



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL**

**ESTUDIO PARA MINIMIZAR LAS PÉRDIDAS DE MATERIALES EN
OBRAS DE EDIFICACIÓN EN EXTENSIÓN**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

JAIME MAURICIO GUARDA MUÑOZ

PROFESOR GUÍA:
HÉCTOR HIDALGO APABLAZA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
FEDERICO DELFÍN ARISTÍA
CARLOS AGUILERA GUTIÉRREZ

SANTIAGO DE CHILE
AGOSTO 2008

**RESUMEN DE LA MEMORIA
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL
POR: JAIME GUARDA M.
FECHA: 25/08/2008
POROF. GUÍA: Sr. HÉCTOR HIDALGO A.**

**“ESTUDIO PARA MINIMIZAR LAS PÉRDIDAS DE MATERIALES EN OBRA DE
EDIFICACIÓN EN EXTENSIÓN.”**

El objetivo general del presente Trabajo de Título es dar recomendaciones y aportar en mejoras para minimizar las pérdidas de materiales en obras de edificación en extensión, con el objeto de optimizar los recursos utilizados, aumentar la productividad y disminuir la cantidad de escombros provenientes de este sector de la construcción.

En este estudio se analizaron 5 obras de edificación en extensión de 3 empresas constructoras, todas ubicadas en la Región Metropolitana.

Para determinar que materiales se incluirían en el estudio se efectuó una entrevista a profesionales de las obras y a gerentes de las empresas constructoras, y se determinó que los materiales a estudiar serían los ladrillos, cerámicas y planchas de yeso cartón.

Luego se procedió a realizar las mediciones para obtener las pérdidas de los materiales incluidos dentro del estudio, para esto se determinó el volumen exacto de materiales que se requiere para la ejecución de las partidas consideradas, realizando mediciones y conteos en terreno del material efectivamente colocado en obra y con esto se obtuvieron los distintos indicadores de pérdidas previamente definidos para cada material, comparando las partidas de materiales proyectadas, volúmenes de materiales puestos en obra y los materiales adquiridos. Posteriormente se realizó un estudio de las causas posibles asociadas a las pérdidas registradas y se clasificaron.

Finalmente se hizo un análisis económico de lo influyente de estas pérdidas en el costo total del proyecto.

Como resultado se obtiene que las pérdidas de materiales en promedio para los ladrillos, cerámicas y planchas de yeso cartón son de un 12,3%, 19% y 24,1% respectivamente. Pero para el caso de las cerámicas y planchas de yeso cartón existe un alto porcentaje de pérdida por corte para dimensionamiento de 8% y 10% respectivamente. El costo de estas pérdidas es de 0,078 UF/m² sin considerar las pérdidas por corte.

Del estudio realizado se concluyó que las fuentes más frecuentes para las pérdidas de materiales fueron el corte para dimensionamiento, trabajo mal hecho, falta de control de materiales (bodega-terreno) y un mal acopio. Todas las pérdidas de materiales producen una baja en la productividad de la obra, pues cerca del 1% del total de la obra corresponde a pérdidas de materiales, lo que no es despreciable si se considera que el estudio abarco 3 materiales y toda utilización de recurso extra va en desmedro de la productividad de la obra.

Se recomienda realizar una organización efectiva de la bodega, de manera tal de tener un mejor control de los materiales y acopiarlos de manera adecuada, coordinar y fiscalizar bien a los subcontratos para que hagan un buen trabajo y no se tengan que rehacer los trabajos. También es importante saber cuánto material se utiliza realmente en cada vivienda, es por esto que como se trata de proyectos de gran envergadura se recomienda realizar un piloto por cada tipo de vivienda para cubicar en terreno cada material.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.	4
1.1 INTRODUCCIÓN.	4
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3 OBJETIVOS GENERALES.....	6
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES GENERALES.	7
2.1 CONCEPTO DE PÉRDIDA.	7
2.2 FLUJOS DE MATERIALES.	9
2.3 INDICADORES DE PÉRDIDAS.	10
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.	12
3.1 METODOLOGÍA.	12
3.2 CASOS ANALIZADOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA.....	13
CAPÍTULO 4: RESULTADOS.	16
4.1 RESULTADOS ENTREVISTAS.	16
4.2 CUBICACIONES E INDICADORES.....	19
4.2.1 OBRA 1.	22
4.2.2 OBRA 2.	26
4.2.3 OBRA 3.	30
4.2.4 OBRA 4.	34
4.2.5 OBRA 5.	38
4.2.6 RESUMEN.	42
CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS.	44
5.1 ANÁLISIS OBRA 1.....	51
5.2 ANÁLISIS OBRA 2.....	55
5.3 ANÁLISIS OBRA 3.....	59
5.4 ANÁLISIS OBRA 4.....	63
5.5 ANÁLISIS OBRA 5.....	66
5.6 ANÁLISIS INDICADORES.....	69
5.7 COMPARACIÓN INDICADORES.	75

CAPÍTULO 6: ANÁLISIS ECONÓMICO.	78
6.1 ANÁLISIS ECONÓMICO OBRA 1.	79
6.2 ANÁLISIS ECONÓMICO OBRA 2.	80
6.3 ANÁLISIS ECONÓMICO OBRA 3.	81
6.4 ANÁLISIS ECONÓMICO OBRA 4.	82
6.5 ANÁLISIS ECONÓMICO OBRA 5.	83
6.6 ANÁLISIS ECONÓMICO GENERAL.	84
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES.	86
7.1 COMENTARIOS.	86
7.2 CONCLUSIONES.	87
7.3 RECOMENDACIONES.	88
CAPÍTULO 8: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	92
ANEXOS.	94
ANEXO1.....	94
ANEXO 2.....	96

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.

1.1 INTRODUCCIÓN. .

Con el creciente aumento de la competitividad en el sector de la construcción, particularmente en el sector de las viviendas, las empresas constructoras se han visto en la necesidad de introducir, cada vez más, mejoras en sus procesos constructivos, a través de la implantación de sistemas de calidad y nuevas tecnologías. Se busca así una mayor eficiencia en el uso de los recursos, lo que trae consigo niveles de calidad conforme a lo especificado y menor cantidad de desperdicios.

A diferencia de lo que se observa en la actividad manufacturera en la cual tienen una vital importancia la utilización de maquinarias, en el área de la construcción éstas dependen principalmente de la administración de los flujos de información y de los recursos. La diferencia se debe a su gran componente de trabajo en terreno, al carácter temporal de algunas de sus faenas y al uso intensivo de mano de obra y de equipos no estacionarios. Lo que finalmente hace que la productividad aumente en una obra es la buena organización, planificación, asignación y control de recursos (ref. 3).

1.2 PANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Hoy en día en muchas obras de edificación existen pocas medidas con respecto al manejo de materiales para evitar las pérdidas. Este es un aspecto importante tanto desde el punto de vista económico para las empresas como por la contaminación ambiental, ya que según los datos de la SEREMI de Salud RM en Santiago existe proliferación de pozos clandestinos para el desecho de residuos industriales donde el 63% corresponde a escombros generados en la construcción. (ref. 12)

Normalmente las obras de edificación en extensión se realizan por etapas y la compra de materiales se hace considerando los porcentajes de pérdidas que se tuvieron en las etapas anteriores, sin tomar en cuenta las causas que las originaron y si estas realmente constituyen un verdadero indicador de las pérdidas asociadas al proceso constructivo de la obra.

A diferencia de lo que ocurre en otras actividades, los desechos generados por la construcción incluyen volúmenes importantes de materiales que se eliminan sin haber sido utilizados, por diversas causas, que deberían ser investigadas y el siguiente paso sería ver que se hace con estos desechos para que no se transformen en basura (reciclado).

Para abordar este problema, es necesario, en una primera etapa conocer la organización y manejo de las obras por parte de las diversas empresas constructoras, y si las obras cuentan con diferentes recursos sería interesante analizar si este aspecto influye en la generación de pérdidas de material en las obras de edificación en extensión.

Es importante, por lo tanto que existan estudios sistemáticos sobre manejo de materiales que permitan cuantificar los porcentajes reales de pérdidas que se generan en los distintos procesos y sirvan de base para la formulación de directrices para que las empresas constructoras tengan un mejor manejo de materiales.

Este trabajo pretende realizar un análisis de la situación y el enfoque que se le está dando al problema en la Región Metropolitana.

1.3 OBJETIVOS GENERALES.

- Aportar en mejoras para minimizar las pérdidas de materiales en obras de edificación en extensión.
- Analizar cómo afecta el manejo de materiales a la productividad de una obra de edificación en extensión.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar los principales factores que condicionan la optimización en la utilización de materiales en obras de edificación en extensión.
- Determinar las partidas más incidentes en materia de pérdidas de materiales en obras de edificación en extensión.
- Clasificar las pérdidas de materiales.
- Realizar un balance a partir de los volúmenes de materiales cubicados, los puestos en obra y las existencias (comprados), para obras de edificación en extensión.
- Hacer un análisis crítico de los volúmenes de pérdidas y a partir de ello evaluar opciones a seguir en el manejo de materiales.

CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES GENERALES. .

2.1 CONCEPTO DE PÉRDIDA.

En obras de construcción los materiales representan un alto porcentaje del costo directo total (normalmente más del 30%), de ahí la gran importancia del estudio de su manejo para reducir pérdidas. Las pérdidas deben ser entendidas como cualquier ineficiencia asociada al uso de equipos, maquinaria, materiales y mano de obra por encima de los estándares normales de rendimientos para obras de edificación en extensión.(ref. 3)

En la construcción en general se reconoce que existe una gran cantidad de actividades que no agregan valor en sus procesos y que llevan a tener una baja productividad, lo que hace relevante el desarrollo de nuevas metodologías de análisis, mejoramiento de procesos y la introducción de nuevas concepciones de producción que contemplen la retroalimentación y el mejoramiento continuo, para así poder tener un alto impacto en la gestión, la productividad, la calidad como también en las tecnologías que actualmente están en uso en la construcción. (ref.4)

Dentro de las obras de edificación existen diversas fuentes o causas a las que se le pueden atribuir las pérdidas de materiales las cuales normalmente se clasifican en alguno de los siguientes rubros:

- **Pérdida por corte (PPC):** esta pérdida se debe a que en la etapa de diseño de las viviendas muchas veces no se compatibilizan los dimensionamientos de los materiales existentes en el mercado con los del proyecto, entonces para poder utilizar los materiales se tienen que hacer muchos cortes generando pérdidas que se podrían tratar de minimizar al máximo.
- **Pérdida por trabajo mal hecho (PTM):** en la construcción existe una mano de obra no calificada que realiza trabajos que afectan a la calidad de la obra y por esto mismo muchas veces los trabajos no quedan bien hechos y se tienen que realizar más de una vez con lo que se utiliza una mayor cantidad de materiales a los presupuestados.

- **Pérdida por mal acopio de materiales (PMA):** para los diversos materiales se tiene que tener una manera de acopiar dependiendo de lo importante o delicado de estos y si no se toman las medidas adecuadas por causa de éste ítem puede llevar a tener muchas pérdidas.
- **Pérdida por transporte (PPT):** se produce al no tener un medio de transporte adecuado acondicionado al tipo de material y al cuidado con que se transportan éstos dentro o hacia la obra.
- **Pérdida por mala planificación del pedido de material (PMP):** se produce por no tener una buena coordinación con lo que realmente se necesita en terreno o cuando no se dan las cantidades de materiales necesarias, llevando a comprar una mayor cantidad o materiales distintos a los especificados.
- **Pérdida por mala calidad de materiales (PMC):** se produce al no contar la obra con el procedimiento de recepción adecuado de los materiales, ya que la mala calidad de estos puede llevar a hacer un mal trabajo o simplemente a descartarlo sin haber sido utilizado.
- **Pérdida por falta de control de los materiales (PFC):** se produce cuando no se cuenta con un buen sistema de control por parte de la bodega de los materiales utilizados dentro de una obra.
- **Pérdidas por cambios de diseño (PCD):** se debe a que normalmente los proyectos de viviendas en extensión se desarrollan en varias etapas y de una etapa a otra los proyectos pueden incorporar cambios, lo que lleva a modificar las cantidades de materiales presupuestados o ya compradas.
- **Pérdidas por uso incorrecto de los materiales (PUI):** se produce cuando el personal a cargo de los trabajos utiliza los materiales para una función distinta a la destinada del material o por no tener cuidado con los materiales dándole un mal uso.
- **Pérdidas por actos criminales (PAC):** se deben a acciones deliberadas de tipo vandálico en la que se rompen o hurtan los materiales.

- **Pérdidas causadas por tráfico continuo (PTC):** se producen por indefiniciones de los procesos que involucran transporte dañando el material o porque están mal ubicados donde se produce un gran tráfico de maquinarias o personas.
- **Pérdidas por falta de plan de manejo de residuos (PFP):** se producen cuando no se cuenta con directrices en materia de manejo de residuos del proceso constructivo.
- **Pérdidas por error en planos o especificaciones (PEP):** se producen por deficiencias en los documentos del proyecto, tener planos no muy claros o no tener buenas especificaciones técnicas de cómo realizar determinado trabajo.

2.2 FLUJOS DE LOS MATERIALES.

Al igual que en la industria manufacturera, en los proyectos de construcción los procesos se esquematizan en diversos diagramas de flujo, en los cuáles se detallan todas las etapas a que son sometidos los materiales hasta ser parte del producto final. Estos diagramas pasan a ser instrumentos muy importantes para la identificación de los flujos (traspasos) de consumo de materiales en la obra, que eventualmente pueden dar origen pérdidas por mal manejo de materiales. La elaboración del diagrama de flujo de un determinado proceso pasa por el levantamiento de todas sus etapas junto con la representación de la relación entre ellas. (ref. 9)

2.3 INDICADORES DE PÉRDIDAS.

Los indicadores corresponden a diversos ponderadores que resumen la información recogida durante un determinado proceso que se transforman en un dato estadístico, que pueden servir para establecer su nivel de desempeño. Desarrollados correctamente permite controlar la evolución del proceso a través del tiempo, así como también facilitar la evaluación y seguimiento de éste, con el objeto de orientar las decisiones para alcanzar mejores resultados. (ref. 3)

Existen diversos tipos de indicadores, entre los cuales se tienen:

- Indicadores cuantitativos: se refieren directamente a medidas en números o cantidades.
- Indicadores cualitativos: se refieren a cualidades, es decir, por medio de opiniones, percepciones o juicios de la gente sobre un tema en particular.
- Indicadores Positivos o negativos: son aquellos en los cuales si se incrementa su valor estarían indicando una mejora o un retroceso en la mejora respectivamente.

Para la medición de las pérdidas existen diversos indicadores cuantitativos con los cuales se pueden analizar las distintas partidas de materiales recibidos en la obra, esto se hace con los levantamientos realizados durante el avance del proceso constructivo, a través de comparaciones entre las situaciones establecidas en el proyecto y las reales de obra. Los indicadores de pérdidas pueden ser concebidos de diversas maneras, siendo la más común definir la situación proyectada y luego se cuantifica la situación real, y el indicador se establece como la relación porcentual de la discrepancia de la situación real con relación a la situación proyectada con respecto a lo que se logró en la obra.

En general el indicador de pérdidas se expresa como:

$$IND(\%) = \left(\frac{Spro - Sre}{Sre} \right) \times 100$$

IND: Indicador de pérdidas

Sre: Situación real

Spro: Situación proyectada

Los indicadores de pérdidas normalmente se especifican como indicadores de pérdidas globales o parciales. Los indicadores globales pueden expresar los valores de pérdidas de un determinado material en la obra como un todo y el indicador parcial se refiere a los valores de consumo o pérdida de materiales asociados sólo a una etapa de un flujo de material. (ref. 9)

Es importante tener en cuenta que actualizar un indicador corresponde a un proceso continuo, que se va perfeccionando a medida que se obtienen resultados para éste.

Para el caso del presente estudio cuyo objetivo es elaborar metodologías y mejoras para minimizar las pérdidas de materiales, se procederá a hacer mediciones en terreno de los materiales que se utilizan para calcular el valor real de las pérdidas, y por otra parte se evaluarán en base a los registros de adquisiciones.

La idea es que a partir de este indicador porcentual de pérdidas en obra tipo se pueda ver los factores que influyen en los resultados de los diversos actores: el trabajo de bodega, la calidad de la mano de obra, si se utilizan muchos subcontratos, si se tiene un plan de manejo de residuos, etc.

Con esto el indicador se podrá relacionar con las cubicaciones de la Oficina Técnica, las cubicaciones reales de terreno y los materiales realmente comprados. Para poder formar la base de datos requerida para estudios de este tipo sería necesario que al finalizar cada etapa de un proyecto se midieran estos indicadores para así ir perfeccionándolos y poder llegar a un adecuado conocimiento de los niveles de pérdidas de materiales y su origen, información que permitiría tomar las decisiones que correspondan para minimizar las pérdidas.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.

3.1 METODOLOGÍA.

Se realizaron visitas a distintas obras de edificación en extensión en la Región Metropolitana, en dónde se llevaron a efecto los levantamientos para determinar inicialmente que materiales se incluirían para este estudio. Esta elección se realiza sobre la base de entrevistas (Anexo 1) a los profesionales a cargo de las obras y al gerente de las empresas constructoras evaluadas, teniendo en cuenta la importancia de cada material desde el punto de vista de los entrevistados.

Luego de determinar los materiales que se incluirán en el estudio, se procede a realizar las mediciones para obtener las pérdidas de materiales en las distintas obras de edificación en extensión analizadas, para esto se procede de la siguiente forma:

- Se procede a cubicar cada vivienda por medio de los planos proporcionados la cada obra.
- Se determina el volumen exacto de materiales que se requiere para la ejecución de las partidas consideradas, para lo cual se realizan mediciones y conteos en terreno del material efectivamente colocado en obra.
- Se obtienen los distintos indicadores de pérdidas previamente definidos para cada material, comparando las partidas de materiales proyectadas, volúmenes de materiales puestos en obra y los materiales adquiridos y llegados a obra.

Posteriormente se realiza un estudio de las causas posibles asociadas a las pérdidas registradas y clasificándolas según sus tipos de manejos.

Finalmente se hace un análisis económico de lo influyente de estas pérdidas en el costo total del proyecto y en que forma afecta la productividad de una obra de edificación extensión en el manejo de materiales utilizados y de ahí se derivan recomendaciones sobre medidas para reducir las pérdidas de materiales en este tipo de obras.

3.2 CASOS ANALIZADOS: OBRAS DE EDIFICACIÓN EN RM.

A continuación se describen los distintos casos analizados, que corresponden a obras de edificación en extensión en la Región Metropolitana. A continuación se hará una descripción y codificación de las empresas con sus respectivas obras:

Empresa A

La Compañía ha enfocado sus negocios principalmente en el desarrollo de proyectos de viviendas, con una base de proyectos diversificados en términos geográficos, por tipo de productos (casas y departamentos) y estratos socioeconómicos a los cuales destina sus productos.

Obra 1:

Tipo de Obra: Viviendas en Extensión.

Cantidad de viviendas a estudiar: 149

Cantidad de viviendas proyecto completo: 8500.

Tipo de viviendas: Albañilería Armada.

Duración proyecto completo: 15 años.

Sistema de Calidad: sí.

Obra 2:

Tipo de Obra: Viviendas en Extensión.

Cantidad de viviendas a estudiar: 73.

Cantidad de viviendas proyecto completo: 516.

Tipo de vivienda: Albañilería Armada.

Duración proyecto completo: 5 años.

Sistema de Calidad: no.

Empresa B

Empresa formada a mediados de los ochenta apuntando a construir viviendas para un estrato social emergente, desde su conformación ha construido viviendas para más de ocho mil familias.

Obra 3:

Tipo de Obra: Viviendas en Extensión.

Cantidad de viviendas a estudiar: 100.

Cantidad de viviendas proyecto completo: 3950.

Tipo de vivienda: Albañilería Armada.

Duración proyecto completo: 9 años.

Sistema de Calidad: sí.

Obra 4:

Tipo de Obra: Viviendas en Extensión.

Cantidad de viviendas a estudiar: 80.

Cantidad de viviendas proyecto completo: 7000.

Tipo de vivienda: Albañilería Armada.

Duración proyecto completo: 15 años.

Sistema de Calidad: sí.

Empresa C

Orientada fuertemente a las obras de Urbanización, Obras Civiles y gran cantidad de proyectos inmobiliarios, apuntando a construir viviendas para un estrato socioeconómico mas alto.

Obra 5:

Tipo de Obra: Viviendas en Extensión.

Cantidad de viviendas a estudiar: 35.

Cantidad de viviendas proyecto completo: 107.

Tipo de vivienda: Albañilería Armada.

Duración proyecto completo: 2 años.

Sistema de Calidad: sí.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS.

4.1 RESULTADOS ENTREVISTAS.

A continuación se entregarán los nombres y cargos de los entrevistados para así dar un mayor grado de confiabilidad a esta entrevista y se verá en el gráfico de la figura 4.1.1 los resultados de la entrevista (Anexo 1) realizada a todos los entrevistados.

Entrevistado	Nombre	Cargo	Empresa
1	Javier Cartagena	Inspector de Calidad	Idiem (B)
2	Romina Lizama	Encargada Calidad	B
3	Gonzalo Moreno	Ingeniero Visitador	B
4	Pilar Oteíza	Subgerente posventa y calidad	A
5	Alfonso Toro	Administrador de Obra	B
6	Julio Ahumada	Profesional de terreno	B
7	Lionel Silva	Administrador de Obra	B
8	Lenka Radovic	Coordinadora Calidad	A
9	Fabián Gómez	Encargado Calidad	A
10	Cristian Vanni	Administrador de Obra	A
11	Jordana Álamo	Jefe oficina técnica	A
12	Cristóbal Olmedo	Jefe oficina técnica	C
13	Javier Cortés	Profesional de terreno	C
14	Germán Palma	Encargado Calidad	C
15	José de Rodt	Administrador de Obra	A

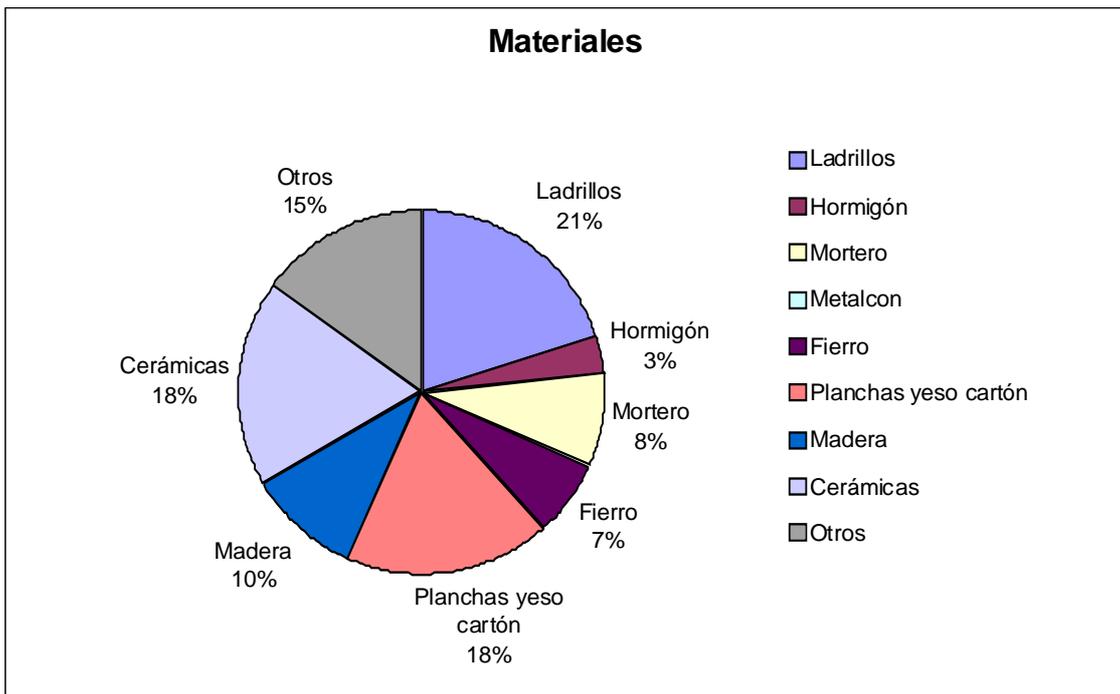


Figura 4.1.1: Resultado encuesta

A partir de los resultados arrojados se desprende que los materiales a estudiar serán los ladrillos, las cerámicas y las planchas de yeso cartón. Esto después de la entrevista realizada a una muestra de 15 profesionales del área de la construcción de obras de edificación en extensión, cuyos resultados se ven en la figura 4.1.1, pero para analizar mejor los resultados se hará un análisis acumulado de la encuesta que permite observar desde otro punto de vista los datos con que se cuenta.

El análisis acumulado, está diseñado para ayudar a identificar las causas principales que presenta un problema, en nuestro caso cuáles son los materiales más influyentes dentro de las pérdidas de materiales.

Si se logra la capacidad de identificar las causas principales de un problema, se podrá concentrar la atención en la eliminación de dichas causas. Esto permitirá identificar una solución que consiga una repercusión máxima con un mínimo de recursos.

A continuación en la figura 4.1.2 se muestra el análisis acumulado para la entrevista realizada a los profesionales.

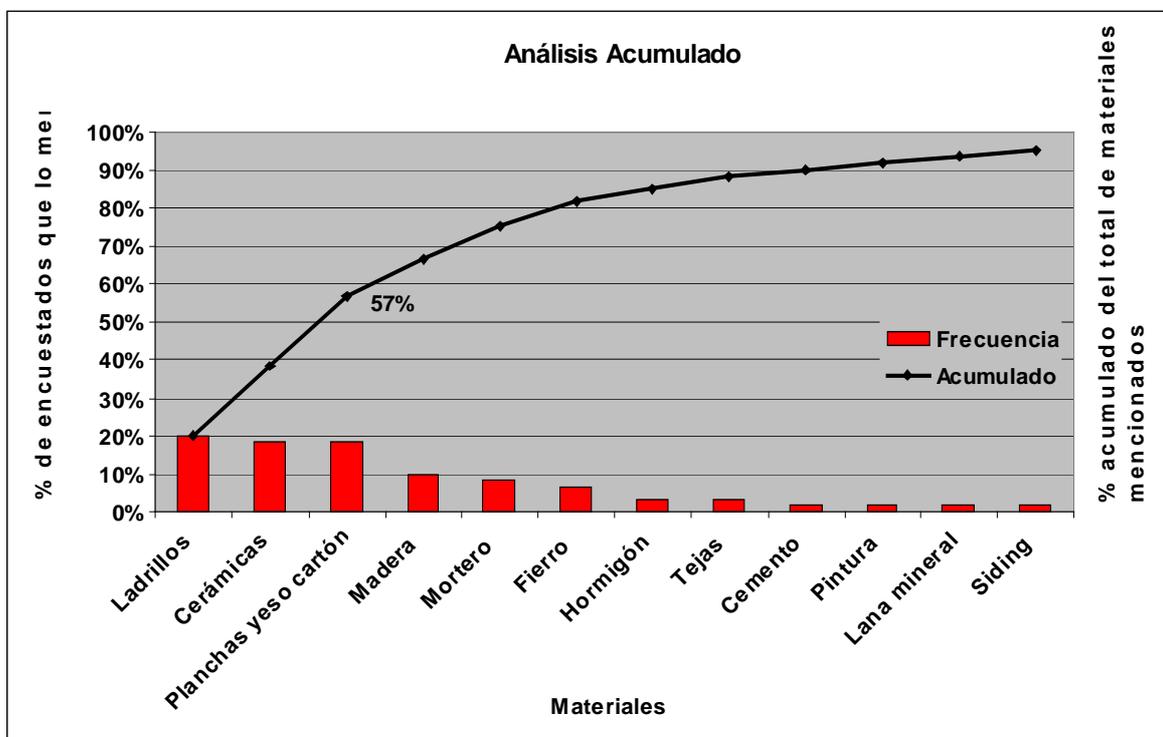


Figura: 4.1.2: Análisis acumulado de la percepción de los profesionales.

Los entrevistados en su gran mayoría están de acuerdo que estos materiales son los que tienen una mayor incidencia desde el punto de vista de la cantidad de desperdicios que generan como desde el punto de vista económico, ya que en el caso de los ladrillos existe un gran volumen de material que se tiene que utilizar al igual que en las planchas de yeso cartón y en el caso de las cerámicas la fragilidad de este material y el cuidado con que se debe manipular tiene una gran relevancia.

Del análisis acumulado se desprende que según la percepción de los entrevistados los materiales más influyentes son en primer lugar los ladrillos con un 21%, luego las cerámicas y las planchas de yeso cartón con un 18%, lo que nos lleva a tener un acumulado entre los tres materiales de un 57% y este resultado es válido de acuerdo a la realidad que conocen los profesionales.

Otro punto importante es que de las obras a estudiar la madera que sería el cuarto material más nombrado no es un material que se utilice como antes, ya que las cerchas en muchos casos son prefabricadas o de Perfiles livianos de acero galvanizado.

4.2 CUBICACIONES E INDICADORES DE PÉRDIDAS.

Cubicaciones

Se detallarán a continuación tres tipos de cubicaciones para cada tipo de vivienda en cada obra de edificación en extensión.

- La primera cubicación: es la proporcionada por la oficina técnica o la oficina central de cada obra o empresa a la que de ahora en adelante se denominará como “Oficina Técnica”, esta cubicación es la que se utiliza para realizar las compras, pero que no necesariamente corresponde al material comprado realmente.
- La segunda cubicación: es que se realiza en terreno que para el caso de los ladrillos se procede a hacer un conteo de cuantas unidades hay puestas en cada tipo de vivienda, para el caso de las cerámicas y las planchas de yeso cartón se hace por medio de mediciones con huincha de medir para ver cuánto material (m²) esta realmente puesto en cada tipo de vivienda y se denominará a esta cubicación como “real”.
- La tercera cubicación: es la que se cuantifica por medio de planos proporcionados por cada obra y tratando de ser lo más exacto posibles y ahora se denominará como “Planos”.

Para cada obra de edificación en extensión se estudiará una sola etapa del proyecto y se tabularan las cubicaciones por cada tipo de vivienda independientemente y también las cubicaciones totales de la etapa dependiendo de cuantas unidades por tipo de vivienda existe en una determinada etapa.

Indicadores de Pérdidas

Para obtener los porcentajes de las pérdidas de los materiales estudiados se utilizarán los indicadores de pérdidas, la idea de utilizar diferentes indicadores es analizar cómo influyen las diversas maneras de cubicar los materiales en las pérdidas y observar otros aspectos que pueden influir en las pérdidas de acuerdo a los diversos procedimientos de trabajo de cada obra.

Para analizar las diferencias entre las cubicaciones se utilizarán dos indicadores de pérdidas los cuales son:

INDICADOR I_1

Este indicador es para ver si influyen las cantidades presupuestadas antes de comenzar el proyecto o durante el proyecto en las pérdidas reales, para ver si existe alguna correlación entre este indicador y las pérdidas reales.

$$I_1(\%) = \left(\frac{Sp1 - Sre1}{Sre1} \right) \times 100$$

Sre1: Cubicación en terreno

Sp1: Cubicación oficina técnica

INDICADOR I_2

Este indicador es para ver si una cubicación más exacta o con mayor cuidado puede llevar a tener menores pérdidas y si es que se puede ajustar en mayor medida la cantidad a presupuestar con la realmente puesta en terreno para así saber o acercarse en mayor medida a cuánto es el material que se pierde realmente.

$$I_2(\%) = \left(\frac{Sp2 - Sre1}{Sre1} \right) \times 100$$

Sre1: Cubicación en terreno

Sp2: Cubicación con planos

INDICADOR I₃

Este indicador sería el más importante con el cuál se sabe cuánto son las pérdidas reales de materiales, con este indicador se espera poder disminuir en el tiempo las pérdidas de materiales y esto se hace midiendo éste indicador cada vez que se termina alguna etapa y poner énfasis dónde estuvieron los problemas a que se debieron las pérdidas reales de materiales.

$$I_3(\%) = \left(\frac{Sp3 - Sre1}{Sre1} \right) \times 100$$

Sre1: Cubicación en terreno

Sp3: Cantidad de material comprado realmente.

Los indicadores I₁ e I₂ se aplicarán para los materiales en cada tipo de vivienda y para el total de los materiales pero solo para una vivienda de cada tipo. El indicador I₃ se aplica para el global de los materiales comprados v/s los materiales totales de la obra calculada mediante las distintas cubicaciones y conteos.

En las siguientes tablas se entenderá por:

Sp1: Oficina Técnica

Sp2: Planos

Sp3: Material comprado

Sre1: Real

4.2.1 Obra 1

Este proyecto consta de 5 etapas que a su vez se divide cada una de 5 a 7 subetapas, en este caso se estudiarán dos subetapas las cuales contemplan cuatro tipos de viviendas. La etapa a estudiar se encontraba en el final de las albañilerías y en terminaciones.

La cubicación que entrega oficina técnica es de un cuadro de materiales que se realiza al comienzo de la construcción del proyecto y no se modifica desde el comienzo de la primera etapa.

En la tabla 4.2.1.1 se detalla la cantidad de viviendas que hay de cada tipo en esta etapa.

Tipo vivienda	Cantidad
A	59
B	24
C	10
D	56
Total	149

Tabla 4.2.1.1: Cantidad de cada tipo de vivienda.

Ladrillos

A continuación se detalla la cubicación de los ladrillos que se utilizan por cada tipo de vivienda y las cantidades totales de las cubicaciones de oficina técnica, reales y por medio de planos. El material comprado corresponde a la cantidad total entregada para finalizar la etapa. Los indicadores negativos significa que se proyecto menos de lo que se coloca en obra.

Cubicación	Cantidades por Vivienda [unidades]				
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Total
Oficina Técnica	1950	1690	2290	1550	7480
Real	2126	1705	1513	1771	7115
Planos	2150	1709	1520	1806	7185

Tabla 4.2.1.2: Cantidad de ladrillos por vivienda.

Indicador	Indicadores [%]				
	I ₁	-8,28%	-0,88%	51,35%	-12,48%
I ₂	1,13%	0,23%	0,46%	1,98%	0,98%

Tabla 4.2.1.3: Indicadores de pérdida.

Cubicación	Cantidades Totales [unidades]				
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Total
Oficina Técnica	115050	40560	22900	86800	265310
Real	125434	40920	15130	99176	280660
Planos	126850	41016	15200	101136	284202

Tabla 4.2.1.4: Cantidades totales de ladrillos en la etapa.

Indicador	Indicadores [%]				
	I ₁	-8,28%	-0,88%	51,35%	-12,48%
I ₂	1,13%	0,23%	0,46%	1,98%	1,26%

Tabla 4.2.1.5: Indicadores de pérdida.

	Cantidades [unidades]
	Material comprado
Oficina Técnica	265310
Real	280660
Planos	284202

Tabla 4.2.1.6: Cantidades de ladrillos.

Indicador	Indicador [%]
I ₃	9,93%

Tabla 4.2.1.7: Indicador de pérdida.

Cerámicas

En las tablas siguientes se detallan las cantidades de cerámicas por vivienda y las cantidades totales de la etapa, el material comprado corresponde a una proyección del material enviado a terreno tomando en cuenta el avance que se tiene en terreno y el material que hay en terreno sin haber sido puesto aún.

Cubicación	Cantidades por Vivienda [m2]				
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Total
Oficina Técnica	29,8	37,2	32,0	30,1	129,1
Real	30,4	36,3	31,2	25,1	122,9
Planos	29,2	37,6	31,1	29,6	127,5

Tabla 4.2.1.8: Cantidad de cerámicas por vivienda.

Indicador	Indicadores [%]				
	I ₁	-1,83%	2,41%	2,65%	20,11%
I ₂	-3,74%	3,40%	-0,19%	18,05%	3,71%

Tabla 4.2.1.9: Indicadores de pérdida.

Cubicación	Cantidades Totales [m2]				
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Total
Oficina Técnica	1758,2	892,8	320,0	1685,6	4656,6
Real	1791,1	871,8	311,7	1403,4	4378,1
Planos	1724,1	901,4	311,2	1656,7	4593,4

Tabla 4.2.1.10: Cantidades totales de cerámicas en la etapa.

Indicador	Indicadores [%]				
	I ₁	-1,83%	2,41%	2,65%	20,11%
I ₂	-3,74%	3,40%	-0,19%	18,05%	4,92%

Tabla 4.2.1.11: Indicadores de pérdida.

	Cantidades [m2]
	Material comprado
Oficina Técnica	4656,6
Real	4378,1
Planos	4593,4

Tabla 4.2.1.12: Cantidades de cerámicas.

Indicador	Indicador [%]
I ₃	19,6%

Tabla 4.2.1.13: Indicador de pérdida.

Planchas de Yeso Cartón

En el caso de la cubicación de la oficina técnica se entregó la cantidad teórica de planchas que se deberían usar por cada tipo de vivienda y eso se pasa a metros cuadrados, el material comprado corresponde a una proyección de una etapa anterior en que se tenían los mismos tipos de viviendas y las cantidades compradas.

Cubicación	Cantidades por Vivienda [m2]				
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Total
Oficina Técnica	119,8	167,6	142,4	100,6	530,4
Real	141,5	158,9	114,6	99,8	514,8
Planos	141,8	159,4	114,7	102,4	518,2

Tabla 4.2.1.14: Cantidad de planchas de yeso cartón por vivienda.

Indicador	Indicadores [%]				
	I ₁	-15,37%	5,52%	24,30%	0,78%
I ₂	0,19%	0,32%	0,08%	2,53%	0,66%

Tabla 4.2.1.15: Indicadores de pérdida.

Cubicación	Cantidades Totales [m2]				
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Total
Oficina Técnica	7065,8	4023,4	1424,2	5634,7	18148,1
Real	8349,3	3813,0	1145,7	5591,4	18899,3
Planos	8365,0	3825,2	1146,6	5733,0	19069,8

Tabla 4.2.1.16: Cantidades totales de planchas de yeso cartón en la etapa.

Indicador	Indicadores [%]				
	I ₁	-15,37%	5,52%	24,30%	0,78%
I ₂	0,19%	0,32%	0,08%	2,53%	0,90%

Tabla 4.2.1.17: Indicadores de pérdida.

	Cantidades [m2]
Material comprado	23465,2
Oficina Técnica	18148,1
Real	18899,3
Planos	19069,8

Tabla 4.2.1.18: Cantidades de planchas de yeso cartón.

Indicador	Indicador [%]
I ₃	24,16%

Tabla 4.2.1.19: Indicador de pérdida.

4.2.2 Obra 2

La etapa a estudiar es la primera del proyecto el cual se encuentra en el final de las albañilerías y en terminaciones. En esta obra se tiene que tener en cuenta que existen 7 tipos de viviendas, en las cuales en el caso de los ladrillos tienen todas cantidades distintas de material, en las cerámicas y planchas de yeso cartón hay viviendas que tienen la misma cantidad de material como los son tipo A=B y tipos D=E=F.

La cubicación entregada por el profesional de terreno (oficina técnica) es la cantidad real puesta en obra pero en metros cuadrados de muros de albañilería, pues se tuvieron cambios de diseños durante la etapa.

En la tabla 4.2.2.1 se detalla la cantidad de viviendas que hay de cada tipo.

Tipo Vivienda	Cantidad
A	21
B	2
C	7
D	21
E	5
F	3
G	14
Total	73

Tabla 4.2.2.1: Cantidad de cada tipo de vivienda.

Ladrillos

La cubicación de la oficina técnica es la que resulta de la medición de los pilotos de cada vivienda y el material comprado es el total que se ha enviado a terreno, ya que las albañilerías ya se estaban terminando.

Cubicación	Cantidades por Vivienda [unidades]							Total
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Casa E	Casa F	Casa G	
Oficina Técnica	6902	5849	6689	7268	7187	7323	6923	48142
Real	6730	5761	6551	6811	7044	7220	6771	46888
Planos	6884	5963	6654	7063	7295	7350	6974	48184

Tabla 4.2.2.2: Cantidad de ladrillos por vivienda.

Indicador	Indicadores [%]							
	I ₁	2,56%	1,52%	2,11%	6,70%	2,04%	1,42%	2,25%
I ₂	2,30%	3,50%	1,57%	3,70%	3,57%	1,80%	3,00%	2,76%

Tabla 4.2.2.3: Indicadores de pérdida.

Cubicación	Cantidades Totales [unidades]							
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Casa E	Casa F	Casa G	Total
Oficina Técnica	144947	11698	46824	152621	35937	21968	96929	510924
Real	141324	11522	45857	143031	35218	21661	94797	493409
Planos	144574	11926	46578	148323	36476	22051	97640	507568

Tabla 4.2.2.4: Cantidades totales de ladrillos en la etapa.

Indicador	Indicadores [%]							
	I ₁	2,56%	1,52%	2,11%	6,70%	2,04%	1,42%	2,25%
I ₂	2,30%	3,50%	1,57%	3,70%	3,57%	1,80%	3,00%	2,87%

Tabla 4.2.2.5: Indicadores de pérdida.

	Cantidades [unidades]
	Material comprado
Oficina Técnica	510924
Real	493409
Planos	507568

Tabla 4.2.2.6: Cantidades de ladrillos.

Indicador	Indicador [%]
I ₃	13,07%

Tabla 4.2.2.7: Indicador de pérdida.

Cerámicas

El material comprado corresponde al que llegó a bodega para terminar la etapa y de acuerdo a los avances del material puesto es lo que se pidió. La oficina central de la empresa constructora compra una gran cantidad de cerámicas debido a la quiebra de la empresa proveedora de este material, por lo que la oficina central distribuye las cerámicas para todos sus proyectos en construcción de acuerdo a las necesidades de cada obra.

Cubicación	Cantidades por Vivienda [m2]							
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Casa E	Casa F	Casa G	Total
Oficina Técnica	74,5	74,5	87,1	104,7	104,7	104,7	145,2	695,3
Real	64,8	64,8	78,3	94,2	94,2	94,2	129,2	619,9
Planos	67,1	67,1	78,9	95,5	95,5	95,5	131,1	630,7

Tabla 4.2.2.8: Cantidad de cerámicas por vivienda.

Indicador	Indicadores [%]							
I ₁	14,88%	14,88%	11,21%	11,09%	11,09%	11,09%	12,36%	12,16%
I ₂	3,45%	3,45%	0,68%	1,35%	1,35%	1,35%	1,48%	1,73%

Tabla 4.2.2.9: Indicadores de pérdida.

Cubicación	Cantidades Totales [m2]							
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Casa E	Casa F	Casa G	Total
Oficina Técnica	1564,5	149,0	609,9	2198,4	523,4	314,1	2032,1	7391,5
Real	1361,8	129,7	548,4	1978,9	471,2	282,7	1808,6	6581,3
Planos	1408,9	134,2	552,2	2005,7	477,5	286,5	1835,4	6700,4

Tabla 4.2.2.10: Cantidades totales de cerámicas en la etapa.

Indicador	Indicadores [%]							
I ₁	14,88%	14,88%	11,21%	11,09%	11,09%	11,09%	12,36%	12,31%
I ₂	3,45%	3,45%	0,68%	1,35%	1,35%	1,35%	1,48%	1,81%

Tabla 4.2.2.11: Indicadores de pérdida.

	Cantidades [m2]
Material comprado	7.975,4
Oficina Técnica	7.391,5
Real	6.581,3
Planos	6.700,4

Tabla 4.2.2.12: Cantidades de cerámicas.

Indicador	Indicador [%]
I ₃	21,18%

Tabla 4.2.2.13: Indicador de pérdida.

Planchas de Yeso Cartón

En el caso de la cubicación de la oficina técnica se entregó la cantidad de planchas que se usan realmente por cada tipo de vivienda y eso se pasa a metros cuadrados. Las planchas de yeso cartón tienen espesores distintos pero una medida única de 1,2x2,4 metros. El material comprado es el que se compró realmente en bodega para terminar la etapa debido a que las tabiquerías ya están muy avanzadas.

Cubicación	Cantidades por Vivienda [m2]							
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Casa E	Casa F	Casa G	Total
Oficina Técnica	216,0	216,0	198,7	198,7	198,7	198,7	195,8	1422,7
Real	178,7	178,7	197,4	182,7	182,7	182,7	180,8	1283,8
Planos	179,6	180,2	198,3	184,1	184,1	184,1	182,8	1293,1

Tabla 4.2.2.14: Cantidad de planchas de teso cartón por vivienda.

Indicador	Indicadores [%]							
I ₁	20,87%	20,87%	0,65%	8,76%	8,76%	8,76%	8,32%	10,82%
I ₂	0,49%	0,82%	0,44%	0,75%	0,75%	0,75%	1,11%	0,73%

Tabla 4.2.2.15: Indicadores de pérdida.

Cubicación	Cantidades Totales [m2]							
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Casa E	Casa F	Casa G	Total
Oficina Técnica	4536,0	432,0	1391,0	4173,1	993,6	596,2	2741,8	14863,7
Real	3752,9	357,4	1382,0	3837,2	913,6	548,2	2531,2	13322,5
Planos	3771,2	360,4	1388,1	3865,8	920,4	552,3	2559,2	13417,4

Tabla 4.2.2.16: Cantidades totales de planchas de yeso cartón en la etapa.

Indicador	Indicadores [%]							
I ₁	20,87%	20,87%	0,65%	8,76%	8,76%	8,76%	8,32%	11,57%
I ₂	0,49%	0,82%	0,44%	0,75%	0,75%	0,75%	1,11%	0,71%

Tabla 4.2.2.17: Indicadores de pérdida.

	Cantidades [m2]
Material comprado	18037,4
Oficina Técnica	14863,7
Real	13322,5
Planos	13417,4

Tabla 4.2.2.18: Cantidades de cerámicas.

Indicador	Indicador [%]
I ₃	35,39%

Tabla 4.2.2.19: Indicador de pérdida.

4.2.3 Obra 3

Ésta etapa se encuentra en terminaciones con la albañilería terminada, la tabiquería y cerámicas en su parte final. Este proyecto consta de 22 etapas y en este caso se estudiará la última etapa que tiene a tres tipos de viviendas.

Las cubicaciones de oficina técnica son las originales y la compra de materiales se fue ajustando a partir de las etapas anteriores.

En la tabla 4.2.13 se detalla la cantidad de viviendas que hay de cada tipo.

Tipo Vivienda	Cantidad
A	22
B	60
C	18
Total	100

Tabla 4.2.3.1: Cantidad de cada tipo de vivienda.

Ladrillos

El material comprado es el que se envió a terreno debido a que las albañilerías ya se habían finalizado.

Cubicación	Cantidades por Vivienda [unidades]			
	Casa A	Casa B	Casa C	Total
Oficina Técnica	2294	2334	4704	9332
Real	1843	2316	4656	8814
Planos	1886	2319	4725	8929

Tabla 4.2.3.2: Cantidad de ladrillos por vivienda.

Indicador	Indicadores [%]			
I ₁	24,50%	0,80%	1,03%	5,88%
I ₂	2,33%	0,13%	1,48%	1,30%

Tabla 4.2.3.3: Indicadores de pérdida.

Cubicación	Cantidades Totales [unidades]			
	Casa A	Casa B	Casa C	Total
Oficina Técnica	50468	140040	84672	275180
Real	40535	138930	83808	263273
Planos	41481	139110	85050	265641

Tabla 4.2.3.4: Cantidades totales de ladrillos en la etapa.

Indicador	Indicadores [%]			
I ₁	24,50%	0,80%	1,03%	4,52%
I ₂	2,33%	0,13%	1,48%	0,90%

Tabla 4.2.3.5: Indicadores de pérdida.

	Cantidades [unidades]
Material comprado	300182
Oficina Técnica	275180
Real	263273
Planos	265641

Tabla 4.2.3.6: Cantidades de ladrillos.

Indicador	Indicadores [%]
I ₃	14,02%
I ₄	9,09%
I ₅	13,00%

Tabla 4.2.3.7: Indicadores de pérdida.

Cerámicas

El material comprado es el material que llegó a la obra para finalizar la etapa.

	Cantidades por Vivienda [m ²]			
Cubicación	Casa A	Casa B	Casa C	Total
Oficina Técnica	67,2	64,5	68,1	199,8
Real	59,6	59,7	71,1	190,4
Planos	63,0	60,2	71,7	194,9

Tabla 4.2.3.8: Cantidad de cerámicas por vivienda.

Indicador	Indicadores [%]			
I ₁	12,88%	7,99%	-4,24%	4,95%
I ₂	5,84%	0,73%	0,82%	2,36%

Tabla 4.2.3.9: Indicadores de pérdida.

	Cantidades Totales [m ²]			
Cubicación	Casa A	Casa B	Casa C	Total
Oficina Técnica	1479,1	3870,0	1226,0	6575,0
Real	1310,3	3583,8	1280,2	6174,3
Planos	1386,9	3610,1	1290,7	6287,7

Tabla 4.2.3.10: Cantidades totales de cerámicas en la etapa.

Indicador	Indicadores [%]			
	I ₁	12,88%	7,99%	-4,24%
I ₂	5,84%	0,73%	0,82%	1,84%

Tabla 4.2.3.11: Indicadores de pérdida.

	Cantidades [m2]
Material comprado	7136,7
Oficina Técnica	6575,0
Real	6174,3
Planos	6287,7

Tabla 4.2.3.12: Cantidades de cerámicas.

Indicador	Indicadores [%]
I ₃	15,59%
I ₄	8,54%
I ₅	13,50%

Tabla 4.2.3.13: Indicadores de pérdida.

Planchas de Yeso Cartón

La cubicación de oficina técnica es la original sin modificaciones, pero la cubicación se entrega en unidades de planchas de yeso cartón que se utilizarían en cada vivienda y con diversas dimensiones, incluso los planos de arquitectura tienen elevaciones de todas las tabiquerías de las viviendas. El material comprado corresponde al material ya comprado para finalizar la etapa

Cubicación	Cantidades por Vivienda [m2]			
	Casa A	Casa B	Casa C	Total
Oficina Técnica	325,8	314,1	335,2	975,1
Real	232,0	231,0	275,3	738,3
Planos	247,7	255,2	306,4	809,3

Tabla 4.2.3.14: Cantidad de planchas de yeso cartón por vivienda.

Indicador	Indicadores [%]			
I ₁	40,43%	35,97%	21,75%	32,07%
I ₂	6,76%	10,47%	11,28%	9,60%

Tabla 4.2.3.15: Indicadores de pérdida.

Cubicación	Cantidades Totales [m2]			
	Casa A	Casa B	Casa C	Total
Oficina Técnica	7167,7	18845,3	6034,0	32046,9
Real	5104,2	13860,3	4955,9	23920,4
Planos	5449,4	15311,0	5514,8	26275,1

Tabla 4.2.3.16: Cantidades totales de planchas de yeso cartón en la etapa.

Indicador	Indicadores [%]			
I ₁	40,43%	35,97%	21,75%	33,97%
I ₂	6,76%	10,47%	11,28%	9,84%

Tabla 4.2.3.17: Indicadores de pérdida.

Material comprado	Cantidades [m2]
	Oficina Técnica
Real	23920
Planos	26275

Tabla 4.2.3.18: Cantidades de planchas de yeso cartón.

Indicador	Indicador [%]
I ₃	19,31%

Tabla 4.2.3.19: Indicador de pérdida.

4.2.4 Obra 4

La etapa a estudiar en este proyecto corresponde a la quinta etapa la cual se encuentra en construcción de albañilería y en terminaciones.

La cubicación entregada por la oficina técnica es la original que se realizó al comienzo del proyecto.

En la tabla 4.2.4.1 se detalla la cantidad de viviendas que hay de cada tipo.

Tipo Vivienda	Cantidad
A	2
B	48
C	30
Total	80

Tabla 4.2.4.1: Cantidad de cada tipo de vivienda.

Ladrillos

El material comprado corresponde al material que ya llegó a la obra, pues ya se finalizaron las albañilerías.

Cubicación	Cantidades por Vivienda [un]			
	Casa A	Casa B	Casa C	Total
Oficina Técnica	1573	1508	1801	4882
Real	1484	1385	1831	4700
Planos	1517	1398	1843	4758

Tabla 4.2.4.2: Cantidad de ladrillos por vivienda.

Indicador	Indicadores [%]			
I ₁	6,00%	8,92%	-1,64%	3,88%
I ₂	2,22%	0,98%	0,66%	1,24%

Tabla 4.2.4.3: Indicadores de pérdida.

Cubicación	Cantidades Totales [un]			
	Casa A	Casa B	Casa C	Total
Oficina Técnica	3146	72384	54030	129560
Real	2968	66456	54930	124354
Planos	3034	67104	55290	125428

Tabla 4.2.4.4: Cantidades totales de ladrillos en la etapa.

Indicador	Indicadores [%]			
I₁	6,00%	8,92%	-1,64%	4,19%
I₂	2,22%	0,98%	0,66%	0,86%

Tabla 4.2.4.5: Indicadores de pérdida.

	Cantidades [un]
Material comprado	134679
Oficina Técnica	129560
Real	124354
Planos	125428

Tabla 4.2.4.6: Cantidades de ladrillos.

Indicador	Indicador [%]
I₃	8,30%

Tabla 4.2.4.7: Indicador de pérdida.

Cerámicas

El material comprado corresponde al material que se compró para que se termine la etapa.

	Cantidades por Vivienda [m2]			
Cubicación	Casa A	Casa B	Casa C	Total
Oficina Técnica	45,2	47,2	34,8	127,2
Real	44,3	46,2	31,9	122,3
Planos	45,1	46,8	31,9	122,2

Tabla 4.2.4.8: Cantidad de cerámicas por vivienda.

Indicador	Indicadores [%]			
I₁	2,21%	2,14%	9,31%	4,04%
I₂	1,97%	1,38%	0,04%	1,25%

Tabla 4.2.4.9: Indicadores de pérdida.

	Cantidades Totales [m2]			
Cubicación	Casa A	Casa B	Casa C	Total
Oficina Técnica	90,5	2263,2	1045,2	3398,9
Real	88,5	2215,7	956,2	3260,4
Planos	90,3	2246,4	956,6	3293,3

Tabla 4.2.4.10: Cantidades totales de cerámicas en la etapa.

Indicador	Indicadores [%]			
I₁	2,21%	2,14%	9,31%	4,25%
I₂	1,97%	1,38%	0,04%	1,01%

Tabla 4.2.4.11: Indicadores de pérdida.

	Cantidades [m2]
Material comprado	3743,7
Oficina Técnica	3398,9
Real	3260,4
Planos	3214,1

Tabla 4.2.4.12: Cantidades de cerámicas.

Indicador	Indicador [%]
I ₃	14,82%

Tabla 4.2.4.13: Indicador de pérdida.

Planchas de Yeso Cartón

El material comprado corresponde a lo que ya llegó a la obra para terminar la etapa.

Cubicación	Cantidades por Vivienda [m2]			
	Casa A	Casa B	Casa C	Total
Oficina Técnica	189,6	168,3	156,3	514,2
Real	167,6	146,7	145,6	460,0
Planos	176,5	151,2	146,1	473,8

Tabla 4.2.4.14: Cantidad de planchas de teso cartón por vivienda.

Indicador	Indicadores [%]			
I ₁	13,13%	14,69%	7,32%	11,79%
I ₂	5,31%	3,03%	0,32%	3,00%

Tabla 4.2.4.15: Indicadores de pérdida.

Cubicación	Cantidades Totales [m2]			
	Casa A	Casa B	Casa C	Total
Oficina Técnica	379,2	8078,4	4689,0	13146,6
Real	335,2	7043,8	4369,0	11748,0
Planos	353,0	7257,6	4383,1	11993,7

Tabla 4.2.4.16: Cantidades totales de planchas de yeso cartón en la etapa.

Indicador	Indicadores [%]			
I ₁	13,13%	14,69%	7,32%	11,90%
I ₂	5,31%	3,03%	0,32%	2,09%

Tabla 4.2.4.17: Indicadores de pérdida.

	Cantidades [m2]
Material comprado	13765,0
Oficina Técnica	13146,6
Real	11748,0
Planos	11993,7

Tabla 4.2.4.18: Cantidades de cerámicas.

Indicador	Indicador [%]
I ₃	17,17%

Tabla 4.2.4.19: Indicador de pérdida.

4.2.5 Obra 5

La etapa a estudiar en este proyecto corresponde a la quinta y última etapa del proyecto la cual se encuentra sólo en terminaciones.

La cubicación entregada por la oficina técnica es la que se le entregó a bodega para realizar las compras pero han sido modificadas de acuerdo las propias cubicaciones de los profesionales de terreno.

En la tabla 4.2.5.1 se detalla la cantidad de viviendas que hay de cada tipo.

Tipo casa	Cantidad
A	9
B	12
C	10
D	4
Total	35

Tabla 4.2.5.1: Cantidad de cada tipo de vivienda.

Ladrillos

El material comprado corresponde a la cantidad real que ha llegado a obra.

Cubicación	Cantidades por Vivienda [unidades]				
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Total
Oficina Técnica	6468	10005	7811	7203	31487
Real	6126	9079	7558	6483	29245
Planos	6219	9264	7658	6548	29689

Tabla 4.2.5.2: Cantidad de ladrillos por vivienda.

Indicador	Indicadores [%]				
I ₁	5,58%	10,20%	3,34%	11,11%	7,66%
I ₂	1,52%	2,04%	1,32%	1,01%	1,52%

Tabla 4.2.5.3: Indicadores de pérdida.

Cubicación	Cantidades Totales [unidades]				
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Total
Oficina Técnica	58210	120061	78112	28811	285194
Real	55131	108945	75584	25930	265591
Planos	55971	111168	76580	26192	269911

Tabla 4.2.5.4: Cantidades totales de ladrillos en la etapa.

Indicador	Indicadores [%]				
	I ₁	5,58%	10,20%	3,34%	11,11%
I ₂	1,52%	2,04%	1,32%	1,01%	1,63%

Tabla 4.2.5.5: Indicadores de pérdida.

	Cantidades [unidades]
Material comprado	301765
Oficina Técnica	285194
Real	265591
Planos	269911

Tabla 4.2.5.6: Cantidades de ladrillos.

Indicador	Indicador [%]
I ₃	13,62%

Tabla 4.2.5.7: Indicador de pérdida.

Cerámicas

El material comprado corresponde a una proyección a partir del material comprado, el material enviado a terreno y al avance que presenta la obra.

Cubicación	Cantidades por Vivienda [m2]				
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Total
Oficina Técnica	94,4	106,2	90,5	93,5	384,7
Real	88,0	103,5	82,4	90,2	364,1
Planos	89,6	105,6	85,0	91,4	371,7

Tabla 4.2.5.8: Cantidad de cerámicas por vivienda.

Indicador	Indicadores [%]				
	I ₁	7,30%	2,67%	9,89%	3,63%
I ₂	1,80%	2,10%	3,20%	1,34%	2,09%

Tabla 4.2.5.9: Indicadores de pérdida.

Cubicación	Cantidades Totales [m2]				
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Total
Oficina Técnica	850,0	1274,8	905,0	374,0	3029,7
Real	792,2	1241,6	823,6	360,9	2857,3
Planos	806,4	1267,7	849,9	365,7	2924,0

Tabla 4.2.5.10: Cantidades totales de cerámicas en la etapa.

Indicador	Indicadores [%]				
	I ₁	7,30%	2,67%	9,89%	3,63%
I ₂	1,80%	2,10%	3,20%	1,34%	2,33%

Tabla 4.2.5.11: Indicadores de pérdida.

	Cantidades [m2]
Material comprado	3576,7
Oficina Técnica	3029,7
Real	2857,3
Planos	2924,0

Tabla 4.2.5.12: Cantidades de cerámicas.

Indicador	Indicador [%]
I ₃	25,18%

Tabla 4.2.5.13: Indicador de pérdida.

Planchas de Yeso Cartón

El material comprado corresponde a lo que ha llegado a la obra y con eso se terminaría la etapa.

Cubicación	Cantidades por Vivienda [m2]				
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Total
Oficina Técnica	267,8	299,5	284,9	339,8	1192,0
Real	236,7	254,8	243,8	293,7	1029,0
Planos	244,3	266,3	248,9	297,8	1057,3

Tabla 4.2.5.14: Cantidad de planchas de yeso cartón por vivienda.

Indicador	Indicadores [%]				
	I ₁	13,14%	17,54%	16,86%	15,71%
I ₂	3,20%	4,50%	2,10%	1,40%	2,75%

Tabla 4.2.5.15: Indicadores de pérdida.

Cubicación	Cantidades Totales [m2]				
	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Total
Oficina Técnica	2410,2	3594,0	2849,0	1359,4	10212,6
Real	2130,3	3057,6	2438,0	1174,8	8800,7
Planos	2198,5	3195,2	2489,2	1191,2	9074,1

Tabla 4.2.5.16: Cantidades totales de planchas de yeso cartón en la etapa.

Indicador	Indicadores [%]				
I₁	13,14%	17,54%	16,86%	15,71%	16,04%
I₂	3,20%	4,50%	2,10%	1,40%	3,11%

Tabla 4.2.5.17: Indicadores de pérdida.

	Cantidades [m2]
Material comprado	11341,4
Oficina Técnica	10212,6
Real	8800,7
Planos	9074,1

Tabla 4.2.5.18: Cantidades de cerámicas.

Indicador	Indicador [%]
I₃	28,87%

Tabla 4.2.5.19: Indicador de pérdida.

4.2.6 Resumen

Ladrillos

	Cantidades [unidades]					Total
	Obra 1	Obra 2	Obra 3	Obra 4	Obra 5	
Material comprado	308531	557897	300182	134679	301765	1603054
Oficina Técnica	265310	510924	275180	129560	285194	1466168
Real	280660	493409	263273	124354	265591	1427287
Planos	284202	507568	265641	125428	269911	1452750

Tabla 4.2.6.1: Cantidades totales de ladrillos en las etapas.

Indicador	Indicadores [%]					
I ₃	9,93%	13,07%	14,02%	8,30%	13,62%	12,31%

Tabla 4.2.6.2: Indicadores de pérdida por obra.

Cerámicas

	Cantidades [m2]					Total
	Obra 1	Obra 2	Obra 3	Obra 4	Obra 5	
Material comprado	5236,9	7975,4	7136,7	3743,7	3576,7	27669,4
Oficina Técnica	4657	7391,5	6575,0	3398,9	3029,7	25051,7
Real	4378	6581,3	6174,3	3260,4	2857,3	23251,5
Planos	4593	6700,4	6287,7	3214,1	2924,0	23719,6

Tabla 4.2.6.3: Cantidades totales de cerámicas en las etapas.

Indicador	Indicadores [%]					Promedio
I ₃	19,6%	21,2%	15,6%	14,8%	25,2%	19,0%

Tabla 4.2.6.4: Indicadores de pérdida por obra.

Planchas de Yeso Cartón

	Cantidades [m2]					Total
	Obra 1	Obra 2	Obra 3	Obra 4	Obra 5	
Material comprado	23465,2	18037,4	28539,0	13765,0	11341,4	95147,9
Oficina Técnica	18148,1	14863,7	32046,9	13146,6	10212,6	88417,8
Real	18899,3	13322,5	23920,4	11748,0	8800,7	76691,0
Planos	19069,8	13417,4	26275,1	11993,7	9074,1	79830,1

Tabla 4.2.6.5: Cantidades totales de cerámicas en las etapas.

Indicador	Indicadores [%]					Promedio
I ₃	24,16%	35,39%	19,31%	17,17%	28,87%	24,07%

Tabla 4.2.6.6: Indicadores de pérdida por obra.

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS. .

Para analizar cuáles son las fuentes de pérdidas de materiales se realizó una “Encuesta de detección de fuentes de las pérdidas de materiales” (ref. 4, Anexo 2), la cual es una herramienta que en términos generales, permite conocer en forma sistemática la percepción general de los entrevistados para así poder identificar las fuentes de pérdidas más frecuentes que se producen en el proyecto u obra en estudio, lo que permite indagar en las causas de las pérdidas.

Luego de realizar esta encuesta se pueden generar dos gráficos por cada material que resumen los resultados, que a continuación se detallarán de qué se trata cada uno. (ref. 4)

- Fuentes de Pérdidas: es posible generar un gráfico de Pareto que permita visualizar el porcentaje de encuestados que menciona cada fuente de manera desagregada y con mayor porcentaje de ocurrencia de cada fuente, para así poder identificar las fuentes de pérdidas más importantes para nuestro estudio.
- Frecuencia de Pérdidas: en este caso, el gráfico se genera a partir de la información que proporcionaron los encuestados con respecto a señalar las 5 pérdidas más frecuentes que a su juicio se producen al realizar el trabajo, ordenándolas según su importancia. El gráfico correspondiente muestra el porcentaje de encuestados que menciona cada pérdida. Entrega al mismo tiempo el “grado de importancia” asignado por los encuestados las fuentes de pérdidas; éste se calcula asignando a cada respuesta la siguiente puntuación:

Orden de la pérdida	Puntaje
Primera	1
Segunda	2
Tercera	3
Cuarta	4
Quinta	5

Luego se multiplica el número de respuestas de cada categoría por su puntaje y se divide por el número total de respuestas.

Ladrillos

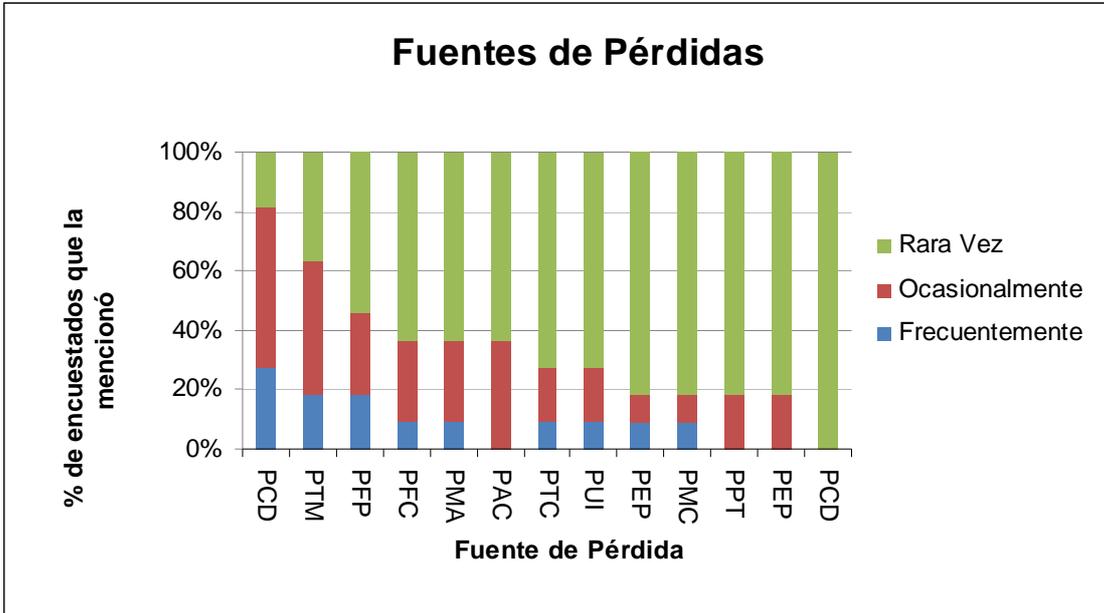


Figura 5.1.1: Fuentes de Pérdidas de los ladrillos.

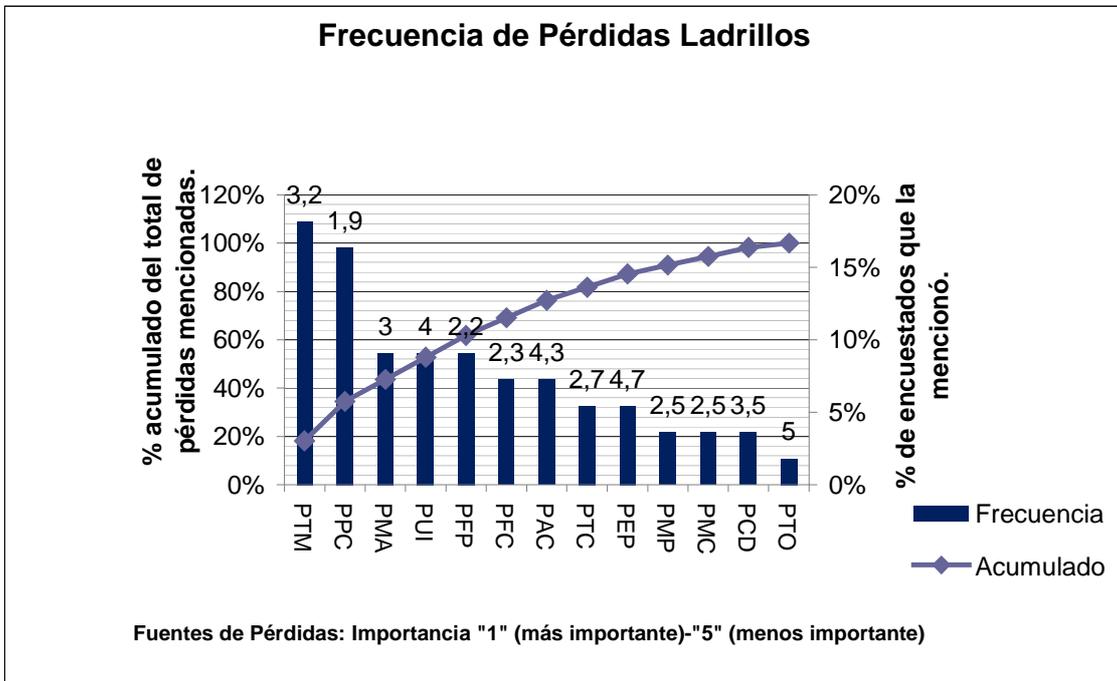


Figura 5.1.2: Frecuencia de Pérdidas de los ladrillos.

De los resultados de las encuestas se desprende que las fuentes de pérdidas más importantes son el corte para dimensionamiento, el trabajo mal hecho, falta de un plan de manejo de residuos y el mal acopio de los ladrillos.

Para el caso del corte por dimensionamiento es una de las fuentes más nombradas y con mayor frecuencia de ocurrencia, con un 1,9 según su nivel de importancia en la frecuencia de ocurrencia y nombrada por cerca del 80% de los encuestados como una fuente de pérdida que ocurre a los menos ocasionalmente.

El trabajo mal hecho fue una de las fuentes más nombradas desde el punto de vista de la frecuencia con que ocurre, pero con un 3,2 en la importancia de ocurrencia de esta fuente de pérdida.

La falta de un plan de manejo de residuos de materiales y el mal acopio también fueron muy mencionados, pero en la frecuencia de ocurrencia no más del 8% de los encuestados la mencionó, pero los que las mencionaron le dieron una gran importancia para la falta de un plan de manejo de residuos con un 2,2.

.

Cerámicas

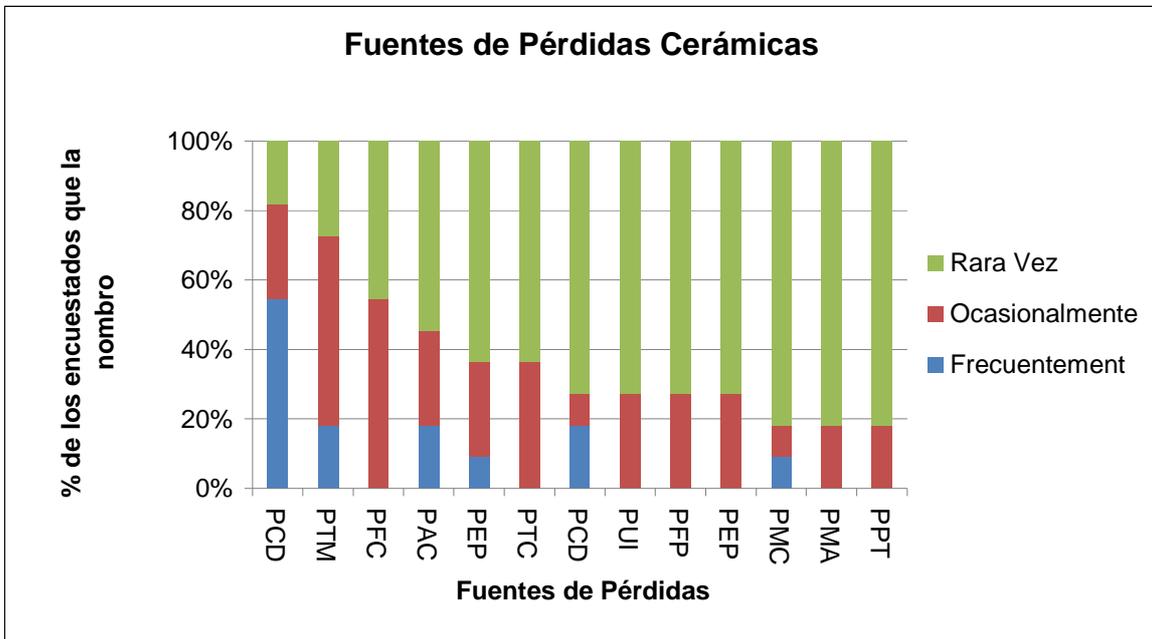


Figura 5.1.3: Fuentes de Pérdidas de las cerámicas.

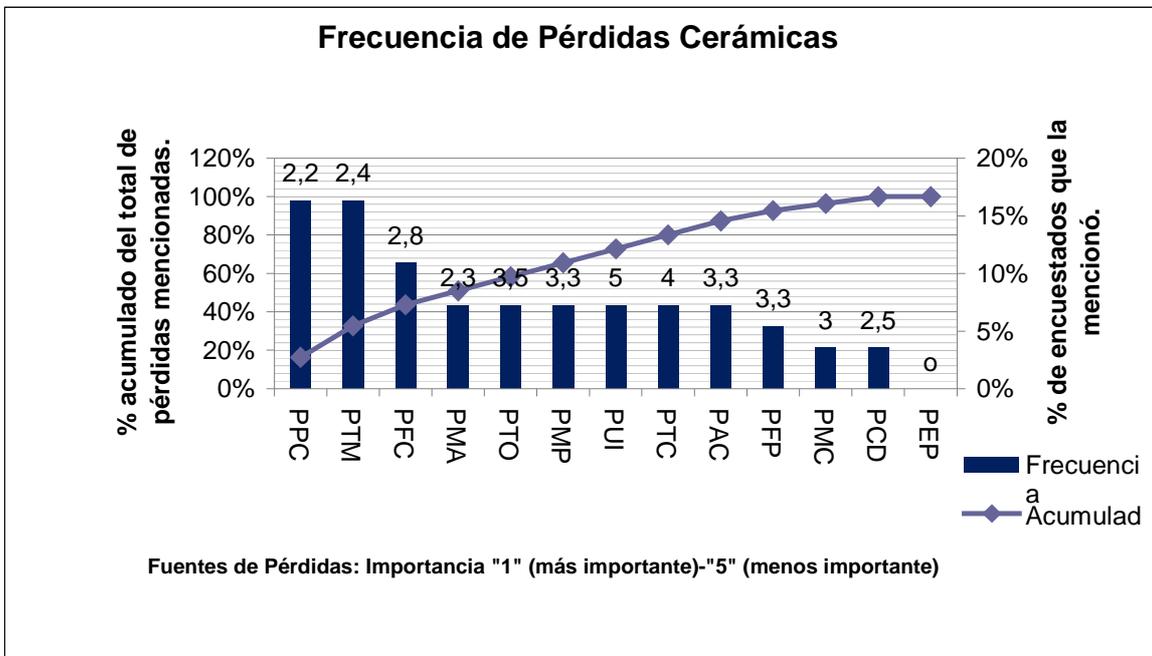


Figura 5.1.4: Frecuencia de las pérdidas de cerámicas.

Se desprende de las encuestas realizadas que las tres fuentes más importantes son las pérdidas por corte para dimensionamiento, trabajo mal hecho y la falta de control del material (bodega-terreno).

El corte para dimensionamiento fue nombrado por cerca del 80% como una causa que se produce a lo menos ocasionalmente dentro de una obra y fue nombrada como la fuente más importante a la que se deben las pérdidas de éste material con un 2,2 en nivel de importancia dentro de los encuestados que la nombraron.

El trabajo mal hecho también fue nombrado como una de las fuentes más frecuentes e importantes dentro de las pérdidas de cerámicas con un 2,4 en nivel de importancia de la frecuencia con que se produce ésta pérdida, teniendo la misma cantidad de entrevistados que la nombró como una de las que se produce con más frecuencia pero con un nivel de importancia menor.

Planchas de Yeso Cartón

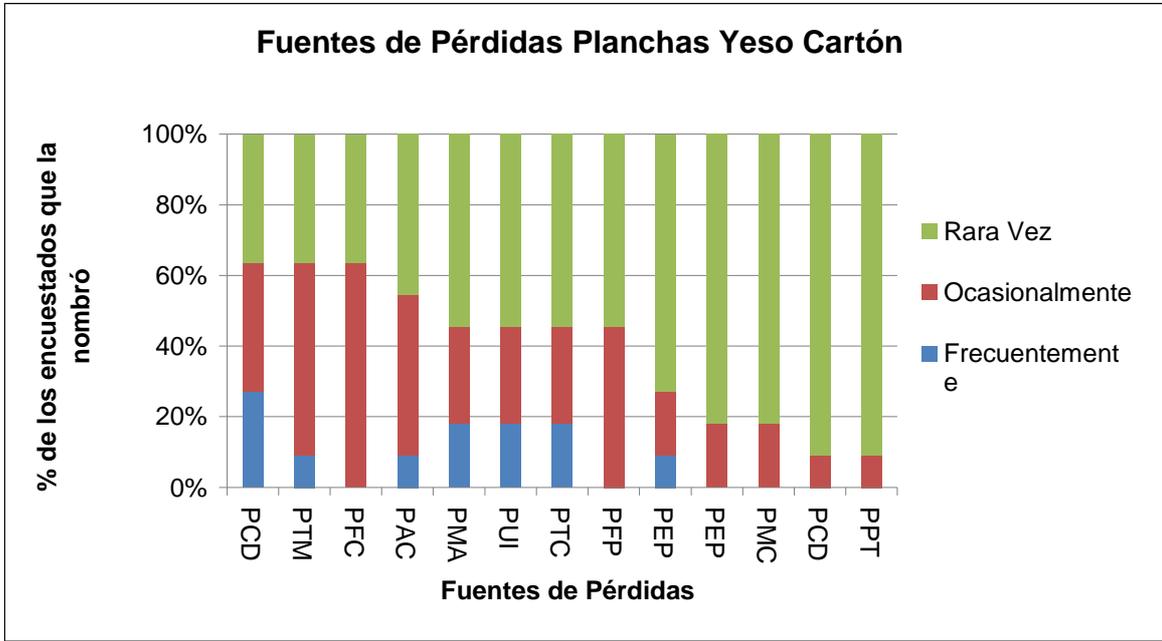


Figura 5.1.5: Fuentes de Pérdidas de las planchas de yeso cartón.

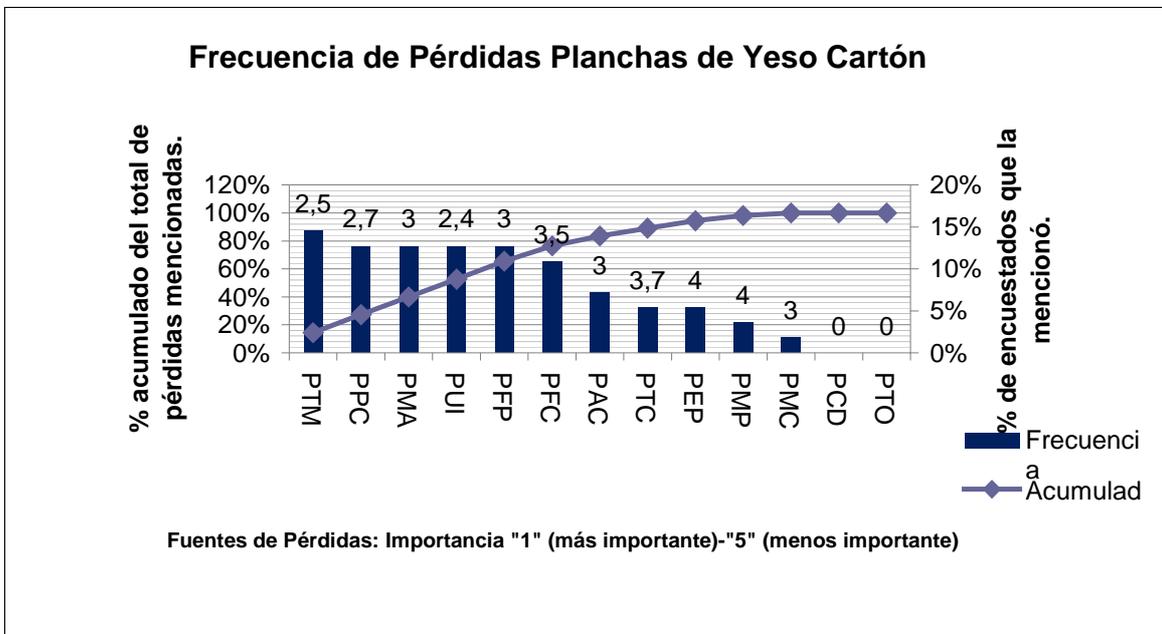


Figura 5.1.6: Frecuencia de pérdidas de planchas de yeso cartón.

Las fuentes de pérdidas más importantes son el trabajo mal hecho y el corte para dimensionamiento, los cuales fueron nombrados en un mayor porcentaje como una fuente de pérdida de las planchas de yeso cartón y también fueron nombradas como una de las 5 fuentes de pérdidas más frecuentes con un alto nivel de la importancia.

El mal acopio, uso incorrecto de materiales y falta de control de materiales son las fuentes que siguen a las dos fuentes de pérdidas mencionadas anteriormente como las más importantes en la generación de pérdidas de planchas de yeso cartón.

5.1 Análisis Obra 1

Al llegar a esta obra recién se estaban iniciando las primeras albañilerías, el período de estudio en que se realizaron las observaciones comprendió un período de 4 meses desde la primera visita. La cantidad de visitas que se realizó fue de al menos 10 veces en distintas etapas del proyecto en las cuales se hicieron las entrevistas para determinar qué materiales se estudiarían, se realizaron las cubicaciones en terreno, se estudió cómo funcionaba la bodega, como era el transporte y manejo de materiales dentro de la obra.

En esta obra se tienen subcontratadas las albañilerías, cerámicas y las tabiquerías lo que influye en las pérdidas de materiales porque muchas veces de lo único que se preocupan es del avance y no de cómo quedan los trabajos hechos.

La adquisición de los materiales corre por cuenta de la oficina central, la que se encarga de comprar todos los materiales que se necesitan. Para la compra de los materiales se rigen por un cuadro de materiales en el cual están especificadas todas las partidas de materiales y las cantidades según las cubicaciones realizadas por la oficina técnica de la obra. La bodega se rige por ese cuadro de materiales para hacer los pedidos sin hacerle ninguna modificación independientemente de que haya errores de las cubicaciones.

La bodega se responsabiliza sólo por las cerámicas y las planchas de yeso cartón, debido a que los ladrillos son enviados directamente a terreno y no pueden tener control sobre ellos, sino que la única manera de tener el control de lo que se está utilizando es por medio de la información que da el profesional de terreno que hace los pedidos de acuerdo a las necesidades del material. Con respecto a las cerámicas y las planchas de yeso cartón éstas se almacenan en bodega y se van comprando de acuerdo a los que el profesional de terreno pide.

La manera de autorizar el envío de material a terreno es mediante vales que firman los capataces a los trabajadores. Teóricamente cada casa debiera estar cubicada con relación a cuanto material entra realmente por vivienda y se debiera entregar una sola vez el material por vivienda pero esto no siempre es así.

A continuación se analizarán las pérdidas de materiales por cada partida.

Ladrillos

De la tabla 4.2.1.6 están las cantidades de material comprado proporcionado por la bodega de la obra, en que esa es la cantidad total enviada a terreno para terminar las albañilerías. Para realizar las compras no se utiliza un porcentaje adicional, sino que se envía el material de acuerdo a la necesidad de la obra, pues se utiliza la compra de materiales parciales y debido a que las cubriciones del cuadro de materiales entregado por la oficina técnica están malas.

El flujo de los ladrillos desde la llegada a la obra se ve en la figura 5.1.1

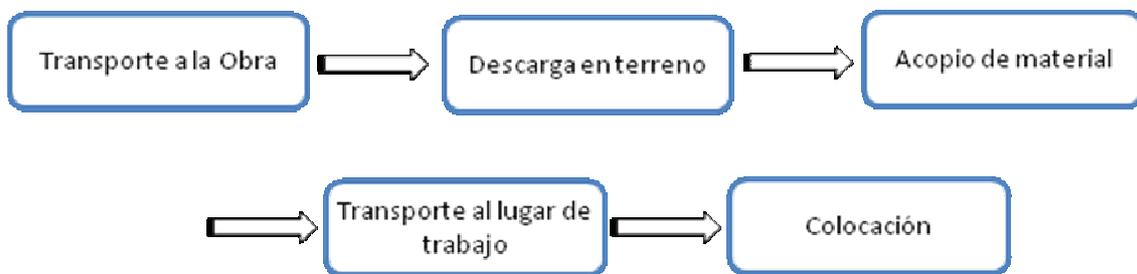


Figura: 5.1.1: Flujo de los ladrillos.

Pasos desde la compra del material hasta la manipulación.

1. Los ladrillos se van pidiendo de acuerdo a la necesidad de terreno que es informada por el profesional de terreno.
2. Bodega emite una orden de compra al proveedor del material y una por flete al transportista.
3. Una vez llegado el material a terreno el encargado de revisar la cantidad de material es el pañolero.
4. Luego el encargado de ver donde se acopia el material es el capataz o el jefe de terreno.

Analizando el flujo anterior se pudo ver que existe pérdida de material en el acopio de material, pues una vez descargado el material en obra los ladrillos son movidos con un

“bobcat” el cuál no es un medio adecuado de para mover los pallet de ladrillos y se vio en reiteradas ocasiones como por causa de este medio de transporte de materiales se rompieron una gran cantidad de ladrillos.

Es importante la calidad del material, ya que el proveedor del material entrega un material de no muy buena calidad debido a que hay que descartar una gran cantidad de material por no tener las dimensiones mínimas requeridas lo que lleva también a realizar un mal trabajo.

Otro de los problemas es que como las viviendas no se les hacían el radier antes de la albañilería los ladrillos por efecto de las lluvias y por el desnivel del terreno se caían y quebraban. También luego de la manipulación de los ladrillos por parte de los albañiles éstos van quedando cerca de los lugares donde se realizan los trabajos y por una falta de un plan de manejo de residuos estos terminan desechados sin haber sido utilizados.

Cerámicas y Planchas de Yeso Cartón

La cantidad de cerámica comprado de la tabla 4.2.1.12 corresponde a una proyección de acuerdo a las cantidades enviadas a terreno por la bodega y al avance que se lleva de la instalación de cerámicas, se compra más material que el cubicado debido a que existe una mayor cantidad de pérdidas. En la compra no se considera un adicional fijo, sino que se compra según el avance de la obra debido a que como la empresa proveedora del material quebró, la empresa constructora compró grandes partidas de material para todas sus obras.

La cantidad de planchas de yeso cartón comprado de la tabla 4.2.1.18 corresponde una proyección de acuerdo a las cantidades enviadas en una etapa anterior con los mismos tipos de viviendas, la cantidad de material puesto en obra es mayor al cubicado en oficina técnica por efecto de cubicaciones mal hechas o que no se han modificado junto con los cambios que han tenido las viviendas. No se considera un adicional fijo para este material, sino que se ajusta la cantidad de material de acuerdo al avance y material utilizado que se tenga.

Toda la información del material enviado a terreno fue proporcionada por la bodega.

El flujo de las cerámicas y planchas de yeso cartón desde la llegada a la obra se ve en la figura 5.1.2.

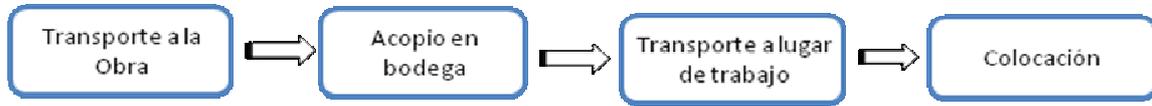


Figura 5.1.2: Flujo de cerámicas y planchas de yeso cartón.

Generalmente la pérdida de materiales en su gran medida se debe a la fuente de pérdida por corte para dimensionamiento, ya que se verificó que gracias a éste ítem las pérdidas van desde un 7% a un 10%, o sea si se mira el flujo la mayor parte de las pérdidas de materiales ocurre durante la manipulación y éste tipo de pérdida se podría decir que es inevitable desde el punto de vista de la etapa constructiva.

Descartando la fuente de pérdida anterior se puede decir que el gran problema de esta obra es la coordinación entre bodega y terreno por el asunto del pedido de material, ya que no existe un plan de manejo de materiales que le permita a la bodega controlar en el instante la cantidad de material que ha sido enviada para determinada vivienda, lo que resulta que después cuando van verificando los vales se dan cuenta de que un material ha sido pedido dos y hasta tres veces para una vivienda. Este problema se da también porque no se han entregado las cubicaciones reales a la bodega que les permita verificar cuanto material se necesita por vivienda y además los capataces no llevan un orden de los materiales que han pedido por vivienda lo que generalmente se transforma en un caos.

5.2 Análisis Obra 2

Esta obra se encontraba en la finalización de las albañilerías y las terminaciones ya estaban con un gran avance. El período de estudio en que se realizaron las observaciones comprendió un período de 3 meses desde la primera visita. La cantidad de visitas que se hicieron a la obra fue de 8 días, donde se hicieron las entrevistas para determinar qué materiales se estudiarían, se realizaron las cubicaciones en terreno, se estudió cómo funcionaba la bodega, como era el transporte y manejo de materiales dentro de la obra.

En esta obra se tienen subcontratadas las albañilerías, cerámicas y las tabiquerías, por lo que puede influir en las pérdidas de materiales.

En esta obra la adquisición de los materiales corría por cuenta de la oficina central, la que se encarga de comprar todos los materiales que se necesitan. Para la compra de los materiales se rigen por las cubicaciones realizadas en terreno después de haber construido las viviendas pilotos verificando así las cubicaciones realizadas antes de comenzar el proyecto para ajustar la cantidad de materiales que se necesitan para finalizar la etapa.

Para la entrega de los materiales existen unos vales para pedir el material y unos vales para reposición por cualquier circunstancia de que falte el material, por esto los capataces tienen un cuadro de las cubicaciones reales de cada vivienda, aunque no se fiscaliza a qué se debe que están pidiendo materiales por reposición en bodega.

Ladrillos

De la tabla 4.2.2.6 están las cantidades de material comprado proporcionado por la bodega de la obra, en que esa es la cantidad total enviada a terreno para terminar las albañilerías. Para realizar las compras no se utiliza un porcentaje adicional, sino que se envía el material de acuerdo a la necesidad de la obra, pues se utiliza la compra de materiales parcializado.

El flujo de los ladrillos desde la llegada a la obra se ve en la figura 5.2.1

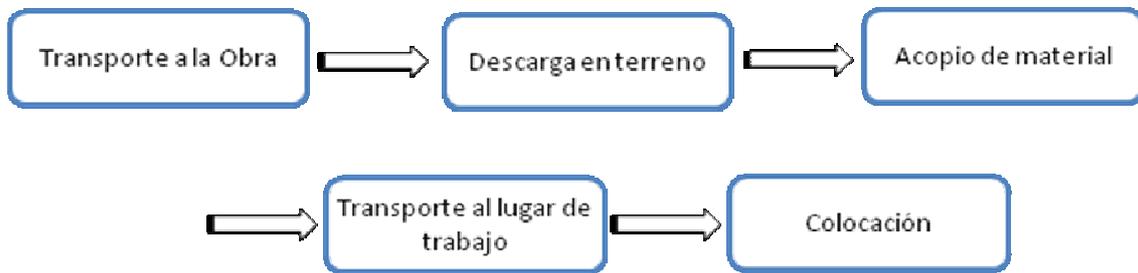


Figura: 5.2.1: Flujo de los ladrillos.

Después de la llegada del material a la obra se deja cerca de la ubicación de las viviendas para no tener que recorrer mucha distancia al lugar de trabajo. Si el material hay que transportarlo se lleva por medio de un tractor con un coloso el que lo deja en el lugar donde se manipula.

Una gran cantidad de material se pierde por causa del corte de los ladrillos tanto para dimensionarlos como para hacer lo enchapes, ya que este proyecto utilizaba una cantidad no despreciable de enchapes debido a que tiene parte de los muros exteriores hechos de hormigón lo que inducía a tener una mayor pérdida porque no se utilizaba el ladrillo completo o se quebraban muchas piezas fácilmente.

Uno de los mayores problemas y que se produjo frecuentemente fueron errores en los trazos y alineaciones, lo que lleva tener que realizar el trabajo nuevamente.

El flujo de las cerámicas y planchas de yeso cartón desde la llegada a la obra se ve en la figura 5.2.2.

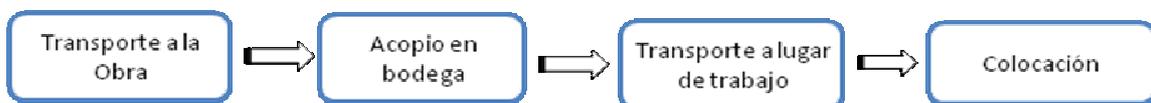


Figura 5.2.2: Flujo de cerámicas y planchas de yeso cartón.

El material que llega a la obra se acopia en la bodega, luego se transporta al lugar de trabajo por medio de un tractor con un coloso dependiendo de la necesidad de terreno para trabajar con los materiales y luego es descargado por hombres el material dejándose en las casas.

Cerámicas

La cantidad de cerámica comprado de la tabla 4.2.2.12 corresponde al total comprado para terminar la etapa, esta información fue proporcionada por bodega. Se compra según el avance de la obra debido a que como la empresa proveedora del material quebró, la empresa constructora compró grandes partidas de material para todas sus obras.

En este caso las cubicaciones iniciales de la oficina técnica difieren mucho de las cubicaciones que después se verificaron en terreno, esto se debe también a que el proyecto se modificó debido a la baja venta de un tipo de vivienda y por esto se creó un nuevo modelo de vivienda llevando a modificar las cantidades de cerámicas. Un punto muy importante dentro del abastecimiento de cerámicas es que la empresa proveedora de éste producto quebró y por eso la oficina central de la empresa constructora decidió comprar grandes partidas de materiales para luego distribuir entre todos sus proyectos.

Un problema que se creó en la colocación de las cerámicas es que una vez que entraba el subcontrato de cerámica lo seguían los eléctricos los cuales por no indicar dónde iban las cajas antes de la postura de las cerámicas entraban y rompían las cerámicas para poder poner sus cajas eléctricas.

Planchas de Yeso Cartón

La cantidad de planchas de yeso cartón comprado de la tabla 4.2.2.18 corresponde al total comprado por la bodega según la información que le proporcionan desde terreno para terminar la etapa, o sea a esta hecho el ajuste. No se considera un adicional fijo para este material, sino que se ajusta la cantidad de material de acuerdo al avance y material utilizado que se tenga.

En un principio según nos indicaba el jefe de terreno tuvieron problemas con el acopio de las planchas lo que les generó muchas pérdidas por no tener un lugar adecuado donde dejar las planchas, pero que luego se solucionó.

Un problema que se tiene en la obra es la coordinación entre los distintos subcontratos, ya que para el caso de las tabiquerías cuando avanzaban instalando una sola cara de los tabiques para que los eléctricos instalen sus artefactos luego entraban los del yeso y

comenzaban trabajar con una sola cara puesta de las tabiquerías, lo que llevaba a después a perder mucho material porque el trabajo no se podía hacer bien.

La falta de un buen control de material se debe a que el material no se pide por casa, si no que se pide para varias casas al mismo tiempo y no se es estricto con el asunto de las cubicaciones por casa que tienen los capataces y se lleva el material para la casa que falte material.

En el cuadro de cubicaciones hay un error de la cantidad de planchas que se deben usar en las casas A y B, explicando el valor alto del indicador I_3 de un 35,4% siendo el más alto de todas las obras.

5.3 Análisis Obra 3

Cuando se comenzaron las visitas a esta obra se encontraba en plena construcción de las albañilerías y las terminaciones estaban bien avanzadas. Se realizaron más de 10 visitas a terreno para recopilar información necesaria y hacer las observaciones para realzar el trabajo.

Lo único que se tiene subcontratado en esta obra son las tabiquerías y el resto es gente de la casa.

Para el pedido de material primero se hace un pedido grande de por lo menos un 65% del total del material presupuestado, para luego hacer una serie de pedidos parcializados que depende del avance que se lleve y si no se necesita más no se emite ninguna orden de compra mas, lo que es una muy buena forma de trabajar para tener pocas pérdidas.

La manera de en enviar los materiales es la siguiente:

1. Se ve cuánto material se necesita por casa y con esa información se sabe cuánto material se debe pedir en los vales por casa.
2. El capataz sabe que es un vale por casa y el material no se pide parcializado, o sea se manda todo el material una sola vez.
3. El capataz se hace responsable por los vales que firma y no le puede faltar material.
4. Después de que llega el vale a bodega se envía el material y se controlan los vales para saber a qué casas se les ha enviado el material para no enviarles nuevamente mas material para la misma casa.

En la obra tienen un plan de tratamiento y almacenamiento de los materiales críticos, en los cuales se dictan las medidas para ver que tipos de controles se les deben hacer a los materiales y dentro de estos ítem a controlar están: tipo de control que se le realiza al material, la frecuencia del control, el responsable del control, criterio a utilizar para el control, registro del control y el almacenamiento o manipulación requeridos por determinado material. Dentro de estos materiales críticos se encuentran los ladrillos, cerámicas y planchas de yeso cartón.

Ladrillos

El material comprado que aparece en la tabla 4.2.3.6 corresponde al material comprado por la bodega al haber finalizado las albañilerías, esta información la proporcionó la bodega. En la compra de material se considera un 5% adicional sobre lo cubicado por oficina técnica, pero que realmente es más por las pérdidas que se generan y por esto se va pidiendo el material parcializado hasta que se ve que se termina la etapa con el material llegado a obra.

El flujo de los ladrillos desde la llegada a la obra se ve en la figura 5.3.1

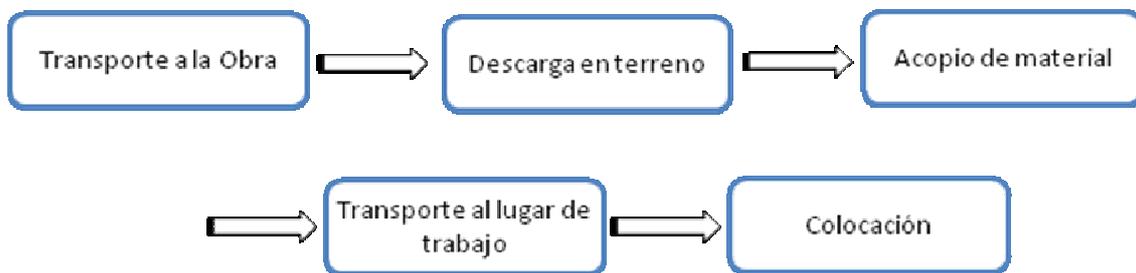


Figura: 5.3.1: Flujo de los ladrillos.

Como el terreno donde se desarrolla esta etapa no es muy grande no hay problemas con que los ladrillos queden muy lejos del lugar de trabajo, si el material hay que transportarlo éste se lleva con carretillas y se apila al lado de las viviendas se dejan en el radier.

Para las pérdidas de materiales la fuente más incidente es la pérdida por corte para dimensionamiento, debido a que durante el proceso de corte se pierde mucho material y no se hace nada con ese material que va sobrando.

Otro punto son los ladrillos que van quedando en los lugares de trabajo, en los cuales nadie se preocupa de llevar los ladrillos que van sobrando a las siguientes viviendas y no se preocupan por los ladrillos que están con pequeños despuntes que pueden ser reutilizados en los ladrillos que se cortan para dimensionamiento.

El flujo de las cerámicas y planchas de yeso cartón desde la llegada a la obra se ve en la figura 5.3.2.

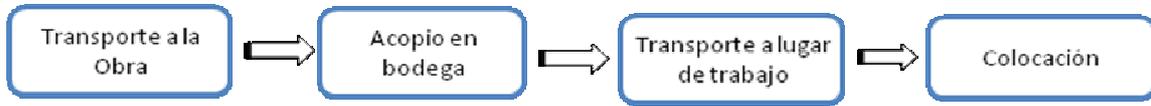


Figura 5.3.2: Flujo de cerámicas y planchas de yeso cartón.

Cerámicas

El material comprado que aparece en la tabla 4.2.3.12 corresponde al material comprado por la bodega y que ya llegó a la obra, esta información la proporcionó la bodega. En la compra de material se considera un 3% adicional sobre lo cubicado por oficina técnica, pero que realmente es más por las pérdidas que se generan y por esto se va pidiendo el material parcializado hasta que se ve que se termina la etapa con el material llegado a obra.

Las cerámicas al llegar a la obra se almacenan en la bodega para luego ser llevadas a terreno por medio de un tractor con coloso para ir dejándolas en las viviendas que se pidió el material previo la entrega del vale en bodega.

La pérdida de material por concepto de corte para dimensionamiento es de aproximadamente un 8% por lo que la mayor parte de las pérdidas es debido a esto y no se pudo minimizar más en terreno sino que en la fase de diseño se podría hacer algo.

El mayor problema fuera del corte para dimensionamiento es el transporte y acopio en la obra, ya que en variadas ocasiones llegan las cajas de las cerámicas con palmetas quebradas o por el movimiento continuo de las cajas no se tiene cuidado al minuto de manipularlas.

Planchas de Yeso cartón

El material comprado que aparece en la tabla 4.2.3.18 corresponde al material comprado por la bodega para finalizar la etapa y que ya llegó a la obra, esta información la proporcionó la bodega. En la compra de material se considera un 3% adicional sobre lo cubicado por oficina técnica, pero en este caso el material comprado corresponde a una menor cantidad del que se cubicó debido a que hubo errores en las cubicaciones. El material se pide de manera

parcializada, es por esto que no se pidió la cantidad de material que en un principio había indicado la oficina técnica.

Esta es una obra de las que tiene una menor pérdida de este material y esto es debido al dimensionamiento especial que se pide para la obra, existiendo al menos 6 tipos de dimensiones, no es solo la dimensión estándar de 1,2X2,4 y esto se puede hacer debido a que son tantas las viviendas que se construyen en este proyecto (3950) que se puede pedir dimensionamientos especiales de acuerdo a la arquitectura de cada vivienda.

Otro punto importante y que no se da sólo en esta obra es que los planos de arquitectura vienen con el detalle de todas las tabiquerías, lo que ayuda a hacer la modulación más fácil y con menos pérdidas por corte.

Las fuentes de pérdidas más importantes aún así son por corte para dimensionamiento con cerca de un 8% y el acopio de los materiales, ya que al ser la última etapa no se tiene espacio suficiente para acopiar las planchas de yeso cartón debidamente y quedan en lugares más expuestos a las lluvias y a las inclemencias del tiempo de esta época.

5.4 Análisis Obra 4

Esta obra se comenzó a visitar cuando recién se estaban comenzando las primeras albañilerías y ahora ya están con un gran avance en las terminaciones. La obra se visitó en reiteradas ocasiones para poder realizar las observaciones y mediciones necesarias para el trabajo.

Se tienen subcontratados la instalación de cerámicas y la instalación de las tabiquerías interiores.

La manera de trabajar con los materiales es muy similar al de la obra 3 en cuanto a que para el pedido de material primero se hace un pedido grande de por lo menos un 65% del total del material presupuestado, para luego hacer una serie de pedidos parcializados que depende del avance que se lleve y si no se necesita más no se emite ninguna orden de compra más, lo que es una muy buena forma de trabajar para tener pocas pérdidas.

La manera de enviar los materiales es la siguiente:

1. Se ve cuánto material se necesita por casa y con esa información se hacen vales pre hechos de cada material e impresos de manera que los capataces solo tengan que firmarlos.
2. El capataz sabe que es un vale por casa y el material no se pide parcializado.
3. El capataz se hace responsable por los vales que firma y no le puede faltar material.
4. El pedido de material se hace con un día de anticipación y se controlan los vales para saber si se les ha enviado el material, para no enviarles nuevamente mas material para la misma casa. Luego la bodega se cierra de 10:00 a 13:30 de manera que en ese lapso se cargan todos los materiales en el coloso que fueron pedidos el día anterior y se envían a terreno.

Al igual que en la obra 3 se tiene el mismo plan de tratamiento y almacenamiento de los materiales críticos.

Ladrillos

El material comprado que aparece en la tabla 4.2.4.6 corresponde al material comprado por la bodega al haber finalizado las albañilerías, esta información la proporcionó la bodega. En la compra de material se considera un 1% adicional sobre lo cubicado por oficina técnica, pero que realmente es más por las pérdidas que se generan y por esto se va pidiendo el material parcializado hasta que se ve que se termina la etapa con el material llegado a obra.

El flujo de los ladrillos desde la llegada a la obra se ve en la figura 5.4.1

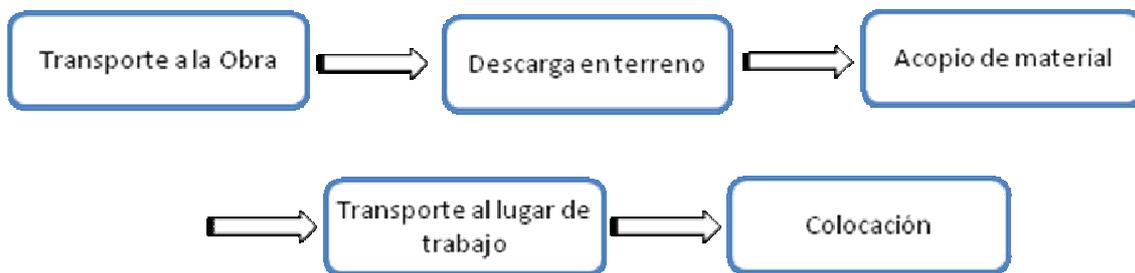


Figura: 5.4.1: Flujo de los ladrillos.

Los ladrillos como en todas las obras se dejan en terreno directamente según la disposición que dé el jefe de terreno, para luego transportarlos por medio de carro de tiraje humano hacia el lugar de trabajo de los albañiles. El lugar de trabajo se ve que es muy ordenado por la manera en que disponen los ladrillos cerca de las viviendas a construir.

La pérdida de material en esta obra se debe mayoritariamente al corte para dimensionamiento y por la falta de un plan de manejo de residuos en que se vayan recolectando todos los ladrillos que vas sobrando del trabajo de albañilerías.

El flujo de las cerámicas y planchas de yeso cartón desde la llegada a la obra se ve en la figura 5.4.2.

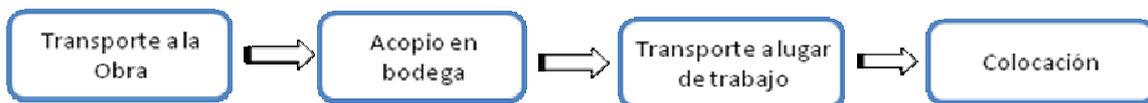


Figura 5.4.2: Flujo de cerámicas y planchas de yeso cartón.

Cerámicas y Planchas de Yeso Cartón

El material comprado que aparece en la tabla 4.2.4.12 corresponde al material comprado por la bodega y que ya llegó a la obra, esta información la proporcionó la bodega. En la compra de material se considera un 4% adicional sobre lo cubicado por oficina técnica, pero que realmente es más por las pérdidas que se generan y se va pidiendo el material parcializado hasta que se ve que se termina la etapa con el material llegado a obra.

El material comprado que aparece en la tabla 4.2.4.18 corresponde al material comprado por la bodega y que ya llegó a la obra, esta información la proporcionó la bodega. En la compra de material se considera un 2% adicional sobre lo cubicado por oficina técnica, pero que realmente es más porque la cubicación es por cantidad de planchas en que ya hay una pérdida por corte, el material se va pidiendo de manera parcializada hasta que se ve que se termina la etapa con el material llegado a obra.

Al igual que la obra 3 se tiene que los mayores porcentajes de pérdidas se deben a la fuente de pérdida de corte para dimensionamiento, tanto para las cerámicas como para las planchas de yeso cartón. En el caso de las cerámicas existe un problema con el acopio y transporte debido a que es un material delicado el cual se puede quebrar fácilmente. En las planchas de yeso cartón la modulación de las planchas es importante para disminuir las pérdidas por corte, pero existe un problema con el mal uso que se le dan a las planchas, pues se observó que el personal muchas veces se paraba sobre las planchas o simplemente dormía una siesta después del almuerzo.

Uno de los grande problemas para la tabiquería es que al ser un subcontrato les importa solo el avance que tienen y no se preocupan por la calidad del trabajo, lo que lleva a tener más pérdidas por realizar un trabajo dos veces.

5.5 Análisis Obra 5

A esta obra se llegó cuando estaban finalizando las albañilerías y las terminaciones iban avanzadas. Se realizaron 7 visitas a terreno para poder hacer las mediciones y observaciones.

Se tiene subcontratado las albañilerías, instalación cerámicas y tabiquerías.

Según lo que se vio en esta obra existieron muchos problemas con los materiales, pues no se tenía un plan de control de material muy bueno. Esto se produce porque ha habido cambios de administradores y una rotación de personal de la obra, tanto de mano de obra no calificada como de la calificada. Por estos problemas es que todos los indicadores son los más altos del universo de obras estudiadas.

Otro problema importante que se detectó fue que muchas veces para las distintas etapas los capataces se iban rotando, por lo que al pedir un material habían oportunidades en que distintos capataces destinaban el material dos veces para la misma casa.

Es primordial que para obras de este nivel exista alguna herramienta computacional como pueden ser los programas Solomon o iconstruye, con los cuales se puede tener un inventario de los materiales que entran y salen de la obra, las facturaciones, programación y pedido de materiales, etc. O que por lo menos se tenga una tabla en Excel en que se tenga un listado de cada material con las fechas en que entran, salen o para que etapa se destinan los materiales.

Ladrillos

El material comprado que aparece en la tabla 4.2.5.6 es la cantidad que se compró y se envió a terreno, esta información la proporcionó la bodega. En la compra se considera como adicional un 4%, lo que realmente es falso.

El flujo de los ladrillos desde la llegada a la obra se ve en la figura 5.5.1

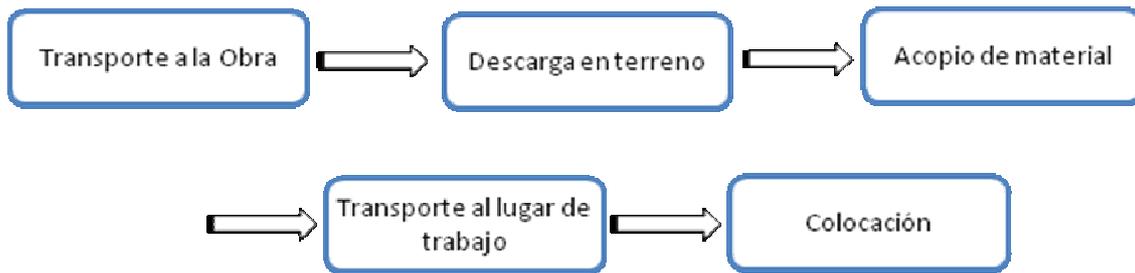


Figura: 5.5.1: Flujo de los ladrillos.

Al igual que todas las obras los ladrillos se dejan directamente en terreno dependiendo de la disposición que le dé el profesional de terreno, para su posterior traslado vía carretillas a los lugares de trabajo de las albañilerías.

En esta obra se perdió mucho material por mal acopio de materiales y más que nada por no tener un control de la cantidad de material que se tiene en terreno.

Un grave problema se suscita porque no se tiene claro dónde son utilizados los materiales, debido a que no existe una buena coordinación entre bodega - terreno y entre los capataces para asignar los materiales.

El flujo de las cerámicas y planchas de yeso cartón desde la llegada a la obra se ve en la figura 5.5.2.

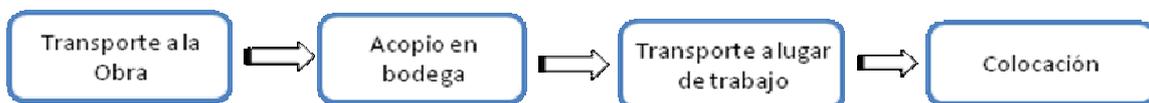


Figura 5.5.2: Flujo de cerámicas y planchas de yeso cartón.

Cerámicas y Planchas de Yeso Cartón

El material que se compra que se ve en la tabla 4.2.5.12 y 4.2.5.18 es una proyección de acuerdo al avance que se tiene de las viviendas y el material enviado a terreno, esta información la proporcionó la bodega. Se consideran un 5% y 7% adicional para la compra de las cerámicas y las planchas de yeso cartón respectivamente.

En estos materiales la mayor fuente de pérdida es producida por una falta de control de material (bodega – terreno) en que la bodega no lleva un buen control de cuanto material se está destinando para cada partida de materiales, aunque desde la llegada de los últimos profesionales a la obra se ha modificado y ha estado funcionando mucho mejor.

La otra fuente de pérdida es la provocada por los cortes para dimensionamiento en que cerca del 10% de las pérdidas es producida por esta fuente de pérdida.

5.6 Análisis de Indicadores

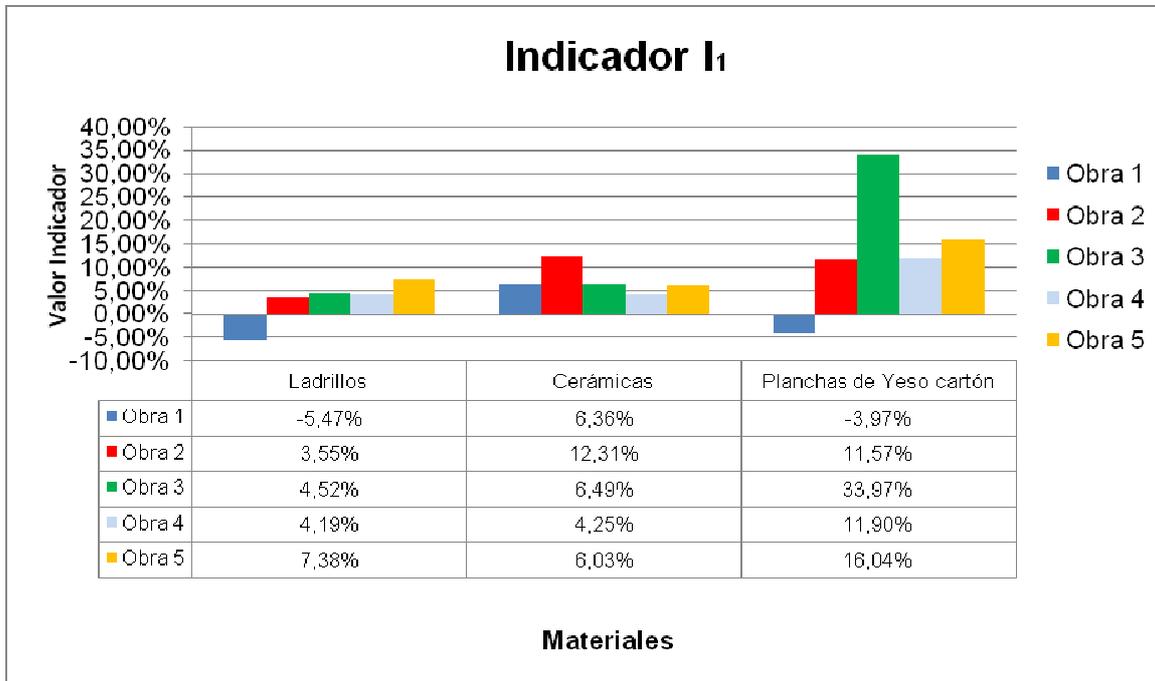


Figura 5.6.1: Comparación indicador I₁ para las distintas obras.

Bueno a excepción de la obra 1 era de esperarse que estos indicadores fueran mayores que cero, debido a normalmente las cubriciones para presupuestar los materiales van con un porcentaje de pérdida asociado y no se cubica con gran precisión.

Normalmente para las cubriciones de ladrillos y de cerámicas se utiliza alrededor de un 5 % de pérdidas teórico, lo que se ve reflejado en los resultados de este indicador a excepción de de la obra 1 en los ladrillos que se puede deber a que en los planos de cálculo faltaba un eje y el detalle de un bowindow para el tipo de vivienda que más se repetía en la etapa y como se maneja un cuadro de materiales que no se modifica para las distintas etapas puede influir en este indicador.

En el caso de las cerámicas el indicador que se escapa es el de la obra 2 en el que se cubican los materiales en terreno para corroborar cuanto es el material que se utiliza realmente por vivienda y en este caso se nos entrego la cubicación en cantidad de palmetas de cerámicas que se utilizan por vivienda, con lo que se ve que el porcentaje de pérdida debido al corte es de alrededor de un 10%.

En las planchas de yeso cartón los índices de pérdidas son mayores a excepción de la obra 1 en que se puede deber a que había tipos de viviendas que se modificaban y no se hacía el ajuste en el cuadro de materiales que entregaba todas las cubicaciones para realizar las compras. Los índices son mayores en las planchas de yeso cartón debido a que las cubicaciones que se entregaron por parte de las oficinas técnicas venían en cantidades de planchas por tipo, lo que lleva a tener un índice mayor por la incidencia del corte de material, a diferencia de las cerámicas que se entregan las cubicaciones por metros cuadrados. En el caso de la obra 3 existe claramente un error en las cubicaciones y por según la tabla 4.2.3.15 los indicadores de todas las casas son altísimos, por lo que no se debe a que haya sido error en algún tipo de casa en específico, pero no significa que por este error se tengan más pérdidas pues depende del ajuste que se haga después.

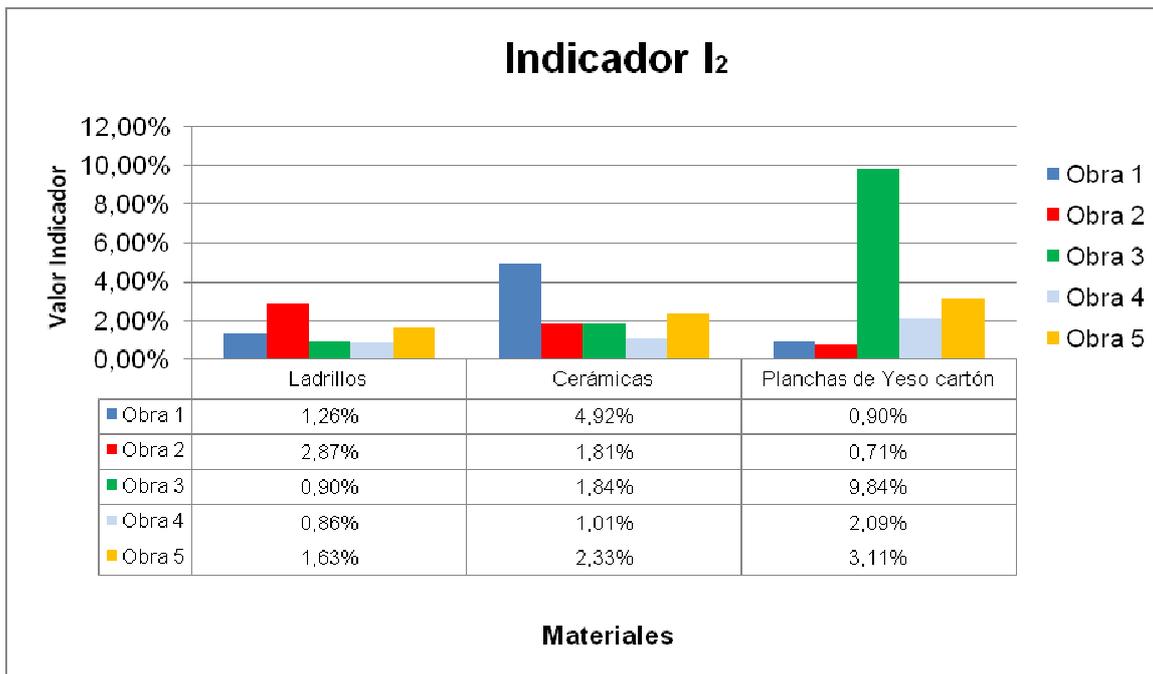


Figura 5.6.2: Comparación indicador I₂ para las distintas obras.

Como se ve en la figura 5.6.2 los indicadores son mucho menores, esto debido a que las cubriciones realizadas con los planos entregados por las oficinas técnicas se hicieron de una manera mas pausada y tratando de ser mucho mas preciso.

Para el caso de los ladrillos que es donde los indicadores son los mas bajos de todas las cubriciones se realizaron en AutoCad, en los planos de cálculo se dibujó una malla de las albañilerías en todas las elevaciones para poder hacer una simulación lo más acercada a la realidad de cómo se iban a poner los ladrillos con sus respectivas canterías y posteriormente se procedió a contar los ladrillos que cabían en cada eje.

En las cerámicas también se tuvo un índice de alrededor de un 2%, esto se debe a que las cubriciones se hacían sin tomar en cuenta los cortes para dimensionamiento, sino que tal cual como después se medían en terreno. La única diferencia mayor que se tuvo fue en la obra 1 donde los planos de arquitectura no tenían el detalle de los baños y la cocina por separado, lo que era más difícil de cubicar.

Las planchas de yeso cartón también el valor del indicador I₂ es menor que el I₁ debido a que las cubriciones se realizaron de acuerdo a los m² reales que deberían estar puestos en

cada tipo de vivienda, dónde se tuvo mayores problemas fue en las casa de más de 2 pisos donde las geometrías son mas complejas y se necesita un mayor tiempo de trabajo en los planos o simplemente ni viene un buen detalle de las tabiquerías.

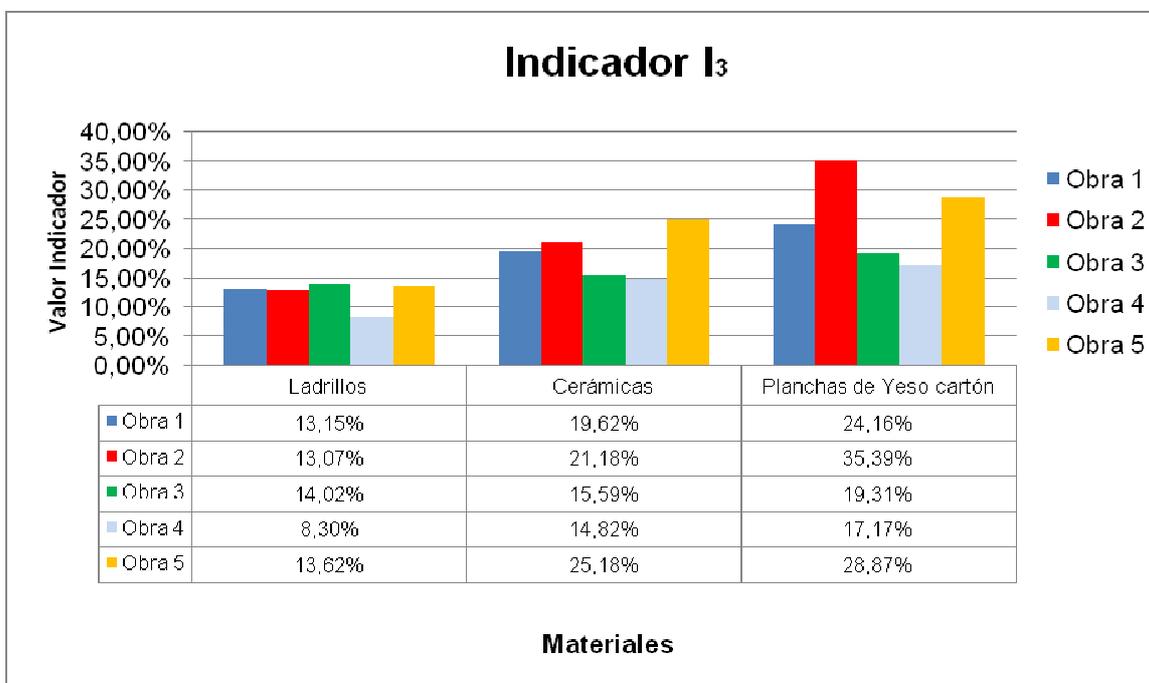


Figura 5.6.3: Comparación indicador I₃ para las distintas obras.

El promedio de los indicadores de los ladrillos es un 12,31%, donde la obra con el menor valor del indicador es la obra 4, esto se debe más que nada a la rigurosidad de la bodega y al mantener el lugar de trabajo ordenado, donde los ladrillos se tienen bien acopiados y cerca de los lugares de manipulación de ellos. La manera de administrar una obra es muy importante, desde hacer un buen layout de la ubicación de todas las instalaciones, imponer una rigurosidad en la bodega y que se trate de no tener muchos desperdicios a la hora de trabajar.

En general las fuentes que generan una mayor cantidad de pérdidas son el corte para dimensionamiento, el trabajo mal hecho y la falta de un plan de manejo de residuos. En todas las obras se ve como van quedando ladrillos botados por donde ya se han hecho las albañilerías, incluso hay partes en que van quedando parte de los pallet con ladrillos deteriorándose por no ser utilizados o por no estar en un lugar de acopio seguro se rompen, también cuando se cortan los ladrillos se generan muchas pérdidas debido a que no se

utiliza el 100% del material y hay casos en que no se hacen bien los trazos o los ladrillos no son de buena calidad lo que lleva a hacer un trabajo mal hecho.

Para el caso de las cerámicas y las planchas de yeso cartón todas las obras tienen casi la misma proporción del valor del indicador de una obra respecto de las otras.

Está muy claro que la empresa B es la que tiene un menor valor de los indicadores de pérdidas para los dos materiales y esto se debe a que las obras 3 y 4 tienen una misma metodología de trabajo en bodega, en que se tiene vales prehechos para los materiales que se acopian en bodega y las cantidades cubicadas en un principio se van ajustando a lo que realmente se necesita por cada vivienda. También tienen un plan de tratamiento y almacenamiento de los materiales críticos, en los cuales se dictan las medidas para ver qué tipos de controles se les deben hacer a los ladrillos, cerámicas y las planchas de yeso cartón.

Estos indicadores son mayores debido a que hay un alto porcentaje que se pierde por corte para dimensionamiento, también debido a que son materiales frágiles que por un mal acopio o transporte se pueden quebrar, en el caso de las planchas de yeso cartón de la obra 2 hay un error grave en el cuadro de cubicaciones que se tiene en terreno en las casas A y B tienen que se deben utilizar más planchas de las que realmente entran y esto abarcaría un universo de 23 viviendas sobre un total de 73. (Ver tabla 4.2.2.17)

Las cubicaciones de las obras son muy importantes, ya que en general el porcentaje de pérdida que se le aplica a los materiales es después de realizar las cubicaciones que ya tienen un porcentaje de pérdida intrínseco por no ser exactos. Esto se pudo verificar con el indicador I_1 , con el cual se hizo una comparación entre el material cubicado por oficina técnica y el realmente puesto en obra, lo que arrojó como resultado que en promedio los ladrillos se cubican con un 5% de diferencia, las cerámicas con un 8% y las planchas de yeso cartón con un 15%. Esta diferencia se debe a que los ladrillos normalmente se cubican por metro cuadrado, las cerámicas se toman los muros completos sin descontarle muchas veces las superficies que no llevan cerámicas como en los muebles y las planchas de yeso cartón porque se cubican por cantidad de planchas que se necesitan, o sea va incluida la pérdida por el corte.

A continuación en la tabla 5.6.1 un resumen de los materiales con sus respectivos indicadores promedios, eso sí para el caso del indicador I_1 se dejó fuera a la obra 1 para las cerámicas y las planchas de yeso cartón por no ser representativas. También en esta tabla se ven las 4 principales fuentes de pérdidas para cada material en orden de importancia.

Materiales	I_1	I_2	I_3	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3	Fuente 4
Ladrillos	4,7%	1,8%	12,3%	PTM	PPC	PMA	PUI
Cerámicas	7,7%	2,4%	19,0%	PPC	PTM	PFC	PMA
Planchas de yeso cartón	21,6%	4,1%	24,1%	PTM	PPC	PMA	PUI

Tabla 5.6.1: Tabla resumen indicadores

5.7 Comparación Indicadores

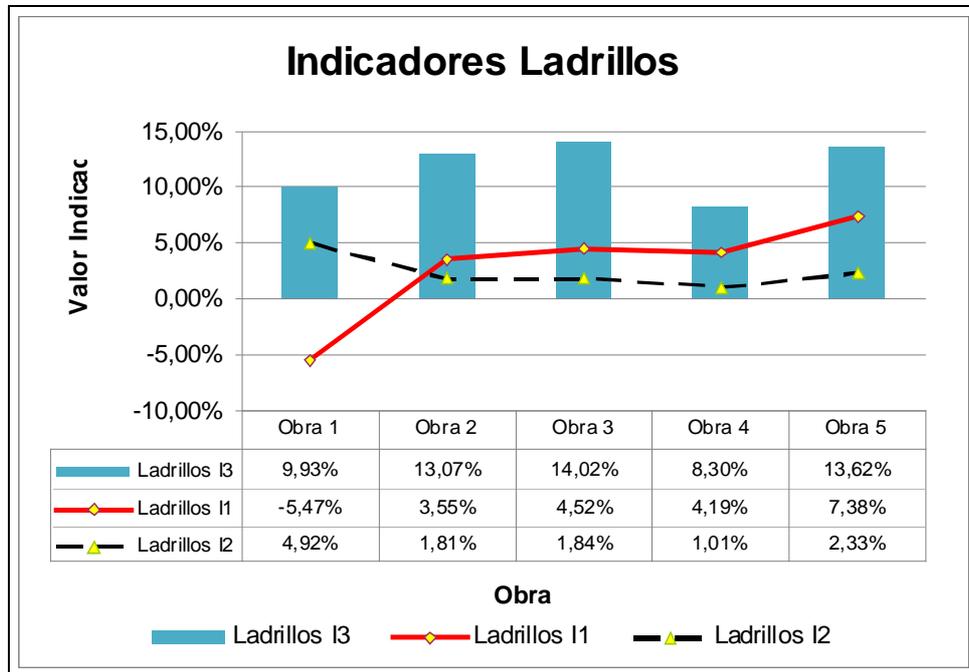


Figura 5.7.1: Comparación indicadores ladrillos.

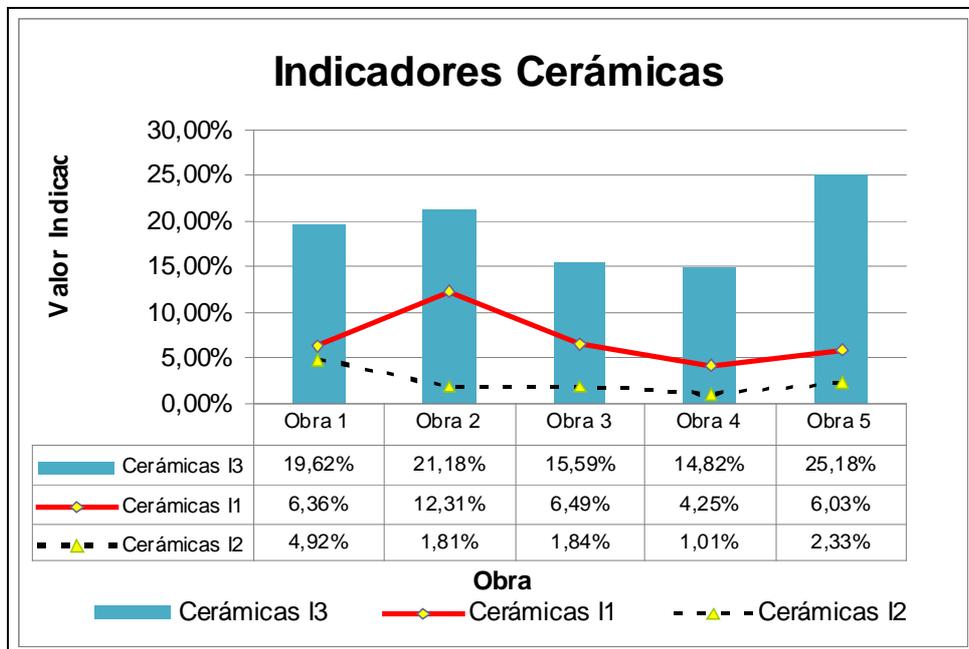


Figura 5.7.2: Comparación indicadores cerámicas.

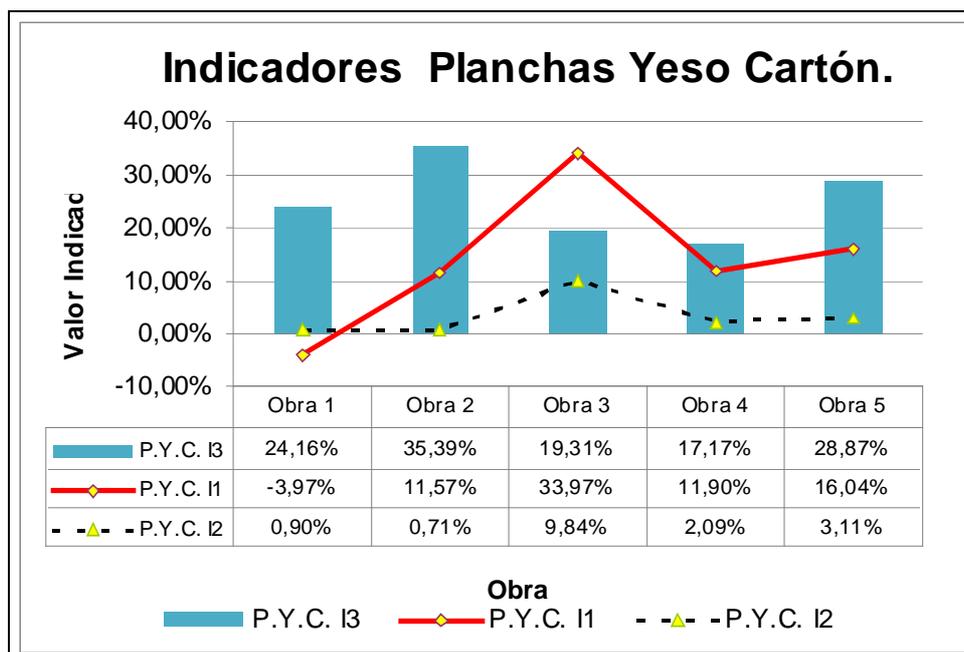


Figura 5.7.3: Comparación indicadores planchas de yeso cartón.

De las figuras anteriores podemos notar que el indicador I_2 no tiene mucha correlación con el I_3 , en todo caso este indicador se creó más que nada para ver si una cubicación con mayor cuidado puede acercarse más al material puesto en terreno, esto para poder a llegar a presupuestar de mejor manera los materiales y llevar un mejor control de ellos. En general el indicador I_2 es mucho menor que el indicador I_1 lo que quiere decir que para el caso de los ladrillos y las cerámicas se puede ajustar más el material a lo que se pone realmente, lo mismo pasa en el caso de las planchas de yeso cartón, pero hay que tomar en cuenta que las cubicaciones que se entregan es en cantidad de planchas de yeso cartón que incluirían el corte equivalente a un 9%.

El indicador I_1 se puede ver que hay cierta correlación en el caso de los ladrillos y las cerámicas, pues se sigue una tendencia de crecimiento o baja al igual que el indicador I_3 a excepción de la obra 1 en que hay problemas en las cubicaciones entregadas por oficina técnica. Esto se puede atribuir a que como los pedidos de materiales se hacen en base a estas cubicaciones entonces se cubica mal y se ve lo que realmente se compró se piensa que están dentro de sus porcentajes admisibles de pérdidas, entonces no ponen hincapié en mejorar aspectos para disminuir las pérdidas. Otra cosa es que como se trata de viviendas en extensión en que muchas veces se va ajustando las cubicaciones a partir de las etapas

anteriores y puede ser que se tengan muchas veces pérdidas que no se tienen contempladas pero los profesionales creen que en verdad se están dando los porcentajes de pérdida “normales” pero que en realidad no corresponden a la realidad o a lo que ellos se dan como admisibles.

En el caso de las planchas de yeso cartón es mas complicado que exista alguna correlación debido a las metodologías de cubicación, la dificultad o manera de modular las planchas de yeso cartón y que normalmente se trabaja con subcontrato las tabiquerías y tienen que estar en constante coordinación con otros subcontratos como los son el yesos e instalaciones varias, entonces hay mas agente externos que participan.

CAPÍTULO 6: ANÁLISIS ECONÓMICO.

En este estudio cobra una real importancia dimensionar económicamente las pérdidas de materiales, ya que debido a este análisis se podrá cuantificar la magnitud del problema de las pérdidas de materiales dentro de un proyecto.

Para este análisis se darán a conocer distintos porcentajes desde el punto de vista de los costos que a continuación se detallan:

P_1 : Corresponde al porcentaje del costo de un material respecto del costo de todos los materiales utilizados en la etapa estudiada.

P_2 : Corresponde al porcentaje del costo de un material respecto del costo total de la etapa.

P_3 : Corresponde al porcentaje de pérdida respecto al costo de todos los materiales utilizados en la etapa estudiada.

P_4 : Corresponde al porcentaje de pérdida respecto al costo total de la etapa estudiada.

I_3 : Corresponde al porcentaje de pérdida del material, para el caso de las cerámicas y planchas de yeso cartón se les descontó la pérdida por corte.

En el costo total de las etapas se consideran los costos de los materiales, mano de obra y el de los subcontratos.

6.1 ANÁLISIS ECONÓMICO OBRA 1

Material	P ₁ [%]	P ₂ [%]
Ladrillos	9,32%	3,00%
Cerámicas	3,40%	1,09%
Planchas de Yeso Cartón	8,00%	2,57%
Acero	9,29%	2,99%
Hormigones	17,69%	5,70%
Morteros	9,20%	2,96%

Tabla 6.1.1: Participación de los materiales más influyentes.

Material	P ₁ [%]	P ₂ [%]	I ₃	P ₃ [%]	P ₄ [%]	Pérdidas [UF]
Ladrillos	9,32%	3,00%	9,93%	0,93%	0,30%	200
Cerámicas	3,40%	1,09%	12,60%	0,43%	0,14%	92
Planchas de Yeso Cartón	8,00%	2,57%	15,16%	1,21%	0,39%	262
Total	20,72%	6,66%	12,56%	2,57%	0,83%	554

Tabla 6.1.2: Incidencia y pérdidas de los materiales estudiados.

Material	Pérdidas [UF/m ²]	Total [UF]
Ladrillos	0,024	11402
Cerámicas	0,011	5271
Planchas de Yeso Cartón	0,032	14928
Total	0,068	31602

Tabla 6.1.3: Proyección total en pérdidas del proyecto completo.

Para esta obra la relación entre el gasto en materiales y el costo total de la obra es de un 32,2%, por lo cual toma una gran relevancia las pérdidas causadas por un mal manejo de materiales.

Desde el punto de vista económico de la tabla 6.1.2 se puede ver que los materiales estudiados corresponden al 20,72% del total de los materiales y al 6,66% del total de la obra. En términos de las pérdidas se puede apreciar que son bastante significativas representando un 0,83% del costo total de la obra solo en estos materiales.

En la tabla 6.1.3 se aprecia que la cantidad de dinero que se perderá por concepto de un mal manejo de materiales en todo el proyecto es de 31602 UF, lo que no es menor ya que con esta cantidad de dinero se podría construir aproximadamente 64 viviendas, lo que corresponde prácticamente a una etapa completa.

6.2 ANÁLISIS ECONÓMICO OBRA 2

Material	P ₁ [%]	P ₂ [%]
Ladrillos	14,46%	5,99%
Cerámicas	3,06%	1,27%
Planchas de Yeso Cartón	2,56%	1,06%
Acero	24,44%	2,99%
Hormigones	15,42%	5,70%
Morteros	8,79%	2,96%

Tabla 6.2.1: Participación de los materiales más influyentes.

Material	P ₁ [%]	P ₂ [%]	I ₃	P ₃ [%]	P ₄ [%]	Pérdidas [UF]
Ladrillos	14,46%	5,99%	13,07%	1,89%	0,78%	668
Cerámicas	3,06%	1,27%	11,20%	0,34%	0,14%	121
Planchas de Yeso Cartón	2,56%	1,06%	24,39%	0,62%	0,26%	221
Total	20,09%	8,32%	16,22%	2,86%	1,18%	1010

Tabla 6.2.2: Incidencia y pérdidas de los materiales estudiados.

Material	Pérdidas [UF/m ²]	Total [UF]
Ladrillos	0,073	4723
Cerámicas	0,013	858
Planchas de Yeso Cartón	0,024	1559
Total	0,111	7139

Tabla 6.2.3: Proyección total en pérdidas del proyecto completo.

Para esta obra la relación entre el gasto en materiales y el costo total de la obra es de un 41,4%, por lo que es muy importante disminuir las pérdidas de materiales, pues cobran una mayor incidencia dentro de las pérdidas de la obra.

Desde el punto de vista económico de la tabla 6.2.2 se puede ver que los materiales estudiados corresponden al 20,09% del total de los materiales y al 8,32% del total de la obra. En términos de las pérdidas se puede apreciar que son bastante significativas representando un 1,18%, lo que es mucho si se toma en cuenta que se están estudiando solo 3 materiales.

En la tabla 6.2.3 se aprecia que la cantidad de dinero que se perderá por concepto de un mal manejo de materiales en todo el proyecto es de 7139 UF, tomando en cuenta que se trata de un proyecto de tan solo 516 viviendas y que se pierden 0,111 UF/m².

6.3 ANÁLISIS ECONÓMICO OBRA 3

Material	P ₁ [%]	P ₂ [%]
Ladrillos	11,28%	5,11%
Cerámicas	2,91%	1,32%
Planchas de Yeso Cartón	5,36%	2,43%
Acero	14,36%	6,51%
Hormigones	9,32%	4,22%
Morteros	7,44%	3,37%

Tabla 6.3.1: Participación de los materiales más influyentes.

Material	P ₁ [%]	P ₂ [%]	I ₃	P ₃ [%]	P ₄ [%]	Pérdidas [UF]
Ladrillos	11,28%	5,11%	14,02%	1,58%	0,72%	397
Cerámicas	2,91%	1,32%	8,60%	0,25%	0,11%	63
Planchas de Yeso Cartón	5,36%	2,43%	10,31%	0,55%	0,25%	139
Total	19,55%	8,86%	10,98%	2,38%	1,08%	598

Tabla 6.3.2: Incidencia y pérdidas de los materiales estudiados.

Material	Pérdidas [UF/m ²]	Total [UF]
Ladrillos	0,037	15668
Cerámicas	0,006	2484
Planchas de Yeso Cartón	0,013	5480
Total	0,055	23631

Tabla 6.3.3: Proyección total en pérdidas del proyecto completo.

Para esta obra la relación entre el gasto en materiales y el costo total de la obra es de un 45,3%, por lo cual, al igual que en la obra anterior, toma una gran relevancia las pérdidas causadas por un mal manejo de materiales.

Desde el punto de vista económico de la tabla 6.3.2 se puede ver que los materiales estudiados corresponden al 19,55% del total de los materiales y al 8,86% del total de la obra. En términos de las pérdidas se puede apreciar que son bastante significativas representando un 1,08% del costo total de la obra solo con el estudio de 3 materiales.

En la tabla 6.3.3 se aprecia que la cantidad de dinero que se perderá por concepto de un mal manejo de materiales en todo el proyecto es de 23631 UF, lo que representa la construcción de aproximadamente 78 viviendas, lo que corresponde prácticamente a una etapa completa.

6.4 ANÁLISIS ECONÓMICO OBRA 4

Material	P ₁ [%]	P ₂ [%]
Ladrillos	6,24%	3,16%
Cerámicas	3,31%	1,68%
Planchas de Yeso Cartón	4,83%	2,45%
Acero	5,06%	2,56%
Hormigones	2,42%	1,23%
Morteros	7,74%	3,92%

Tabla 6.4.1: Participación de los materiales más influyentes.

Material	P ₁ [%]	P ₂ [%]	I ₃	P ₃ [%]	P ₄ [%]	Pérdidas [UF]
Ladrillos	6,24%	3,16%	8,30%	0,52%	0,26%	67
Cerámicas	3,31%	1,68%	7,80%	0,26%	0,13%	34
Planchas de Yeso Cartón	4,83%	2,45%	9,17%	0,44%	0,22%	58
Total	14,37%	7,28%	8,42%	1,22%	0,62%	158

Tabla 6.4.2: Incidencia y pérdidas de los materiales estudiados.

Material	Pérdidas [UF/m ²]	Total [UF]
Ladrillos	0,015	6315
Cerámicas	0,007	3144
Planchas de Yeso Cartón	0,013	5399
Total	0,035	14857

Tabla 6.4.3: Proyección total en pérdidas del proyecto completo.

Para esta obra la relación entre el gasto en materiales y el costo total de la obra es de un 50,7%, lo que produce que este estudio cobre una mayor importancia para disminuir los costos dentro de la obra.

Desde el punto de vista económico de la tabla 6.4.2 se puede ver que los materiales estudiados corresponden al 14,37% del total de los materiales y al 7,28% del total de la obra. En términos de las pérdidas se puede apreciar que son relevantes representando un 0,62% del costo total de la obra con el estudio de solo 3 materiales.

En la tabla 6.4.3 se aprecia que la cantidad de dinero que se perderá por concepto de un mal manejo de materiales en todo el proyecto es de 14857 UF, con lo que se podrían construir

aproximadamente 43 viviendas, eso si se tiene que las pérdidas por metro cuadrado son relativamente bajas con 0,035 UF/m².

6.5 ANÁLISIS ECONÓMICO OBRA 5

Material	P ₁ [%]	P ₂ [%]
Ladrillos	10,21%	2,31%
Cerámicas	2,62%	0,59%
Planchas de Yeso Cartón	2,25%	0,51%
Acero	16,85%	3,81%
Hormigones	11,54%	2,61%
Morteros	4,60%	1,04%

Tabla 6.5.1: Participación de los materiales más influyentes.

Material	P ₁ [%]	P ₂ [%]	I ₃	P ₃ [%]	P ₄ [%]	Pérdidas [UF]
Ladrillos	10,21%	2,31%	13,62%	1,39%	0,31%	539
Cerámicas	2,62%	0,59%	16,20%	0,43%	0,10%	165
Planchas de Yeso Cartón	2,25%	0,51%	18,87%	0,42%	0,10%	165
Total	15,08%	3,41%	16,23%	2,24%	0,51%	869

Tabla 6.5.2: Incidencia y pérdidas de los materiales estudiados.

Material	Pérdidas [UF/m ²]	Total [UF]
Ladrillos	0,075	1649
Cerámicas	0,023	504
Planchas de Yeso Cartón	0,023	503
Total	0,120	2656

Tabla 6.5.3: Proyección total en pérdidas del proyecto completo.

Para esta obra la relación entre el gasto en materiales y el costo total de la obra es de un 22,6%, lo cual es relativamente poco respecto al costo total de la obra.

Desde el punto de vista económico de la tabla 7.5.2 se puede ver que los materiales estudiados corresponden al 15,08% del total de los materiales y al 3,41% del total de la obra. En términos de las pérdidas se puede apreciar que no son tan significativas como las otras obras representando un 0,51% del costo total de la obra.

En la tabla 7.5.3 se aprecia que la cantidad de dinero que se perderá por concepto de un mal manejo de materiales en todo el proyecto es de 2656 UF, lo que es mucho menor a las otras

obras debido a que se trata de un proyecto de tan solo 107 viviendas, pero las pérdidas por metro cuadrado es la mayor con 0,12 UF/m².

6.6 ANÁLISIS ECONÓMICO GENERAL

Obra	I₃	P₄ [%]	Pérdidas [UF/m²]	Pérdidas Totales [UF]
Obra 1	12,56%	0,83%	0,068	31602
Obra 2	16,22%	1,18%	0,111	7139
Obra 3	11,64%	1,13%	0,058	23631
Obra 4	8,42%	0,62%	0,035	14857
Obra 5	16,23%	0,51%	0,120	2656

Tabla 6.6.1: Resumen indicador promedio y pérdidas.

De la tabla 6.6.1 se desprende que las obras que tienen un mayor valor del indicador de pérdidas I₃ tienen más pérdidas por metro cuadrado.

Las pérdidas en las diversas obras tienen distinta relevancia, ya que la influencia de estas pérdidas se ven reflejadas en el costo de las pérdidas respecto al costo total de la obra (P₄), y que se deben a distintos factores como pueden ser la cantidad que se gasta en materiales respecto al costo total de la obra, como lo son los casos de las obras 2 y 3, en que se gastan mas del 45% en este ítem. Para el caso de la obra 5 si bien es cierto es donde se producen mayor cantidades de pérdidas estas no influyen tanto dentro de los gastos de la obra debido a que el gasto en materiales respecto al costo total de la obra es de tan solo un 22,6%.

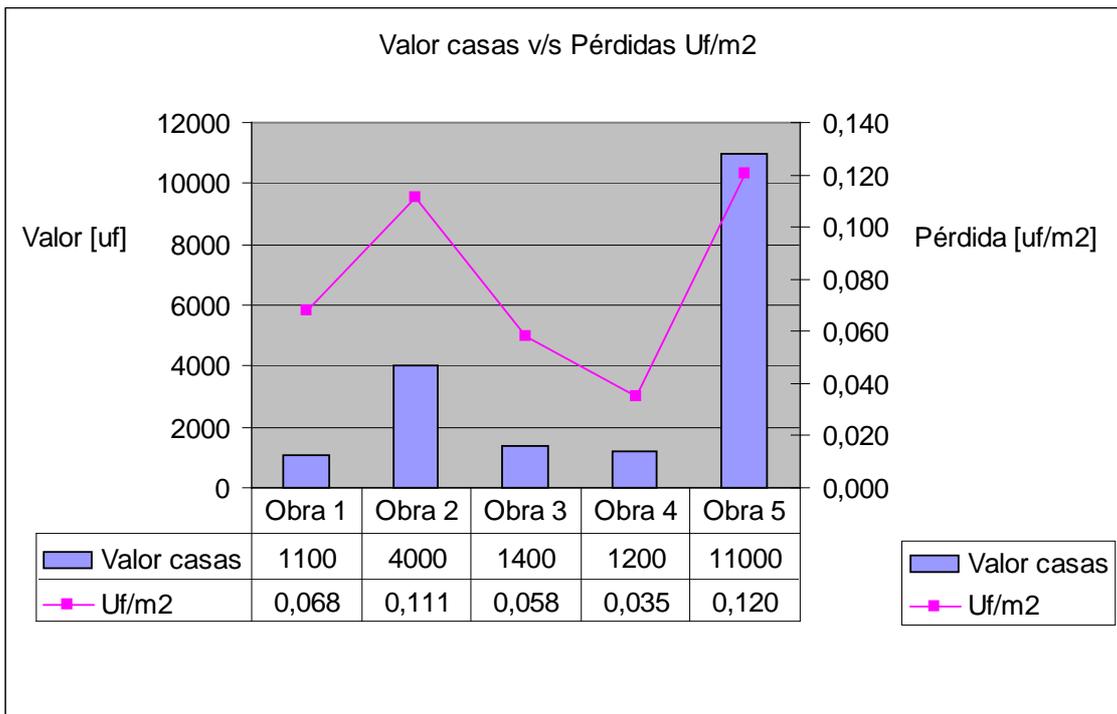


Figura 6.6.1: Gráfico relación valor casas con pérdidas.

De la figura 6.6.1 se desprende que existe una correlación entre el segmento a que apuntan las viviendas y las pérdidas de materiales por metro cuadrado, ya que donde existe una mayor pérdida es en las viviendas de mayor valor económico. Esto se debe a que las viviendas de menor precio tienen que disminuir al máximo el costo de construcción para poder marginar más, ya que las casas de menor valor normalmente tienen diseños arquitectónicos más simples, lo que influye desde el punto de vista de la constructibilidad y a la vez se tiene una menor cantidad de subcontratos dentro de la obra que influye en tener un mejor orden de los materiales dentro de la obra.

Es importante analizar lo que sucede con la obra 2, en la cual se produce un fenómeno muy importante ya que el gasto por pérdidas de materiales respecto del costo total de la obra P_4 es muy alto, lo que se produce porque el gasto en materiales corresponde a un 41% y a que se tiene un alto valor en el indicador de pérdidas I_3 . Es por esto que para estos casos se debe tener un mayor cuidado en disminuir las pérdidas de materiales, o si no se producirán muchos gastos extras que tendrán un mayor impacto en el costo total de la obra.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES. .

7.1 Comentarios

.Todas las cubicaciones que se hacen utilizan un porcentaje más bajo que lo que se da en realidad, que en promedio para el caso de los ladrillos alcanza un 12%, las cerámicas un 19% y las planchas de yeso cartón un 24%.

Las dos obras que presentaron una mayor cantidad de pérdidas de materiales en promedio fueron la obra 2 con un 23.2% y la 5 con un 22.6%. Un punto importante dentro de estas pérdidas se debe a que las viviendas se enfocan a un nivel socioeconómico más alto con precios que van desde las 3.600 U.F., esto influye directamente porque son de dos pisos las viviendas y normalmente se tienen mejores diseños del punto de vista arquitectónico, pero no así en lo que respecta a la optimización de materiales, pues se utilizan mayor cantidades de cortes o diseños más complejos.

Para las obras 1, 3 y 4 sus pérdidas fueron de 17.9%,16.3 y 13.4% respectivamente, las cuales apuntan a un tipo de vivienda más económica que va de las 1000 U.F. hasta 1800 U.F., por el menor valor de las viviendas hay casos en que se utiliza una menor cantidad de cerámicas, existiendo viviendas que incluso llevan cerámicas sólo en los pisos del baño y cocina. En este tipo de casas se repite mucho la vivienda más simple de 1 piso en que la pérdida de las planchas de yeso cartón es mucho menor al tener menor cantidad de detalles y cortes.

Otro factor que influye en estas pérdidas es que las viviendas de un mayor valor comercial no le influye tanto tener un poco más de pérdidas, ya que el margen de ganancia es mucho mayor y por el contrario las viviendas más económicas tienen que tratar de optimizar los recursos en todas las partidas de la obra. Esto se puede ver en el análisis económico, en que las viviendas de mayor valor tienen una mayor valor en las pérdidas por metro cuadrado.

7.2 Conclusiones

- Una de las principales conclusiones es que en general los profesionales que trabajan en obras de vivienda en extensión no conocen con precisión cuánta es la pérdida real de los materiales, generalmente los profesionales utilizan un porcentaje de pérdida teórico que ellos creen que es el real o se acerca a lo que catalogan como admisible, pero que en la realidad no corresponde a lo que se pierde.
- Todas las pérdidas de materiales producen una baja en la productividad de la obra, pues cerca del 1% del total de la obra corresponde a pérdidas de materiales, lo que no es despreciable si se considera que el estudio abarcó 3 materiales y toda utilización de recurso extra va en desmedro de la productividad de la obra. En las obras en que existía una mejor organización de la bodega se tenían menores cantidades de pérdidas, por lo que una organización efectiva de la bodega puede provocar también un aumento en la productividad de la obra.
- De acuerdo al indicador I_2 se concluye que se pueden hacer mejores cubicaciones, siempre y cuando se cuente con planos completos. Para el caso de los ladrillos se recomienda hacer las mallas de la albañilería en las elevaciones para así poder proyectar mejor la cantidad de material a utilizar.
- Del estudio realizado se concluyó que las fuentes más frecuentes para las pérdidas de materiales fueron las siguientes:
 1. Cortes para dimensionamiento.
 2. Trabajo mal hecho.
 3. Falta de control de materiales. (bodega – terreno)
 4. Mal acopio.
- La pérdida por corte para dimensionamiento es la que se produce con una mayor frecuencia y es una de las más importantes, ya que produce en forma constante con un alto porcentaje de pérdidas que para el caso de las cerámicas es de aproximadamente un 8% y en el caso de las planchas de yeso cartón un 9%.

- El trabajo mal hecho se da mucho por trabajar con subcontratos a los cuáles les interesa llevar un avance rápido y no se preocupan por la cantidad de materiales que se utilizan o si no queda muy bien hecho el trabajo, por eso es importante supervisar muy bien a los subcontratos.

7.3 Recomendaciones

De la realización de este trabajo se presentan las recomendaciones, con miras a minimizar las pérdidas de materiales en obras de edificación en extensión:

- En la etapa de diseño del proyecto se tiene que tener una coordinación dimensional de los materiales que existen en el mercado, para poder hacer rendir al máximo los materiales sin tener que realizar muchos cortes y utilizar materiales de buena calidad de modo tal que de no tener problemas de trabajo mal hecho por culpa de la calidad del material.
- Para realizar una mejor cubicación y coordinación dimensional de los materiales que se utilizaran es importante que en los planos de arquitectura se agreguen los detalles de las tabiquerías para que se puedan modular de mejor manera las planchas de yeso cartón utilizando planchas de distintas dimensiones para disminuir las pérdidas debido al corte de material. También es importante hacer los planos de los baños y cocinas con los cortes que llevan en los lugares que van muebles u otras instalaciones para poder ocupar la cerámica de acuerdo a las dimensiones del material que se utilice.
- Para la compra de materiales como se trata de viviendas en extensión se podrían realizar primero una casa piloto de cada tipo para poder cubicar cuánto es el material que realmente se utiliza por casa, para hacer inmediatamente un ajuste de los materiales presupuestados y saber realmente cuánto es el material que se está perdiendo por dimensionamiento.

- Para el control del material es importante tener el control de cuánto es el material que se está enviando a terreno y en qué se está utilizando para esto se detallará una metodología:
 1. Cubicar cuanto es el material que se utiliza realmente en cada tipo de casa.
 2. Por cada tipo de casa crear vales prehechos, en los cuales por partida se indique la cantidad total de materiales que se necesita y para que casa va ese material.
 3. Los capataces con estos vales impresos sólo los tienen que firmar y pedir el material un día antes, esto para verificar que el material no ha sido pedido antes. Los capataces se responsabilizan por los vales de materiales que se firman y por esto mismo se tiene que tener a capataces mejor calificados y no como se vio en varias ocasiones que los capataces no tenían ningún tipo de aptitudes para el cargo.
 4. La bodega permanecerá cerrada en un período en que se cargaran las solicitudes de material del día anterior y se enviarán a terreno optimizando la cantidad de viajes y sin producir desordenes en los pedidos, lo que aumenta la productividad.
- Para la compra de materiales se tiene que crear una muy buena coordinación entre los profesionales de terreno y la bodega, esto es para que la compra de materiales se haga de manera tal que sólo se compre el material estrictamente necesario y no sobre o se tenga acopiado deteriorándose.
- En las obras normalmente se realiza un inventario por parte de la empresa constructora una o dos veces al año, por lo que sería recomendable hacer un inventario interno por obra mensualmente aunque sea de los materiales más críticos. Los objetivos de realizar estos inventarios son los siguientes:
 1. Disminuir las pérdidas debido al deterioro de materiales.
 2. No provocar faltantes que paralicen la producción.

3. Promover la organización efectiva de la bodega.
 4. Minimizar la cantidad de materiales a ser usados en el proceso.
 5. Proteger los materiales contra daños.
 6. Hacer un uso eficiente y efectivo de los materiales en el proceso.
 7. Eliminar los accidentes y daños por malos procesos de apilamiento.
 8. Maximizar el rendimiento. (salida/entrada)
- Crear un plan de manejo de los residuos, en el cual todo el material que va sobrando hay que clasificarlo y ver si se puede reutilizar, para esto es importante acumular los materiales sobrantes por tipo para clasificarlos y posteriormente enviarlos donde se puedan reutilizar.
 - Ubicar bien la bodega, esto es importante, ya que si la bodega se encuentra muy lejos del lugar de trabajo los materiales más frágiles al recorrer una mayor distancia tienen una mayor probabilidad de que se rompan como lo son las cerámicas y si no se tienen buenos accesos a la obra puede producir retraso en la entrega de los materiales llevando a disminuir la productividad de la obra. También es importante que la bodega tenga un buen lugar de acopio de materiales, en que los materiales más críticos estén protegidos de la humedad o simplemente se pongan en lugares que no sufran un tránsito continuo de maquinarias o personal de trabajo.
 - Para el transporte de los materiales se tiene que tener un medio de transporte adecuado al material que se transporta.
 - Tener una buena coordinación entre los subcontratos, sobre todo en el caso de las tabiquerías el cual tiene directa incidencia en el avance con los ceramistas, eléctricos, yesos y otras instalaciones, pues una mala coordinación puede llevar a tener que rehacer trabajo en que algún subcontrato no ha cumplido con su trabajo También es importante crear una metodología en que los subcontratos se responsabilicen por el material extra gastado en que los trabajos han quedado mal hechos por tratar de sólo avanzar rápido.

- En este tipo de proyectos en que se construye por etapas verificar el indicador de pérdidas l₃ etapa a etapa para verificar que las pérdidas no sean mayores a las proyectadas y para mejorar este indicador en el tiempo para optimizar el uso de los materiales.

CAPÍTULO 8: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. .

1. Agopyan, Espinelli, Paliari, Cohelo. Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra. En: Torres, C. y Ino, A. Inovação, Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional. Vol 2. Brasil, Coletanea Habitare, 2003. pp. 224-249.
2. Almeida, M., Torres, C., Rossi, I. “ Métodos para medir los costos de las pérdidas en la industria de la construcción”. Revista Ingeniería de Construcción
3. Acevedo I., D., “Mejoramiento de calidad en una empresa constructora: Análisis de los efectos de la publicación de un indicador de desempeños”, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile, 2004.
4. Alarcón C., L., “Identificación y Reducción de pérdidas en la construcción: herramientas y procedimientos.”
5. Botero B., L., “Construcción sin Pérdidas: Análisis de procesos y filosofía Lean Construction.”.
6. Henríquez G., J., “Plan de minimización de pérdidas en la edificación en altura”, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile, 1998.
7. Hidalgo Apablaza, H., “Aseguramiento de calidad en construcciones de viviendas”, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile, 1999.
8. Moena Alaniz, J., “Perdidas de materiales en obras de construcción de viviendas: propuestas de administración de desperdicios”, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile, 2005.
9. Simposio Brasileiro de gestión en economía de construcción (3º, 2003, Sao Paulo, Brasil). O desperdicio na construcao civil do Rio Grande do Norte: Um estudo de caso en revestimento cerámico, 2003.
10. <http://www.brotec-icafal.cl>
11. <http://www.ebco.cl>

12. <http://www.seremisaludrm.cl>

13. <http://www.socovesa.cl>

ANEXOS .

ANEXO 1

“Estudio para minimizar las Pérdidas de Materiales en Obras de Edificación en Extensión”

Nombre entrevistado:

Profesión:

Cargo:

Empresa:

Mail:

1. ¿Cuáles son los materiales que se utilizan en las obras de edificación en extensión?

	Ladrillos
	Hormigón
	Mortero
	Metalcon
	Fierro
	Planchas de yeso cartón
	Madera
	Cerámicas
	Otros:

2. De los materiales antes mencionados ¿Cuáles son los que tienen una mayor incidencia dentro de las pérdidas de materiales?

	Ladrillos
	Hormigón
	Mortero
	Metalcon
	Fierro
	Planchas de yeso cartón
	Madera
	Cerámicas
	Otros:

3. ¿Influyen estas pérdidas de materiales en la productividad de la obra? ¿Por qué?
4. ¿Qué incidencia tienen estos tipos de pérdidas en el costo final del proyecto?
5. ¿Cuáles son las causas más comunes a que se deben las pérdidas de materiales?

	Mala modulación
	Mala ejecución
	Transporte y acopio
	Falta de control en la obra
	Falta de procedimiento homogéneos
	Otras

6. ¿Qué recomendaría para tener menores pérdidas de materiales?
7. ¿La empresa posee algún sistema de gestión de calidad?
8. ¿En que consiste y como maneja las pérdidas de materiales? ¿Incide la supervisión de las faenas en las pérdidas de materiales?
9. ¿Tiene alguna referencia de estudios anteriores o bibliografía del tema?

ANEXO 2

ENCUESTA DE DETECCIÓN DE PÉRDIDAS

NOMBRE: _____
 CARGO: _____
 EMPRESA: _____
 OBRA: _____

Clasifique que tan frecuentemente se producen las siguientes fuentes de pérdidas para cada material donde F, O y R son:

F: Ocurre Frecuentemente
O: Ocurre Ocasionalmente
R: Ocurre Rara vez

	FUENTES DE PÉRDIDAS	Ladrillos			Cerámica			Volcanita		
		F	O	R	F	O	R	F	O	R
a	Corte para dimensionamiento									
b	Trabajo mal hecho									
c	Mal acopio									
d	Transporte en la obra									
e	Error en pedido (tipo y/o cantidad)									
f	Mala calidad del material									
g	Falta de control del material									
h	Cambios de diseño									
i	Uso incorrecto de materiales									
j	Falta de un plan de manejo de residuos									
k	Daño causado por tráfico continuo									
l	Actos criminales (daños, robos)									
m	Error en los planos o especificaciones									

De las fuentes de pérdidas anteriores ordene las 5 causas más importantes, siendo 1 la más importante y 5 la menos importante.

	L	C	V
1			
2			
3			
4			
5			

L: Ladrillos
C: Cerámica
V: Volcanita