

OPTIMIZACIÓN DEL MORTERO DE PEGA EN LA INSTALACIÓN DE
MAMPOSTERÍA CONFINADA.

OSCAR DAVID GONZALEZ VALDERRAMA



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

BOGOTÁ D.C.

4 DE JUNIO DE 2019

**OPTIMIZACIÓN DEL MORTERO DE PEGA EN LA INSTALACIÓN DE
MAMPOSTERÍA CONFINADA**

OSCAR DAVID GONZALEZ VALDERRAMA

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Tecnólogo en
construcciones arquitectónicas**

Arq. Esp. Mg. Jorge Armando Cárdenas



Universidad La Gran Colombia

Facultad de Arquitectura

Tecnología en construcciones arquitectónicas

Bogotá D.C.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCIÓN	10
1 CAPÍTULO I: ALCANCES Y OBJETIVOS.....	11
1.1 Justificación.....	11
1.2 Planteamiento del problema	11
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo general.....	14
2.2 Objetivos específicos	15
2.3 Hipótesis	15
3 METODOLOGÍA	16
4 CAPITULO II: CONCEPTOS PREVIOS.....	17
4.1 Marco teórico.....	17
4.1.1 Antecedentes.....	17
4.1.2 Marco conceptual	23
4.1.3 Marco referencial	24
4.1.4 Marco normativo	26
4.2 Conclusiones parciales.....	27
5 CAPITULO III: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE MORTERO DE PEGA	27

5.1	Dispositivos existentes para optimizar la aplicación de mortero	27
5.1.1	Palustre (Palín de mortero):	28
5.1.2	SAM el robot albañil:	28
5.1.3	Tendel XII	29
5.2	Comparativo de los sistemas	30
5.3	Herramientas Tendel XII	31
5.3.1	Características de la herramienta	31
5.3.2	Funcionamiento.....	32
5.3.3	Aplicación de la herramienta al medio constructivo de mampostería utilizada en Colombia.....	35
5.3.4	Diseño de prototipos para mampostería confinada	35
5.3.5	Modelos del sistema	40
5.3.6	Análisis de materiales y costo del dispositivo	42
5.4	Incidencias en el presupuesto.....	43
5.5	Conclusiones parciales.....	45
6	APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA EN MUROS DE MAMPOSTERÍA	46
6.1	Determinantes de aplicación de la herramienta.....	46
6.1.1	Materiales y herramientas a emplear.....	46
6.2	Desarrollo de la práctica	47
6.3	Proceso constructivo	47
6.4	Resultados.....	52

6.4.1	Comparación de tiempo de construcción con ambos métodos.....	53
6.4.2	Análisis de construcción del método tradicional.....	53
6.4.3	Análisis de construcción con el deslizador de mortero	54
6.5	Conclusiones parciales.....	55
7	CONCLUSIONES GENERALES.....	55
	Lista de Referencias	57
	ANEXOS.....	58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 <i>Pérdida directa de material</i>	20
Tabla 2 <i>Índice de pérdidas de materiales</i>	22
Tabla 3 <i>Análisis de los deslizadores de mortero</i>	32
Tabla 4 <i>Análisis y costo de los materiales de construcción del dispositivo</i>	43
Tabla 5 <i>Afectación económica del desperdicio de mortero</i>	45

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Deslizador de mortero. 2012. Modelo F24 diseñado por Tendel XII.	25
<i>Figura 2:</i> SAM 100. 2019. El robot albañil.	26
<i>Figura 3:</i> Palustre marca collins con mango de madera. 2019.	28
<i>Figura 4:</i> Sam el robot albañil. 2019. Mecanismo interno del robot.	29
<i>Figura 5:</i> Tendel XII. 2012. Deslizador de mortero F13.....	30
<i>Figura 6:</i> Tendel XII. 2012. Colocación de la herramienta.	33
<i>Figura 7:</i> Tendel XII. 2012. Vertido del mortero.	34
<i>Figura 8:</i> Tendel XII. 2012. Aplicación de la junta de mortero.	34
<i>Figura 9:</i> Diseño prototipo 1 vista posterior	36
<i>Figura 10:</i> Diseño prototipo 1 vista frontal	36
<i>Figura 11:</i> Diseño prototipo 1 vista lateral izquierda.....	37
<i>Figura 12:</i> Diseño prototipo 1 vista lateral derecha.	37
<i>Figura 13:</i> Diseño prototipo 1 vista superior	37
<i>Figura 14:</i> Diseño prototipo 2 vista posterior.	38
<i>Figura 15:</i> Diseño prototipo 2 vista frontal.	39
<i>Figura 16:</i> Diseño prototipo 2 vista lateral izquierda	39
<i>Figura 17:</i> Diseño prototipo 2 vista lateral derecha.	40
<i>Figura 18:</i> Diseño prototipo 2 vista superior.	40
<i>Figura 19:</i> Prototipo 1 vista isométrica.	41

<i>Figura 20:</i> Prototipo 2 vista isométrica .	41
<i>Figura 21:</i> Prototipo 3 vista isométrica .	42
<i>Figura 22:</i> Preparación de mortero de pega .	48
<i>Figura 23:</i> Primera hilada de bloque en el método tradicional. .	48
<i>Figura 24:</i> Aplicación del mortero de pega en el método tradicional. .	49
<i>Figura 25:</i> Emboquillado de mampostería en el método tradicional. .	49
<i>Figura 26:</i> Construcción de muro en el método tradicional. .	50
<i>Figura 27:</i> Llenado de tolva del deslizador de mortero.....	50
<i>Figura 28:</i> Aplicación de mortero de pega con el método del deslizador	51
<i>Figura 29:</i> Colocación de la mezcla de mortero en él deslizador de mortero.....	51
<i>Figura 30:</i> Muro construido con el deslizador de mortero.	52
<i>Figura 31:</i> Porcentaje de construcción de ambos métodos.....	53
<i>Figura 32:</i> Análisis de construcción con el método tradicional.....	54
<i>Figura 33:</i> Análisis de construcción empleando el deslizador de mortero.....	54

RESUMEN

El desperdicio de mortero de pega en la instalación de mampostería confinada es un problema que no se trata adecuadamente ya que no se implementan las estrategias de mano de obra adecuadas que permitan minimizar este desperdicio.

Ante esta problemática, esta investigación se enfocará en el análisis de procesos constructivos partiendo desde los procesos tradicionales, los tiempos de ejecución de los procesos constructivos y afectaciones en los presupuestos desde los valores por metro cuadrado hasta el valor total del capítulo de mampostería, así mismo se analizará una alternativa que permita su optimización.

Teniendo en cuenta lo anterior la propuesta mostrará que es posible la optimización de mortero de pega en la instalación de mampostería confinada, si se implementan alternativas de mano de obra, que al mismo tiempo afectaría principalmente de forma positiva el rendimiento en la ejecución, la calidad y el impacto en el valor total de la actividad.

Palabras claves: productividad, mampostería, mortero, rendimiento, calidad, eficiencia, construcción, muros.

ABSTRACT

The waste of glue mortar in the confined masonry installation is a problem that is not adequately addressed since the appropriate labor strategies are not implemented to minimize this waste.

Faced with this problem, this research will focus on the analysis of construction processes starting from the traditional processes, the execution times of the construction processes and effects on the budgets from the values per square meter to the total value of the masonry chapter, likewise it will analyze an alternative that allows its optimization.

Bearing in mind the above, the proposal will show that it is possible to optimize mortar paste in the confined masonry installation, if labor alternatives are implemented, which at the same time would mainly affect in a positive way the performance in the execution, the quality and the impact on the total value of the activity.

Keywords: productivity, masonry, mortar, performance, quality, efficiency, construction, walls.

INTRODUCCIÓN

En lo que comprende la construcción nos centramos en una actividad de importancia como lo es la mampostería; puesto que en esta actividad se genera desperdicio de mortero debido, en gran parte, al proceso constructivo tradicional con el que se realiza esta actividad, genera un incremento en el presupuesto y en consecuencia afecta tanto la factibilidad económica del proyecto como la productividad en la ejecución de la actividad.

Es importante delimitar el desperdicio en la fabricación de muros para entender en qué etapa de este proceso se puede intervenir, por consiguiente, se detecta que el desperdicio se produce en la aplicación de mortero de pega en el proceso de la construcción del muro, influyendo de manera crítica en el costo de esta actividad; Ante esta problemática existen alternativas en el mercado para disminuir el desperdicio de mortero, entre ellas Tendel XII y SAM el robot albañil pero estas propuestas no son viables en el medio en el que nos encontramos debido a que, por los costos de exportación y la baja adaptabilidad de las herramientas, representaría un costo elevado.

Por consiguiente, en la investigación se analizarán los usos de la herramienta, adaptándola a nuestro medio constructivo teniendo en cuenta el costo de fabricación y la factibilidad para implementarla en el proceso de instalación de mampostería confinada y así optimizar el desperdicio en las juntas de pega horizontales con mortero.

Con esto se espera demostrar que es factible implementar herramientas que permitan optimizar el desperdicio en obra, mejorar la eficiencia del proceso constructivo y de la construcción.

1 CAPÍTULO I: ALCANCES Y OBJETIVOS.

1.1 Justificación

Desde el campo de la construcción, las edificaciones presentan un desperdicio en los procesos de instalación de mampostería, elevando los costos de la obra debido a la falta de creación e implementación de estrategias para optimizar los materiales y por consiguiente disminuir el desperdicio de materiales en los procesos constructivos, por lo cual, el enfoque de la investigación se centrará en un sistema específico, la mampostería confinada.

Desde esta perspectiva se puede observar que, si en las obras no se controlan los desperdicios de mortero, se causarán alzas en el valor total de la actividad, de igual manera afectando el presupuesto general y aumentando la generación de desechos.

Mediante la aplicación de un mecanismo es pertinente implementarlo en esta actividad ya que se reduciría el desperdicio, los costos imprevistos causados por el desperdicio del material, se aumentaría la eficacia, la productividad y el rendimiento en la ejecución de la actividad.

1.2 Planteamiento del problema

La construcción, en el contexto ciudad, ha permitido el desarrollo de nuevas urbanizaciones que reciben a la población que aumenta continuamente y permiten la realización de las actividades de los ciudadanos y, a pesar de haber tenido años difíciles, como lo indica el balance del sector de la construcción e infraestructura, en 2017 y 2018, según el Departamento Administrativo de

Estadística Nacional DANE, el último trimestre de 2018 la actividad edificadora tuvo un crecimiento o variación positiva del 4,4% por lo que se espera que en 2019 siga en crecimiento, como lo indica la revista Gerente cercano a un 4,5% y un 5% según datos aportados por Camacol, por consiguiente se concluye que es uno de los sectores que están y estarán en constante crecimiento por lo que aporta significativamente al crecimiento económico, por lo tanto debe ser un proceso eficiente y productivo a lo largo de la complejidad de su proceso para tener mayores aportes a toda la cadena productiva.

La construcción se entiende como una cadena productiva ya que es un proceso complejo, donde están involucradas tanto personas como actividades que conforman estos procesos que en ocasiones se ejecutan simultáneamente, por lo que cualquier error representa un impacto en otro desde la perspectiva del desperdicio.

De los cientos de recursos o procesos existentes que pueden incidir en el valor final de obra, según Manuel Wu citado por Galarza (2011), uno de los más críticos son el consumo de materiales, ya que impactan directamente el cronograma y el presupuesto de la misma, con un porcentaje de incidencia del 28% seguido por mano de obra con el 22%, por lo que si se habla de un crecimiento esperado del sector de la construcción es inherente a esa proyección que el consumo de materiales aumentará así como de la mano de obra, como lo indica el DANE, donde demuestra que existe un aumento en la compra y consumo de una de las materias primas de este proceso, el cemento gris, por consiguiente si no existe un control adecuado sobre este tema el desperdicio de materias prima en la cadena productiva aumentará, por lo que también lo hará el presupuesto.

Por consiguiente, la mampostería que es uno de los sistemas más utilizados en Colombia, se relaciona con el crecimiento del sector y el uso de los materiales empleados en este sistema, por lo cual se debe revisar la optimización de los mismos y la ejecución en la construcción.

La mampostería confinada que según Construdata (2013), en el sector de la construcción ocupa el primer lugar en los sistemas constructivos más utilizados en la construcción de viviendas VIS y no VIS con un 62% por encima de los sistemas industrializados con un 19% y también por encima de la mampostería estructural con un 15%.

Por consiguiente la materia prima de este sistema, que es el mortero, presenta uno de los registros más altos de desperdicio de hasta 70% en obra según Soilbelman, debido a que su uso es fundamental y por consiguiente se produce en grandes volúmenes casi diariamente, Entendiendo primero que el desperdicio es según Ghio (2001) es “toda aquella actividad que tiene un costo pero que no le agrega valor al producto final”(p. 3) y que además según Formoso (1996) es la ineficiencia que se refleja en el uso de mano de obra y materiales en cantidades mayores a aquellas necesarios para la construcción de la obra, se concluye que todo tiene un costo en el presupuesto de obra, pero no todo beneficia al proyecto y por consiguiente a su valor y calidad final, pero que en realidad si hay estrategias y métodos para reducir esa ineficiencia y ese consumo adicional innecesario.

En consecuencia la etapa constructiva de un proyecto contiene la mayoría de las causas del desperdicio del mortero, pero a diferencia de cómo lo afirma Bossink y Brouwers (1996) que todos esos desperdicios, esas pérdidas tienen sus fuentes de generación en errores de diseño, cálculo y adquisición de material, manipulación del mismo, operación y transporte, planificación en el uso y almacenamiento, el desperdicio también se encuentra de forma más puntual en las herramientas dadas al personal para aplicar mortero y en la tecnificación del mismo para modernizar la forma tradicional que a lo largo de varias décadas han usado para construir muros, y que por consiguiente es la única que conocen, por lo que las pérdidas de materiales como el mortero también se generan debido a las estrategias que no se implementan ni se idean para mejorar el proceso mismo.

De manera que la reducción de desechos de mortero como materia prima en la construcción de muros de mampostería confinada y la optimización del material, según Lucio Soilbelman citado por Mora, impactaría en el 70% del costo total de la obra que es representado por los materiales, logrando entonces una reducción en el costo total del proyecto al controlar el consumo del mismo, por consiguiente, se mejoraría la factibilidad del mismo.

Es preciso desarrollar estrategias que inicien desde el cálculo de las cantidades de material, pasando por la manipulación en su transporte, distribución, las herramientas dadas para su aplicación y la tecnificación y capacitación del personal para la ejecución de esta actividad.

Es pertinente entonces realizar una investigación experimental y cuantitativa que permita crear un sistema estructurado de recopilación de datos sobre el desperdicio del mortero y así entender cuál ha sido su comportamiento y cuantificar los datos que permitan demostrar el desperdicio en los procesos elegidos y plantear de estrategias puntuales para reducir el desperdicio del mismo en la ejecución de la mampostería confinada.

- **Pregunta problema:**

¿Cómo implementar una herramienta que mejore la aplicación del mortero de pega en la instalación de mampostería Confinada para mejorar el rendimiento y disminuir el desperdicio de mortero en juntas horizontales?

2 **OBJETIVOS**

2.1 **Objetivo general**

Implementar un dispositivo que optimice el proceso constructivo de aplicación de mortero de pega para mampostería confinada.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el desperdicio de mortero y los procesos constructivos actuales en la aplicación de mortero de pega, así como las alternativas existentes en el mercado con el fin de determinar los factores que pueden mejorar los procesos constructivos en la instalación de mampostería confinada.

- Analizar los dispositivos Tendel XII para conocer su aplicación a nuestro medio en el proceso constructivo de mampostería confinada.

- Demostrar que el proceso constructivo tiene una mejora mediante la adaptación de la herramienta para aplicar correctamente el mortero de pega en la instalación de mampostería confinada que permita reducir el desperdicio de mortero en las juntas horizontales de pega del mampuesto.

2.3 Hipótesis

Al implementar una herramienta en la instalación de mampostería confinada se logrará disminuir el desperdicio de mortero en juntas de pega, optimizando el tiempo de ejecución, evitando alzas en el valor de la actividad y de igual manera mejorando la mano de obra ya que se estandariza con un proceso mecánico, por lo que la herramienta permitirá generar un proceso homogéneo y de calidad.

3 METODOLOGÍA

El tipo de investigación que es pertinente implementar es experimental, ya que en esta investigación se busca determinar las cifras de reducción de desperdicio de mortero en la instalación de mampostería confinada mediante la implementación de un dispositivo en este proceso constructivo, por consiguiente, se plantean los siguientes ítems para el desarrollo de esta investigación y son los siguientes:

- Realizar diseños de prototipos para adaptarlo a los bloques #4, #5 y ladrillo macizo.
- Realizar modelos a escala de los prototipos diseñados de la herramienta propuesta que permita cuantificar la carga de mortero y la distancia de la junta.
- Realizar pruebas de los prototipos propuestos para cuantificar la productividad del deslizador frente al método tradicional.
- Realizar el estudio de caso con el prototipo que me permita determinar las cifras de desperdicio de mortero de pega y la productividad frente al sistema tradicional.

Teniendo en cuenta lo anterior se llegarán a unos resultados que permitan determinar que el dispositivo propuesto es adaptable a nuestro medio y que permite disminuir el desperdicio de mortero de pega en la instalación de mampostería confinada.

4 CAPITULO II: CONCEPTOS PREVIOS

4.1 Marco teórico

Este marco teórico tiene la finalidad de analizar teorías y referentes de anteriores investigaciones realizadas sobre proyectos reales en todas sus fases de obra eligiendo así los más adecuados para los enfoques elegidos para entender los factores que contribuyen al aumento de desperdicios de materiales en la obra y como se abarca en la vida real para lograr dar una respuesta adecuada desde la tecnología en construcciones arquitectónicas y a la vez generar pautas para evaluar el desarrollo de la investigación y de la solución planteada.

Por consiguiente las teorías planteadas en las investigaciones referenciadas para la construcción de este marco partirán de que son los residuos en la industria de la construcción para entender cuál es el problema que se abordará desde la mirada teórica para luego entender, a través de la clasificación, cuáles son los tipos de desperdicios, las causas del desperdicio y como el control de la obra, tanto del capital humano como el de materiales incide directamente en el problema y en la solución.

4.1.1 Antecedentes

Este estudio de antecedentes tiene la finalidad de analizar teorías y estudios previos de anteriores investigaciones realizadas sobre proyectos reales en todas sus fases de obra eligiendo los más adecuados para los enfoques elegidos y así entender los factores que

contribuyen al aumento de desperdicios de materiales en la obra y como se abarca en la vida real para lograr dar una respuesta adecuada desde la tecnología en construcciones arquitectónicas y a la vez generar pautas para evaluar el desarrollo de la investigación y de la solución planteada. Por consiguiente, los resultados planteados en las investigaciones realizadas permitirán entender el desperdicio desde el enfoque económico y así entender su significado en el campo de la construcción, porque se produce y las posibles soluciones desde las etapas del proceso de construcción de mampostería.

La industria de la construcción es una de las actividades que tienen mayor importancia para el desarrollo de las ciudades y los diversos asentamientos humanos, por lo cual su impacto en la economía y en la generación de empleo es muy alto, sin embargo, siendo una de las industrias que más consume materiales del mismo modo es una de las que más genera desperdicios y desechos.

Los desperdicios entonces según Formoso (1996) es la ineficiencia que se refleja en los materiales en cantidades mayores a las que realmente se necesitan y la mano de obra que se extiende en tiempo y en materiales debido a malos procesos y prácticas. Entendiendo que es el desperdicio se debe entender que se considera desperdicio en obra y como se clasifica para una fácil identificación para entender cuál es su origen y como puede abarcarse el problema. A continuación, se presentan investigaciones posteriores sobre el desperdicio, causa y soluciones.

En primera instancia se encuentra una investigación llamada Skoyles que fue realizada en el Reino Unido por el Building Research Establishment y también por el Chartered Institute of

Building, el cual se centró en el estudio de 21 materiales fundamentales en obras civiles, a lo largo de 114 obras de construcción, esta investigación fue considerada una de las más importantes para medir la cantidad de desperdicio de materiales que se generan en una obra de construcción.

Dentro en la investigación mencionada los autores emplean la siguiente metodología que principalmente se clasifica en dos categorías de desperdicio:

- Pérdidas directas: Estas pérdidas son fáciles de detectar ya que son tangibles y pueden observarse frecuentemente.

El autor realiza la estimación de las pérdidas directas basándose en tres datos diferentes los cuales son los materiales recibidos, los materiales almacenados y el metraje inicial de la obra.

- Perdidas indirectas: Esta clase de desperdicios con más difíciles de detectar ya que pueden generarse de forma financiera o física, este tipo de pérdidas las clasifica el autor como las siguientes: perdidas por sustitución (cuando se debe utilizar un material más costoso que otro, sea por error o por urgencia), perdidas por producción (ésta perdida se genera cuando se utiliza un material para un proceso necesario y que no estaba planeado) y por último se encuentran las perdidas por negligencia (estas se generan cuando se utiliza una mayor cantidad de materiales en algún proceso constructivo).

Basándose en los anteriores datos skoyles encontró obtener los siguientes resultados:

Tabla 1

Pérdida directa de material

Material	Nº de obras	Rango de resultados	Índice de pérdidas directas (%)	
			Promedio	Usual
Concreto en infra- estructura	12	1- 18	8	2,5
Concreto en superestructura	3	-	2	2,5
Acero	1	-	5	2,5
Ladrillos corrientes	68	1- 20	8	4
Ladrillos cara vista	62	1- 22	12	5
Ladrillos estructurales huecos	2	-	5	2,5
Ladrillos estructurales macizos	3	9- 11	10	2,5
Bloques ligeros	22	1- 22	9	5
Bloques de concreto	1	-	7	5
Tejas	1	2- 7	10	2,5
Madera (Tablas)	3	1- 4	15	5
Madera (Planchas)	2	-	15	5
Mortero (Paredes)	4	-	5	5
Mortero (Techos)	4	-	3	5
Cerámica (Paredes)	1	-	3	2,5
Cerámimica (Pisos)	1	-	3	2,5
Tubiería de cobre	9	-	7	2,5
Tubería PVC	1	-	3	2,5
Conexiones de cobre	7	-	3	-
Placas de vidrio	3	-	9	5
Ventanas Prefabricadas	2	-	16	-

Nota: En esta tabla se demuestra el desperdicio de materiales frente al porcentaje de materiales calculado usualmente. Tomada de Skoyles, (1976). Citado por “*Desperdicio de materiales en obras de construcción civil*”, por Galarza, 2011, p.24 Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/888>

Con base en esta tabla se observa que el desperdicio de mortero en techos es superior al que fue calculado, por lo tanto, en esta actividad se generará alzas en el valor total de la actividad, afectando de forma directa el presupuesto total.

Por otra parte, el estudio de Pinto (1989) fue uno de los primeros trabajos investigativos sobre los residuos en la ciudad de Brasil partiendo de un estudio de caso de un proyecto residencial de 18 niveles debido a que los registros de compra y uso de materiales estaba debidamente controlados y almacenados, haciendo más fácil la labor de recolección de datos reales.

El autor eligió los materiales que consideraba fuentes potenciales de desperdicio, como lo son el concreto, el acero, el cemento, la arena, el mortero y la cerámica.

Partiendo de la identificación del material que generaría desperdicios se debía obtener resultados medibles y por consiguiente plantear resultados demostrables y por consiguiente verídicos, por lo que calculo las cantidades de material por metro cuadrado y tener un dato teórico sobre la cantidad de material que debió ser empleado. De forma complementaria, para conocer el comportamiento del material en obra se decidió hacer un control a estos materiales al ser recibidos y los que se entregaban para el uso.

Para el control del uso del material en obra se realizaban visitas periódicas para observar el uso del material y si se estaba respetando las cantidades teóricas y las dimensiones establecidas, en resumen, un control de calidad para obtener los datos del material en obra.

Los resultados a partir de la investigación en una primera fase se mostraban como la diferencia entre el material comprado y el material que había sido calculado por Pinto.

A continuación, Pinto muestra el desperdicio obtenido en relación a la expectativa de perdida que se tiene o se incluye dentro del presupuesto y las cantidades.

Tabla 2 :

Índice de pérdidas de materiales

Material	Desperdicio calculado (%)	Expectativa usual de pérdidas (%)
Madera (En general)	47,5	15
Concreto premezclado	1,5	5
Acero CA 50/60	26	20
Sellos	13	5
Cemento CP 32	33	15
Cal Hidratada	102	15
Arena lavada	39	15
Mortero	86,5	10
Cerámica (pared)	9,5	10
Cerámica (pios)	7,5	10

Nota: En esta tabla se observa el índice de pérdidas de materiales hallados en la investigación de Pinto (1989) Tomada de Pinto, (1989). Citado por “Desperdicio de materiales en obras de construcción civil”, por Galarza, 2011, p.26
 Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/888>

Se demuestra que el caso de materiales como el concreto premezclado, el acero y las cerámicas las expectativas de desperdicio en relación al desperdicio real no tienen diferencias significativas debido a que son procesos constructivos que requieren una rigurosidad en el cálculo y en los procesos de construcción, por lo que el desperdicio se reduce. En cambio, los materiales usados para mezclas como la cal, la arena o materiales mezclados in situ como el mortero muestran que se tiene una expectativa baja de desperdicio, pero que el desperdicio real es muy alto.

Este resultado demuestra que los procesos más tecnificados requieren menos consumo de material no calculado, pero en cambio los procesos más artesanales se convierten en las actividades donde el consumo de material y de desperdicio aumenta. (Pinto 1989).

4.1.2 Marco conceptual

Observando la metodología de los autores realizadas en sus investigaciones, se encuentran conceptos claves que permiten profundizar acerca de los desperdicios, ya que no solo las categorías que menciona skoyles, que generaliza los tipos de desperdicios si no que podemos encontrar más variables que permite determinar los desperdicios encontrados en una obra.

No obstante, el autor demuestra que principalmente para poder estimar las pérdidas directas de desperdicio se deben de tener en cuenta las siguientes determinantes.

- **Materiales recibidos:** Estos son los materiales que ingresan a la obra antes de iniciar la obra.
- **Materiales almacenados:** Esta cifra se obtiene cuando se realiza un inventario de todos los materiales ingresados al almacén de la obra.
- **Metrado inicial:** Es la cantidad de material a utilizar en todo el cuerpo de la obra, para determinar este dato se pueden emplear los planos de todo el proyecto o en ciertos casos se tiene en cuenta las valorizaciones de los subcontratistas.

Por otra parte, para poder determinar las perdidas indirectas, se debe de conocer el costo de las siguientes categorías:

- **Por sustitución:** Se debe identificar la diferencia que hay entre los costos de materiales utilizados, y los que deberían de haber sido colocados en sitio.
- **Por negligencia:** Consiste en calcular los materiales que se emplearon adicionalmente en cualquier proceso constructivo de la obra
- **Por producción:** Debe calcularse el costo de todos los materiales que se emplearon en los procedimientos imprevistos de cada proceso constructivo.

Por otro lado, la metodología empleada por la investigación de Pinto, se realizó a partir de materiales que según el autor eran fuentes de desperdicio potenciales, sin embargo, para realizar este estudio el autor realizó el metrado de todas las estructuras donde se emplearan los materiales en estudio (concreto, acero, cemento, cal, arena, mortero y cerámicas), por lo cual se determinaron las cantidades de material que teóricamente se deberían emplear por metro cuadrado. Teniendo en cuenta lo anterior, el paso siguiente fue llevar el control de todos los materiales recibidos en la obra y los que realmente salían del almacén para ser utilizados, esto sin tomar en cuenta que, a raíz de cambios imprevistos en la obra, se realizaron visitas constantes para actualizar las dimensiones tomadas inicialmente y poder calcular la estimación de desperdicio de estos materiales.

4.1.3 Marco referencial

A lo largo de esta investigación encontramos algunos referentes los cuales plantean algunas alternativas de optimización de procesos constructivos, permitiendo que sean más eficientes, aumentando el nivel de calidad del proceso constructivo y a su vez la rapidez en la ejecución de los procesos constructivos.

Algunos de los dispositivos utilizados para optimizar la instalación de mampostería son los siguientes:

Tendel XII:

La propuesta de la firma española, para esta herramienta puede dar el espesor exacto de la pega evitando el desperdicio de mortero, permitiendo que la construcción de muros en mampostería sea más rápida, eficiente y evitando el desperdicio de material.

El costo de estas herramientas puede variar entre los 200 euros y los 650 euros, ya que esta línea ofrece varios tipos de deslizadores que se adaptan a cualquier tipo de mampuesto que se requiera según la necesidad del proyecto.

Mas sin embargo los repuestos de esta herramienta abarcan valores desde los 65 euros hasta los 200 euros aproximadamente.



Figura 1: Deslizador de mortero. 2012. Modelo F24 diseñado por Tendel XII. Tomado de “Tendel XII” por Tendel XII, 2016, recuperado de <https://www.tendel12.com/es/>

SAM el robot albañil:

La firma Estadounidense Construction Robotics Lanzó al mercado para optimizar el rendimiento en los procesos constructivos a SAM, este es un robot el cual fue inventado con el propósito de ser el apoyo de los albañiles a ejecutar actividades de mampostería ya que este robot puede colocar entre 800 a 1200 ladrillos en una jornada laboral haciendo que la rapidez en la ejecución del proceso constructivo sea 6 veces mayor, no obstante este robot no está construido para reemplazar a la mano de obra humana si no para trabajar en conjunto ya que sus funciones solamente son colocar el mortero en el ladrillo y colocarlo en el muro, se necesita de un oficial que limpie los sobrantes de mortero y que ejecute algunas labores especiales que el robot no es

capaz de ejecutar, sin embargo la implementación de este robot permite aumentar la producción de la cuadrilla entre 3 y 5 veces.



Figura 2: SAM 100. 2007. El robot albañil. Tomado de “Construction Robotics” por Construction Robotics Advancing Construction, 2007, recuperado de <https://www.construction-robotics.com/sam100/>

4.1.4 Marco normativo

Según la Norma de Sismo Resistencia (2010) [NSR-10] en el título E de construcciones de uno y dos pisos; hace referencia en el capítulo 3 al mortero de pega, el cual debe de tener un diámetro desde 75 mm hasta 150 mm, esto con el fin de obtener la adherencia requerida a la hora de pegar el bloque de mampostería.

Con base en lo anterior la propuesta de optimización de mortero de pega debe acogerse a la norma NSR-10, esto con el fin de evitar diferentes afectaciones físicas de las juntas de pega de los muros en mampostería confinada.

4.2 Conclusiones parciales

Este marco teórico permite aclarar las clases de desperdicios que hay y las bases teóricas que usaron los autores para encontrar una solución y poder medir los desperdicios, sin embargo, de estas bases teóricas se puede concluir que nos permite conocer los tipos de desperdicios y sus principales causas, esto con el fin de que esta investigación obtenga sus principales conceptos y poder generar una transición para crear un método diferente y poder seguir las condiciones que exige la NSR10 en cuanto al mortero de pega y poder disminuir el desperdicio de mortero en la instalación de mampostería confinada.

5 CAPITULO III: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE MORTERO DE PEGA

5.1 Dispositivos existentes para optimizar la aplicación de mortero

En el mercado actual podemos encontrar demasiada variedad de herramientas y dispositivos que son creados con la finalidad de optimizar los procesos constructivos y al mismo tiempo disminuir el desperdicio generado en estas actividades, por lo cual hoy podemos encontrar alternativas que se adapten a nuestro medio constructivo según las necesidades que se presenten.

Algunas de estas alternativas solucionan algunos problemas de acuerdo a las necesidades que se presenten, por lo cual a la hora de la optimización en la instalación de mampostería confinada podemos encontrar las siguientes alternativas:

5.1.1 Palustre (Palín de mortero):

Según el diccionario de Arquitectura y Construcción el palustre es un “Instrumento manual compuesto por una lámina de acero que se emplea para aplicar, extender o suavizar materiales plásticos como el hormigón, mortero, o enlucido. También llamado llana, paleta.” (Diccionario de arquitectura y construcción. 2019)

Este dispositivo ha sido tradicionalmente una de las herramientas de más fácil acceso y mano portabilidad ya que ofrece al usuario comodidad a la hora de tener que aplicar hormigón o mortero en diferentes superficies.



Figura 3: Palustre marca collins con mango de madera. Tomado de “Indurruedas importadores & distribuidores ferreteros” por Collins, 2018, recuperado de <https://indurruedas.co/producto/palustre-collins-mmadera/>

5.1.2 SAM el robot albañil:

SAM que en realidad su nombre completo es Semi-Automated Mason (albañil semiautomatizado), es un robot que fue construido para ser el apoyo de los oficiales de obra ya que se encarga de colocar ladrillos de mampostería en sitio (construction-robotics.com).

Fue creado por la empresa Construction Robotics de Nueva York, este robot mampostero puede colocar entre 800 y 1200 ladrillos en una jornada laboral y tiene un precio alrededor de \$ 500.000 USD.



Figura 4: Sam el robot albañil. 2019. Mecanismo interno del robot. Tomado de “Construction Robotics” por Construction Robotics Advancing Construction, 2007, recuperado de <https://www.construction-robotics.com/sam100/>

5.1.3 Tendel XII

la firma española Tendel XII lanzó al mercado en 2012 un dispositivo llamado “deslizador de mortero” que consiste en un dispositivo capaz de deslizar el mortero de pega en cualquier tipo de mampostería, disminuyendo el desperdicio de mortero de pega y optimizando el tiempo de ejecución hasta un 25%; existe un deslizador para cada tipo de bloque de mampostería del mercado y el valor de estos deslizadores de mortero se encuentra entre los € 109.00 euros y € 159.00 euros (Tendel12.com).



Figura 5: Tendel XII. 2012. Deslizador de mortero F13. Tomado de “Tendel XII” por Tendel XII, 2016, recuperado de <https://www.tendel12.com/es/>

5.2 Comparativo de los sistemas

Todos estos dispositivos y herramientas del mercado cumplen un propósito específico general, el cual es el ahorro de material y la productividad, pero la herramienta o dispositivo que más se asocia a los procesos constructivos de mampostería ejecutados en Colombia es la propuesta de Tendel XII ya que el alcance de esta propuesta es mayor que SAM el robot albañil que es diseñada para obras de construcción de mayor escala, sin embargo no es mayor que el alcance del palustre tradicional ya que por muchos años se ha empleado este dispositivo en la construcción de muros en mampostería.

Pero de igual manera la propuesta de Tendel XII es pertinente utilizarla en la aplicación de mortero de pega en la instalación de mampostería confinada, ya que optimiza el rendimiento de la mano de obra, optimiza el material y genera un proceso de mejor calidad.

5.3 Herramientas Tendel XII

Teniendo en cuenta los referentes de esta investigación nos centraremos en una herramienta específica la cual sería la herramienta Tendel XII ya que la implementación de esta herramienta ayuda a ejecutar los procesos constructivos con mejor calidad y al mismo tiempo disminuye el desperdicio de mortero en la instalación de mampostería hasta un 15%. (Tendel XII.com)

5.3.1 Características de la herramienta

En esta herramienta podemos encontrar algunas funciones de este dispositivo que hacen que el proceso constructivo sea de una mejor calidad, entre las funciones de esta herramienta encontramos las siguientes:




- Estos deslizadores de mortero tienen la posibilidad de aplicar una hilada de mortero sencilla y también una hilada de mortero doble ya que en algunos modelos contiene un separador intermedio que permite realizar este tipo de aplicación.
- Para poder garantizar una mayor vida útil y reducir el impacto de la abrasión, el desgaste, y la oxidación del material, esta propuesta es fabricada en acero galvanizado.
- La cantidad de mortero requerida se puede modificar según las necesidades del muro gracias a que posee un regulador del caudal de mortero.

Esta herramienta posee varios modelos, pero solo algunos se acomodan al sistema constructivo de la mampostería utilizado en Colombia, estas herramientas tienen un valor

especifico y una dimensión de junta exacta dependiendo el modelo, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3 :

Análisis de los deslizadores de mortero Tendell XII

MODELO	VALOR €	VALOR \$	MEDIDAS	TIPO DE MAMPUESTO A UTILIZAR
F 9  Deslizador F9	119,00 €	\$ 438.651,39	Junta de 9 cm de ancho	Bloques de mampostería u hormigón de 8 cm,9 cm,10 cm de ancho.
F 12  Deslizador F12	119,00 €	\$ 438.651,39	juntas de 12 cm de espesor	Bloques de mampostería u hormigón de 12 cm de ancho.
F 12 ESPECIAL  Deslizador F12 Especial	139,00 €	\$ 512.374,31	juntas de 12 cm de espesor	Bloques de mampostería u hormigón de 12 cm de ancho.

Nota: Adaptada de “Tendel XII” por Tendel XII, 2016, Recuperado de <https://www.tendel12.com/es/>

5.3.2 Funcionamiento

El funcionamiento de esta herramienta es fácil y práctico para el operario ya que fue diseñada para aplicar el mortero de pega como se observa a continuación.

1. En primera instancia se coloca la herramienta sobre los bloques de mampostería, es importante tener en cuenta que la superficie de mampostería no debe tener ninguna irregularidad que impida el paso de esta herramienta.



Figura 6: Tendel XII. 2012. Colocación de la herramienta. Tomado de “Tendel XII” por Tendel XII, 2016, recuperado de <https://www.tendel12.com/es/>

2. Segundo se empieza a verter el mortero por dentro de la herramienta, se debe tener en cuenta que la mezcla de mortero debe tener la dosificación adecuada y la cantidad de agua necesaria para que la junta pueda quedar uniforme y homogénea.



Figura 7: Tendel XII. 2012. Vertido del mortero. Tomado de “Tendel XII” por Tendel XII, 2016, recuperado de <https://www.tendel12.com/es/>

3. Por último, se procede a deslizar la herramienta sobre la superficie de los bloques de mampostería, de esta manera se aplica el mortero de pega en una misma cantidad para una junta en bloque de mampostería.



Figura 8: Tendel XII. 2012. Aplicación de la junta de mortero. Tomado de “Tendel XII” por Tendel XII, 2016, recuperado de <https://www.tendel12.com/es/>

5.3.3 Aplicación de la herramienta al medio constructivo de mampostería utilizada en Colombia.

La modificación de esta herramienta para la práctica se debe realizar a partir de las necesidades de adaptación a los bloques de mampostería más utilizados en las viviendas VIS y no VIS, para poder determinar la eficiencia de esta herramienta en la implementación en la ejecución de muros en mampostería.

No obstante, la adaptación de esta herramienta se realizará en los bloques de mampostería # 4, # 5, ladrillo macizo y ladrillo con rejillas, ya que estos son los bloques y ladrillos más utilizados en la construcción de muros para las viviendas VIS y no VIS.

teniendo en cuenta lo anterior se diseñaron una serie de prototipos, determinando las mejoras que se podían realizar teniendo en cuenta la propuesta de Tendel XII.

5.3.4 Diseño de prototipos para mampostería confinada

- Diseño prototipo #1:

Este primer prototipo fue diseñado para acoplarse inicialmente a las dimensiones del bloque de mampostería #5, con una manija giratoria que proporcionara comodidad a la persona que la utilizara.

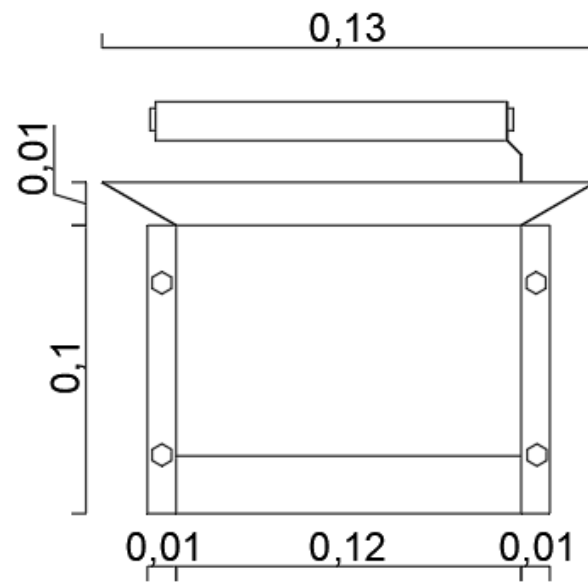


Figura 9: Diseño prototipo 1 vista posterior. Elaboración propia

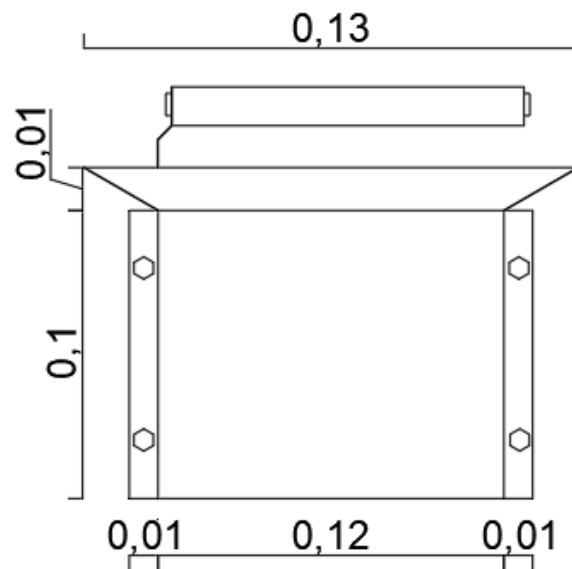


Figura 10: Diseño prototipo 1 vista frontal. Elaboración propia

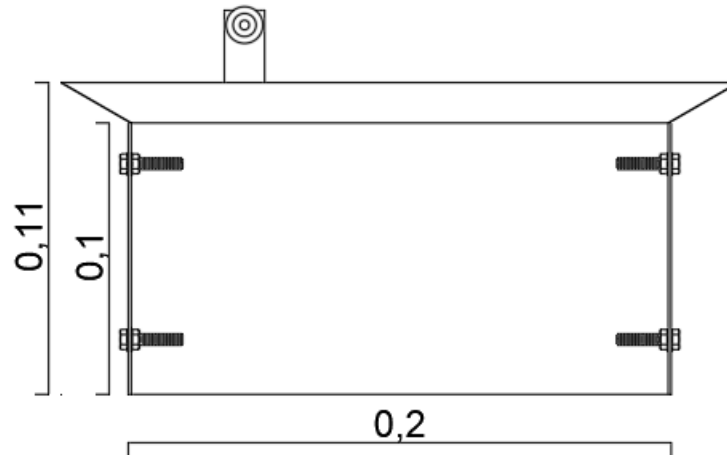


Figura 11: Diseño prototipo 1 vista lateral izquierda. Elaboración propia.

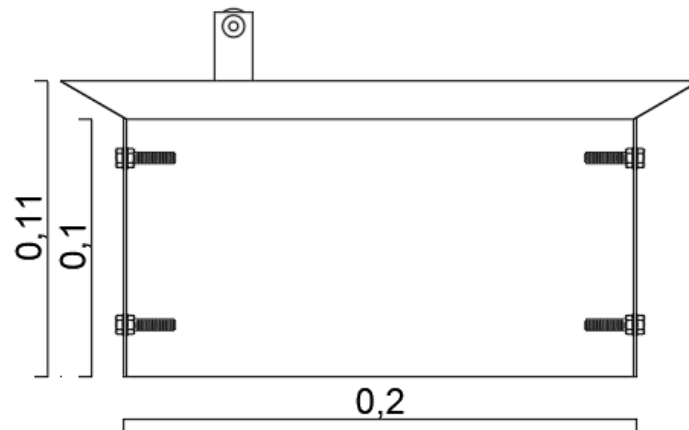


Figura 12: Diseño prototipo 1 vista lateral derecha. Elaboración propia.

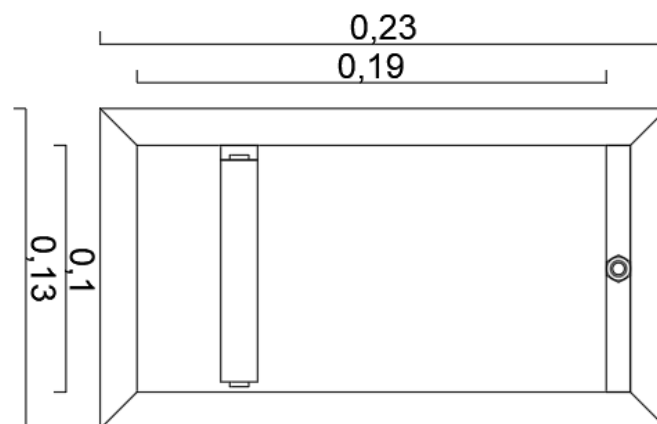


Figura 13: Diseño prototipo 1 vista superior. Elaboración propia.

- Diseño prototipo #2:

El segundo prototipo se diseñó en base al primer diseño realizado, sin embargo se pudo añadir el regulador del caudal de mortero, por lo cual tiene un alcance mayor ya que adicionalmente se puede modificar para adaptarlo no solo al bloque #5, sino también al ladrillo macizo, al ladrillo con rejillas y por ultimo al bloque #4, no obstante, la mano portabilidad es mayor ya que se le implementaron unas manijas en los costados haciendo que la comodidad de deslizarla sea aún mayor.

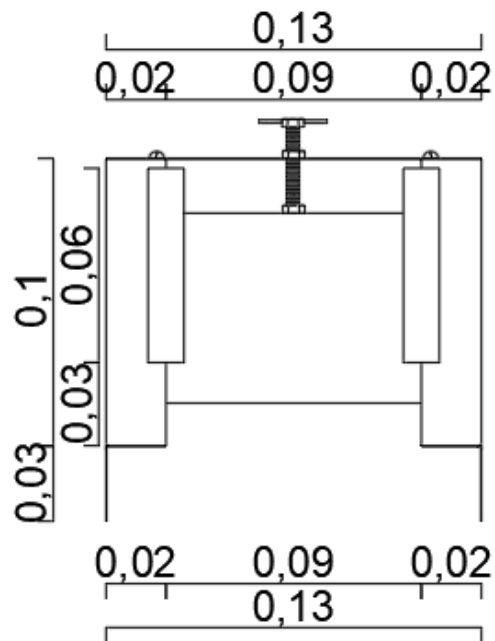


Figura 14: Diseño prototipo 2 vista posterior. Elaboración propia.

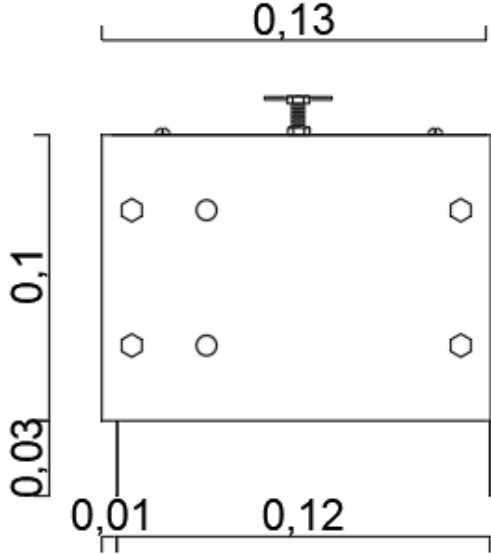


Figura 15: Diseño prototipo 2 vista frontal. Elaboración propia.

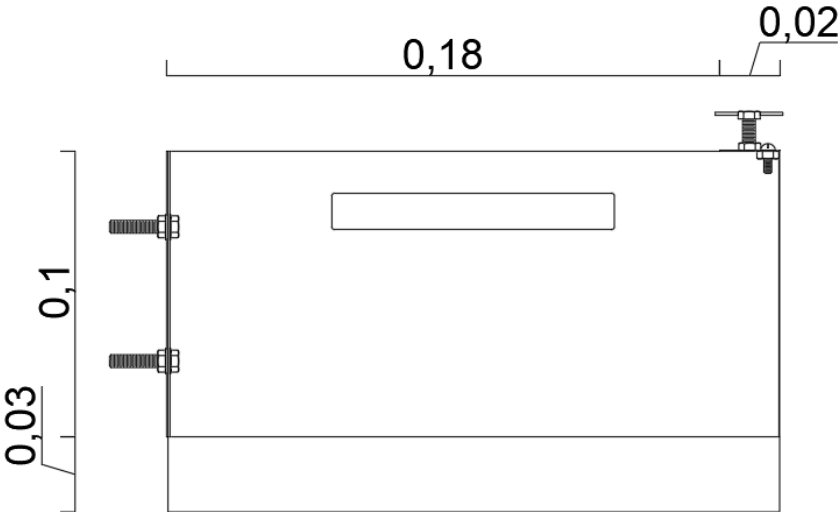


Figura 16: Diseño prototipo 2 vista lateral izquierda. Elaboración propia.

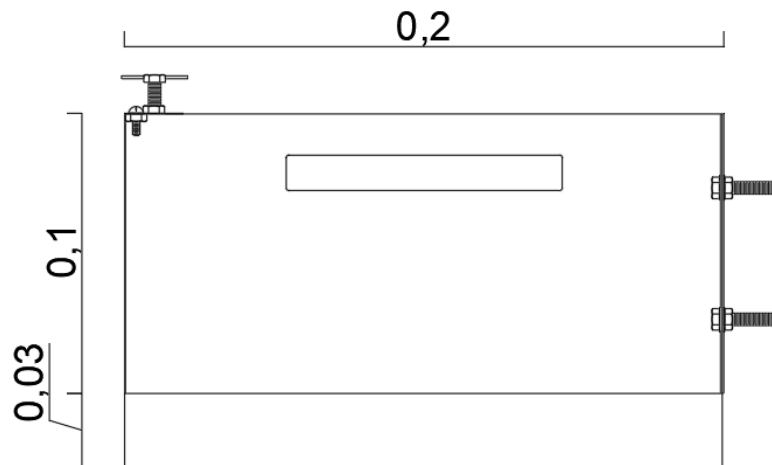


Figura 17: Diseño prototipo 2 vista lateral derecha. Elaboración propia.

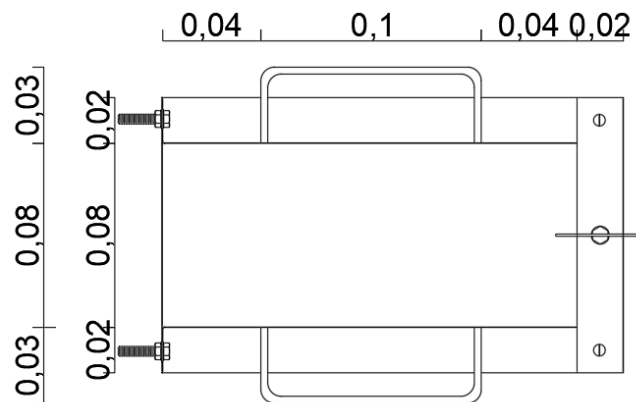


Figura 18: Diseño prototipo 2 vista superior. Elaboración propia.

5.3.5 Modelos del sistema

- El primer prototipo se realizó en cartón, a partir del primer diseño realizado, esto con el fin principalmente de conocer su escala, sus dimensiones y adaptabilidad al bloque de mampostería #5 que tiene un espesor de 12 centímetros.

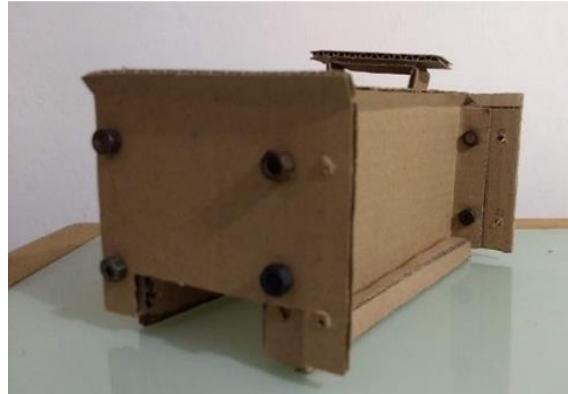


Figura 19: Prototipo 1 vista isométrica. Elaboración propia.

- El segundo prototipo es fabricado en madera, a partir del segundo diseño con el propósito de analizar su adaptabilidad a los bloques de mampostería #4, #5, ladrillo macizo y ladrillo con rejillas, su mano portabilidad y el análisis por carga que podría alcanzar en metros lineales utilizando este dispositivo.

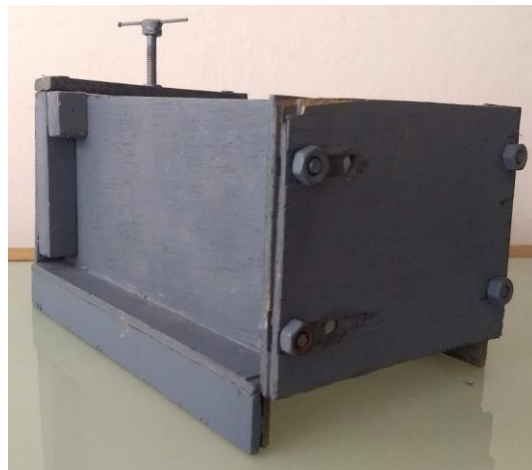


Figura 20: Prototipo 2 vista isométrica. Elaboración propia.

- El tercer prototipo se fabrica con los materiales adecuados para determinar su peso, su mano portabilidad y sus adaptaciones finales a los bloques y ladrillos de mampostería seleccionados.



Figura 21: Prototipo 3 vista isométrica. Elaboración propia.

5.3.6 Análisis de materiales y costo del dispositivo

Los tipos de materiales accesorios para fabricar esta herramienta dependen de las condiciones a las que se vaya a enfrentar en el campo de acción, podemos decir que una de las afectaciones a las que normalmente estará expuesta sería la humedad, la oxidación del material, golpes y abolladuras y desgaste por abrasión.

Para dar solución a algunas de estas afectaciones tenemos que elegir un material el cual sea rígido pero que no sea pesado, y que sea resistente a la abrasión para poder obtener una mayor vida útil, teniendo en cuenta lo anterior y los diseños realizados podemos concluir que los materiales para fabricar esta herramienta pueden ser:

- Lamina de acero galvanizada
- Lamina de aluminio
- Lamina cold rolled (hierro)

Los calibres de esta lamina deben variar de 1mm hasta 2mm para que primero no sea tan pesada y segundo sea un poco más resistente a los golpes y la abrasión, teniendo en cuenta lo anterior, la mejor opción es utilizar una lámina calibre 16 el cual tiene un espesor de 1.45 mm o

también una lámina calibre 18 que tiene un espesor de 1.21 mm, estas opciones son las recomendadas para que su peso sea idóneo para manejarla con comodidad.

Por consiguiente, los anclajes que deben de tener esta herramienta deben ser los suficientemente resistentes, por lo cual se recomienda utilizar tornillos hexagonales de ¼" para aumentar la comodidad.

A continuación, encontraremos la tabla del análisis de costo de la fabricación de esta herramienta con los materiales recomendados.

Tabla 4

Análisis y costo de los materiales de construcción del dispositivo

Materiales	Dimensiones	Peso	Valor total
Lamina Acero inoxidable cal 16	0,30 *0,6 m	4,2 kg	\$ 35.000
Discos de corte de 6" para pulidora	D= 6" E= 2,3 mm	28 gr	\$ 9.500
Discos abrasivos	D= 3" E= 4,3mm	32 gr	\$ 7.900
Brocas de 3/16 y 1/4	3/16", 1/4"	12 gr	\$ 12.000
Tornillería de 1/4 y 3/16	3/16", 1/4"	6gr	\$ 4.500
Soldadura 6013	N/A	N/A	\$ 15.000
Subtotal materiales			\$ 83.900
Alquiler de Herramientas			\$ 80.000
Mano de obra			\$ 110.000
Valor total			\$ 273.900

Nota: Análisis de costo y de los materiales de construcción de la propuesta de adaptación del deslizador de mortero. Elaboración propia.

5.4 Incidenias en el presupuesto

Para la siguiente práctica se tomó un presupuesto el cual tiene una cantidad de 9.944,95 m² de muros en mampostería, el valor total de esta actividad es de \$ 299.000.000 este proyecto está ubicado en la carrera 7 con calle 130 el cual tiene pronosticado entregarse en el mes de septiembre del año 2019, es un edificio de 13 niveles y 54 apartamentos, con un total de 18.521,02 m² de construcción, en este capítulo de mampostería se realizará un estudio de caso del impacto económico que tiene el desperdicio de mortero en esta actividad.

- Análisis en el capítulo de mampostería:

En este capítulo de mampostería se deben construir 9.994,95 m² de mampostería al cual se hará un análisis que permita cuantificar el impacto económico del desperdicio de mortero en esta actividad.

El presupuesto inicial del capítulo de mampostería es de \$298.271.605,65, este valor es el que teóricamente costaría la actividad si se hiciera correctamente, sin embargo, esta actividad se ejecuta con el proceso constructivo tradicional, y por consiguiente se genera un desperdicio en el mortero de pega, no obstante, a causa de este desperdicio el valor total del capítulo de mampostería tendría un valor de \$ 311.881.520,25.

Podemos observar que se genera un alza del 4.23% adicional al porcentaje de desperdicio de mortero calculado previamente en el valor de la actividad, este 4.23% incrementa \$13.609.914,6 en el costo total del capítulo de mampostería. Gracias a la implementación del deslizador de mortero en esta actividad se podría reducir ese impacto que tiene el desperdicio de mortero en el costo de esta actividad, ya que por su funcionamiento puede generar un proceso estandarizado de aplicación de junta de mortero y el costo de la actividad sería el presupuestado inicialmente.

Este 4.23% de desperdicio se demostró mediante una práctica realizada para poder determinar este porcentaje, este análisis es hecho a partir de 1 m² de mampostería construido con el método tradicional y otro muro con las mismas dimensiones, pero construido con la propuesta del deslizador de mortero, esta práctica nos ahorra un resultado específico el cual es que el desperdicio de mortero de pega por metro cuadrado es de un 27%, afectando directamente en el valor de la actividad como lo demuestra la siguiente tabla.

Tabla 5

Afectación económica del desperdicio de mortero

Obra: Orbba 130		Ubicación: Calle 130b con carrera 7 b - bis		
Presupuesto inicial del capítulo de mampostería	\$ 298.271.605,65	Valor x m ²	Valor de mortero x m ²	
		\$ 29.992,27	\$ 4.709,79	
Incremento a causa del desperdicio de mortero	\$ 311.881.520,25	\$ 31.203,91	\$ 5.981,43	
Diferencia	-\$ 13.609.914,60	-\$ 1.211,64	-\$ 1.271,64	

Nota: En esta tabla se observa la incidencia económica del desperdicio de mortero en el valor total de la actividad de mampostería. Elaboración propia.

5.5 Conclusiones parciales

Partiendo de los métodos y herramientas analizadas se concluye que Tendel XII se escoge porque su nivel de adaptabilidad al medio de la construcción colombiana es viable ya que puede disminuir el desperdicio de mortero en juntas de pega; sin embargo se realiza una propuesta de adaptación a los bloques de mampostería más utilizados en la construcción de muros en Colombia, este resultado de incidencia en el costo de mortero por metro cuadrado refleja un aumento del 27%, y en el costo total del capítulo de mampostería arroja un aumento de 4.23%, de esta manera se demuestra que con la implementación del deslizador de mortero en la actividad de mampostería el costo presupuestado inicialmente no se vería afectado a causa del desperdicio de mortero de pega.

6 APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA EN MUROS DE MAMPOSTERÍA

6.1 Determinantes de aplicación de la herramienta

Esta práctica fue realizada en el municipio de Mosquera (Cundinamarca), se empleó a un maestro de obra con una experiencia de más de 10 años en el sector de la construcción, específicamente en actividades de mampostería, mediante esta práctica se determinarán las cifras de desperdicio de mortero generado en 1 m² de mampostería construido con el método tradicional y por consiguiente se construirá adicionalmente otro muro de las mismas dimensiones, sin embargo, en este caso se implementará la propuesta del deslizador de mortero para cuantificar la optimización del proceso constructivo, por lo cual se definen las siguientes determinantes para la práctica:

- Material empleado.
- Tiempo de construcción
- Porcentaje de construcción
- Tipo de mezcla
- Porcentaje de desperdicio de mortero
- Cantidad de mortero
- Costo total del mortero empleado

6.1.1 Materiales y herramientas a emplear

- 12 kg de Arena
- 3kg de Cemento (Fortecem).
- 3.5 litros de Agua
- 17.5 bloques #5

- Palustre
- Palas
- Bloque #5
- Deslizador de mortero
- Nivel de gota

6.2 Desarrollo de la práctica

En primera instancia esta práctica de laboratorio se realiza con el fin de estimar el desperdicio de mortero de pega en 1m² de mampostería utilizando el método tradicional frente a la propuesta de adaptación del deslizador de mortero.

En este laboratorio se utilizó un maestro con 10 años de experiencia en actividades de mampostería no obstante con anterioridad se prepararon los materiales y el pesaje de cada material para poder realizar esta práctica de laboratorio, como se había mencionado anteriormente, se utilizaron 3 kg de cemento, 12kg de arena y 3.5 litros de agua para preparar la mezcla de mortero de pega para la instalación de este muro en bloque #5 y la misma cantidad de mezcla de mortero de pega para construir otro muro con las mismas características pero esta vez utilizando la propuesta de adaptación del deslizador de mortero.

6.3 Proceso constructivo

Para el desarrollo de esta práctica primero se construyó el muro con el método tradicional teniendo en cuenta las determinantes mencionadas anteriormente, no obstante, el proceso constructivo se mencionará a continuación.

- Primero se realizó la mezcla de mortero que se va a utilizar, en este caso se realizó una mezcla de mortero con una dosificación de 1:4.



Figura 22: Preparación de mortero de pega. Elaboración propia.

- Segundo se procede a colocar la primera hilada de mampostería en una superficie plana y nivelada.



Figura 23: Primera hilada de bloque en el método tradicional. Elaboración propia.

- Tercero se empieza a colocar el mortero de pega en la superficie del bloque para seguir levantando el muro.



Figura 24: Aplicación del mortero de pega en el método tradicional. Elaboración propia.



Figura 25: Emboquillado de mampostería en el método tradicional. Elaboración propia.

- Al seguir levantando el muro construido de manera tradicional, nos damos cuenta de que la mezcla total del muro alcanzó para pegar 12.5 bloques, es decir que solo se construyó el 68% del muro y el tiempo de ejecución de este muro fue de 36:11 minutos.



Figura 26: Construcción de muro en el método tradicional. Elaboración propia.

Una vez construido el muro con el método tradicional se procede a construir el otro muro, con las mismas determinantes, pero esta vez se utilizó el deslizador de mortero

- Primero se coloca la primera hilada de bloque y se procede a llenar el deslizador de mortero.



Figura 27: Llenado de tolva del deslizador de mortero. Elaboración propia.

- Una vez este llena esta herramienta de mortero se desliza por la superficie del bloque y se procede a colocar el bloque de mampostería encima de la junta de pega.



Figura 28: Aplicación de mortero de pega con el método del deslizador. Elaboración propia.

- Se debe de tener en cuenta que la mezcla de mortero debe tener la suficiente agua para que la mezcla pueda salir por el regulador de forma homogénea.



Figura 29: Colocación de la mezcla de mortero en el deslizador de mortero. Elaboración propia.

- Una vez terminado el metro cuadrado de muro, nos encontramos con algunas particularidades frente al que se construyó con el método tradicional, primero el tiempo de ejecución del muro fue de 39:16 minutos y se construyó el 100% del muro, no

obstante, cuando se había construido el 68% del muro con el deslizador de mortero, solo se tardó 26:32 minutos.



Figura 30. Muro construido con el deslizador de mortero. Elaboración propia.

En esta práctica se puede concluir que la implementación de esta herramienta puede significar el incremento del rendimiento en la ejecución de la actividad, se optimiza el mortero de pega y se disminuye el contacto directo de la mano de obra, esta práctica nos arroja una serie de resultados que se mostrarán a continuación.

6.4 Resultados

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos de la práctica, se pretende evaluar cuales fueron las eficiencias, el rendimiento y la optimización del material

6.4.1 Comparación de tiempo de construcción con ambos métodos.

Esta comparación se obtiene del tiempo de ejecución de los dos muros, teniendo en cuenta que en 36:11 minutos mediante el método tradicional solo se logró construir el 68% del muro, y utilizando el deslizador de mortero al haber construido el 68% del muro solo había empleado 26:32 minutos, y realizando el 100% del muro se emplearon 39:11 minutos.

En la siguiente grafica se relaciona el tiempo con la ejecución del muro de 1 metro cuadrado de área según el porcentaje de muro construido. En el sistema tradicional se denota una ejecución más lenta en lapsos de 10 minutos frente al muro construido con el deslizador de mortero.

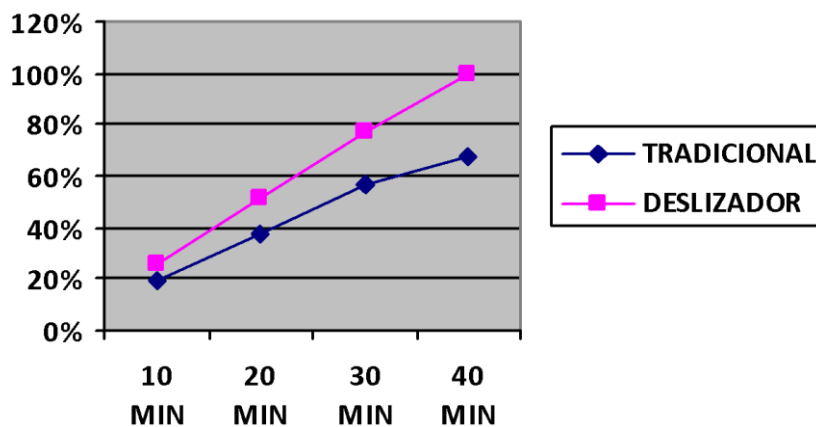


Figura 31: Porcentaje de construcción utilizando ambos métodos. Elaboración propia.

6.4.2 Análisis de construcción del método tradicional

En la siguiente gráfica se relaciona el porcentaje de ejecución del muro en relación al porcentaje de mortero utilizado y el tiempo empleado en la construcción. El muro tradicional sigue presentando una ejecución más lenta, pero en relación a la cantidad de mortero estándar (0.011735 m³) solo alcanzo a construirse el 68% del muro. (ver anexo 1)

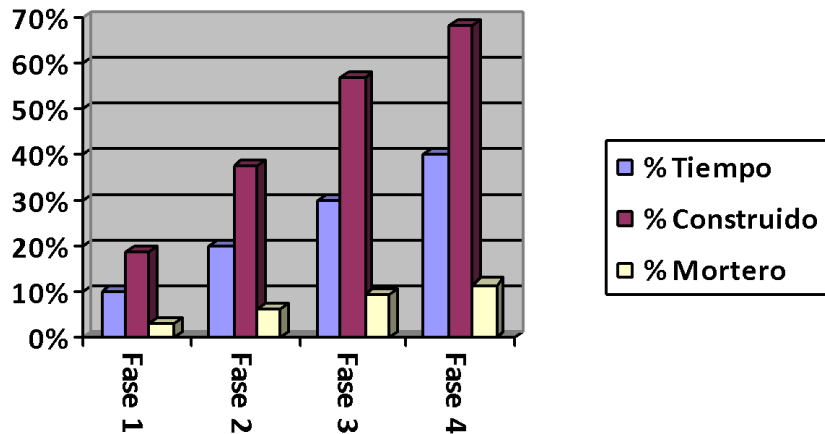


Figura 32: Análisis de construcción con el método tradicional. Elaboración propia

6.4.3 Análisis de construcción con el deslizador de mortero

En la siguiente gráfica se relaciona el porcentaje de ejecución del muro en relación al porcentaje de mortero utilizado y el tiempo de construcción del muro. El muro construido con el deslizador presenta una ejecución más rápida, no obstante, en 26:32 minutos de tiempo transcurrido se había construido el 68% del muro y en relación a la cantidad de mortero estándar (0.011735 m³) alcanza a construirse el 100% del muro. (ver anexo 2)

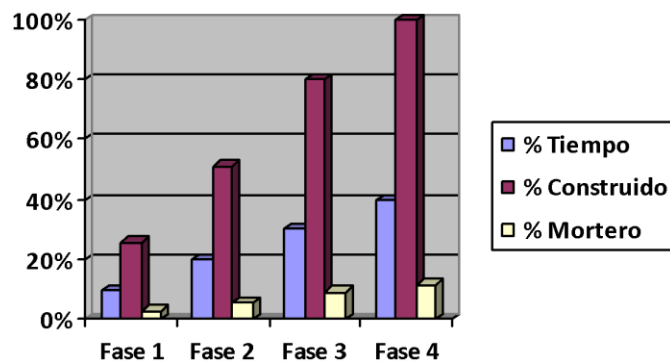


Figura 33: Análisis de construcción empleando el deslizador de mortero. Elaboración propia.

6.5 conclusiones parciales

El uso del deslizador demostró que el desperdicio generado en comparación con el muro tradicional es de un 27%, por lo que si existe una disminución del desperdicio ya que se alcanzó a completar la construcción de 1m² de muro con la cantidad estándar de mortero; el tiempo también es una determinante importante en ahorro de ejecución de procesos ya que para un 68% de muro construido con el deslizador se emplearon 26.32 minutos, lo que demuestra una diferencia de 13 minutos en rendimiento frente a los 36 minutos del 68% de muro con el método tradicional construido.

7 CONCLUSIONES GENERALES

La implementación de estas alternativas en el proceso constructivo de aplicación de mortero de pega en la instalación de mampostería confinada va a mejorar la productividad en la construcción de este tipo de muros en mampostería, ya que va a permitir un acabado de mejor calidad, optimizar tiempos de ejecución, control de la mano de obra y mejorar la productividad de los procesos constructivos.

Se recomienda buscar alternativas que permitan optimizar estos procesos constructivos, ya que se demostró que mediante la implementación de estas alternativas se puede optimizar los procesos constructivos en obra y difundir nuevas alternativas para cambiar la concepción de los métodos tradicionales que afectan de manera significativa en la generación de desperdicios y en el rendimiento de los procesos constructivos.

Se demostró que a partir de pequeñas modificaciones de las herramientas existentes y de la adaptación al medio constructivo de la construcción colombiana, es posible lograr la optimización de procesos constructivos.

De acuerdo con esta investigación, es posible disminuir las pérdidas directas en la ejecución de esta actividad mediante la aplicación de mecanismos existentes para optimizar los procesos constructivos, específicamente en la instalación de mampostería confinada.

Lista de Referencias

- Carlos T. (2002). *Material Waste in Building Industry: Main Causes*
- Construction Robotics, advancing construction, (2007). *SAM 100 El robot albañil*, Estados Unidos, New York. Recuperado de <https://www.construction-robotics.com/2016/09/14/channel-13-wham-features-sam-the-bricklaying-robot/>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. DANE. (2019). Boletín técnico, Indicadores económicos alrededor de la construcción (IEAC). https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_IV_t_rim18.pdf
- Diccionario de arquitectura (2019) *Diccionario de Arquitectura y construcción*, Argentina. Recuperado de: <http://www.parro.com.ar/index.php>
- Galarza Meza M. P. (2011) *Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: métodos de medición y control*. (Trabajo de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/888>
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2010). *Norma de Sismo Resistencia NSR-10*. Colombia. Recuperado de : <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/5titulo-e-nsr-100.pdf>
- Revista Gerente (2019). 2019 un año de crecimiento para el sector de la construcción Camacol. *Revista Gerente*. Colombia. Recuperado de <http://gerente.com/co/este-ano/>
- Tendel XII (2016). Deslizador de mortero. España, Burgos. Recuperado de <https://www.tendel12.com/es/>

ANEXOS


Anexo 1

METODO TRADICIONAL

MATERIAL EMPLEADO :	3KG DE CEMENTO	TOTAL MORTERO (m ³)	0,011735	100%	
	12 KG DE ARENA	JUNTAS VERTICALES (m ³)	0,004601294	39,21%	
	3,5 LT DE AGUA	JUNTAS HORIZONTALES (m ³)	0,007132533	60,78%	
UBICACIÓN:	MOSQUERA	5% DESPERDICIO (m ³)	0,00058675	5%	
	CUNDINAMARCA	FECHA DE APLICACIÓN	18 DE ABRIL DE 2019		
DETERMINANTES: SE UTILIZO UN OFICIAL DE OBRA CON UNA EXPERIENCIA DE 12 AÑOS EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA CONSTRUCCION.					
	OBJETIVO: DETERMINAR EL TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN Y EL DESPERDICIO DE MORTERO EN 1m ² DE MAMPOSTERÍA				
	DESCRIPCIÓN: SE REALIZO ESTE ESTUDIO DE CASO PARA TENER UNA MUESTRA DE 1m ² CON UNA CANTIDAD DE MORTERO ESPECIFICA Y CUANTIFICAR EL PORCENTAJE DE DESPERDICIO EN EL MORTERO DE PEGA Y EL TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN DEL MURO.				
	TIEMPO DE CONSTRUCCION:			36 MIN	
	PORCENTAJE DE CONSTRUCCION:			68%	
	TIPO DE MEZCLA			1:4	
	DESPERDICO			27%	
	COSTO DE MORTERO			\$ 3.869,69	

Anexo 2

DESLIZADOR DE MORTERO

MATERIAL EMPLEADO :	3KG DE CEMENTO	TOTAL MORTERO (m ³)	0,011735	100%	
	12 KG DE ARENA	JUNTAS VERTICALES (m ³)	0,004601294	39,21%	
	3,5 LT DE AGUA	JUNTAS HORIZONTALES(m ³)	0,007132533	60,78%	
UBICACIÓN:	MOSQUERA	5% DESPERDICIO (m ³)	0,00058675	5%	
	CUNDINAMARCA	FECHA DE APLICACIÓN	18 DE ABRIL DE 2019		
DETERMINANTES: SE UTILIZO UN OFICIAL DE OBRA CON UNA EXPERIENCIA DE 12 AÑOS EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA CONSTRUCCION.					
	OBJETIVO: DETERMINAR LAS CIFRA DE AHORRO DE MATERIAL, EL RENDIMIENTO Y LA PRODUCTIVIDAD EMPLEANDO UN PROTOTIPO DE DESLIZADOR DE MORTERO				
	DESCRIPCIÓN: SE REALIZÓ ESTE ESTUDIO DE CASO PARA CUANTIFICAR EL AHORRO DE MORTERO EN 1m ² DE MURO MEDIANTE EL USO DE UN PROTOTIPO DE UN DESLIZADOR DE MORTERO Y EL RENDIMIENTO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL				
	TIEMPO DE CONSTRUCCION:			39 MIN	
	PORCENTAJE DE CONSTRUCCION:			100%	
	TIPO DE MEZCLA			1:4	
	DESPERDICO			5%	
	COSTO DE MORTERO			\$ 3.199,35	

Anexo 3

OPTIMIZACIÓN DEL MORTERO DE PEGA EN LA INSTALACIÓN DE MAMPOSTERÍA CONFINADA

GRUPO
1

PROBLEMÁTICA



PREGUNTA PROBLEMA

¿Cómo mejorar la aplicación del mortero de pega en la instalación de mampostería confinada para mejorar el rendimiento y disminuir el desperdicio de mortero en juntas horizontales?

OBJETIVO GENERAL

Implementar un dispositivo que optimice el proceso constructivo de aplicación de mortero de pega para mampostería confinada.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS



Evaluar los procesos constructivos de mampostería actuales.



Analizar los dispositivos de optimización de mortero existentes.



Demostrar la mejora del proceso constructivo tras la adaptación de un mecanismo para optimizar el mortero de pega.

JUSTIFICACIÓN

 Desperdicio generado por la falta de creación e implementación de estrategias en obra.

 Si no se controlan estos desperdicios, causarán alzas en el presupuesto, y aumentando la generación de desechos.

 Mediante la aplicación de un mecanismo en esta actividad se reduciría el desperdicio, los costos imprevistos, se aumentaría la eficacia, la productividad y el rendimiento en la ejecución de la actividad.

BASES TEÓRICAS

SKOYLES (1976)

Tipos de desperdicio de materiales:

- Pérdidas directas
- Pérdidas indirectas

PINTO (1989)

Cálculo de desperdicio de materiales por medio de los materiales ingresados vs materiales bajo medida

REFERENTES

Alternativas para disminuir el desperdicio de mortero de pega:

- Tendell XII
- SAM el robot albañil

NORMATIVA

La NSR 10 dice que el mortero de pega debe de tener un diámetro desde 75 mm hasta 150 mm, esto con el fin de obtener la adherencia requerida a la hora de pegar el bloque de mampostería.

Estas bases teóricas complementan los conceptos de los tipos de desperdicios, metodología de cálculo de desperdicios, alternativas de dispositivos de optimización de procesos constructivos y su conjuntura a la NSR 10.

HIPÓTESIS

La implementación de esta herramienta contribuirá a la disminución de desperdicio de mortero, la generación de desechos, y el aumento de la productividad en la instalación de mampostería confinada.

ESTRATEGIA

1 Realizar diseños de prototipos para adaptarlo a los bloques #4, #5 y ladrillo macizo.



2 Realizar modelos a escala de los prototipos diseñados de la herramienta propuesta que permita cuantificar la carga de mortero y la distancia de la junta.



3 Realizar pruebas de los prototipos propuestos para cuantificar la productividad del deslizador frente al método tradicional.

MÉTODO TRADICIONAL		DESGLIZADOR DE MORTERO	
Producción	1000 unidades	1000 unidades	1000 unidades
Costo	\$ 1.200.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Desperdicio	20%	10%	10%
Productividad	100%	127%	127%

MÉTODO TRADICIONAL		DESGLIZADOR DE MORTERO	
Producción	1000 unidades	1000 unidades	1000 unidades
Costo	\$ 1.200.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Desperdicio	20%	10%	10%
Productividad	100%	127%	127%

4 Realizar la incidencia con un presupuesto real con el prototipo que me permita determinar las cifras de desperdicio de mortero de pega y la productividad frente al sistema tradicional.



Obras	Edificio 130	Ubicación	Calle 130th con carrera 7b - Itc
Presupuesto inicial del capital de mampostería	\$ 298.271.604,64	Valor a m ²	\$ 29.992,27
Incremento a causa del desperdicio de mortero	\$ 311.881.520,25	Valor a m ²	\$ 31.208,01
Impacto del desperdicio de mortero	\$ 13.609.914,60	Valor a m ²	\$ 1.211,04
		Valor a m ²	\$ 1.271,64

DESARROLLO METODOLÓGICO

CONCLUSIONES



Se demuestra que tras la implementación de esta herramienta se puede mejorar el proceso constructivo, la productividad y disminuir el desperdicio de mortero hasta un 27% en la instalación de mampostería confinada.

MUESTRA ACADÉMICA



UNIVERSIDAD La Gran Colombia
Facultad de Arquitectura

PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

PROYECTO

OPTIMIZACIÓN DEL MORTERO DE PEGA EN LA INSTALACIÓN DE MAMPOSTERÍA CONFINADA.

Estudiantes:
OSCAR DAVID GONZALEZ VALDERRAMA

Profesores:
ARQ. ESP. MG. JORGE ARMANDO CÁRDENAS

NIVEL VI

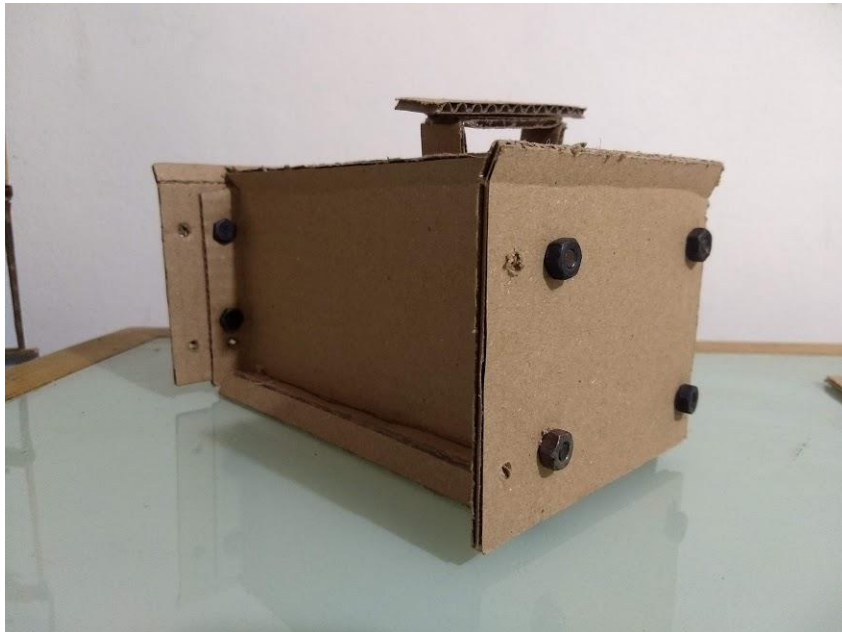
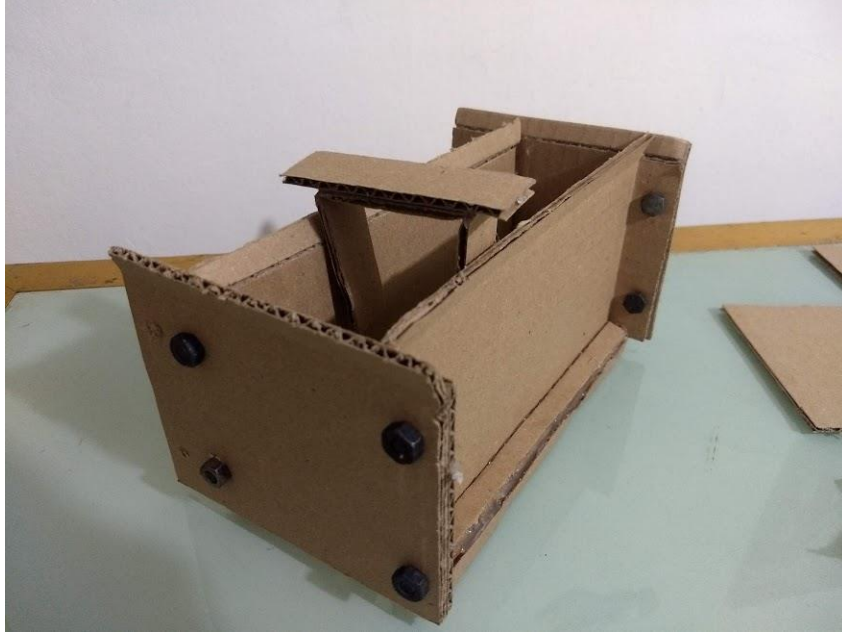
2019 - 1

Núcleo Énfasis

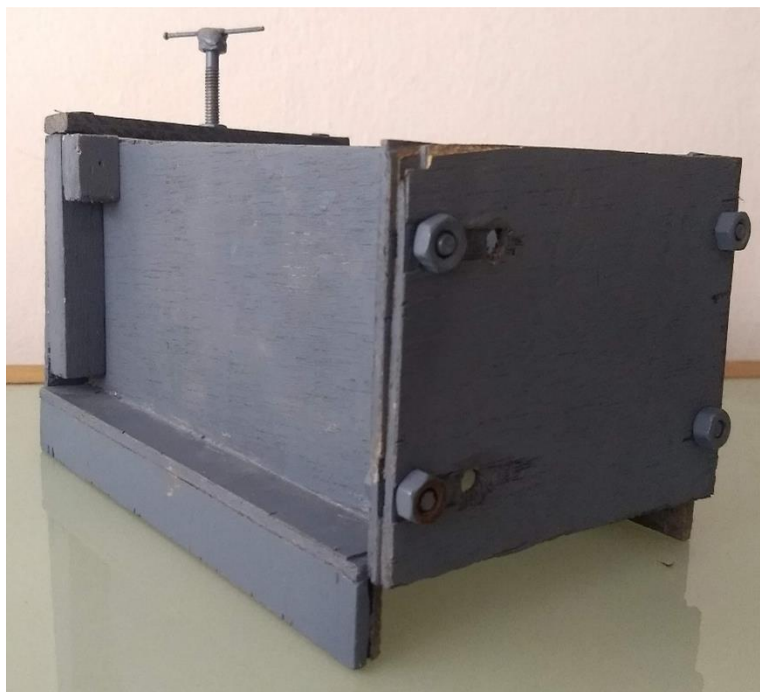
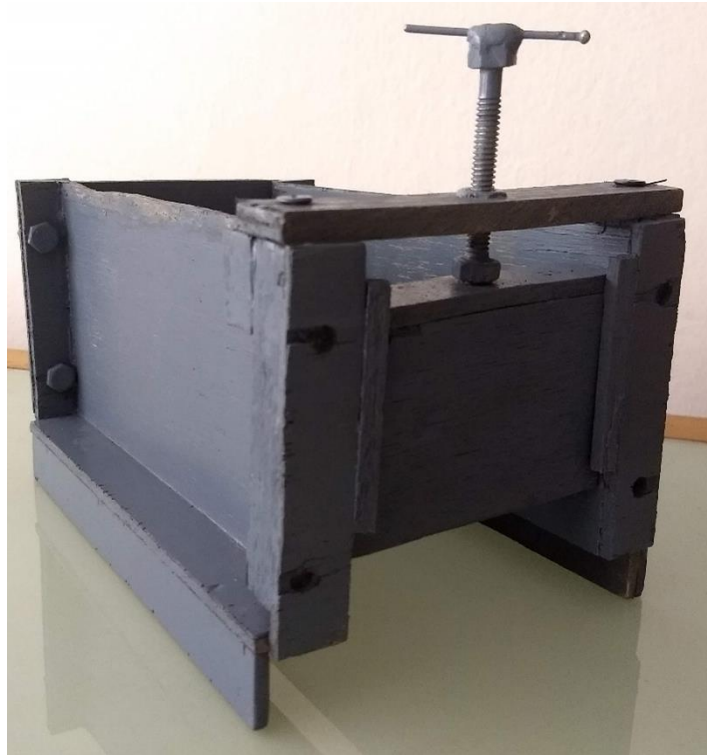
Área de Investigación

Anexo 4

- Prototipo 1:



- Prototipo 2:



- Prototipo 3:

