



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

PROPUESTA DE MEJORA PARA REDUCIR LOS DESPERDICIOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE BLOQUE ESTRUCTURAL DE 15 CM EN LA EMPRESA CONSTRUCT BLOCK UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial

Autora

Pallango Taguada Katherin Lizeth

Tutora

Mgr. Naranjo Mantilla Olga Marisol.

AMBATO – ECUADOR

2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Pallango Taguada Katherin Lizeth, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “PROPUESTA DE MEJORA PARA REDUCIR LOS DESPERDICIOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE BLOQUE ESTRUCTURAL DE 15 CM EN LA EMPRESA CONSTRUCT BLOCK UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO”, como requisito para optar al grado de Ingeniera Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 15 días del mes de febrero de 2023, firmo conforme:

Autor: Pallango Taguada Katherin Lizeth

Firma: 

Número de Cédula: 0504103888

Dirección: Cotopaxi, Salcedo, San Miguel, Barrio La Victoria.

Correo Electrónico: katherinpallango.43@gmail.com

Teléfono: 0969045011

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “PROPUESTA DE MEJORA PARA REDUCIR LOS DESPERDICIOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE BLOQUE ESTRUCTURAL DE 15 CM EN LA EMPRESA CONSTRUCT BLOCK UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO” presentado por Pallango Taguada Katherin Lizeth, para optar por el Título de Ingeniera Industrial.

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Ambato, 15 de febrero del 2023

.....
Mgtr. Naranjo Mantilla Olga Marisol

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de “PROPUESTA DE MEJORA PARA REDUCIR LOS DESPERDICIOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE BLOQUE ESTRUCTURAL DE 15 CM EN LA EMPRESA CONSTRUCT BLOCK UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO”, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 15 de febrero de 2023



.....
Pallango Taguada Katherin Lizeth
0504103888

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: PROPUESTA DE MEJORA PARA REDUCIR LOS DESPERDICIOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE BLOQUE ESTRUCTURAL DE 15 CM EN LA EMPRESA CONSTRUCT BLOCK UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO, previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Ambato, 10 de marzo de 2023

.....

Ing. Cáceres Miranda Lorena Elizabeth, Mgtr.
LECTOR (A)

.....

Ing. Sánchez Díaz Patricio Eduardo, Mgtr.
LECTOR (A)

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a Dios por ser mi guía en este camino, sin dejarme vencer ante las adversidades de la vida.

A mi padre Juan y mi madre Susana por ser quienes me han apoyado incondicionalmente en toda mi vida y principalmente en mi paso por la universidad, enseñándome valores éticos y morales que se han reflejado en mi personalidad, estoy segura de que seré su orgullo.

Katherin Lizeth Pallango Taguada

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud, paciencia, inteligencia y perseverancia para seguir adelante aun cuando pensaba en rendirme.

A mis padres por ser mis pilares fundamentales, apoyándome en todo momento y poniendo su confianza en mí.

A Carlos y María José por abrirme las puertas de su empresa y brindarme la información requerida para la elaboración de este proyecto.

A Estefanía por ser mi compañía todas las noches de desvelo.

A mis compañeros de curso, quienes con sus locuras y risas han hecho más amena mi estadía en la universidad.

A cada uno de mis docentes por haberme impartido su conocimiento dentro y fuera de los horarios de clase formándome como profesional.

¡Gracias!

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
ABSTRACT.....	xvii

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Antecedentes	2
Justificación.....	3
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	4

CAPÍTULO II INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa:	5
Información general de la empresa	5
Distribución del personal en la empresa	6
Productos que ofrece Construct Block.....	6
Dimensiones del bloque.....	9
Proceso productivo	9
Estudio de tiempos.....	14

Diagrama de flujo de proceso de la elaboración de bloque estructural de 15 cm.....	21
Diagrama de recorrido	23
Identificación de desperdicios dentro del proceso productivo de bloque estructural de 15 cm.....	25
Área de estudio:.....	29
Modelo operativo:	29
Desarrollo del modelo operativo:	30

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta:	34
Propuesta para la reducción del desperdicio de transporte:.....	34
Propuesta para reducir los desperdicios de sobre procesamiento y productos defectuosos.	44
Resultados esperados:.....	50
Cronograma de actividades	54
Análisis de costos	54
Análisis de costo y tiempo. (curva “S”).	56

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:	57
Recomendaciones:.....	58
LITERATURA CITADA.....	59
ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Información general de Construct Block	5
Tabla 2 Distribución del personal en Construct Block	6
Tabla 3 Productos que ofrece Construct Block y su producción diaria.	6
Tabla 4 Producción de los meses de junio a octubre de 2022.....	7
Tabla 5 Proceso productivo de bloque estructural de 15cm.....	12
Tabla 6 Número de observaciones preliminares	15
Tabla 7 Número de observaciones para cada tarea y operación	17
Tabla 8 Calificación del factor de valoración según el método de Westinghouse	18
Tabla 9 Tiempo estándar de cada tarea y operación	20
Tabla 10 Resumen del diagrama de flujo de proceso.....	23
Tabla 11 Resumen del diagrama de recorrido.....	25
Tabla 12 Tipos de desperdicio	26
Tabla 13 Identificación de desperdicios en las tareas del proceso de bloque estructural de 15 cm	26
Tabla 14 Productos defectuosos por lote de producción.....	27
Tabla 15 Área de estudio.....	29
Tabla 16. Relación de proximidad	35
Tabla 17 Cálculo de las superficies según el método de Guerchet	38
Tabla 18 Recorrido actual en el área de materia prima.....	40
Tabla 19 Recorrido de la propuesta 1	41

Tabla 20 Recorrido de la propuesta 2	42
Tabla 21 Recorrido de la propuesta 3	43
Tabla 22 Resumen de las distancias propuestas.....	43
Tabla 23 Ficha técnica del sistema de banda transportadora	46
Tabla 24 Comparativa entre distancias actuales y propuestas	50
Tabla 25 Comparativa de distancia y tiempo en el proceso productivo actual y propuesto	52
Tabla 26 Comparativa entre el tiempo de lote actual y propuesto	53
Tabla 27 Resumen comparativo de las propuestas de mejora.....	53
Tabla 28 Cronograma de actividades	54
Tabla 29 Costos para el rediseño en el área de almacenamiento de materia prima	54
Tabla 30 Costos para el sistema de banda transportadora con tolva.....	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Producción total de los últimos 5 meses	8
Gráfico 2 Diagrama de flujo de proceso	22
Gráfico 3 Diagrama de recorrido	24
Gráfico 4 Producto conforme vs producto defectuoso.....	28
Gráfico 5 Modelo Operativo	29
Gráfico 6 Diagrama de relación de actividades	36
Gráfico 7 Relación de proximidad	36
Gráfico 8 Área total de cada materia prima	38
Gráfico 9 Área específica de cada materia prima	39
Gráfico 10 Layout de la propuesta 1	40
Gráfico 11 Layout de la propuesta 2	41
Gráfico 12 Layout de la propuesta 3	42
Gráfico 13 Esquema del circuito para comunicar la capacidad de la tolva con el motor de la banda	47
Gráfico 14 Esquema de circuito electrohidráulico de apertura de la tolva	48
Gráfico 15 Diagrama de flujo de proceso considerando la propuesta.....	49
Gráfico 16 Diagrama de flujo de proceso con la propuesta de rediseño.....	51
Gráfico 17 Curva "S"	56

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1	Dimensiones del bloque estructural de 15 cm.....	9
Imagen 2	Bloques de 10 cm, 12 cm, 15 cm y 20 cm de ancho respectivamente ...	9
Imagen 3	Materia prima – arena	10
Imagen 4	Materia prima – chasqui.....	11
Imagen 5	Materia prima – polvo	11
Imagen 6	Número de unidades por ciclo de máquina	14
Imagen 7	Vista satelital de Construct Block	23
Imagen 8	Productos defectuosos listos para el sobre procesamiento.....	28
Imagen 9	Área de almacenamiento de materia prima (Construct Block)	35
Imagen 10	Distribución actual del área crítica.....	39
Imagen 11	Modelo de sistema de banda transportadora con tolva	44
Imagen 12	Peso de un bloque recién prensado	45

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Cálculo del número de observaciones	15
Ecuación 2 Tiempo normal	18
Ecuación 3 Factor de valoración	18
Ecuación 4 Tiempo estándar	19
Ecuación 5 Superficie de gravitación.....	31
Ecuación 6 Superficie de evolución	31
Ecuación 7 Coeficiente k.....	31
Ecuación 8 Superficie total	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Toma de tiempos	62
Anexo 2 Valores para obtener la valoración según el método de Westinghouse .	68
Anexo 3 Diagrama de recorrido de la propuesta de rediseño	69
Anexo 4 Certificado de Construct Block.....	70

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: PROPUESTA DE MEJORA PARA REDUCIR LOS DESPERDICIOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE BLOQUE ESTRUCTURAL DE 15 CM EN LA EMPRESA CONSTRUCT BLOCK UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO

AUTORA: Pallango Taguada Katherin Lizeth

TUTORA: Mgtr. Naranjo Mantilla Olga Marisol

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto se basa en la identificación de desperdicios del Sistema de Producción de Toyota (TPS), en el proceso productivo de bloque estructural de 15 cm en Construct Block, una pequeña empresa dedicada a la elaboración y comercialización de bloques de distintas dimensiones como también adoquines vehiculares y peatonales. Al analizar cada una de las tareas del proceso se identificó desperdicios de tipo transporte, en la tarea de preparación de mezcla y desperdicios de sobre procesamiento y productos defectuosos en las tareas de paleado y prensado respectivamente. A partir de esto se realizó una propuesta de mejora que beneficie en la reducción de estos desperdicios, y así aumente la eficiencia en la empresa, por tanto se propuso un rediseño de planta basado en la metodología SLP en el área de almacenamiento de materia prima para que el obrero acorte distancia y por ende tiempo así mismo para evitar el desperdicio de sobre procesamiento y productos defectuosos se propuso un sistema de banda transportadora con tolva la cual evita salidas de productos defectuosos y en consecuencia el sobre procesamiento, pues estos dos desperdicios van de la mano. Si la empresa adopta la propuesta de rediseño incrementará su producción a un lote (40 unidades) diario con una reducción de desperdicio de transporte del 15% y si adopta la segunda propuesta incrementará en dos lotes (80 unidades) diarios con una reducción del 99,9%; no existiría productos defectuosos ni sobre procesamiento.

DESCRIPTORES: Bloque, desperdicios, empresa, proceso productivo, productos defectuosos.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: IMPROVEMENT PROPOSAL TO REDUCE WASTE IN THE PRODUCTION PROCESS OF THE 15 CM STRUCTURAL BLOCK AT THE "CONSTRUCT BLOCK" COMPANY LOCATED IN THE CANTON OF SALCEDO

AUTORA: Pallango Taguada Katherin Lizeth

TUTORA: Mgtr. Naranjo Mantilla Olga Marisol

ABSTRACT

This research is based on the identification of waste from the Toyota Production System (TPS), in the production process of the structural block of 15cm at Construct Block, a small company dedicated to the blocks elaboration and commercialization of distinct dimensions as well as vehicular and pedestrian cobblestones. In the analysis of each of the tasks of the process, transport waste was identified, including in the task of mix preparation, overprocessing waste, and defective products; As well as in the tasks of shoveling and pressing respectively. On the other hand, an improvement proposal was designed that aids in the reduction of the waste mentioned above, this way improves the efficiency of the company. Therefore, a plant redesign based on the SLP methodology in the field of storage of raw material so that the worker shortens the distance and thus time. Similarly, to avoid overprocessing waste and defective products, a conveyor belt system was proposed with a hopper that prevents the exit of defective products and consequently overprocessing, as these two waste product types are concurrent. If the company adopts the redesign proposal its production will increase by a lot (forty units) daily with a 15% reduction in transport waste, and if the company also adopts the second proposal will increase production by two lots (eighty units) daily with a 99,9% reduction; there would be no more defective products or overprocessing

KEYWORDS: Block, company, defective products, production process, waste

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Introducción

Los desperdicios del Sistema de Producción de Toyota (TPS) son toda acción que no agrega valor y consume recursos en las actividades empresariales, fueron propuestos por el ingeniero Taiichi Ohno, en su paso por Toyota, donde identifica a siete tipos de desperdicios: la sobre producción, el inventario, el sobre procesamiento, movimientos innecesarios en los trabajadores, el transporte, el tiempo de espera y por la fabricación de productos defectuosos; siendo estos los principales obstáculos a la hora de tener un sistema productivo eficiente (Jiménez, Gisbert Soler 2017).

Todas las empresas generan estos tipos de desperdicio en mayor o menor cantidad, lo que supone esfuerzos para llegar a un alto grado de eficiencia y lograr el desperdicio “0”. Sin embargo, aquellas empresas de talla mundial lo han logrado es así que según (International Dynamic Advisor (Intedya) 2018) dentro del top 3 están: Toyota, Ford y John Deere, estas empresas se basan en las actividades que agregan valor, por tanto, provocan que no tengan desperdicios y su sistema de producción sea altamente efectivo.

En el Ecuador las actividades que contribuyen en el crecimiento económico se encuentran en el sector manufacturero, específicamente en las empresas del sector de la construcción dedicadas a la elaboración y comercialización de objetos de cemento, yeso y hormigón, dentro de este sector están las empresas productoras de bloques y adoquines (Dirección Nacional de Estudios de Mercado, 2017), por lo

que este escrito se basará en realizar una propuesta de mejora para la reducción de desperdicios en un determinado proceso productivo y de esta manera obtener niveles de productividad altos.

Construct Block es una pequeña empresa dedicada a la fabricación de bloques caramelo, macizo y estructural de distintas dimensiones, (10, 12, 15 y 20 cm), adoquines vehiculares y peatonales. La empresa ubicada en el Cantón Salcedo provincia de Cotopaxi, no cuenta con la estandarización de sus procesos productivos, por lo que su actividad es artesanal, en este sentido, existen desperdicios del TPS que no se los da la importancia que se merecen debido a que aprenden a vivir con esto y lo adoptan como parte de su cotidianidad, por tanto al no atacarlos generan consumo de recursos que pudieran ser utilizados en acciones de valor.

Es así como en este trabajo de titulación se analiza e identifica cuál de los siete desperdicios mencionados, se evidencian en cada una de las tareas del proceso de elaboración del bloque estructural de 15 cm. Con el propósito de dar una solución a la problemática y de esta manera incrementar su competitividad en el mercado, se propone una mejora y se evalúa el impacto que esta tendría al implementarse en la empresa.

Antecedentes

Construct Block es una pequeña empresa dedicada a la elaboración y comercialización de bloques y adoquines, ubicada en el Cantón Salcedo provincia de Cotopaxi, empezó sus actividades en el año 1999 en el sector del Niagara, Latacunga – Cotopaxi con bloque perforado de 10 cm, a medida que se inmergían en el mercado y la demanda aumentaba adicionaron el bloque macizo, de 10 cm, 12 cm y 15 cm, para el año 2002 se trasladan a Salcedo y se legalizan en el Servicio de Rentas Internas como “Bloquera Virgen del Quinche” y esta vez con bloques perforado, macizo y caramelo (piedra pómez) de 10 cm, 12 cm y 15 cm.

En la actualidad el nombre registrado es Construct Block y cuenta con una serie de productos: bloque caramelo, macizo y estructural perforado de 10 cm, 12 cm, 15

cm y 20 cm, además de adoquines peatonales y vehiculares, brindando sus servicios dentro y fuera de la ciudad de Salcedo.

Pese a estar 24 años en el mercado la empresa no cuenta con la estandarización de sus procesos productivos, las actividades las realizan de forma empírica por tanto se desconoce registros de sus ganancias o pérdidas, y se evidencian desperdicios de tipo transporte, material y productos defectuosos, en este caso tampoco se ha utilizado herramientas de mejora para que el proceso sea más eficiente.

De acuerdo con estos antecedentes se propone disminuir los desperdicios en el proceso productivo de bloque estructural de 15 cm, puesto que en la actualidad según datos de producción de los últimos 5 meses y según los directivos de la empresa es el que más se comercializa a constructoras y municipios; además que centrarse en reducir desperdicios dentro de un proceso productivo, es un punto clave para evitar el consumo de recursos y por lo tanto pérdidas en la organización.

Justificación

Este proyecto es **importante** debido a que aportará con el análisis de desperdicios más frecuentes que ocurre en el proceso productivo de fabricación de bloque estructural de 15 cm, por lo que, mediante la aplicación y conceptualización de herramientas aprendidas en el transcurso de la carrera de Ingeniería Industrial, se podrá realizar una propuesta de mejora acorde a las necesidades de la empresa la cual puede ser adoptada por la organización a fin de aumentar la productividad.

El **impacto** que genera es positivo pues gracias a esta investigación la empresa conocerá en cual de sus distintas tareas del proceso de bloque estructural de 15 cm se genera mayor cantidad de desperdicios por lo que se conseguirá eliminar actividades u optimizar recursos atacando directamente a la parte crítica, haciendo que contribuyan al bienestar de la institución mejorando sus tiempos de producción.

Es **útil** debido a que se comprenderá el comportamiento de la empresa y del método de trabajo al que se rigen, de modo que mediante esta información se presentará la

mejora en el proceso de producción enfocada a la reducción de desperdicios, la misma que al ser expuesta a la gerencia brindará datos importantes de cada una de las falencias existentes en las tareas del proceso.

Los **beneficiarios** de la elaboración de este proyecto de titulación son el personal administrativo y operarios que conforman la empresa Construct Block pues a partir de la propuesta de mejora en la línea de producción de bloque, tendrán productos de calidad que ayude a incrementar ganancias, pues conseguirán la fidelidad de sus clientes.

Existe la **factibilidad** de elaborar este proyecto porque se tiene cercanía con la empresa y con sus actividades productivas, por tanto, se puede recolectar información requerida en cualquier momento que aporte a este escrito, además existe el conocimiento necesario, información bibliográfica y la guía de los docentes.

Objetivo General

Realizar una propuesta de mejora para la reducción de desperdicios en el proceso productivo de bloque estructural de 15 cm en la empresa Construct Block ubicada en el cantón Salcedo.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la empresa Construct Block en función del proceso productivo de bloque estructural de 15 cm identificando los desperdicios que se generan en cada una de sus tareas.
- Determinar cuantitativamente los desperdicios en las tareas del proceso actual para establecer las opciones de mejora.
- Diseñar la propuesta de mejora basada en el rediseño de planta en el área de almacenamiento de materia prima y el sistema de banda transportadora con tolva para disminuir los desperdicios generados en el proceso.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa:

Construct Block es una pequeña empresa de prefabricados que inició sus actividades en el año 1999, ubicada en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi dedicada a la producción y comercialización de bloques de distintas dimensiones entre macizo, caramelo y perforado estructural, así también adoquines vehiculares y peatonales, consta de 25 trabajadores brindando sus servicios dentro y fuera de la ciudad.

Información general de la empresa

En la tabla 1 se presenta la información de la empresa Construct Block

Tabla 1 Información general de Construct Block

Nombre Comercial	Construct Block
Dirección	Vía Salcedo – Tena Km 1
Sector	Anillo vial
Cantón	Salcedo
Provincia	Cotopaxi
Barrio	Anchiliví
Actividad	Elaboración de bloques y adoquines
Representante Legal	Carlos Miguel Acosta López
Cantidad de población	25 personas
Horario de trabajo	Lunes a viernes de 7am a 4pm

Fuente: Construct Block

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Distribución del personal en la empresa

Al contar con 25 empleados, la empresa se encuentra distribuida de la siguiente manera:

Tabla 2 Distribución del personal en Construct Block

Área	Trabajadores		Total
	Masculino	Femenino	
Administrativa	1	1	2
Producción	7	5	12
Transporte	3	0	3
Almacenamiento	3	1	4
Mantenimiento	2	0	2
Cocina	0	2	2
Total			25

Fuente: Construct Block

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

En la empresa existen cuatro estaciones de trabajo cada una con 3 operarios encargados del abastecimiento de materia prima, pensar el bloque y del transporte al área de secado.

Productos que ofrece Construct Block

A continuación, se presenta los productos que ofrece Construct Block y el estimado de su producción diaria.

Tabla 3 Productos que ofrece Construct Block y su producción diaria.

PRODUCTOS	PRODUCCIÓN DIARIA			
	qq de cemento	Unidades por qq de cemento	Unidades totales	
Adoquín vehicular	15	48	720	
Adoquín peatonal	15	90	1350	
Bloque macizo	15cm	15	80	1200
	12cm	13	90	1170
	10cm	10	108	1080
Bloque caramelo	15cm	15	80	1200
	12cm	15	90	1350

	10cm	10	108	1080
Bloque estructural	20cm	11	48	528
	15cm	15	80	1200
	12cm	13	90	1170
	10cm	10	108	1080

Fuente: Construct Block

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Al contar la empresa con variedad de productos se presenta la producción de los últimos 5 meses para justificar el tipo de producto en el que se va a desarrollar el presente proyecto.

Tabla 4 Producción de los meses de junio a octubre de 2022

PRODUCTOS	Producción						
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Total	
Vehicular	5760	3600	5040	2880	4320	21600	
Peatonal	6750	5400	5400	2700	4050	24300	
Bloque macizo	15cm	4800	6000	3600	6000	4800	25200
	12cm	4680	5850	5850	8190	11700	36270
	10cm	1080	2160	3240	3240	2160	11880
Bloque caramelo	15cm	3600	3600	4800	3600	6000	21600
	12cm	4050	6750	10800	13500	10800	45900
	10cm	3240	5400	5400	4320	4320	22680
Bloque estructural	20cm	2112	3168	1584	2640	2640	12144
	15cm	8400	9600	12000	14400	18000	62400
	12cm	3510	3510	8190	5850	4680	25740
	10cm	5400	7560	5400	6480	6480	31320

Fuente: Construct Block

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Mediante el gráfico 1 se puede observar de mejor manera la producción total de los 5 últimos meses.

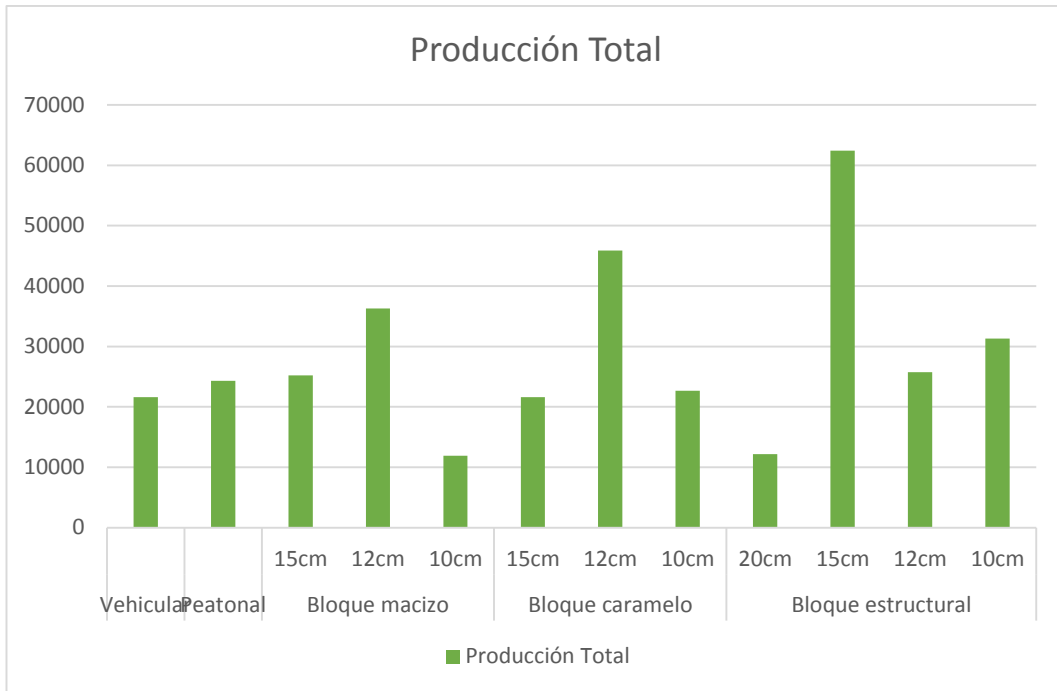


Gráfico 1 Producción total de los últimos 5 meses

Fuente: Construct Block

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

El gráfico 1 muestra la producción de junio a octubre, donde se observa que el bloque más producido y por ende comercializado es el estructural de 15 cm, por tanto, se tomará este producto como referencia para el análisis de desperdicios generados en su proceso productivo y a partir de esto crear un modelo guía de mejora para reducir desperdicios, aplicable para los demás productos de la empresa, pues sus procesos productivos son similares.

Dimensiones del bloque

Cada tipo de bloque tiene medidas definidas de alto y largo, lo que cambia y lo hace ser un producto diferente aparte del material es el ancho. Es así como en la imagen 1 se presenta el bloque estructural de 15cm.

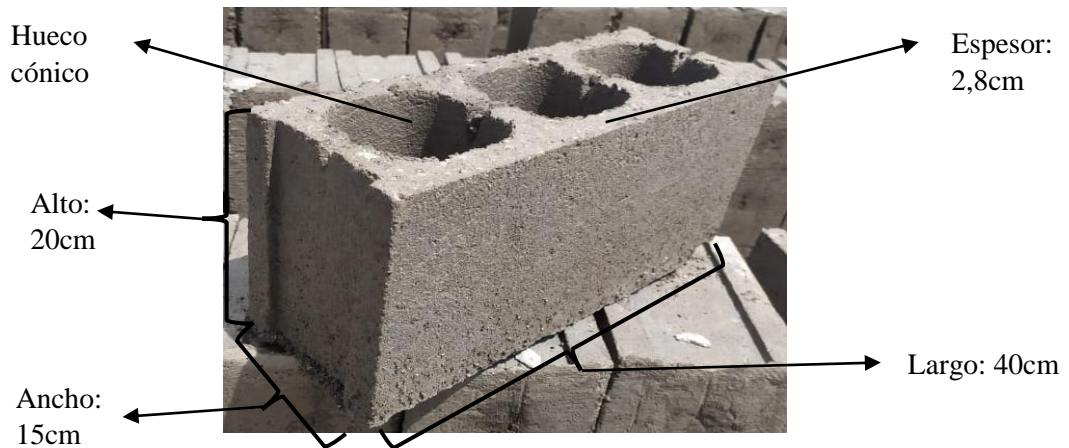


Imagen 1 Dimensiones del bloque estructural de 15 cm
Fuente: Construct Block

Seguidamente se presenta la diferencia de ancho (10 cm, 12 cm, 15 cm y 20 cm) de los demás bloques.



Imagen 2 Bloques de 10 cm, 12 cm, 15 cm y 20 cm de ancho respectivamente
Fuente: Construct Block

Proceso productivo

Se presenta el proceso productivo del bloque estructural de 15 cm, para lo cual primero se debe tener en cuenta las siguientes definiciones propuestas por (Cruelles 2013):

Proceso: un proceso productivo es el conjunto de tareas a las que se acoge la materia prima hasta tener un producto terminado listo para el cliente.

Tarea: es una unidad de trabajo compuesta por operaciones.

Operaciones: Son los movimientos que se realizan en una tarea.

Una vez conocidos los términos y sus definiciones se presenta el proceso productivo.

Descripción del proceso productivo del bloque estructural de 15 cm

La materia prima para elaborar el bloque estructural de 15 cm es arena, chasqui, polvo de piedra pómez, agua y cemento.

Arena: es un árido utilizado en el sector de la construcción que sirve para realizar mezclas para formar mortero, hormigón y cemento, está compuesta por partículas de rocas pulverizadas que pueden ser pequeñas y finas de acuerdo al uso previsto (Barbieri 2017).



Imagen 3 Materia prima – arena

Fuente: Construct Block

Chasqui: es un árido liviano de origen volcánico formado por piedras pequeñas de color claro y de gran porosidad, que tiene como propiedad ser un aislante térmico (BECOSAN 2021).



Imagen 4 Materia prima – chasqui

Fuente: Construct Block

Polvo de piedra pómez: es un árido muy fino producto de la trituración de piedra pómez, el cual tiene como rango granulométrico medidos en tamiz de 0,074 mm y 4,76 mm (Zúñiga 2022).










Imagen 5 Materia prima – polvo

Fuente: Construct Block

Para la fabricación del bloque, estos materiales son medidos en carretillas, con un volumen de $0,23 m^3$

Tabla 5 Proceso productivo de bloque estructural de 15cm

N°	Tareas	Descripción	Imagen de la tarea
1	Preparación de la mezcla	El obrero toma una carretilla de polvo, chasqui y dos de arena y los coloca en la máquina mezcladora.	
2	Mezcla de materia prima	Una vez con el material en la máquina se procede a mezclarla y mientras está en funcionamiento se coloca 25kg de cemento y 30 litros de agua.	
3	Paleado	El obrero toma la mezcla con la pala y la coloca en la prensa.	

4	Prensado	Se comprime la mezcla y se da forma al bloque de acuerdo con las medidas definidas.	
5	Transporte	Se traslada el bloque que sale por 4 unidades de la prensa, al área de secado.	
6	Fraguado	Se lo realiza al día siguiente de la elaboración de bloque y consiste en regar agua por todo el producto.	
7	Secado	Se deja el bloque al ambiente por 5 días.	

8	Empaquetado	Después de 5 días de secado se procede a colocar el bloque en pallets.	
9	Almacenamiento o venta	Cuando se encuentran en los pallets se vende o almacena el producto.	

Fuente: Construct Block

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

El lote de producción de bloque estructural de 15 cm se lo realiza con las cantidades de materia prima descritas en la tabla 5 y consta de 10 tableros de 4 unidades cada uno, es decir 40 bloques.



Imagen 6 Número de unidades por ciclo de máquina

Fuente: Construct Block

Estudio de tiempos

Basado en el método de fabricación de bloques ya establecido por la empresa se desarrolla el estudio de tiempos, para conocer el tiempo estándar y de ciclo que posee este proceso productivo. Para esto se realiza un análisis de tiempo de cada

una de las tareas con una prueba de 10 observaciones preliminares de acuerdo con el método estadístico de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Según (Cruelles 2013) para el cálculo del número de observaciones en la toma de tiempos se utiliza:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{(c\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$$

Ecuación 1 Cálculo del número de observaciones (Cruelles 2013)

Nivel de confianza: 95,45%

Margen de error: $\pm 5\%$

Donde:

n: Número de observaciones

c: Número de observaciones piloto

Σx : Suma de las observaciones

40: Constante

Se presenta el desarrollo de la fórmula con la primera operación “Llenar la carretilla de arena”, dentro de la tarea “preparación de la mezcla”.

Tabla 6 Número de observaciones preliminares

N°	Σx	Σx^2
1	0,73	0,53
2	0,47	0,22
3	0,62	0,38
4	0,56	0,31
5	0,59	0,35
6	0,42	0,17
7	0,52	0,27
8	0,53	0,28

	9	0,49	0,24
	10	0,48	0,23
Total		5,39	2,98

Fuente: Construct Block

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

$$n = \left(\frac{40\sqrt{(c\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{40\sqrt{(10 * 2,98) - (5,39)^2}}{5,39} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{40\sqrt{0,71}}{5,39} \right)^2 = 39,1 = 39$$

De esta manera se aplica para todas las tareas y operaciones que componen el proceso productivo teniendo como resultado:

Tabla 7 Número de observaciones para cada tarea y operación

Muestra de tiempos en minutos												
N°	Tareas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n
1	Llenar la carretilla de arena	0,73	0,47	0,62	0,56	0,59	0,42	0,52	0,53	0,49	0,48	39
	Transporte a la mezcladora	0,28	0,20	0,19	0,23	0,26	0,30	0,26	0,27	0,18	0,26	39
	Transporte carretilla vacía al polvo	0,23	0,27	0,20	0,23	0,25	0,23	0,23	0,37	0,33	0,24	62
	Llenar la carretilla de polvo	0,31	0,28	0,37	0,32	0,31	0,49	0,43	0,54	0,42	0,51	79
	Transporte a la mezcladora	0,23	0,27	0,20	0,23	0,25	0,23	0,23	0,37	0,33	0,24	62
	Transporte carretilla vacía al chasqui	0,25	0,18	0,25	0,20	0,23	0,37	0,30	0,32	0,32	0,29	68
	Llenar la carretilla de chasqui	0,55	0,57	0,42	0,61	0,54	0,68	0,54	0,55	0,62	0,59	21
	Transporte a la mezcladora	0,25	0,18	0,25	0,20	0,23	0,37	0,30	0,32	0,32	0,29	68
2	Mezcla de la materia prima	1,13	2,56	1,71	1,77	1,93	2,62	2,53	1,78	2,65	1,97	87
3	Paleado a la prensa	0,19	0,23	0,22	0,23	0,25	0,22	0,27	0,31	0,25	0,18	37
4	Prensar	0,31	0,38	0,39	0,36	0,41	0,33	0,39	0,36	0,38	0,43	13
5	Transporte del bloque al área de secado	0,60	0,36	0,57	0,50	0,36	0,30	0,37	0,41	0,40	0,49	75

Fuente: Construct Block

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Seguidamente se realiza el número de observaciones necesarias para cada una de las actividades descritas en la tabla 7 (ver anexo 1), con el propósito de poder calcular en tiempo normal y el tiempo estándar.

Tiempo normal: hace referencia al tiempo que se toma el operario para realizar su trabajo a ritmo normal, sin considerar retrasos (Escalante, Gónzales 2015).

$$TN = (TOM) * (Factor\ de\ valoración\ \%)$$

Ecuación 2 Tiempo normal (Escalante, Gónzales 2015)

Donde:

TN= Tiempo normal

TOM= Tiempo observado medio

Para obtener el factor de valoración del ritmo de trabajo se ha utilizado el método de Westinghouse, en donde considera 4 aspectos: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia (anexo 2) que se debe tomar en cuenta al momento de la calificación:

$$Factor\ de\ valoración = 1 + \Sigma\ de\ factores$$

Ecuación 3 Factor de valoración (Escalante, Gónzales 2015)

Tabla 8 Calificación del factor de valoración según el método de Westinghouse

Llenar la carretilla			
Habilidad	Regular E1	-0,05	Factor de valoración=1+Σ de factores
Esfuerzo	Bueno C2	0,02	FV= 1+(-0,05+0,02-0,03-0,02) =0,92
Condiciones	Regular E	-0,03	
Consistencia	Regular E	-0,02	
Transporte			
Habilidad	Regular E1	-0,05	Factor de valoración=1+Σ de factores
Esfuerzo	Bueno C1	0,05	FV= 1+(-0,05+0,05-0,07-0,02) =0,91
Condiciones	Pobre F	-0,07	
Consistencia	Regular E	-0,02	

Paleado			
Habilidad	Promedio D	0,00	Factor de valoración=1+Σ de factores
Esfuerzo	Bueno C1	0,05	FV= 1+(0+0,05-0,07-0,04) =0,94
Condiciones	Pobre F	-0,07	
Consistencia	Pobre F	-0,04	

Fuente: (Escalante, Gónzales 2015)

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Para la valoración del ritmo de trabajo se ha unificado todas las tareas de llenar la carretilla, transporte y paleado, es por este motivo que en la tabla anterior solamente se cuenta con tres tareas y las máquinas con el 100%.

Suplementos: son tiempos extras que se asigna al cálculo del tiempo estándar para compensar al operario por tiempo perdido, ya sea por fatiga, necesidades personales o esperas inevitables (Escalante, Gónzales 2015).

Para este caso se ha considerado según la OIT los suplementos constantes que se aplican para cualquier tipo de trabajo y se refieren a fatiga (5%), suplementos por necesidades personales (4%) + el suplemento variable por trabajar de pie (2%), en total 11% para este estudio.

Tiempo estándar: es el tiempo que el operario se toma para realizar un trabajo considerando los retrasos inevitables o suplementos (Escalante, Gónzales 2015).

$$TE = TN * (100\% + \%suplementos)$$

Ecuación 4 Tiempo estándar (Escalante, Gónzales 2015)

Aplicación de la fórmula para la primera operación “Llenar la carretilla de arena”

$$TE = 0,52 * (100\% + 11\%) = 0,57$$

Se utiliza para todas las tareas teniendo así:

Tabla 9 Tiempo estándar de cada tarea y operación

N°	Tareas	Tiempo promedio (min)	Factor de valoración	Tiempo normal (min)	Suplementos	Tiempo estándar (min)	Total (min)	
1	Preparación de la mezcla	Llenar la carretilla de arena	0,56	92%	0,52	11%	0,57	2,92
		Transporte a la mezcladora	0,24	91%	0,22	11%	0,25	
		Transporte carretilla vacía al polvo	0,28	91%	0,26	11%	0,28	
		Llenar la carretilla de polvo	0,40	92%	0,37	11%	0,41	
		Transporte a la mezcladora	0,28	91%	0,26	11%	0,28	
		Transporte carretilla vacía al chasqui	0,28	91%	0,25	11%	0,28	
		Llenar la carretilla de chasqui	0,55	92%	0,51	11%	0,56	
		Transporte a la mezcladora	0,29	91%	0,26	11%	0,29	
2	Mezcla de la materia prima	1,87	100%	1,87	0%	1,87	1,87	
3	Paleado a la prensa	0,24	94%	0,22	11%	0,25	0,25	
4	Prensar	0,36	100%	0,36	0%	0,36	0,36	
5	Transporte del bloque al área de secado	0,46	91%	0,42	11%	0,46	0,46	

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

El mayor tiempo lo toma la tarea de preparación de la mezcla debido a que el obrero debe realizar varios transportes a distancias lejanas.

Diagrama de flujo de proceso de la elaboración de bloque estructural de 15 cm

Con información obtenida en la tabla 9 se realiza el diagrama de flujo de proceso de bloque estructural de 15 cm, describiendo las actividades, cantidades, distancia, y tiempo estándar de las 10 primeras operaciones, debido a que las 3 restantes son aplicadas a los días siguientes de la producción, es decir no son continuas. Teniendo así:

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO						Hoja No.:	1	
Objetivo y nivel de análisis:						SEGUIMIENTO AL:		
						Operario	X	Material
Nombre del procesos analizado:			RESUMEN					
Proceso de producción de bloque estructural de 15 cm para un lote de 40 unidades			OPERACIONES	SÍMBOLO	TIEMPO	ACTUAL	PROPUESTO	
			Operación	●	23,48	7	N/A	
Localización:			Transporte	→	6,48	6	N/A	
			Espera	⏸	7203,60	2	N/A	
Área productiva			Inspección	⚖	0,00	0	N/A	
Metodo:			Almacenamiento	⏸	0,00	0	N/A	
Actual	X	TOTAL			7233,56	15	N/A	
Propuesto		Distancia total recorrida			166,08			
Lugar:	Fabrica de bloques y adoquines "Construct Block"					Comentarios		
Operador	3 operarios					Este proceso debe ser analizado para conocer la situación actual de la empresa y así poder identificar sus desperdicios		
Elaborado	Katherin Pallango							
Fecha:	20-nov-22							
Revisado por:	Ing. Marisol Naranjo							
Fecha:	25-nov-22							
Aprobó:	Ing. María José Acosta							
Fecha:	28-nov-22							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (u)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	Símbolo				OBSERVACIONES
El operario llena la carretilla de arena	2	0	1,14	●				Tiempo corregido
Transporta la carretilla de arena a la mezcladora	3	31,38	0,75	●	→			Tiempo corregido
Transporte de carretilla vacia al polvo	1	11,00	0,28	●				Se evidencia desperdicio de transporte en ir y venir de la máquina mezcladora
El operario llena la carretilla de polvo	1	0	0,41	●				
Transporta la carretilla de polvo a la mezcladora	1	11,00	0,28	●	→			
Transporte de carretilla vacia al chasqui	1	5,35	0,28	●				
El operario llena la carretilla de chasqui	1	0	0,56	●				
Transporta la carretilla de chasqui a la mezcladora	1	5,35	0,29	●	→			
Mezcla de la materia prima en la máquina mezcladora, mientras la máquina funciona el operario coloca 30 lt de agua en la mezcla junto con 25kg de cemento	1	0	1,87	●				
El operario toma la mezcla con la pala despues de que sale de la máquina mezcladora y la coloca en la prensa	10	0	2,50	●				Tiempo corregido
La máquina prensadora compacta la mezcla y da forma al bloque	10	0	3,60	●				Tiempo corregido
El operario transporta el bloque al área de secado	10	100,00	4,60	●	→			El tiempo y distancia corregidos
Se riega agua en todos los bloques	1	0	2,00	●				Esta actividad se la realiza un día después de la producción
Secado	0	0	7200,00	●				Toma 5 días después de la producción
Empaletado	1	2,00	15,00	●				En esta actividad se detectan productos defectuosos
TOTAL	44	166,08	7233,56	7	6	2	0	0
No. de plano: 1			DIAGRAMA No. 1				REVISIÓN	
N/A							1	
Referencia de diagramas	Revisión	Nivel de	1					1


Gráfico 2 Diagrama de flujo de proceso

Fuente: Construct Block

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Se presenta la tabla resumen del diagrama de flujo en un lote de producción de 40 unidades.

Tabla 10 Resumen del diagrama de flujo de proceso

RESUMEN				
OPERACIONES	SÍMBOLO	TIEMPO	ACTUAL	PROPUESTO
Operación		23,48	7	N/A
Transporte		6,48	6	N/A
Espera		7203,60	2	N/A
Inspección		0,00	0	N/A
Almacenamiento		0,00	0	N/A
TOTAL			7233,56	15
Distancia total recorrida (m)			166,08	

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Se observa que el tiempo total es de 7233,56 minutos, no obstante, se considera únicamente las tareas continuas que abarcan hasta cuando el operario transporta el bloque al área de secado, entonces el tiempo de producción de un lote es de 16,56 minutos con una distancia de 164,08 m.

Diagrama de recorrido

Se presenta la imagen 7 de la vista satelital de las instalaciones de la empresa con el fin de poder realizar un diagrama de recorrido para tener una noción más clara de cómo se desarrolla el proceso dentro de la organización.



Imagen 7 Vista satelital de Construct Block
Fuente: Google Earth

Para el diagrama de recorrido se ha tomado la estación donde se elabora bloque estructural de 15cm, lo cual se ha resaltado con un cuadro color rojo.

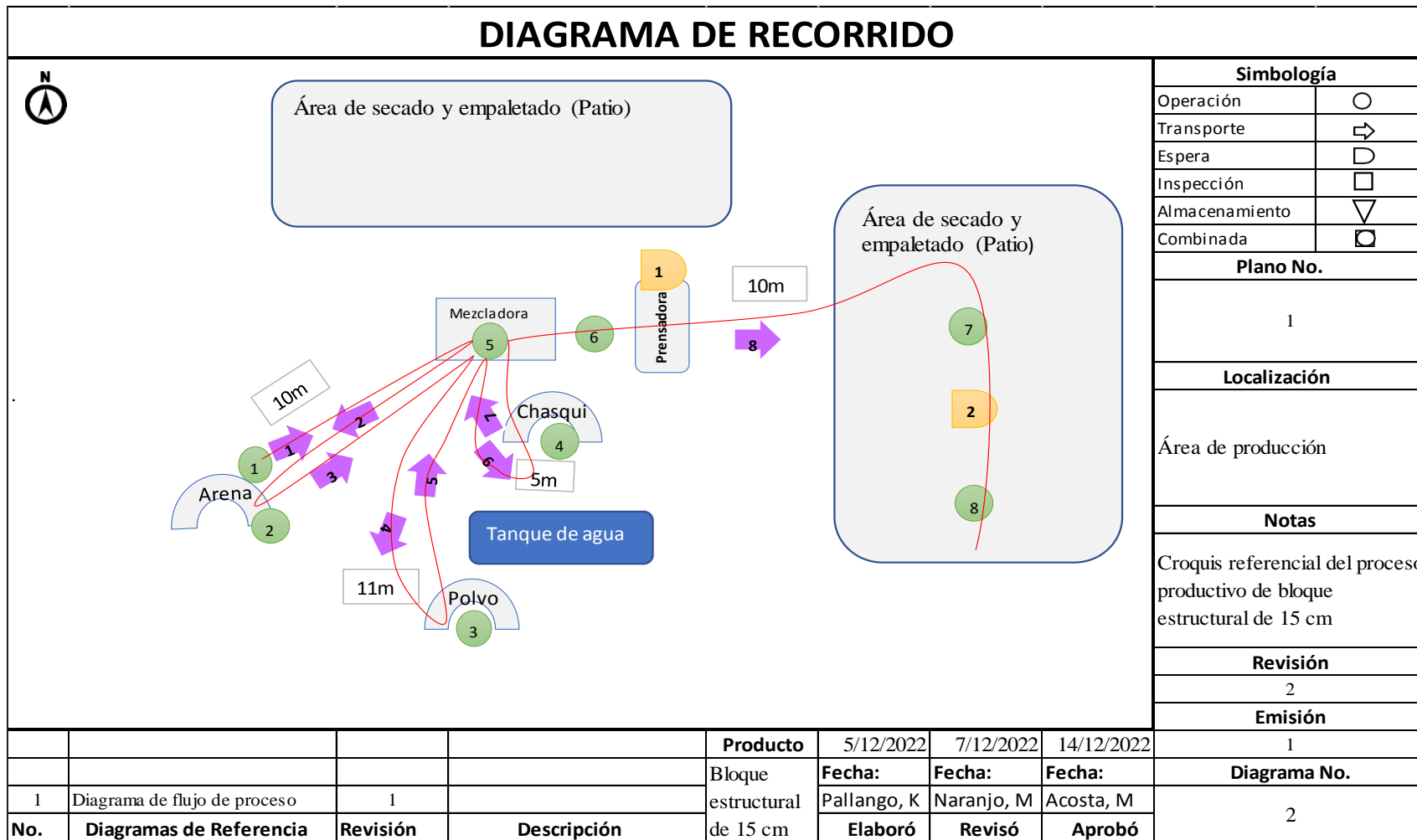


Gráfico 3 Diagrama de recorrido

Fuente: Construct Block

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Tabla 11 Resumen del diagrama de recorrido

Tareas		Operaciones	Tiempo (min)
Tareas continuas	Preparación de la mezcla	1. Llenar la carretilla de arena	0,57
		1. Transporte a la mezcladora	0,25
		2. Transporte carretilla vacía a la arena	0,25
		2. Llenar la carretilla de arena	0,57
		3. Transporte a la mezcladora	0,25
		4. Transporte carretilla vacía al polvo	0,28
		3. Llenar la carretilla de polvo	0,41
		5. Transporte a la mezcladora	0,28
		6. Transporte carretilla vacía al chasqui	0,28
		4. Llenar la carretilla de chasqui	0,56
	7. Transporte a la mezcladora	0,29	
	Mezcla de materia prima	5. Colocar 25 kg de cemento y 30 litros de agua mientras la máquina funciona	1,87
Paleado	6. Palear a la máquina mezcladora	0,25	
Prensado	1. Prensar	0,36	
Transporte	8. Transporte del bloque al área de secado	0,46	
Tareas discontinuas	Fraguado	7. Regar agua al bloque	2,00
	Secado	2. Secar el bloque	7200
	Empaletado	8. Poner en pallets el bloque	15,00

Fuente: Construct Block

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Una vez que se ha conocido el proceso productivo del bloque estructural de 15 cm con su diagrama de flujo y de recorrido se presenta la identificación de desperdicios en cada una de sus tareas.

Identificación de desperdicios dentro del proceso productivo de bloque estructural de 15 cm

Taiichi Ohno identifica 7 tipos de desperdicio en el sistema de producción de Toyota que pueden darse en cualquier proceso productivo. En la tabla 12 se definen los tipos de desperdicio:

Tabla 12 Tipos de desperdicio

Desperdicio	Definición
Sobre producción	Se basa en producir demasiado sin que sea demandado.
Inventario	Es la acumulación de materia prima o producto terminado.
Sobre procesamiento	Se basa en los procesos redundantes innecesarios que no agregan valor al producto.
Movimiento	Movimientos innecesarios del personal en su lugar de trabajo.
Transporte	Se refiere al exceso de distancia entre recursos del proceso sin que agregue valor al producto.
Tiempo de espera	Es el tiempo perdido en donde el operario o maquinaria se encuentra parada
Productos defectuosos	Es el producto final en mal estado que no puede ser entregado al cliente.

Fuente: (Jiménez, Gisbert Soler 2017)

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Acorde a las tareas descritas del proceso productivo de bloque estructural de 15 cm y con investigación de campo se identifican los desperdicios existentes:

Tabla 13 Identificación de desperdicios en las tareas del proceso de bloque estructural de 15 cm

N°	Tareas	Tipo de desperdicio identificado	Justificación
1	Preparación de la mezcla	Transporte	Al estar el material (arena, chasqui, polvo) en diferentes lugares el obrero debe desplazarse con la carretilla a la máquina mezcladora
3	Paleado	Sobre procesamiento	Al tomar la mezcla con la pala y rellenarla en la máquina prensadora el obrero riega mezcla en el piso por lo que cuando termina el lote debe recoger y ponerla en la mezcladora ocasionando un sobre procesamiento.

4	Prensado	Productos defectuosos y sobre procesamiento	Se produce al no rellenar bien el molde de la prensadora con la mezcla de material, sale el bloque defectuoso por lo que nuevamente se debe colocarlo en la mezcladora produciendo un sobre procesamiento
8	Empaletado	Productos defectuosos	Se recoge el producto del área de secado para ponerlos en pallets, aquí se retira el producto defectuoso no identificado en la tarea de prensado

Fuente: Construct Block

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Se presenta la cuantificación de productos defectuosos en un día laboral por cada lote de producción (40 unidades) una vez secos, listos para empaletar.

Tabla 14 Productos defectuosos por lote de producción

N° Lote (40 unidades por lote)	Productos defectuosos (unidades por lote)	N° Lote (40 unidades por lote)	Productos defectuosos (unidades por lote)
1	2	16	2
2	2	17	3
3	1	18	1
4	2	19	0
5	0	20	1
6	3	21	0
7	0	22	2
8	1	23	0
9	0	24	1
10	2	25	0
11	0	26	0
12	1	27	2
13	0	28	2
14	0	29	2
15	1		
15	15	14	16

Fuente: Construct Block

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

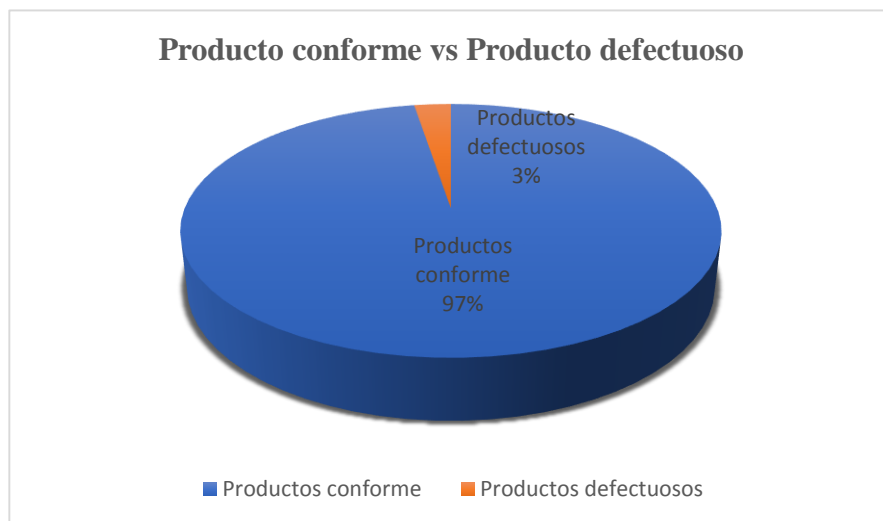


Gráfico 4 Producto conforme vs producto defectuoso

Fuente: Construct Block

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

La cantidad de productos defectuosos corresponde al 3% (31 u) de las 1160 unidades correspondientes a 29 lotes de producción diaria.



Imagen 8 Productos defectuosos listos para el sobre procesamiento

Fuente: Construct Block

Área de estudio:

Tabla 15 Área de estudio

Dominio	Tecnología y Sociedad
Línea de investigación	Sistemas Industriales
Campo	Ingeniería Industrial
Área	Gestión de sistemas productivos
Aspecto	Mejora de proceso productivo
Objeto de estudio	Reducción de desperdicios en un proceso productivo
Periodo de análisis	Octubre 2022 – Febrero 2023

Fuente: Universidad Indoamérica

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Modelo operativo:

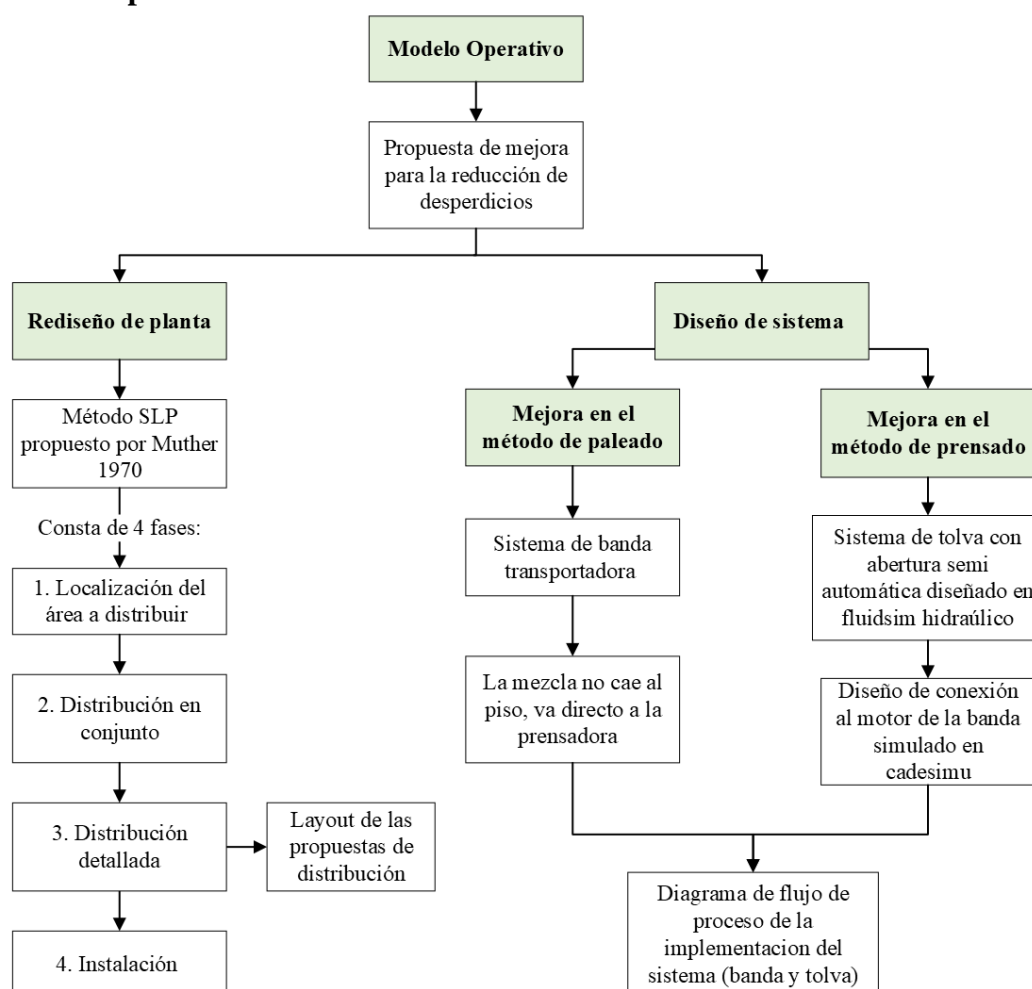


Gráfico 5 Modelo Operativo

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Desarrollo del modelo operativo:

Rediseño de planta:

En base al análisis previo se debe realizar un rediseño en el área de almacenamiento de materia prima, con el fin de reducir el tiempo de transporte que realiza el operario, para esto se utiliza la metodología SLP (Planeación Sistemática de Distribución de Planta) o en inglés (Systematic Layout Planning), propuesta por Richard Muther en 1970, es un instrumento que permite el uso eficaz de los recursos, organización de espacios de trabajo y equipos industriales, optimización de los procesos, aumento de competitividad y mejora continua (Torres-Soto et al. 2020) , contiene simplificados métodos de distribución aplicables a cualquier tipo de industria con espacios nuevos o para readaptaciones.

Identifica cuatro fases:

- **Localización del área a distribuir:**

Se define el área a organizar, de acuerdo con las necesidades de la empresa siendo un espacio nuevo o si se pretende hacer una redistribución. Se busca una ubicación más óptima y adecuada para las actividades productivas o de servicio de la organización (Álvarez, De Ávila, Hurtado 2022).

- **Distribución en conjunto:**

Se toma en cuenta las relaciones que existen entre los departamentos o elementos que conforman el área de la planta con el propósito de conocer que tan cerca deben estar para llevar a cabo un flujo adecuado de producción (Muther 1970).

- **Distribución detallada:**

En esta fase se tiene identificada la relación que tiene cada departamento por lo que se procede a realizar los cálculos respectivos de espacios físicos con los puestos de trabajo mediante el método de Guerchet, cabe recalcar que las áreas obtenidas son aproximados sujetos a modificaciones según las circunstancias (Muther 1970).

A continuación se detalla las definiciones de los tipos de superficie y las ecuaciones utilizadas para el desarrollo del método de Guerchet, en donde la superficie total de un área está dada por la suma de la superficie estática, superficie de gravitación y la superficie de evolución, según (Cuatrecasas 2009):

Superficie estática (Ses): es la superficie donde se encuentran máquinas e instalaciones, se calcula con la fórmula de las áreas dependiendo de la figura.

Superficie de gravitación (Sg): es el área utilizada por los operarios que se encuentran trabajando en un puesto de trabajo determinado. Se calcula mediante:

$$Sg = Ses * n$$

Ecuación 5 Superficie de gravitación (Cuatrecasas 2009)

Donde:

Sg: superficie de gravitación

Ses: superficie estática

n: es el número de lados que se utiliza en las máquinas.

Superficie de evolución (Sev): es el área que debe existir entre departamentos para el movimiento de los operarios, transporte o material, que viene a ser los pasillos, se calcula mediante:

$$Sev = (Ses + Sg) * k$$

Ecuación 6 Superficie de evolución (Cuatrecasas 2009)

k es un coeficiente que se obtiene mediante fórmula o tabla, para este caso se utiliza la fórmula:

$$k = \frac{H}{2h}$$

Ecuación 7 Coeficiente k (Cuatrecasas 2009)

Donde:

H: Altura de los operarios que se desplazan

h: Altura de los objetos fijos

Superficie total (St): es la sumatoria de todas las superficies.

$$St = N(Ses + Sg + Sev)$$

Ecuación 8 Superficie total (Cuatrecasas 2009)

Donde N es el número de elementos móviles o estáticos.

- **Instalación:**

Considera la parte tangible del diseño de planta, en donde se ubica la maquinaria y los departamentos realizando los ajustes necesarios (Álvarez, De Ávila, Hurtado 2022).

Diseño de Sistema:

A partir de elementos comerciales, se diseña un sistema automático de banda transportadora y tolva, para que la mezcla no caiga al suelo sino llegue directamente a la máquina prensadora sin necesidad que el obrero realice la acción de palear, con eso no se regaría mezcla sino más bien llegaría lo justo para generar los 4 bloques que salen de la máquina.

Con la finalidad de que el sistema de la tolva sea automático se diseña un circuito electrohidráulico en el software FluidSim, con el uso de una válvula hidráulica que permita la apertura y cierre de la tolva. Este software didáctico, facilita la ejecución de sistemas electrohidráulicos o electroneumáticos mediante simulaciones que permiten observar el funcionamiento de sus componentes y llevarlos a cabo (Rojas, Gutierrez 2020).

Para la conexión de la tolva al motor de la banda se utiliza el software CadeSimu, un programa electrotécnico que permite el uso de diferentes elementos eléctricos organizados en librerías para generar esquemas que una vez realizados da paso a la

simulación en donde se comprueba si la lógica del circuito será la correcta o tendrá fallos (Rojas, Gutierrez 2020).

Posteriormente al desarrollo de las actividades mencionadas se realiza un diagrama de flujo de proceso que representa las acciones que se realizan en un determinado proceso de producción, evidenciando los transportes, operaciones, almacenamiento, inspecciones y esperas con sus cantidades, tiempos y distancias recorridas, mostrando la trayectoria del producto (Sanchis Gisbert 2020). Esto para conocer la mejora que se tiene con la aplicación de esta propuesta.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta:

La presente propuesta de mejora es aplicable para la reducción de desperdicios en el proceso productivo de bloque estructural de 15 cm de la empresa Construct Block ubicada en el cantón Salcedo provincia de Cotopaxi dedicada a la elaboración y comercialización de bloques y adoquines.

Propuesta para la reducción del desperdicio de transporte:

De acuerdo con lo analizado anteriormente se necesita realizar un rediseño en el área de almacenamiento de materia prima, con el fin de acortar distancias, pues se encuentra alejada de la siguiente tarea que es mezclar la materia prima; según la metodología SLP (Planeación Sistemática de la Distribución de Planta) propuesta por (Muther, 1970) se desarrolla las 4 fases para ser aplicadas:

- **Localizar el área a distribuir:**

La empresa está ubicada en el sector de Anchiliví, cantón Salcedo provincia de Cotopaxi, se toma en cuenta el área crítica que es el almacenamiento de materia prima según el análisis de la situación actual, en donde se evidencia que la mayor pérdida de tiempo se genera cuando el obrero se desplaza de un lugar a otro para abastecer a la máquina mezcladora del material, por lo que se debe conocer la mejor

propuesta para que la materia prima se encuentre lo más cerca posible a la máquina mezcladora y así reducir el tiempo de transporte.



Imagen 9 Área de almacenamiento de materia prima (Construct Block)
Fuente: Google Earth

Esta área es de 170 m² con un perímetro de 140 m

- **Distribución en conjunto:**

Se debe tomar en cuenta la relación que existe entre cada elemento a distribuir, para el desarrollo de esta metodología se denota de la siguiente manera:

- Máquina mezcladora (M),
- Arena (Materia prima 1)
- Polvo de piedra pómez (Materia prima 2)
- Chasqui (Materia prima 3)

Se presenta el diagrama de relación de proximidad con su tabla de códigos propuesta por (Muther 1970), en donde indica:

Tabla 16. Relación de proximidad

Relación	Código	
Absolutamente necesario	A	
Especialmente necesario	E	
Importante	I	
Ordinariamente importante	O	
Sin importancia	U	
No deseable	X	

Fuente: (Muther 1970)
Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

El rectángulo amarillo que se presenta a continuación hace referencia a la máquina mezcladora, un equipo que no se puede mover, puesto que provocaría un cambio en toda la estación de trabajo, generando mayor costo de redistribución.

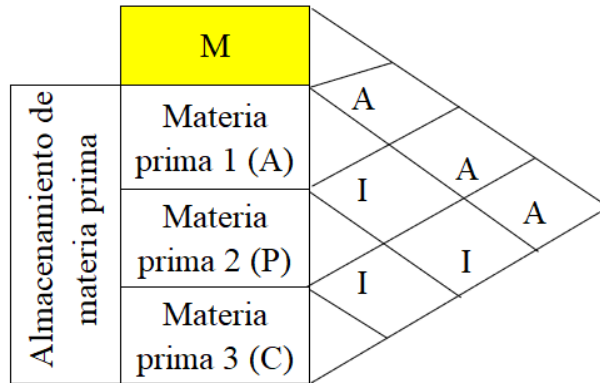


Gráfico 6 Diagrama de relación de actividades
Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

De acuerdo con el gráfico 5, se realiza la relación de proximidad con la codificación de colores propuesta por Muther, para tener una idea más clara de la situación.

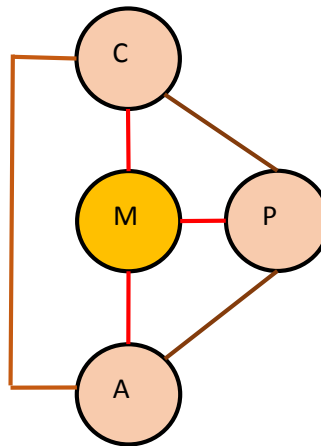


Gráfico 7 Relación de proximidad
Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Se observa que la materia prima: arena, polvo de piedra pómez y chasqui es absolutamente necesario que se encuentre cerca de la máquina mezcladora con el fin de que el obrero no recorra mucha distancia, en cambio no es tan relevante que entre la materia prima exista cercanía.

- **Distribución detallada**

Para la distribución detallada se utiliza el método de Guerchet explicado anteriormente, con el propósito de conocer el área total de cada material que se quiere redistribuir.

Se debe calcular la superficie total de cada elemento, con un coeficiente k de:

$$k = \frac{H}{2h} = \frac{1,70}{2(2)} = 0.43$$

Con la aplicación de las fórmulas del método de Guerchet para la materia prima 1 (Arena) se obtiene:

Superficie estática:

$$Ses = L * L$$
$$Ses = 5m * 5m = 25m^2$$

Superficie de gravitación:

$$Sg = Ses * n$$
$$Sg = 25m^2 * 1 = 25m^2$$

Superficie de evolución:

$$Sev = (Ses + Sg) * k$$
$$Sev = (25m^2 + 25m^2) * 0,43 = 21,50m^2$$

Superficie total:

$$St = N(Ses + Sg + Sev)$$
$$St = 1 (25m^2 + 25m^2 + 21,50m^2) = 71,50m^2$$

Este cálculo se realiza para todos los elementos a distribuir y se tiene:

Tabla 17 Cálculo de las superficies según el método de Guerchet

	N	n	Radio (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Ses	Sg	Sev	St
							Ses*n	(Ses+Sg)*k	N(Ses+Sg+Sev)
Materia prima 1 (A)	1	1		5	5	25,00	25,00	21,50	71,50
Materia prima 2 (P)	1	1		5	5	25,00	25,00	21,50	71,50
Materia prima 3 (C)	1	1		5	5	25,00	25,00	21,50	71,50
Mezcladora	1	1	1			3,14	3,14	2,70	8,98
Total									214,50

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

De acuerdo con las superficies obtenidas en la tabla 17 se grafica el área total de cada materia prima que contiene la superficie estática, de gravitación y la de evolución, teniendo así:

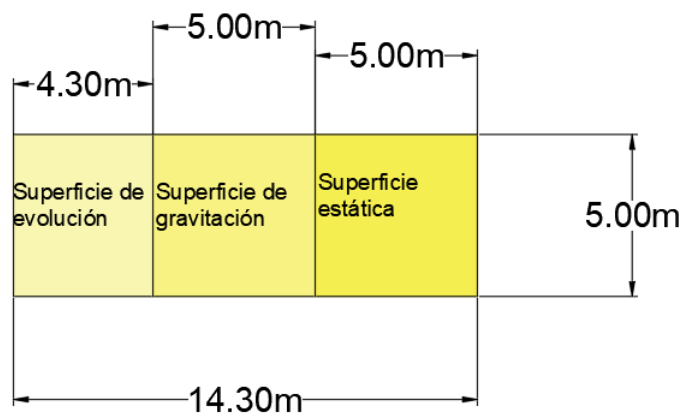


Gráfico 8 Área total de cada materia prima

Según la aplicación del método Guerchet el gráfico 7 corresponde al área total ($71,50 \text{ m}^2$) considerando su superficie de gravitación y evolución de cada material (arena, polvo y chasqui). Sin embargo, al no ser una superficie fija el cúmulo de cada materia prima, se considera la superficie de gravitación que corresponde al área utilizada por el obrero igual a la superficie estática, pues conforme van

ocupando el material este va reduciendo de modo que el trabajador tendría espacio de movilizarse.

Entonces, la nueva área está dada por:

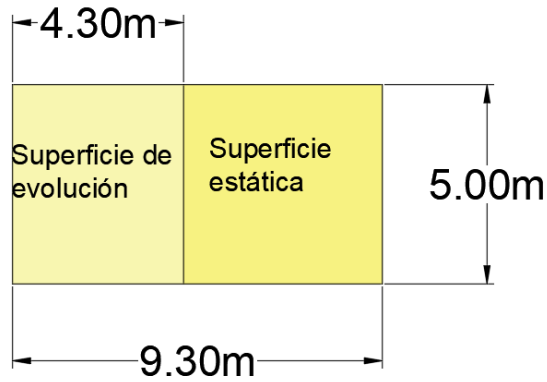


Gráfico 9 Área específica de cada materia prima

Es así como el área para la arena, polvo y chasqui es de $46,5 m^2$ y se tiene:

Distribución actual del almacenamiento de materia prima:

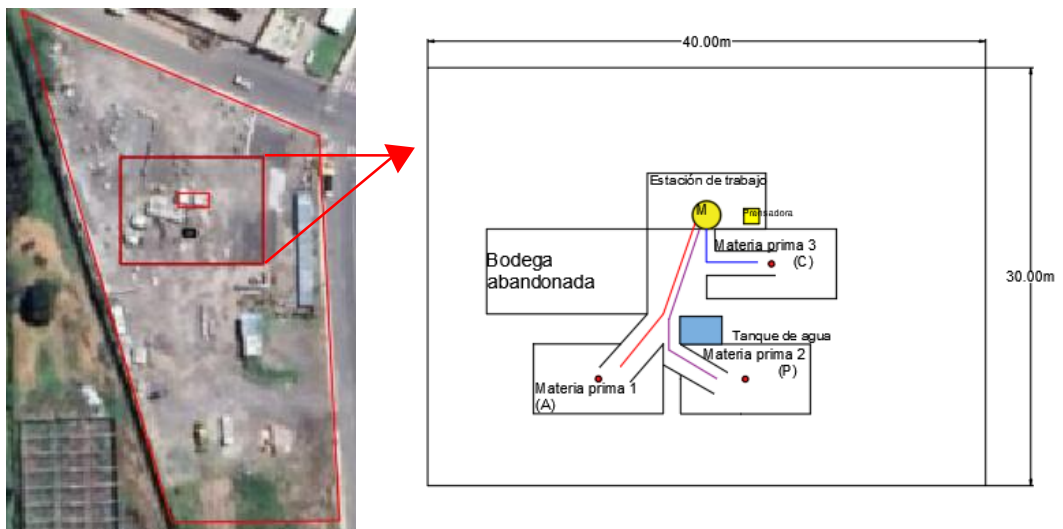





Imagen 10 Distribución actual del área crítica

La distancia recorrida por el operario actualmente se muestra en la tabla 18:

Tabla 18 Recorrido actual en el área de materia prima

Recorrido	Símbolo	Distancia (m)
Mezcladora - Arena		10,46 m
Mezcladora - Polvo		11,00 m
Mezcladora - Chasqui		5,35 m
Total		26,81 m

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Fuente: Construct Block

En las siguientes propuestas se toma la distancia desde la máquina mezcladora hasta el punto central del área de la materia prima como referencia del recorrido que realizará el obrero y se elimina el área que comprende la bodega, pues no tiene ninguna función y ocupa espacio que puede ser aprovechado de esta manera.

Propuesta 1:

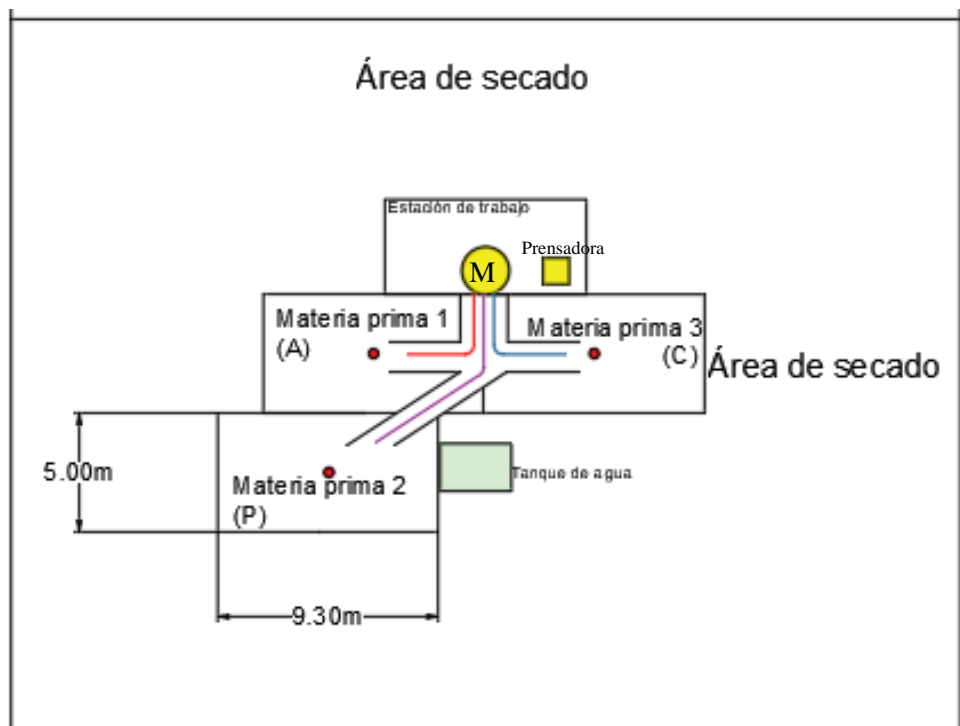





Gráfico 10 Layout de la propuesta 1

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

En la propuesta 1 se tiene la información de la tabla 19 con las distancias recorridas de acuerdo con la acotación del software AutoCAD.

Tabla 19 Recorrido de la propuesta 1

Recorrido	Símbolo	Distancia (m)
Mezcladora – Arena		5,35 m
Mezcladora – Polvo		8,47 m
Mezcladora – Chasqui		5,35 m
Total		19,17 m

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Propuesta 2:

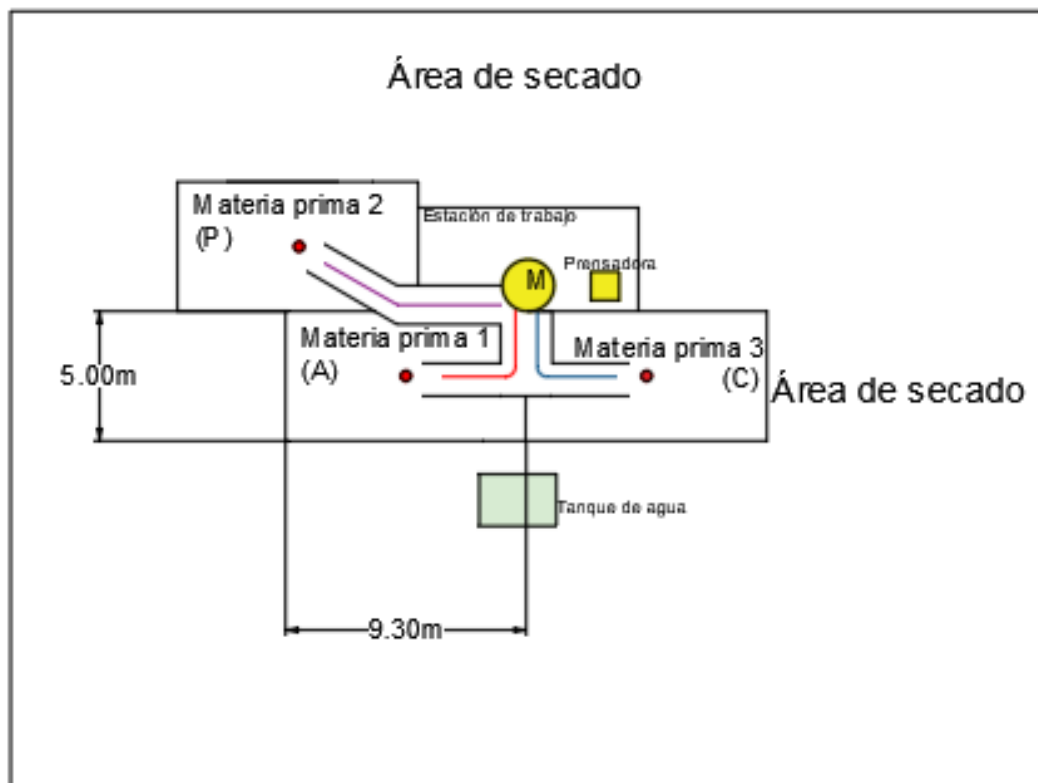





Gráfico 11 Layout de la propuesta 2

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

En la propuesta 2 se tiene la información de la tabla 20 con las distancias recorridas de acuerdo con la acotación del software AutoCAD.

Tabla 20 Recorrido de la propuesta 2

Recorrido	Símbolo	Distancia (m)
Mezcladora – Arena		5,35 m
Mezcladora – Polvo		7,20 m
Mezcladora – Chasqui		5,35 m
Total		17,90 m

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Propuesta 3:

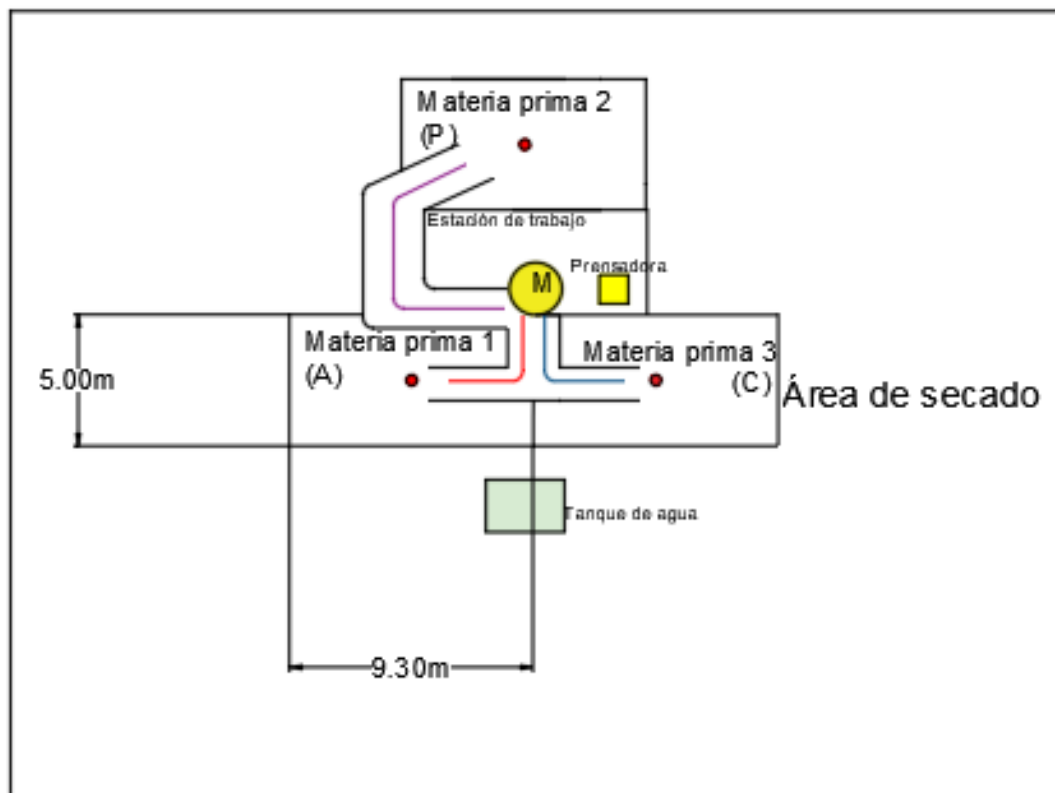





Gráfico 12 Layout de la propuesta 3

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

En la propuesta 3 se tiene la información de la tabla 21 con las distancias recorridas de acuerdo con la acotación del software AutoCAD:

Tabla 21 Recorrido de la propuesta 3

Recorrido	Símbolo	Distancia (m)
Mezcladora – Arena		5,35 m
Mezcladora – Polvo		11,00 m
Mezcladora – Chasqui		5,35 m
Total		21,70 m

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Evaluación de las propuestas:

En todas las propuestas la arena y el chasqui tienen distancias similares, lo que varía es la ubicación del polvo, por consiguiente, según las distancias demostradas en las propuestas anteriores, se considera que la mejor ubicación del área de almacenamiento de materia prima está en la propuesta 2, debido a que el operario recorre menos distancia.

Tabla 22 Resumen de las distancias propuestas

Propuestas	Distancia total
1	19,17 m
2	17,90 m
3	21,70 m

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

- **Instalación**

De acuerdo con el análisis anterior la empresa está en la libertad de adoptar la propuesta o no.

Propuesta para reducir los desperdicios de sobre procesamiento y productos defectuosos.

Tal como se analizó en el capítulo 2 existe sobre procesamiento en la tarea del paleado, y en el empaletado productos defectuosos, por esta razón se propone implementar un sistema de banda transportadora con tolva que combata estos dos tipos de desperdicios.

La banda transportadora conecta a la máquina mezcladora con una tolva ubicada encima de la máquina prensadora. La tolva se llena con materia prima proveniente de la mezcladora y en su boca inferior se propone implementar un sistema automático que controle la cantidad específica de mezcla que sale de la tolva en un tiempo determinado, así el molde de la prensa se llena completamente, lo que reduce el riesgo de la existencia de productos defectuosos provocados por su mal relleno y sustituirá la acción del paleado, pero no al obrero porque debe estar supervisando que el material caiga correctamente a la prensadora.

Entonces, el modelo del sistema se lo representa en la imagen 11 :

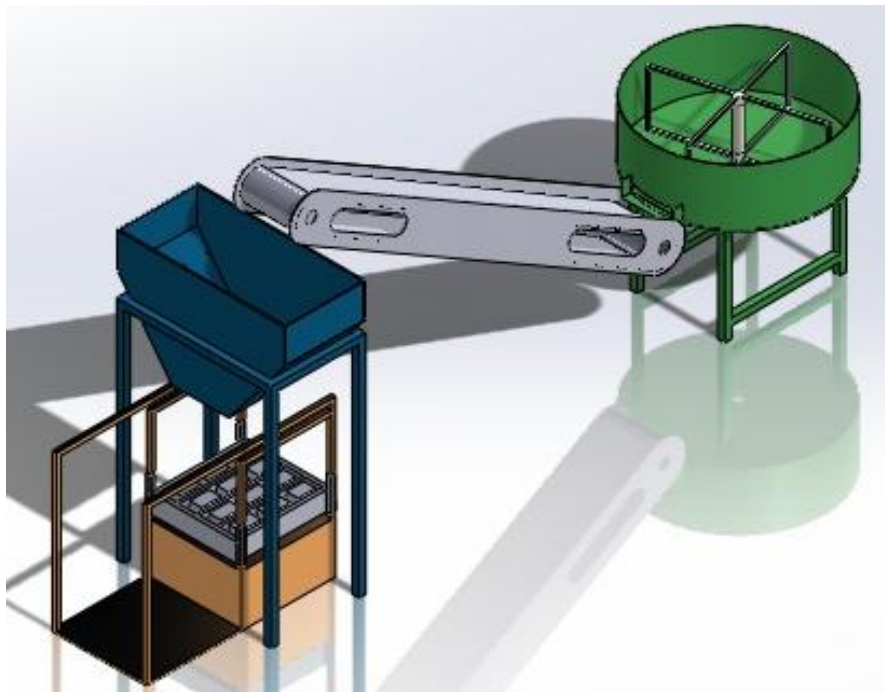


Imagen 11 Modelo de sistema de banda transportadora con tolva
Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Como referencia de la cantidad de mezcla que debe tener la prensadora para que su molde se rellene correctamente se ha tomado la cantidad de un bloque recién prensado:



Imagen 12 Peso de un bloque recién prensado
Fuente: Construct Block

Como se puede observar en la imagen 12 el peso de un bloque es de 14,4 kg con un volumen de 14,4 litros, por consiguiente, la cantidad de mezcla que entra a la máquina prensadora es de 57,6 kg o 57,6 litros.

Sistema de banda transportadora con tolva para material de concreto semihúmedo.

Dentro del mercado se encuentran varios tipos de bandas transportadoras específicas para la movilización de un determinado material. Para material de concreto semihúmedo se propone el siguiente equipo:

Tabla 23 Ficha técnica del sistema de banda transportadora con tolva

Datos técnicos	
	
Material	Acero A36
Funcionamiento	Automático o semiautomático
Tipo de estructura	Fijo o móvil
Forma de estructura	Inclinado a 30°
Cinta transportadora	Caucho con lona
Capacidad de volumen en transporte	10 litro/segundo
Capacidad de la tolva	500 litros
Dimensiones de la banda	Largo: 5m hasta 8m; ancho: 0.65m
Motor	1hp trifásico
Mantenimiento	Lubricación mensual de piñones y cadena.

Datos obtenidos de Proindserv Cía. Ltda

Para la implementación en el área de paleado, se ha tomado este modelo debido a que se acomoda a las necesidades de la empresa con características funcionales

como la capacidad de volumen de la banda, la capacidad de la tolva y el tipo de motor que posee acorde al trabajo que se realiza en esta área.

Para el buen funcionamiento de este sistema, se debe mantener una comunicación entre la capacidad de la tolva con la banda transportadora, por lo tanto, hay que implementar un sensor de nivel, con el fin de que cuando la tolva llegue a sus 500 litros de capacidad la banda se detenga automáticamente sin necesidad de que el obrero este al pendiente de esta situación y el circuito es el siguiente:

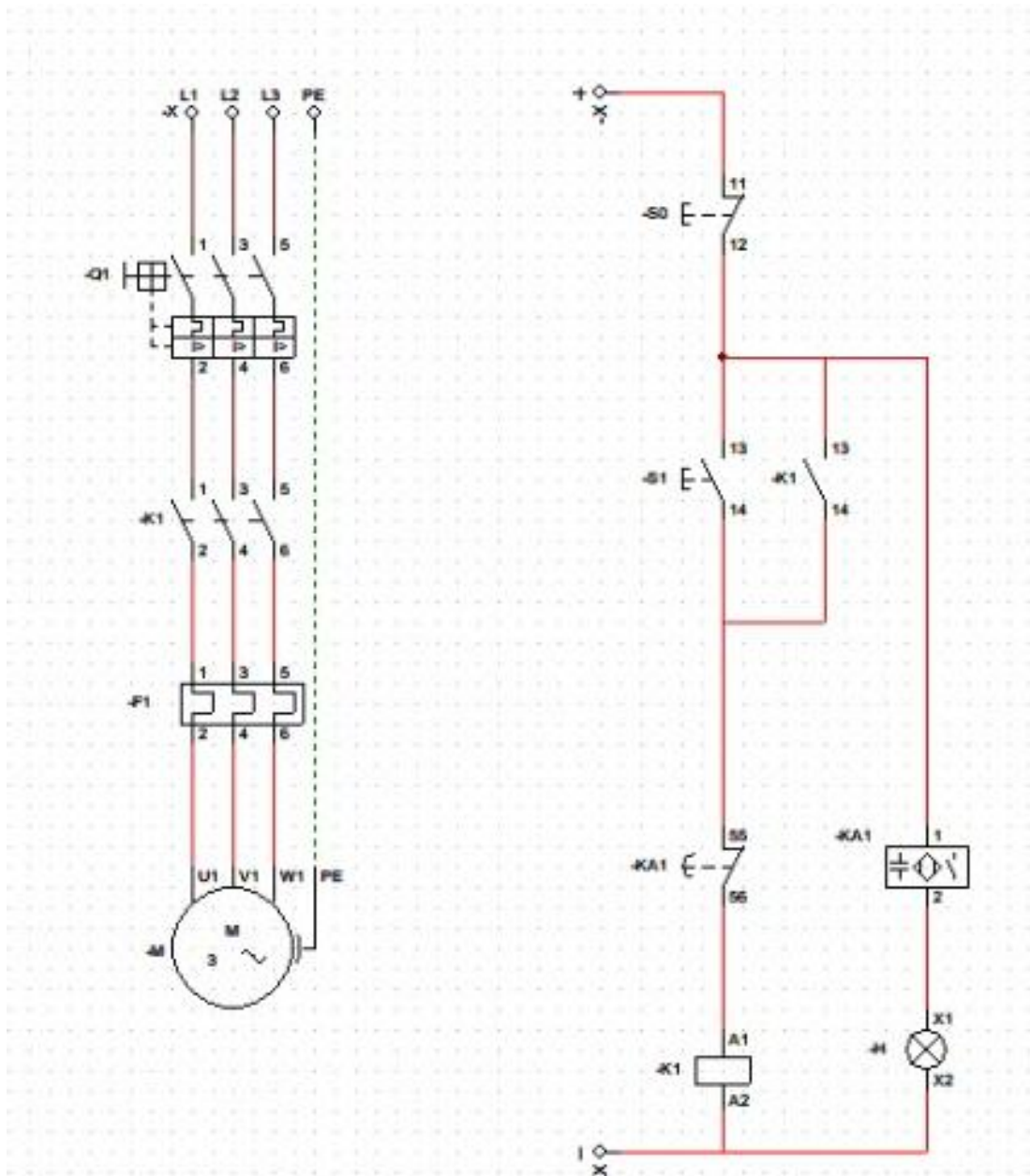


Gráfico 13 Esquema del circuito para comunicar la capacidad de la tolva con el motor de la banda
Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Adicionalmente, en la boca inferior de la tolva se debe implementar un cilindro hidráulico controlado con un temporizador el cual el obrero deberá pulsar para que se abra y después de 4 segundos (tiempo en el que cae los 57,6 litros de mezcla) se cierre automáticamente.

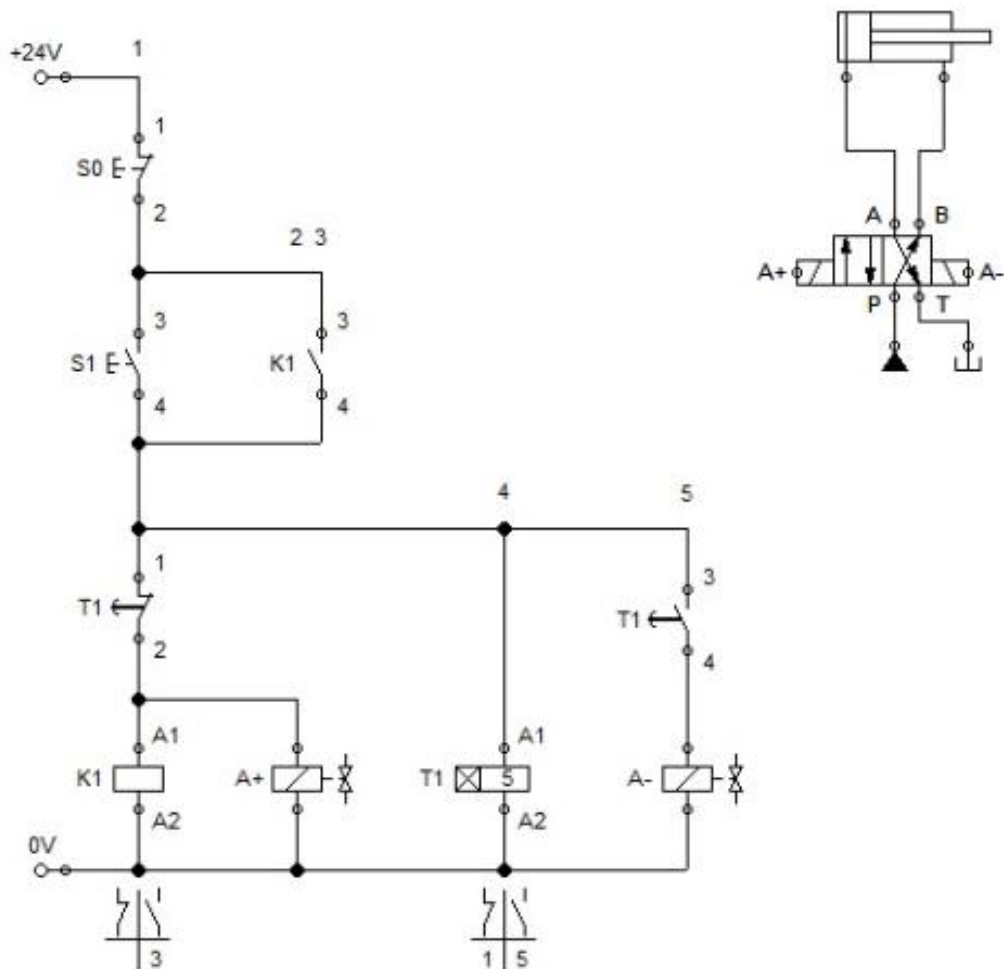


Gráfico 14 Esquema de circuito electrohidráulico de apertura de la tolva
Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Entonces, de acuerdo con el método actual el tiempo en la tarea de paleado oscila en los 0,25 minutos y con este sistema se reduce a 0,16 minutos teniendo como referencia los 10 litros/segundo que transporta la banda, siendo este sistema el más óptimo.

De este modo se presenta el diagrama de flujo de la propuesta para una mejor evidencia del proceso con esta propuesta, teniendo así:

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO						Hoja No.:	1	
Objetivo y nivel de análisis:						DE:	1	
SEGUIMIENTO AL:								
Operario		X		Material		Equipo		
Nombre del procesos analizado:			RESUMEN					
Proceso de producción de bloque estructural de 15 cm para un lote de 40 unidades			OPERACIONES	SÍMBOLO	TIEMPO	ACTUAL	TIEMPO PROPUESTO	
			Operación	●	23,48	7	20,98	
			Transporte	→	6,48	6	6,48	
Localización:			Espera	●	7203,60	2	7205,20	
Área productiva			Inspección	⬇	0,00	0	0	
Método:			Almacenamiento	⬇	0,00	0	0	
Actual			TOTAL		7233,56	15	7232,66	
Propuesto			X				166,08	
Lugar:			Fabrica de bloques y adoquines "Construct Block"				Comentarios	
Operador (es):			3 operarios				Este proceso debe ser analizado para conocer si la propuesta de implementación del sistema de banda transportadora y tolva es efectivo para el proceso.	
Elaborado			Katherin Pallango					
Fecha:			21-ene-23					
Revisado por:			Ing. Marisol Naranjo					
Fecha:			17-ene-23					
Aprobó:			Ing. María José Acosta					
Fecha:			20-ene-23					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD (u)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	Símbolo		OBSERVACIONES	
El operario llena la carretilla de arena		2	0	1,14	●		Tiempo corregido	
Transporta la carretilla de arena a la mezcladora		3	31,38	0,75	→		Tiempo corregido	
Transporte de carretilla vacia al polvo		1	11,00	0,28	●		Se evidencia desperdicio de transporte en ir y venir de la máquina mezcladora	
El operario llena la carretilla de polvo		1	0	0,41	●			
Transporta la carretilla de polvo a la mezcladora		1	11,00	0,28	→		Se evidencia desperdicio de transporte en ir y venir de la máquina mezcladora	
Transporte de carretilla vacia al chasqui		1	5,35	0,28	●			
El operario llena la carretilla de chasqui		1	0	0,56	●			
Transporta la carretilla de chasqui a la mezcladora		1	5,35	0,29	→		Se evidencia desperdicio de transporte en ir y venir de la máquina mezcladora	
Mezcla de la materia prima en la máquina mezcladora, mientras la máquina funciona el operario coloca 30 lt de agua en la mezcla junto con 25kg de cemento		1	0	1,87	●			
La mezcla sale de la mezcladora hacia la banda que conecta a la tolva y posteriormente a la prensadora		10	0	1,60	●		La mezcla cae hacia la prensadora con la cantidad específica sin que haya desperdicio por productos defectuosos	
La máquina prensadora compacta la mezcla y da forma al bloque		10	0	3,60	●		Tiempo corregido	
El operario transporta el bloque al área de secado		10	100,00	4,60	→		Tiempo corregido	
Se riega agua en todos los bloques		1	0	2,00	●		Esta actividad se la realiza un día después de la producción	
Secado		0	0	7200,00	●		Toma 5 días después de la producción	
Empaquetado		1	2,00	15,00	●		En esta actividad se detectan productos defectuosos	
TOTAL		44	166,08	7232,66	6 6 3 0 0			
No. de plano: 1			DIAGRAMA No. 1			REVISIÓN		
Diagrama de flujo de proceso actual						3		
Referencia de diagramas relacionados		Revisión:	Nivel de Ingeniería:	1				

Gráfico 15 Diagrama de flujo de proceso considerando la propuesta
Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Resultados esperados:

Desperdicio de transporte

Se presenta el diagrama de recorrido en el anexo 3 con la propuesta, tomando en cuenta las distancias y el proceso en general, con el propósito de conocer de manera detallada el recorrido del obrero con esta nueva distribución.

De acuerdo con el diagrama de recorrido actual de la empresa y el propuesto se puede evidenciar un acortamiento de distancia en el almacenamiento de materia prima, teniendo de esta manera:

Tabla 24 Comparativa entre distancias actuales y propuestas

	Actual	Propuesto
Materia Prima	Distancia (m)	Distancia (m)
Arena	10,46 m	5,35 m
Polvo	11,00 m	7,20 m
Chasqui	5,35 m	5,35 m
Total	26,81 m	17,90 m

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

En base a la tabla anterior la reducción de distancia corresponde a 8,91 m es decir el 33,24% de distancia total de la máquina mezcladora a cada material.

En base al diagrama de flujo de proceso actual presentado en el gráfico 2, el tiempo de lote con sus tareas continuas es de 16,56 minutos con una distancia total recorrida de 164,08 m, debido a que no se considera las tareas discontinuas que en este caso es el empaletado con 2 m.

Diagrama de flujo de proceso referente a la propuesta

Se presenta el diagrama de flujo con sus nuevas distancias y poniendo como inicio del proceso a “llenar la carretilla con polvo” y se tiene:

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO						Hoja No.:	1	
Objetivo y nivel de análisis:						DE:	1	
SEGUIMIENTO AL:						Operario	X	
						Material		
						Equipo		
Nombre del procesos		RESUMEN						
Proceso de producción de bloque estructural de 15 cm para un lote de 40 unidades		OPERACIONES	SÍMBOLO	TIEMPO	ACTUAL	TIEMPO	PROPUESTA	
		Operación	●	23,48	7	23,48	7	
		Transporte	➡	6,48	6	5,83	5	
Localización:		Espera	■	7203,60	2	7203,60	2	
Área productiva		Inspección	▼	0,00	0	0,00	0	
Método:		Almacenamiento	▽	0,00	0	0,00	0	
Actual		TOTAL		7233,56	15	7232,91	14	
Propuesto	x	Distancia total recorrida (m)			166,08		141,30	
Lugar:				Fábrica de bloques y adoquines "Construct Block"				
Operador (es):				3 operarios				
Elaborado				Katherin Pallango				
Fecha:				15-ene-23				
Revisado por:				Ing. Marisol Naranjo				
Fecha:				17-ene-23				
Aprobó:				Ing. María José Acosta				
Fecha:				20-ene-23				
Comentarios								
Este proceso debe ser analizado para conocer si la propuesta de rediseño en el área de almacenamiento de materia prima es efectivo para el proceso.								
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (u)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SÍMBOLO				OBSERVACIONES
El operario llena la carretilla de polvo	1	0	0,41	●				
Transporta la carretilla de polvo a la mezcladora	1	7,20	0,18		➡			
Transporte de carretilla de arena a la mezcladora	4	21,40	0,48					Tiempo y distancia corregidas
El operario llena la carretilla de arena	2	0	1,14	●				Tiempo coregido
Transporta la carretilla vacia al chasqui	1	5,35	0,28		➡			
El operario llena la carretilla de chasqui	1	0	0,56	●				
Transporta la carretilla de chasqui a la mezcladora	1	5,35	0,29		➡			
Mezcla de la materia prima en la máquina mezcladora, mientras la máquina funciona el operario coloca 30 lt de agua en la mezcla junto con 25kg de cemento	1	0	1,87	●				
El operario toma la mezcla con la pala despues de que sale de la máquina mezcladora y la coloca en la prensa	10	0	2,50	●				Tiempo corregido
La máquina prensadora compacta la mezcla y da forma al bloque	10	0	3,60					Tiempo corregido
El operario transporta el bloque al área de secado	10	100,00	4,60		➡			Tiempo y distancia corregidas
Se riega agua en todos los bloques	1	0	2,00	●				Esta actividad se la realiza un día después de la producción
Secado	0	0	7200,00					Toma 5 días despues de la producción
Empaletado	1	2,00	15,00	●				En esta actividad se detectan productos defectuosos
TOTAL	44	141,3	7232,91	7	5	2	0	0
No. de plano: 1				DIAGRAMA No. 1		REVISIÓN		
Diagrama de flujo de proceso actual				Referencia de diagramas relacionados				
Revisión:				Nivel de Ingeniería:				1
								2

Gráfico 16 Diagrama de flujo de proceso con la propuesta de rediseño
Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Se evidencia una distancia total del proceso de fabricación de bloque estructural de 15 cm de 141,30 m y para considerar el tiempo se ha realizado una relación mediante regla de tres, con el fin de conocer cuánto se demoraría el operario con las nuevas distancias dando como resultado un tiempo de lote de 15,91 minutos con una distancia total recorrida, sin considerar las tareas discontinuas, de 139,30m.

Tabla 25 Comparativa de distancia y tiempo en el proceso productivo actual y propuesto

	Actual	Propuesto
Distancia (m)	164,08	139,30
Tiempo (min)	16,56	15,91

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Por lo tanto, si se adopta la propuesta de redistribución en el área de almacenamiento de materia prima se tiene una reducción de distancia de 24,78 m es decir 15% de la distancia actual. Asimismo, se reduce el desperdicio de tiempo de transporte en un 3,93% del tiempo total del lote es decir una diferencia de 0,65 minutos.

Según el diagrama de flujo de proceso actual presentado en el gráfico 2 la producción diaria de bloque estructural de 15cm en 8 horas de trabajo es de 29 lotes, que con la reducción de transporte de 0,65 minutos llegaría a una producción diaria de 30, de este modo existiría un aumento de producción de 1 lote es decir 40 unidades.

Desperdicios de sobre procesamiento y productos defectuosos

Con la implementación del sistema de banda con tolva se espera no tener el desperdicio de sobre procesamiento por motivo de productos defectuosos, o sea al no tener productos defectuosos tampoco se tiene sobre procesamiento, pues el obrero no tendría que llevar el bloque en mal estado de vuelta a la prensadora, estos dos desperdicios van de la mano.

En base al diagrama de flujo de proceso de la propuesta de sistema de banda con tolva presentado en el gráfico 14, se presenta una tabla comparativa entre el método actual y el propuesto.

Tabla 26 Comparativa entre el tiempo de lote actual y propuesto

	Actual	Propuesto
Tiempo de lote (min)	16,56	15,66

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Es así como el tiempo de lote se reduciría en 0,90 minutos, un 6% del tiempo total, teniendo de esta manera un aumento de producción de 2 lotes, o sea 31 lotes diarios (80 unidades).

Evaluación de las propuestas presentadas

En la siguiente tabla se presenta un resumen comparativo de las propuestas de mejora para la reducción de desperdicios en el proceso productivo de bloque estructural de 15 cm.

Tabla 27 Resumen comparativo de las propuestas de mejora

Proceso	Lotes producidos diariamente	Tiempo de lote (min)	Distancia del proceso (m)	Reducción de desperdicios	Reducción de tiempo por lote (min)
Actual	29	16,56	164,08	N/A	N/A
Propuesta de rediseño en el área de almacenamiento de materia prima	30	15,91	139,30	15% (transporte)	3,93%
Propuesta de sistema de banda y tolva	31	15,66	164,08	99,9% (sobre procesamiento y productos defectuosos)	6%

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Cronograma de actividades

Para la implementación de la propuesta se ha considerado el siguiente cronograma con cada una de las actividades a ejercer.

Tabla 28 Cronograma de actividades

Tiempo Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4
Socialización de la propuesta al personal administrativo	x											
Socialización al personal operativo		x										
Localización de maquinaria para derrumbar la bodega			x									
Derrumbe de bodega abandonada			x									
Limpieza de escombros				x								
Colocación del material en sus nuevos sitios					x							
Instalación del sistema de banda transportadora con tolva							x	x	x	x		
Instalación del sistema eléctrico en la banda y tolva											x	x

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Análisis de costos

Se presenta el costo que tiene la propuesta de rediseño

Tabla 29 Costos para el rediseño en el área de almacenamiento de materia prima

Rediseño del área de almacenamiento de materia prima			
Actividades	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Socialización de la propuesta a la gerencia	2h	20	40
Socialización de la propuesta al personal operativo	2h	20	40

Alquiler de retroexcavadora	2h	30	60
Alquiler de volqueta para escombros	2h	40	80
Colocar el material en sus nuevos sitios	3 volquetas	50	150
TOTAL		160	370

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Para el costo del sistema de banda transportadora y tolva se tiene:

Tabla 30 Costos para el sistema de banda transportadora con tolva

Sistema de banda transportadora con tolva			
Actividades	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Banda Transportadora	1	5000	5000
Tolva	1	1800	1800
Pulsadores	2	2	4
Paro de emergencia	2	4	8
Breker trifasico	1	9	9
Contactador	5	13	65
Sensor de nivel	1	17	17
Luz piloto	1	2	2
Relé térmico	1	27	27
Electroválvulas	2	10	20
Temporizador	1	24	24
Cilindro hidráulico de doble efecto	1	25	25
Instalación del sistema	8h	15	120
TOTAL		6948	7121

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

El total de la propuesta con el rediseño y el sistema de banda transportadora es de 7491 dólares

Análisis de costo y tiempo. (Curva “S”).

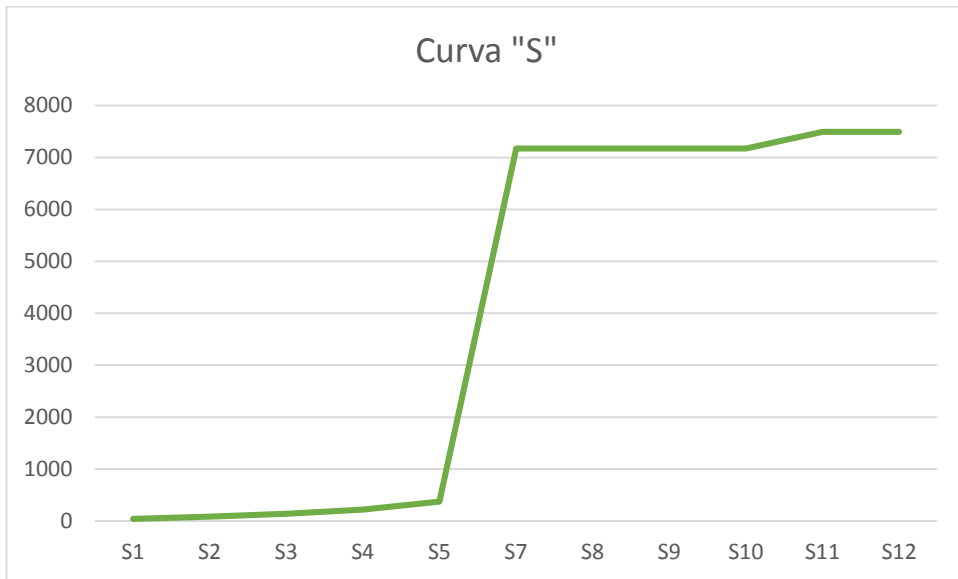


Gráfico 17 Curva "S"
Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- La empresa Construct Block lleva su actividad productiva de manera artesanal, lo cual a partir del diagnóstico en el proceso productivo de bloque estructural de 15cm, se ha identificado los desperdicios del Sistema de Producción de Toyota (TPS) existentes en la organización como es: el transporte en la tarea de preparación de la mezcla, sobre procesamiento y productos defectuosos en el paleado y prensado respectivamente.
- A partir de la identificación de los desperdicios se cuantificó el tiempo de desperdicio de transporte en la tarea de preparación de mezcla dando como resultado 1,88 minutos, es decir el 11,35% del tiempo total del lote (16,56 minutos); asimismo con los productos defectuosos, en ese caso el desperdicio llegó a ser el 3% (31 unidades), de la producción diaria (1160 unidades).
- Se realizó el rediseño en el área de almacenamiento de materia prima y con sus nuevas distancias aumentaría un lote de producción diario, con una reducción de desperdicio de transporte del 15% de la distancia total recorrida y el 3,93% de reducción en el tiempo de lote en el proceso. Así también si se adopta el sistema de banda transportadora con tolva incrementaría en dos lotes diarios, con la posibilidad de que no exista productos defectuosos y sobre procesamiento, con la reducción de tiempo

de lote de 6%, incrementando de esta manera la producción en las 8 horas de trabajo.

Recomendaciones:

- Construct Block debería considerar las propuestas presentadas en este proyecto y ejecutarlas con el fin de incrementar su producción, y una vez ya establecida por un tiempo considerable sirva de modelo y guía para implementar a sus demás procesos productivos, haciendo a su empresa más eficiente.
- Dar seguimiento a la propuesta una vez implantada en la empresa, para constatar que los resultados sean los esperados.
- Estandarizar sus procesos productivos para que de esta manera se defina todas sus tareas y operaciones, y así poder controlarlas con la finalidad de realizar mejoras generando productos de mayor calidad.

LITERATURA CITADA

ÁLVAREZ, Daniel, DE ÁVILA, Jeniffer and HURTADO, Josué, 2022. Aplicación de metodología SLP para redistribución de planta en micro empresa colombiana del sector marroquino : Un estudio de caso Application of SLP methodology for plant redistribution in Colombian micro-enterprise in the leather sector : A case study. *BILO*. 2022. Vol. 4, no. 1, pp. 1–11.

BARBIERI, Alberto, 2017. La arena, una emergencia medioambiental de la que nadie habla. Online. 30 April 2017. Retrieved from: <https://www.lavanguardia.com/natural/20170430/422038159271/arena-mergencia-medioambiental.html>

BECOSAN, 2021. Tipos de áridos en la construcción. Online. 2021. [Accessed 7 February 2023]. Retrieved from: <https://www.becosan.com/es/tipos-de-aridos-en-la-construccion/>

CRUELLES, José Agustín, 2013. *Ingeniería Industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. Primera ed. México. ISBN 978-607-707-651-3.

CUATRECASAS, Lluís, 2009. *Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible*. Profit Edi. Barcelona. ISBN 9788492956852.

ESCALANTE, Amparo and GÓNZALES, José, 2015. *Ingeniería Industrial. Métodos y tiempos con manufactura ágil*. México. ISBN 978-607-622-458-8.

INTERNATIONAL DYNAMIC ADVISOR (INTEDYA), 2018. Top 10: Empresas de fabricación Lean en el mundo. Online. 10 November 2018. Retrieved from: <https://www.intedya.com/internacional/831/noticia-top-10-empresas-de-fabricacion-lean-en-elmundo.html>

JIMÉNEZ, Juhlyanis and GISBERT SOLER, Victor, 2017. GUÍA METODOLÓGICA DE LA GESTIÓN DE DESPERDICIOS EN UNA PYME. 3C *Empresa: investigación y pensamiento crítico*. Online. 2017. No. 2254 – 3376, pp. 57–63. DOI //dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.57-63.

MUTHER, Richard, 1970. *Distribución de planta*.

ROJAS, Jhon and GUTIERREZ, Raul, 2020. *Uso pedagógico del simulador CADE SIMU en el área de electricidad por los aprendices del programa de mantenimiento electromecánico industrial del SENA regional Tolima*. 2020. Online. UNIVERSIDAD DEL TOLIMA. Retrieved from: <https://repository.ut.edu.co/server/api/core/bitstreams/a0dc8585-5f7f-4d02-9fc8-7901db031978/content>

SANCHIS GISBERT, Raquel, 2020. *Diagramación de Procesos*. Online. Universitat Politècnica de València. Retrieved from: <http://hdl.handle.net/10251/144115>

TORRES-SOTO, Kelly J, FLÓRES-PEÑA, Laura S, SÁNCHEZ, Carlos W and CASTAÑEDA, Nestor M, 2020. SLP Methodology for Plant Distribution in Glue Laminated Guadua (GLG) manufacturing companies on en Planta de Empresas. *Revista Ingeniería*. 2020. Vol. 25, pp. 103–116.

ZÚÑIGA, Cristian, 2022. Importancia de materiales áridos y pétreos en el desarrollo de un país. Online. 2022. [Accessed 8 February 2023]. Retrieved from: <https://www.petroenergia.info/post/importancia-de-materiales-áridos-y-pétreos-en-el-desarrollo-de-un-país>

ANEXOS

N°	Tareas	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Llenar la carretilla de arena	39	0,73	0,47	0,62	0,56	0,59	0,42	0,52	0,53	0,49	0,48	0,47	0,52	0,50	0,54	0,48
	Transporte a la mezcladora	39	0,28	0,20	0,19	0,23	0,26	0,30	0,26	0,27	0,18	0,26	0,24	0,28	0,3	0,26	0,20
	Transporte carretilla vacía al polvo	62	0,23	0,27	0,20	0,23	0,25	0,23	0,23	0,37	0,33	0,24	0,36	0,30	0,30	0,20	0,23
	Llenar la carretilla de polvo	79	0,31	0,28	0,37	0,32	0,31	0,49	0,43	0,54	0,42	0,51	0,36	0,41	0,33	0,46	0,33
	Transporte a la mezcladora	62	0,23	0,27	0,20	0,23	0,25	0,23	0,23	0,37	0,33	0,24	0,36	0,34	0,29	0,24	0,27
	Transporte carretilla vacía al chasqui	68	0,25	0,18	0,25	0,20	0,23	0,37	0,30	0,32	0,32	0,29	0,26	0,21	0,33	0,26	0,37
	Llenar la carretilla de chasqui	21	0,55	0,57	0,42	0,61	0,54	0,68	0,54	0,55	0,62	0,59	0,59	0,51	0,54	0,54	0,54
	Transporte a la mezcladora	68	0,25	0,18	0,25	0,20	0,23	0,37	0,30	0,32	0,32	0,29	0,22	0,35	0,30	0,24	0,28
2	Mezcla de la materia prima	87	1,13	2,56	1,71	1,77	1,93	2,62	2,53	1,78	2,65	1,97	1,24	1,68	2,48	1,42	1,93
3	Paleado a la prensa	37	0,19	0,23	0,22	0,23	0,25	0,22	0,27	0,31	0,25	0,18	0,26	0,25	0,18	0,30	0,29
4	Prensar	13	0,31	0,38	0,39	0,36	0,41	0,33	0,39	0,36	0,38	0,43	0,31	0,33	0,31		
5	Transporte del bloque al área de secado	75	0,60	0,36	0,57	0,50	0,36	0,30	0,37	0,41	0,40	0,49	0,31	0,45	0,34	0,42	0,58

Anexo 1 Toma de tiempos

Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)

Continua →

N°	Tareas	n	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Llenar la carretilla de arena	39	0,52	0,57	0,62	0,64	0,60	0,54	0,49	0,58	0,47	0,50	0,62	0,68	0,63	0,58	0,56
	Transporte a la mezcladora	39	0,24	0,27	0,23	0,19	0,24	0,26	0,19	0,28	0,27	0,30	0,20	0,22	0,25	0,28	0,27
	Transporte carretilla vacía al polvo	62	0,32	0,34	0,22	0,21	0,20	0,25	0,25	0,21	0,31	0,29	0,27	0,26	0,33	0,29	0,36
	Llenar la carretilla de polvo	79	0,29	0,42	0,54	0,42	0,46	0,47	0,51	0,51	0,50	0,39	0,33	0,42	0,42	0,41	0,50
	Transporte a la mezcladora	62	0,33	0,34	0,25	0,24	0,25	0,34	0,34	0,36	0,37	0,37	0,25	0,29	0,24	0,33	0,26
	Transporte carretilla vacía al chasqui	68	0,23	0,24	0,25	0,29	0,22	0,34	0,31	0,31	0,37	0,21	0,18	0,22	0,31	0,26	0,29
	Llenar la carretilla de chasqui	21	0,44	0,62	0,45	0,49	0,49	0,65									
	Transporte a la mezcladora	68	0,28	0,34	0,27	0,36	0,28	0,22	0,31	0,36	0,36	0,34	0,35	0,35	0,34	0,32	0,23
2	Mezcla de la materia prima	87	1,37	2,55	1,15	2,16	2,60	1,30	1,42	1,62	2,46	1,26	2,27	1,87	2,63	2,48	1,30
3	Paleado a la prensa	37	0,22	0,27	0,26	0,20	0,26	0,27	0,20	0,31	0,18	0,21	0,27	0,26	0,23	0,18	0,26
4	Prensar	13															
5	Transporte del bloque al área de secado	75	0,58	0,43	0,52	0,32	0,37	0,52	0,58	0,46	0,53	0,43	0,44	0,41	0,57	0,58	0,54

Continua →

N°	Tareas	n	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	Preparación de la mezcla	Llenar la carretilla de arena	39	0,62	0,68	0,64	0,70	0,58	0,54	0,60	0,49	0,52						
		Transporte a la mezcladora	39	0,27	0,25	0,27	0,23	0,24	0,27	0,22	0,20	0,19						
		Transporte carretilla vacía al polvo	62	0,21	0,24	0,26	0,23	0,37	0,34	0,28	0,25	0,35	0,29	0,21	0,37	0,33	0,33	0,28
		Llenar la carretilla de polvo	79	0,47	0,47	0,44	0,39	0,39	0,40	0,29	0,51	0,32	0,39	0,30	0,39	0,32	0,51	0,46
		Transporte a la mezcladora	62	0,20	0,35	0,31	0,20	0,31	0,22	0,28	0,21	0,36	0,21	0,29	0,25	0,36	0,23	0,23
		Transporte carretilla vacía al chasqui	68	0,20	0,18	0,30	0,18	0,29	0,34	0,37	0,35	0,23	0,23	0,35	0,34	0,33	0,35	0,21
		Llenar la carretilla de chasqui	21															
		Transporte a la mezcladora	68	0,24	0,29	0,34	0,30	0,27	0,34	0,27	0,30	0,23	0,20	0,37	0,21	0,23	0,24	0,29
2	Mezcla de la materia prima	87	1,47	2,42	1,37	1,64	1,62	1,49	2,16	1,45	2,50	1,23	2,43	1,32	2,33	1,73	2,19	
3	Paleado a la prensa	37	0,19	0,21	0,25	0,18	0,30	0,28	0,19									
4	Prensar	13																
5	Transporte del bloque al área de secado	75	0,37	0,58	0,57	0,57	0,30	0,50	0,41	0,57	0,40	0,49	0,60	0,41	0,54	0,50	0,49	

Continua →

N°	Tareas	n	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1	Llenar la carretilla de arena	39															
	Transporte a la mezcladora	39															
	Transporte carretilla vacía al polvo	62	0,32	0,22	0,24	0,23	0,37	0,36	0,23	0,20	0,32	0,37	0,34	0,23	0,21	0,37	0,37
	Llenar la carretilla de polvo	79	0,42	0,32	0,50	0,30	0,33	0,50	0,41	0,37	0,30	0,29	0,29	0,50	0,33	0,38	0,44
	Transporte a la mezcladora	62	0,33	0,21	0,23	0,30	0,27	0,24	0,21	0,36	0,30	0,26	0,24	0,30	0,25	0,36	0,33
	Transporte carretilla vacía al chasqui	68	0,26	0,29	0,22	0,21	0,27	0,19	0,30	0,36	0,30	0,27	0,37	0,36	0,22	0,18	0,37
	Llenar la carretilla de chasqui	21															
	Transporte a la mezcladora	68	0,37	0,35	0,34	0,25	0,26	0,32	0,36	0,27	0,19	0,25	0,19	0,19	0,21	0,29	0,19
2	Mezcla de la materia prima	87	2,08	1,31	1,21	1,48	2,31	1,65	1,24	1,49	2,46	2,64	2,08	2,63	2,56	1,79	2,17
3	Paleado a la prensa	37															
4	Prensar	13															
5	Transporte del bloque al área de secado	75	0,46	0,53	0,57	0,50	0,41	0,37	0,33	0,33	0,51	0,43	0,35	0,48	0,50	0,59	0,55

Continua →

N°	Tareas	n	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75			
1	Preparación de la mezcla	Llenar la carretilla de arena	39																	
		Transporte a la mezcladora	39																	
		Transporte carretilla vacía al polvo	62	0,37	0,30															
		Llenar la carretilla de polvo	79	0,47	0,49	0,41	0,36	0,30	0,35	0,47	0,32	0,49	0,35	0,31	0,29	0,53	0,47	0,53		
		Transporte a la mezcladora	62	0,34	0,23															
		Transporte carretilla vacía al chasqui	68	0,20	0,30	0,34	0,23	0,36	0,21	0,30	0,34									
		Llenar la carretilla de chasqui	21																	
		Transporte a la mezcladora	68	0,31	0,35	0,33	0,28	0,25	0,37	0,30	0,30									
2	Mezcla de la materia prima	87	2,24	1,28	2,18	1,93	2,20	1,20	2,11	2,25	2,36	1,37	2,29	2,59	1,86	1,37	1,52			
3	Paleado a la prensa	37																		
4	Prensar	13																		
5	Transporte del bloque al área de secado	75	0,42	0,31	0,38	0,31	0,52	0,48	0,38	0,36	0,41	0,56	0,53	0,35	0,46	0,58	0,34			

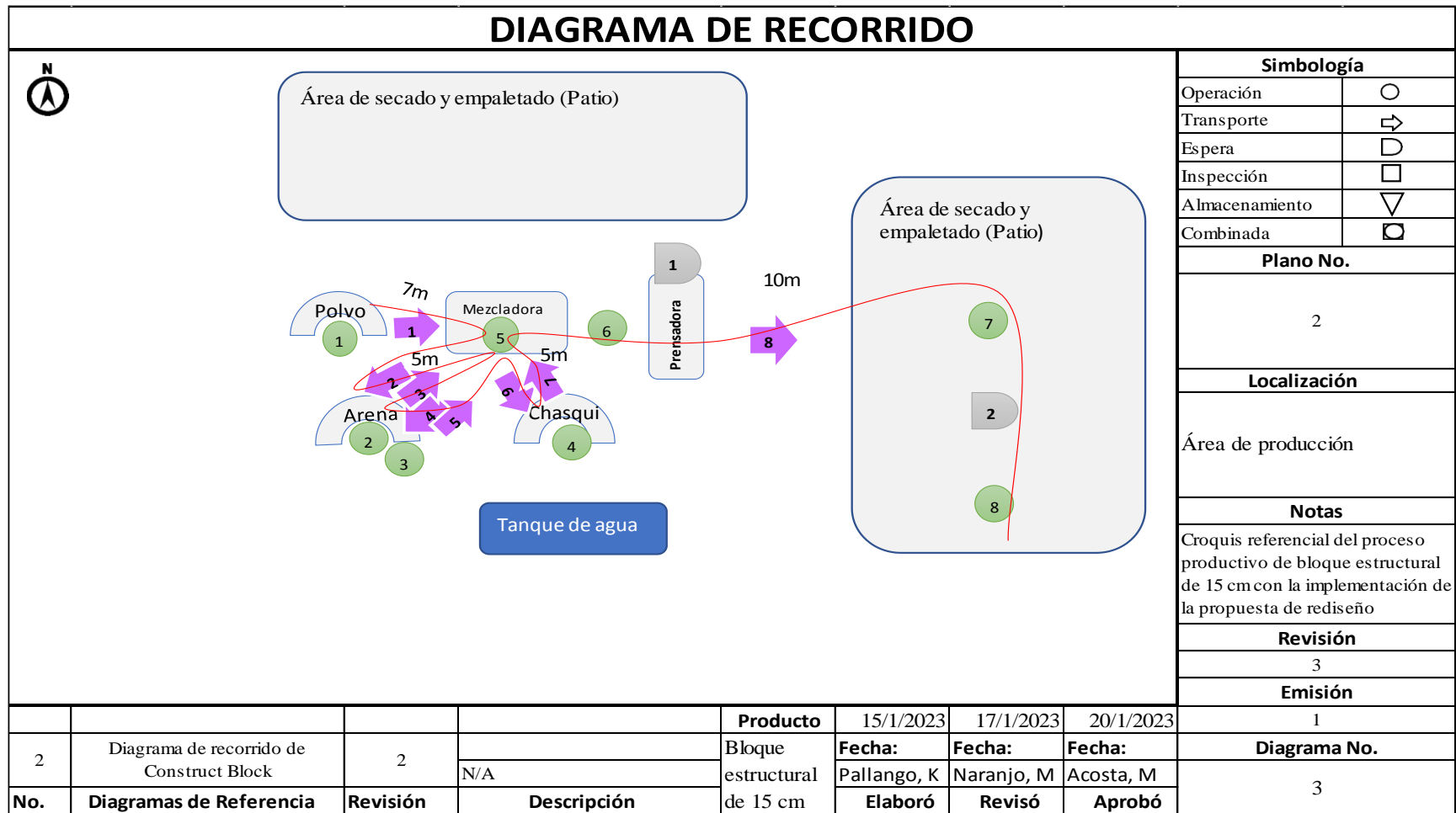
Continua →

N°	Tareas	n	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	Tiempo promedio
1	Llenar la carretilla de arena	39													0,56
	Transporte a la mezcladora	39													0,24
	Transporte carretilla vacía al polvo	62													0,28
	Llenar la carretilla de polvo	79	0,36	0,41	0,44	0,29									0,40
	Transporte a la mezcladora	62													0,28
	Transporte carretilla vacía al chasqui	68													0,28
	Llenar la carretilla de chasqui	21													0,55
	Transporte a la mezcladora	68													0,29
2	Mezcla de la materia prima	87	1,68	2,20	1,39	1,25	1,86	1,41	1,26	2,33	1,29	1,67	1,35	1,69	1,87
3	Paleado a la prensa	37													0,24
4	Prensar	13													0,36
5	Transporte del bloque al área de secado	75													0,46

HABILIDAD			ESFUERZO			CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+0.15	A1	Superhábil	+0.13	A1	Excesivo	+0.06	A	Ideal	+0.04	A	Perfecta
+0.13	A2	Superhábil	+0.12	A1	Excesivo	+0.04	B	Excelente	+0.03	B	Excelente
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente	+0.02	C	Buena	0.00	C	Buena
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente	0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
+0.06	C1	Bueno	+0.05	C1	Bueno	-0.03	E	Regular	-.02	E	Regular
+0.03	C2	Bueno	+0.02	C2	Bueno	-0.07	F	Pobre	-.04	F	Pobre
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio						
-0.05	E1	Regular	-0.04	E1	Regular						
-0.10	E2	Regular	-0.08	E2	Regular						
-0.16	F1	Pobre	-0.12	F1	Pobre						
-0.22	F2	Pobre	-0.17	F2	Pobre						

Anexo 2 Valores para obtener la valoración según el método de Westinghouse

Fuente: (Escalante, Gónzales 2015)



Anexo 3 Diagrama de recorrido de la propuesta de rediseño
Elaborado por: Pallango, Katherin (2023)



Ruc. 1708525066001
Dir. Via Salcedo Tena Km1
Telf. 0995377422-0982158975
Correo: mariajoseacostataguada@gmail.com
Salcedo-Ecuador

CERTIFICADO

Salcedo, 09 de febrero de 2023

Yo, **ACOSTA LÓPEZ CARLOS MIGUEL**, portador de la cédula de ciudadanía 1708525066, en calidad de Gerente Propietario de Construct Block, venta de bloques y adoquines, certifico que la Srta. **PALLANGO TAGUADA KATHERIN LIZETH**, portadora de la cédula de ciudadanía 0504103888, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, de la Universidad Indoamérica, realizó su trabajo de titulación con el tema: “**PROPUESTA DE MEJORA PARA REDUCIR LOS DESPERDICIOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE BLOQUE ESTRUCTURAL DE 15 CM EN LA EMPRESA CONSTRUCT BLOCK UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO**”, y al conocer la estructura del trabajo la propuesta servirá para incrementar la productividad, minimizando tiempos y mejorando el proceso en general, por lo mismo puedo certificar que la señorita ha demostrado responsabilidad, actitud y aptitud para conseguir los objetivos planteados en este proyecto.

Es cuanto puedo manifestar en honor a la verdad, la Srta. Pallango Taguada Katherin Lizeth puede hacer uso del presente certificado de manera que estime conveniente siempre y cuando no perjudique directa o indirectamente a la empresa.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:



**CARLOS
MIGUEL
ACOSTA
LOPEZ**

SR. CARLOS ACOSTA LOPEZ

Gerente Propietario “Construct Block”

Anexo 4 Certificado de Construct Block