	
--------	--

Operator:

Hecho por:

[illegible]