

DOI: 10.26820/reciamuc/6.(1).enero.2022.25-39

URL: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/769>

EDITORIAL: Saberes del Conocimiento

REVISTA: RECIAMUC

ISSN: 2588-0748

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Artículo de Investigación

CÓDIGO UNESCO: 3305 Tecnología de la Construcción

PAGINAS: 25-39



Determinación de porcentaje de desperdicios del acero estructural de refuerzo en diversos elementos de hormigón armado perteneciente a la estructura de una vivienda de 2 plantas

Determination of the percentage of structural steel reinforcement waste in various reinforced concrete elements belonging to the structure of a 2-storey house

Determinação da percentagem de resíduos de armadura de aço estrutural em vários elementos de betão armado pertencentes à estrutura de uma casa de 2 pisos

Christian Eduardo Almendariz Rodríguez¹; Isaack Junior Ortiz Aguirre²

RECIBIDO: 15/11/2021 **ACEPTADO:** 05/12/2021 **PUBLICADO:** 30/01/2022

1. Magister en Riego y Drenaje; Ingeniero Civil; Universidad de Guayaquil; Ecuador; christian.almendariz@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0002-5832-1654>
2. Magister Scientiarum en Gerencia de Empresas mención: Gerencia de Operaciones; Ingeniero Industrial; Universidad de Guayaquil; Ecuador; isaack.ortiza@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0002-0543-5738>

CORRESPONDENCIA

Christian Eduardo Almendariz Rodríguez

christian.almendariz@ug.edu.ec

Guayaquil, Ecuador

RESUMEN

La presente investigación se basa en aplicar una metodología para la cuantificación del desperdicio del material acero de la estructura de hormigón armado correspondiente al Proyecto de Vivienda Srta. Brugos Johanna. Dentro de la clasificación de los 8 tipos de desperdicios propinados por la filosofía LEAN CONSTRUCTION nos enfocaremos en el desperdicio tipo Inventario que a pesar no necesariamente acumular material para dejarlo en el abandono de la obra, al tratarse de varillas de acero aprovechar los retazos originados por los diversos cortes y combinaciones de las mismas. Una vez que se aprovecha el material el cuál una parte será la cantidad establecida en los planos estructurales la misma que será cobrada en las planillas de construcción con el respectivo avance de obra versus la cantidad a comprar establecer el porcentaje de desperdicio de cada uno de los elementos estructurales y al final tener el porcentaje de desperdicio general y determinado de manera exacta para que pueda ser llevado al análisis de precios unitarios y evitando alguna fuga económica o presente contrariedades durante la construcción de la obra.

Palabras clave: Material acero; estructura de hormigón; Lean Construction; planillas de construcción.

ABSTRACT

The present investigation is based on applying a methodology for the quantification of the waste of the steel material of the reinforced concrete structure corresponding to the Miss Brugos Johanna Housing Project. Within the classification of the 8 types of waste provided by the LEAN CONSTRUCTION philosophy, we will focus on Inventory-type waste that, despite not necessarily accumulating material to leave it in the abandonment of the work, since it is steel rods, take advantage of the scraps originated by the various cuts and combinations thereof. Once the material is used, which one part will be the amount established in the structural plans, the same one that will be charged in the construction sheets with the respective progress of the work versus the amount to be purchased, establish the percentage of waste of each of the structural elements and in the end have the percentage of general waste and determined exactly so that it can be taken to the analysis of unit prices and avoiding any economic leakage or setbacks during the construction of the work.

Keywords: Material steel; Concrete structure; Lean Construction; construction sheets.

RESUMO

A presente investigação baseia-se na aplicação de uma metodologia para a quantificação do desperdício do material de aço da estrutura de betão armado correspondente ao Projeto Habitacional Miss Brugos Johanna. Dentro da classificação dos 8 tipos de resíduos previstos pela filosofia LEAN CONSTRUCTION, focaremos nos resíduos do tipo Inventário que, apesar de não necessariamente acumularem material para deixá-lo no abandono da obra, por se tratar de vergalhões de aço, aproveitam as sobras originadas pelos diversos cortes e combinações dos mesmos. Uma vez utilizado o material, qual parte será o valor estabelecido nas plantas estruturais, o mesmo que será cobrado nas folhas de construção com o respectivo andamento da obra versus o valor a ser adquirido, estabelecer o percentual de desperdício de cada um dos elementos estruturais e ao final ter o percentual de desperdício geral e determinado exatamente para que possa ser levado à análise de preços unitários e evitando qualquer vazamento econômico ou contratempos durante a construção da obra.

Palavras-chave: Material aço; Estrutura de concreto; Construção enxuta; folhas de construção.

Introducción

Los desperdicios de materiales de construcción generados durante la ejecución de una obra siempre generan incertidumbre y la duda ante la exactitud de su cuantificación, si bien es cierto que su cuantificación depende de diversas metodologías y aprovechamientos, la decisión final dependerá del parámetro mínimo entre tantos resultados y principalmente de algo que por lo general se ha dicho muy poco es que debe ser parte de la planificación de una construcción como optimización de recursos. La habilidad de un constructor está enfocada en el manejo del recurso humano para mantener o incrementar las utilidades económicas de un proyecto y que está correcto, pero sería mejor aun cuando se puede llevar a cabo un control del recurso materiales partiendo desde la planificación de la propia construcción.

Problemática

Partiendo de una premisa indispensable como los costos y utilidades, no nos debemos cerrar a nuevas ideas en cuanto al cambio de metodologías constructivas, no necesariamente cambios rotundos de dichas metodologías sino solamente pequeños giros, que a lo mejor el personal de obra necesite capacitación adicional, terminará siendo un resultado a corto plazo.

Frente a lo expuesto cito dos ejemplos, el primero radica en controlar el material de encofrado y según lo expuesto incitamos a los proyectistas a que si al utilizar un encofrado por más de 2 ocasiones y la experiencia nos dice que ante la cantidad de clavos desperdiciados es inminente y al constructor le resulta más económico comprar una caja de clavos que pagar un sueldo a un ayudante de maestro para que recolecte los clavos sobrantes, estamos dejando a un lado la contaminación ambiental, algo que no puede ocurrir en nuestros tiempos, de tantas soluciones posibles no está de más planificar un sistema de tableros empernados, y cómo lo expresamos en

un inicio para este pequeño cambio de metodología constructiva se necesitará capacitaciones para el armado y desarmado de tableros, y con este pequeño cambio una compañía constructora no estará obligada a ofertar clavos en la cantidad de siempre sino que será sumamente menor ya que el perno puede tener una gran cantidad de usos y los que hayan tenido problemas con el tiempo se los puede reemplazar.

Otro ejemplo y el enfoque directo a nuestra investigación es saber controlar el acero de refuerzo en las estructuras. Partiendo de la premisa que en nuestro medio el diámetro menor de varillas a utilizar en una estructura es 10 milímetros y también considerando los elementos estructurales de menor relevancia en una obra como son las viguetas y pilaretes, no pasaría nada malo si al cuantificar la cantidad de desperdicio de acero aplicarlo a estos elementos en mención cuya meta es que utilicen varillas de diámetros un poco mayor sin llegar al exceso desde el punto de vista estructural estos elementos sería favorecidos en cuanto a su resistencia.

Frente a todo lo planteado nos hacemos la siguiente pregunta: ¿Cuál es la metodología a definir para el cálculo y determinación de los porcentajes de desperdicios en la cantidad de acero a comprar para la construcción de una estructura?

Justificación

En nuestra investigación detallaremos parámetros de porcentaje de desperdicios generados entre la cantidad de acero empleada con las indicaciones dadas en el plano estructural y la cantidad de acero a comprar para cada elemento estructural, para disminuir el porcentaje de dicho desperdicio propondremos una metodología de control basada en la cantidad de acero a comprar para los elementos viguetas y pilaretes de la obra.

Objetivos

Objetivo general

Definir una metodología de reducción del porcentaje de desperdicio de la cantidad de acero mediante un control de retazos sobrantes empleados en elementos estructurales sin afectar su resistencia.

Objetivos específicos

1. Determinar la cantidad de acero a utilizar mediante hoja de corte y las indicaciones de detalles en planos estructurales para conocer el peso total a utilizar.
2. Determinar la cantidad de acero a comprar mediante hoja de corte y lista de compra para conocer el peso total a comprar y con la cantidad a utilizar determinar el porcentaje de desperdicio de manera individual a cada elemento estructural.
3. Plantear una metodología mediante un análisis descriptivo – comparativo entre el porcentaje de desperdicio total generado y el porcentaje optimizado con la utilización de retazos sobrantes en los elementos viguetas y pilaretes.

Marco teorico

Antecedentes

(Chacha 2017) Lean Construction es una filosofía que se orienta en la gestión de proyectos de construcción siguiendo los principios de la mejora continua, cuyo objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor y optimizar las actividades que sí lo hacen, evidenciándose resultados en una disminución del coste, un aumento de la calidad y una reducción en el plazo de entrega de las construcciones. Las herramientas de esta filosofía han sido implementadas en la construcción de edificios, viviendas y minería. Sin embargo, en proyectos de infraestructura de pavimentos es poco lo que se ha investigado. El propósito de la presente investigación es identificar los desperdicios en los procesos

constructivos de pavimentación aplicando la filosofía Lean. Para el efecto se realizó un análisis comparativo entre dos empresas dedicadas a construcciones viales para evaluar los desperdicios generados. Se tomaron datos en campo diariamente mediante la grabación de videos y registros de formularios. Los resultados de este estudio confirman que los procesos son afectados por las mismas causas que en otros tipos de proyectos de construcción, aunque en menor porcentaje, pues las obras viales presentan mayor trabajo productivo debido al efecto del sistema de flujo continuo característico de estas obras. La forma en que el sistema de producción afecta la reducción de pérdidas requiere un estudio más amplio.

(Orihuela and Motiva 2011) “LEAN” es un término en inglés que para nuestros efectos se traducen como “Sin pérdidas”. Fue acuñado en 1990 a la manufactura por un grupo de investigadores del MIT, como Lean “Manufacturing” o “Lean Production”, cuando luego de sus estudios comprobaron la enorme eficiencia del sistema de producción Toyota liderado por el Ingeniero Taiichi Ohno.

Posteriormente, en 1992 el profesor Lauri Koskela del Centro de Investigación Técnica de Finlandia, en su tesis doctoral, propuso la aplicación de estos conceptos Lean al sector de la construcción, en la que señaló la necesidad de contar con una teoría de producción para la construcción, considerando que ésta se desarrolla sobre un sistema complejo y caótico.

(Calderon Rivera 2020) La investigación consiste en la implementación de la metodología Lean Construction en la ciudad de Cusco – Perú. El objetivo de la implementación es aplicar las técnicas o herramientas de la metodología Lean Construction o construcción sin pérdidas en la ejecución de proyectos de edificación, para mejorar los métodos tradicionales de planificación, organización y gestión logística, permitien-

do obtener mejores resultados en cuanto a calidad, plazos de ejecución, costes, seguridad y salud, etc. Actualmente el uso de esta nueva metodología está generando cambios importantes en los proyectos de edificación a nivel mundial, así mismo Lima es la primera ciudad de Perú en donde algunas empresas vienen aplicando esta metodología en el sector de la construcción, no siendo de la misma manera en el resto de ciudades o departamentos como Cusco donde solo se tiene conocimiento de esta metodología mas no de cómo aplicar o poner en práctica. Para lograr el primer acometido iniciamos con el estudio de la situación del sector de la construcción en el Perú, donde en los últimos 15 años el sector creció en promedio 7.7% según información del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) y el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), por lo que Perú ha sido uno de los países más dinámicos de Latinoamérica, ha conseguido mantener la estabilidad de las principales variables macroeconómicas, lo cual ha impulsado la confianza de la comunidad internacional. Así mismo se realizó un estudio de la situación del sector de la construcción en el departamento del Cusco. El Cusco es la tercera región que muestra mayor crecimiento económico en los últimos años y que posee una estructura productiva relativamente diversificada en comparación con otras regiones del país, el sector de la construcción es la actividad que mayor aporta a la economía de la región ubicándose como la cuarta actividad más importante. Explicado la situación del sector de la construcción, presentamos Lean Construcción como una herramienta de apoyo para el cambio, desarrollamos las diversas herramientas que hacen posible ese cambio, de las cuales seleccionaremos las que mejor se adapten para su aplicación en la implementación. En el apartado cuatro se presenta el desarrollo del plan de empresa de la implementación de Lean Construction, que no solo busca beneficios para la empresa, si no el de contribuir a una buena gestión de proyectos, que estos

sean ejecutados con el menor desperdicio posible, cumpliendo plazos, buena calidad, respetando o reduciendo costes, brindando seguridad y salud, etc. Dentro del plan de gestión primero analizamos el entorno donde se desenvolverá nuestra empresa haciendo uso de estrategias empresariales, así como también se ha utilizado herramientas como el DAFO, CAME para el estudio de la situación interna y externa de la empresa. Para la implementación de Lean seleccionamos las técnicas o herramientas de Lean Construction que se aplicará o pondrá en práctica como la actividad principal de la empresa. Para ello se ha seleccionado y planteado la forma de cómo será aplicado. Implementación de Lean en la construcción -Cusco 6 Se ha realizado el estudio de mercado macro que nos da a conocer la situación del sector en el departamento del Cusco, y el estudio micro que nos da a conocer la situación del sector dentro de la ciudad del Cusco, en este apartado también se estudió los clientes que sean capaces de trabajar colaborativamente con la empresa. En el plan de marketing se analizó la situación de la empresa y del mercado, se define los clientes a quienes ira dirigida el servicio, se plantea los objetivos y pasos que buscamos conseguir, trazándonos una visión a mediano y largo plazo. En el plan económico estudiamos el coste – beneficio, vemos si es viable el lanzamiento de la empresa al mercado y las provisiones que se tienen a largo plazo, teniendo como base económica la inversión de los socios de acuerdo a sus posibilidades. En las conclusiones describimos los resultados de los estudios de viabilidad económica con el objetivo de probar la viabilidad de la creación de la empresa y la admisión de la metodología Lean Construction como una técnica de mejora.

(HINCAPIE et al. 2020) Implementación de la filosofía Lean Construction se ha visto como una muy buena alternativa en la ejecución de los proyectos de construcción. En la construcción se debe tener en cuenta la satisfacción del cliente y que esta prime

por encima de todo, teniendo en cuenta que uno de los factores importantes al momento de desarrollar y ejecutar un proyecto es el factor económico, la filosofía Lean es esencial para esto ya que se basa en construir sin generar pérdidas.

(Porrás Díaz, Sánchez Rivera, and Galvis Guerra 2014) La industria de la construcción es una parte importante del aparato económico de un país, por tanto, la verificación de los nuevos sistemas de gestión que se implementan en las principales industrias constructoras del mundo y en donde se obtienen excelentes resultados, merece especial atención. En el presente artículo se hace una revisión bibliográfica de la filosofía Lean Construction (LC) o “construcción sin pérdidas”, un nuevo enfoque en la gestión de proyectos de construcción introducido por el profesor Lauri Koskela en el año 1992 basándose en el modelo empleado por la industria automovilística en los 80, la “producción Lean”. Koskela propone que la construcción es un sistema de producción que se funda en proyectos con gran incertidumbre en la planificación y una mala concepción de la producción, que es vista como un modelo de transformación solamente. Las bases teóricas de LC propuestas por Koskela pretenden ver la producción en la construcción como un proceso de transformación, de flujo y generador de valor, en consecuencia, el objetivo de Lean Construction es crear buenos sistemas de producción que permitan optimizar, reducir o eliminar los flujos para mejorar los tiempos de entrega. En este sentido, LC es un nuevo pensamiento en gestión de proyectos de construcción que desafía a la guía de gestión actual del Project Management Institute PMBOK, con un alto auge en los Estados Unidos, De ahí que LC no deba ser concebido como un modelo o sistema en el cual solo se siguen unos pasos, sino como un pensamiento dirigido a la creación de herramientas que generen valor a las actividades, fases y etapas de los proyectos de construcción. Entendiendo el valor como la

eliminación de todo aquello que produzca pérdidas en la ejecución de las mismas. En la fase de construcción, por ejemplo, la reducción de los tiempos de ejecución en las actividades de obra, el control del desperdicio de los materiales y la prevención de accidentes laborales son objetivos que si se logran cumplir agregarán valor a tal fase. Basados en estos principios teóricos los investigadores Glenn Ballard y Greg Howell idearon una herramienta denominada Last Planner o como se conoce actualmente en Latinoamérica Sistema del Ultimo Planificador con el objetivo de mejorar el proceso de programación de obra proponiendo la renovación del concepto de planificación de obra tradicional, en donde las actividades que serán hechas se desarrollan sin saber realmente si las pueden hacer realidad en obra. Lo que hace el SUP es considerar el conjunto de actividades que realmente pueden hacerse de una manera más específica para controlar más de cerca los impedimentos que eviten la ejecución de estas en obra, de esta forma la probabilidad de que las actividades programadas se lleven a cabo es muy alta y como consecuencia la incertidumbre de no poderlas hacer disminuye y se evitan retrasos en la realización de los trabajos en obra. Como parte del desarrollo de la filosofía Lean Construction en el marco de crear herramientas Lean para la mejora de la gestión de los proyectos de construcción, se analiza como contrasta con el modelo tradicional de ejecución de proyectos diseño-licitación-construcción, en cuanto a cuál es la mejor forma de organización arquitecto, cliente y constructor en las fases de desarrollo del proyecto. La base teórica del modelo Integrated Project Delivery IPD propone unificarlos en la fase de diseño para obtener el máximo entendimiento del proyecto para que la fase de construcción se desarrolle sin choques entre el arquitecto y el constructor. Al aplicarle Lean Construction al modelo IPD se convierte en el sistema de ejecución de proyectos Lean Project Delivery System (LPDS) el cual propone la metodología para desarrollar los

proyectos de construcción bajo cinco fases y 12 etapas Lean en las cuales también se fomenta el desarrollo de herramientas que contribuyan con la generación de valor. La tecnología de modelado 3D Building Information Modeling BIM aunque no hace parte de LC es por ejemplo una herramienta de ayuda muy importante para el modelo LPDS, contribuye a comprender mejor los procesos constructivos de diseños complejos o simples para el ahorro de tiempo en su construcción. Bajo este paradigma de ayuda que brinda BIM se deja planteada una visión sobre su futuro desarrollo como parte de Lean Construction.

(Rojas López, Henao Grajales, and Valencia Corrales 2017) Lean Construction es una filosofía que cambia el pensamiento tradicional de trabajo en el sector construcción por medio de sistemas de gestión innovadores fundamentados en análisis de pérdidas, planificando las actividades con el objetivo de mejorar la productividad en la construcción, eliminando actividades que no aportan para el resultado de la obra. El pensamiento LEAN está constituido por técnicas implementadas en la empresa Toyota para minimizar los desperdicios en la cadena productiva y aumentar el valor de los productos. Este artículo de revisión propone la aplicación del pensamiento LEAN en procesos del sector construcción y se ilustra con un ejemplo tomado de un proceso real que puede ser parte de la interventoría.

Métodos

Método Inductivo

Durante el desarrollo de nuestra investigación aplicaremos el método inductivo partiendo desde la medición de cada una de las varillas pertenecientes a cada elemento estructural para determinar la cantidad total de material a usar y comprar y posteriormente determinar el porcentaje de desperdicio total en cada elemento estructural.

Método Deductivo

Una vez que se tenga el resultado macro en cuanto a los pesos totales de acero tanto para la compra como para su utilización, el desperdicio general se aplicará la metodología de cálculo de material para los elementos y verificar que cantidad de retazos sobrantes se pueden utilizar para el armado de las mismas.

Método Descriptivo

Mediante un análisis comparativo entre los resultados con aplicación de la metodología para emplear retazos sobrantes y sin la aplicación de dicha metodología conocer el valor a reducir y la optimización del recurso material acero.

Metodología

La metodología a emplearse lo damos a conocer mediante la siguiente redacción de proceso en secuencia de cada una de las actividades a ejecutar en el desarrollo de la investigación para establecer los resultados es la siguiente:

1. Realizar el listado de cada retazo de varilla con su diámetro correspondiente de una manera organizada para cada elemento y ubicarla en la hoja de corte.
2. Cada retazo llevará su marca para reconocimiento por parte de los constructores y en el momento de su ejecución identificar si se necesita seleccionar material nuevo o retazo sobrante de otro elemento.
3. Realizar el listado de compra mediante la aplicación de algoritmos de combinaciones empezando siempre con la compra de varillas enteras, ya sean de 9 metros o 12 metros de longitud, no se recomienda emplear varillas nuevas de 6 metros de longitud por su costo, a lo cual por combinación se puede completar el cálculo empleando una varilla de 12 metros.

DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE DE DESPERDICIOS DEL ACERO ESTRUCTURAL DE REFUERZO EN DIVERSOS ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO PERTENECIENTE A LA ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA DE 2 PLANTAS

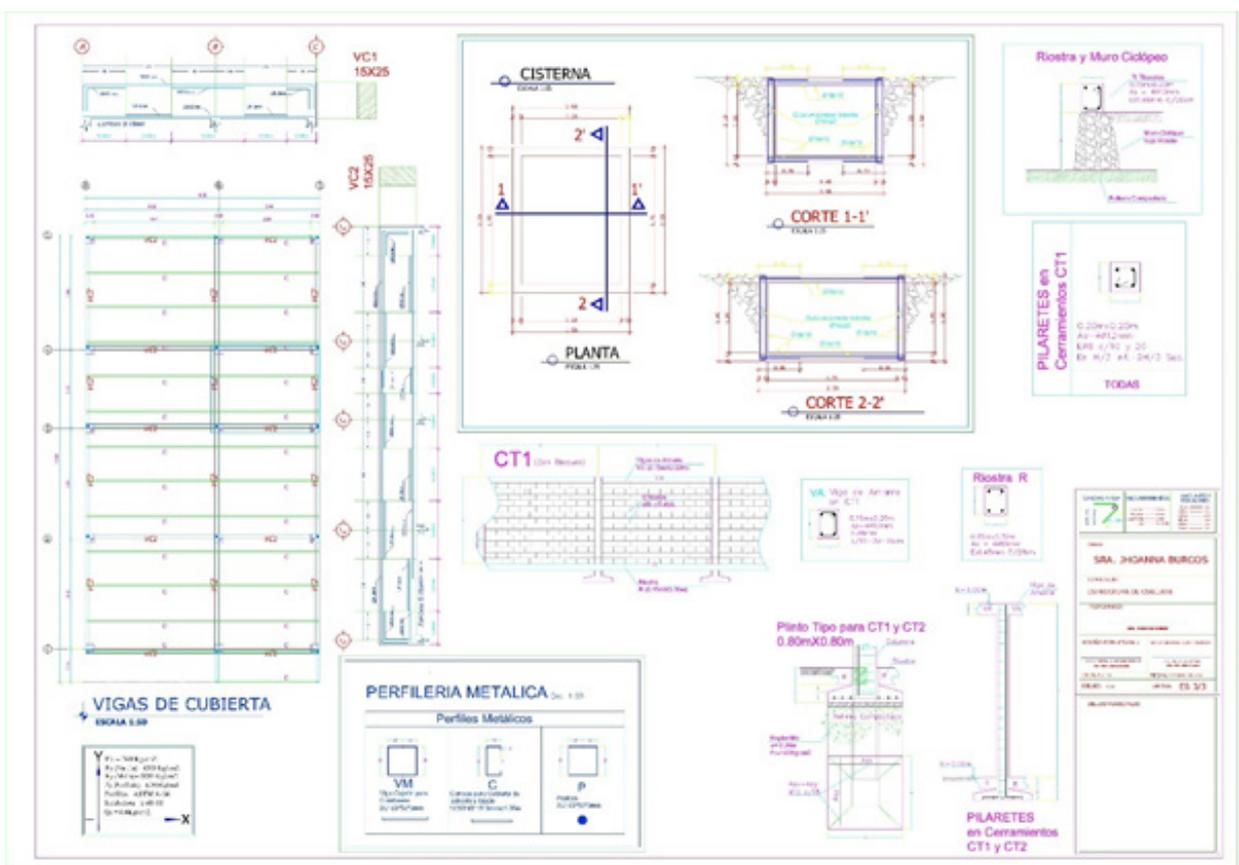
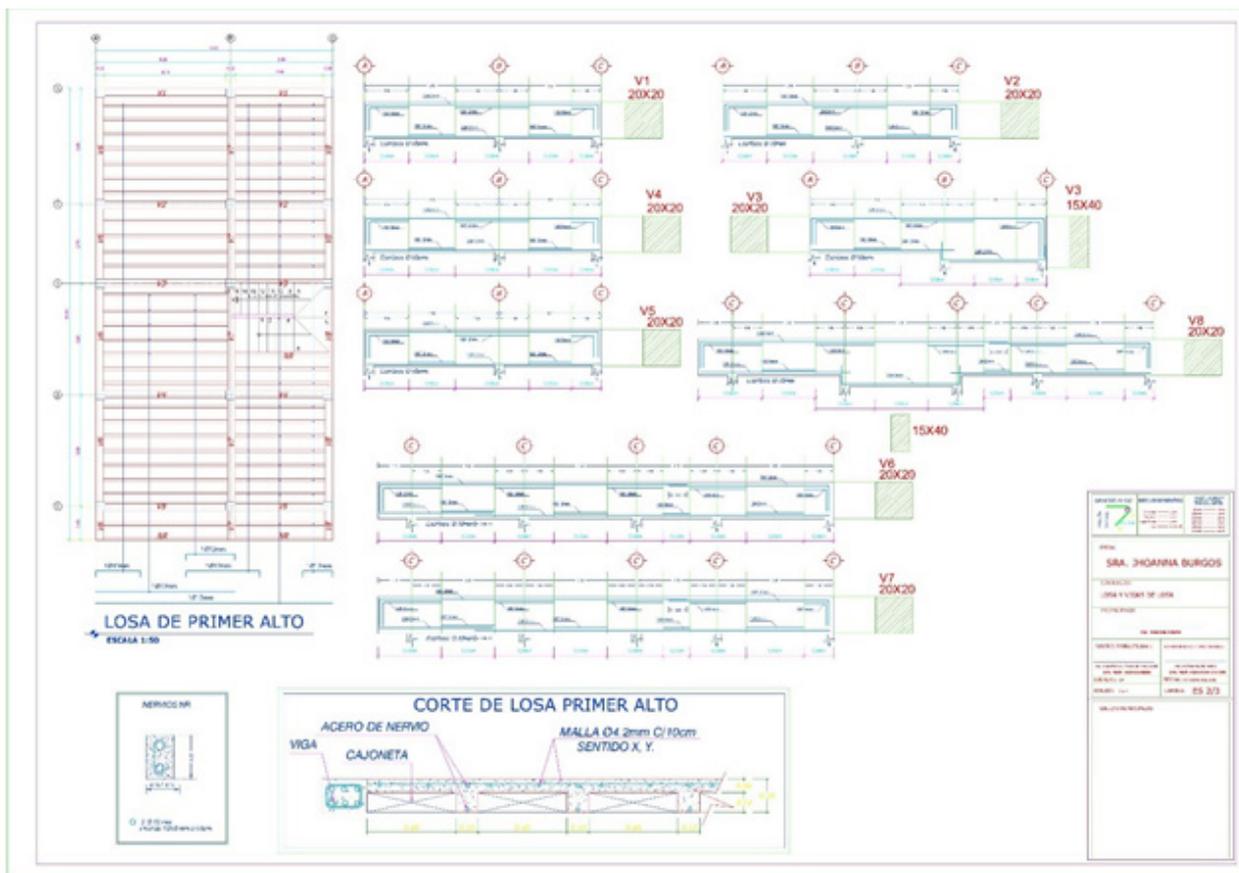


Figura 1. Planos Estructurales.

Fuente: Los autores

A continuación, las hojas de corte de acero con la respectiva combinación de retazos y material empleado para la compra, en la primera hoja de corte corresponde a los elementos plintos, riostras, columnas, losa y escalera.

HOJA DE CORTE DE ACERO

PAG.
1

| ELEMENTO | FORMA | ACERO EN PLANOS | COMPRA | MARCA | A USAR | PESO A USAR (Kg) | PESO COMPRA (Kg) |
|------------|-------|-----------------|--------------|-------|--------|------------------|------------------|
| PLINTOS | | 32 Ø 10 x 0,95 | 3 Ø 10 X 12 | 0001 | | 18,743 | 22,20 |
| | | 72 Ø 10 x 1,15 | 8 Ø 10 x 12 | 0002 | | 51,049 | 59,19 |
| | | 60 Ø 10 x 1,35 | 8 Ø 10 x 12 | 0003 | | 49,940 | 59,19 |
| | | 44 Ø 10 x 1,45 | 6 Ø 10 x 12 | 0004 | | 39,335 | 44,39 |
| | | 48 Ø 10 x 1,65 | 7 Ø 10 x 12 | 0005 | | 48,830 | 51,79 |
| | | 26 Ø 10 x 1,75 | 5 Ø 10 x 12 | 0006 | | 28,052 | 36,99 |
| | | 28 Ø 10 x 1,85 | 5 Ø 10 x 12 | 0007 | | 31,937 | 36,99 |
| RIOSTRAS | | 20 Ø 10 x 8,00 | 20 Ø 10 X 9 | 0008 | | 98,646 | 110,98 |
| | | 12 Ø 10 x 12,00 | 12 Ø 10 X 12 | 0009 | | 88,781 | 88,78 |
| | | 12 Ø 10 x 3,80 | 4 Ø 10 X 12 | 0010 | | 28,114 | 29,59 |
| | | 633 Ø 10 x 0,70 | 38 Ø 10 X 12 | 0009 | | 273,188 | 281,14 |
| COLUMNA PB | | 120 Ø 14 x 4,50 | 60 Ø 14 x 9 | 0011 | | 652,543 | 652,54 |
| | | 675 Ø 10 x 1,10 | 68 Ø 10 x 12 | 0012 | | 457,779 | 503,09 |
| | | Ø 10 x 1,10 | Ø 10 x | 0013 | | 0,000 | 0,00 |
| COLUMNA P1 | | 675 Ø 10 x 1,05 | 62 Ø 10 x 12 | 0014 | | 436,971 | 458,70 |
| | | 60 Ø 14 x 3,40 | 20 Ø 14 x 12 | 0016 | | 246,516 | 290,02 |
| | | 450 Ø 10 x 1,10 | 45 Ø 10 x 12 | 0017 | | 305,186 | 332,93 |
| | | Ø 10 x 1,10 | Ø 10 x 12 | 0018 | | 0,000 | 0,00 |
| | | 0 Ø 10 x 1,05 | Ø 10 x 12 | 0019 | | 0,000 | 0,00 |
| LOSA | | 26 Ø 10 x 1,85 | 5 Ø 10 x 12 | 0021 | | 29,655 | 36,99 |
| | | 5 Ø 10 x 2,00 | 1 Ø 10 x 12 | 0022 | | 6,165 | 7,40 |
| | | 21 Ø 10 x 2,85 | 6 Ø 10 x 12 | 0023 | | 36,900 | 44,39 |
| | | 21 Ø 10 x 1,35 | 3 Ø 10 x 12 | 0024 | | 17,479 | 22,20 |
| | | 5 Ø 10 x 4,70 | 3 Ø 10 X 12 | 0025 | | 14,489 | 22,20 |
| | | 21 Ø 10 x 8,00 | 21 Ø 10 X 9 | 0026 | | 103,578 | 116,53 |
| ESCALERA | | 18 Ø 10 x 4,10 | 9 Ø 10 X 9 | 0027 | | 45,500 | 49,94 |
| | | 58 Ø 10 x 1,20 | 6 Ø 10 X 12 | 0028 | | 42,911 | 44,39 |
| | | 18 Ø 10 x 3,70 | 6 Ø 10 X 12 | 0029 | | 41,061 | 44,39 |
| | | 52 Ø 10 x 1,20 | 5 Ø 10 X 12 | 0030 | | 38,472 | 36,99 |

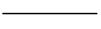
Fuente: Los autores

DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE DE DESPERDICIOS DEL ACERO ESTRUCTURAL DE REFUERZO EN DIVERSOS ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO PERTENECIENTE A LA ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA DE 2 PLANTAS

Las hojas de corte 2 y 3 corresponden exclusivamente a las vigas de losa del primer piso alto, las cuales mostramos a continuación:

HOJA DE CORTE DE ACERO

PAG.
2

| ELEMENTO | FORMA | ACERO EN PLANOS | COMPRA | MARCA | A USAR | PESO A USAR (Kg) | PESO COMPRA (Kg) |
|-------------|---|-----------------|--------------|-------|--------|------------------|------------------|
| VIGA X |  | 8 Ø 12 x 8,30 | 8 Ø 12 x 9 | 0031 | | 58,951 | 63,92 |
| V1-V2-V4-V5 |  | 4 Ø 10 x 1,68 | 2 Ø 10 x 9 | 0032 | | 4,131 | 11,10 |
| |  | 4 Ø 10 x 2,50 | 4 Ø 10 x 12 | 0033 | | 6,165 | 29,59 |
| |  | 4 Ø 10 x 1,18 | | 0034 | 0032 | 2,898 | 0,00 |
| |  | 4 Ø 10 x 7,95 | | 0035 | 0033 | 19,606 | 0,00 |
| |  | 4 Ø 10 x 1,55 | | 0036 | 0033 | 3,823 | 0,00 |
| |  | 4 Ø 10 x 1,44 | | 0037 | 0032 | 3,551 | 0,00 |
| |  | 264 Ø 10 x 0,70 | 16 Ø 10 x 12 | 0038 | | 113,936 | 118,38 |
| VIGA X |  | 2 Ø 12 x 8,30 | 2 Ø 12 x 9 | 0039 | | 14,738 | 15,98 |
| V3 |  | 1 Ø 10 x 1,68 | 1 Ø 10 x 9 | 0040 | | 1,033 | 5,55 |
| |  | 1 Ø 10 x 2,50 | | 0041 | 0040 | 1,541 | 0,00 |
| |  | 1 Ø 10 x 1,38 | | 0042 | 0040 | 0,848 | 0,00 |
| |  | 2 Ø 12 x 4,70 | 2 Ø 10 x 9 | 0043 | | 8,345 | 15,98 |
| |  | 1 Ø 10 x 1,55 | | 0044 | 0040 | 0,956 | 0,00 |
| |  | 2 Ø 12 x 3,95 | | 0045 | 0043 | 7,014 | 0,00 |
| |  | 38 Ø 10 x 0,70 | 3 Ø 10 x 12 | 0045 | | 16,400 | 22,20 |
| |  | 28 Ø 10 x 1,20 | 3 Ø 10 x 12 | 0046 | | 20,716 | 22,20 |

Fuente: Los autores

HOJA DE CORTE DE ACERO

PAG.
3

| ELEMENTO | FORMA | ACERO EN PLANOS | COMPRA | MARCA | A USAR | PESO A USAR (Kg) | PESO COMPRA (Kg) |
|----------|-------|-----------------|--------------|-------|--------|------------------|------------------|
| VIGA X | | 4 Ø 12 x 12,00 | 4 Ø 12 x 12 | 0047 | | 42,615 | 42,62 |
| V6-V7 | | 2 Ø 10 x 2,30 | 2 Ø 10 x 12 | 0048 | | 2,836 | 14,80 |
| | | 2 Ø 10 x 2,00 | | 0049 | 0048 | 2,466 | 0,00 |
| | | 2 Ø 10 x 1,90 | | 0050 | 0048 | 2,343 | 0,00 |
| | | 2 Ø 10 x 1,90 | | 0051 | 0048 | 2,343 | 0,00 |
| | | 2 Ø 10 x 1,18 | | 0052 | 0048 | 1,449 | 0,00 |
| | | 4 Ø 12 x 5,7 | 2 Ø 12 x 12 | 0053 | | 20,242 | 21,31 |
| | | 4 Ø 12 x 12,00 | 4 Ø 12 x 12 | 0054 | | 42,615 | 42,62 |
| | | 4 Ø 12 x 3,80 | 2 Ø 10 x 9 | 0055 | | 13,495 | 15,98 |
| | | 2 Ø 10 x 1,80 | | 0056 | 0048 | 2,220 | 0,00 |
| | | 2 Ø 10 x 1,80 | 1 Ø 10 x 9 | 0057 | | 2,220 | 5,55 |
| | | 2 Ø 10 x 0,90 | | 0058 | 0048 | 1,110 | 0,00 |
| | | 2 Ø 10 x 1,95 | | 0059 | 0057 | 2,404 | 0,00 |
| | | 286 Ø 10 x 0,70 | 17 Ø 10 x 12 | 0060 | | 123,431 | 125,77 |
| VIGA X | | 2 Ø 14 x 12,00 | 2 Ø 14 x 12 | 0061 | | 29,002 | 29,00 |
| V8 | | 1 Ø 10 x 2,30 | 1 Ø 10 x 12 | 0062 | | 1,418 | 7,40 |
| | | 1 Ø 10 x 2,00 | | 0063 | 0062 | 1,233 | 0,00 |
| | | 1 Ø 10 x 1,90 | | 0064 | 0062 | 1,171 | 0,00 |
| | | 1 Ø 10 x 1,90 | | 0065 | 0062 | 1,171 | 0,00 |
| | | 1 Ø 10 x 1,18 | | 0066 | 0062 | 0,724 | 0,00 |
| | | 2 Ø 12 x 5,7 | 1 Ø 12 x 12 | 0067 | | 10,121 | 10,65 |
| | | 2 Ø 12 x 5,10 | 1 Ø 12 x 12 | 0068 | | 9,056 | 10,65 |
| | | 2 Ø 12 x 4,45 | 1 Ø 12 x 9 | 0069 | | 7,902 | 7,99 |
| | | 1 Ø 10 x 1,80 | | 0070 | 0062 | 1,110 | 0,00 |
| | | 2 Ø 12 x 6,83 | 2 Ø 12 x 9 | 0071 | | 12,119 | 15,98 |
| | | 1 Ø 10 x 0,90 | | 0072 | 0062 | 0,555 | 0,00 |
| | | 1 Ø 10 x 1,95 | | 0073 | 0071 | 1,202 | 0,00 |
| | | 111 Ø 10 x 0,90 | 9 Ø 10 x 12 | 0074 | | 61,592 | 66,59 |
| | | 32 Ø 10 x 0,70 | 2 Ø 10 x 12 | 0075 | | 13,810 | 14,80 |

Fuente: Los autores

DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE DE DESPERDICIOS DEL ACERO ESTRUCTURAL DE REFUERZO EN DIVERSOS ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO PERTENECIENTE A LA ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA DE 2 PLANTAS

La hoja de corte número 4 corresponde exclusivamente a las vigas de cubierta.

HOJA DE CORTE DE ACERO

**PAG.
4**

| ELEMENTO | FORMA | ACERO EN PLANOS | COMPRA | MARCA | A USAR | PESO A USAR (Kg) | PESO COMPRA (Kg) |
|----------|-------|-----------------|--------------|-------|--------|------------------|------------------|
| VIGA X | | 10 Ø 12 x 8,40 | 10 Ø 12 x 9 | 0076 | | 74,576 | 79,90 |
| VC1 | | 5 Ø 10 x 1,73 | 1 Ø 10 x 9 | 0077 | | 5,318 | 5,55 |
| | | 5 Ø 10 x 2,50 | 5 Ø 10 x 12 | 0078 | | 7,707 | 36,99 |
| | | 5 Ø 10 x 1,23 | | 0079 | 0078 | 3,776 | 0,00 |
| | | 5 Ø 10 x 7,95 | | 0080 | 0078 | 24,507 | 0,00 |
| | | 5 Ø 10 x 1,55 | 1 Ø 10 x 9 | 0081 | | 4,778 | 5,55 |
| | | 5 Ø 10 x 1,44 | 1 Ø 10 x 9 | 0082 | | 4,439 | 5,55 |
| | | 330 Ø 10 x 0,70 | 19 Ø 10 x 12 | 0083 | | 142,420 | 140,57 |
| VIGA X | | 2 Ø 10 x 9,68 | 2 Ø 10 x 12 | 0084 | | 11,930 | 14,80 |
| VC2 | | 2 Ø 10 x 1,38 | 1 Ø 10 x 12 | 0085 | | 1,695 | 7,40 |
| | | 2 Ø 10 x 2,00 | | 0086 | 0084 | 2,466 | 0,00 |
| | | 2 Ø 10 x 1,90 | | 0087 | 0085 | 2,343 | 0,00 |
| | | 2 Ø 10 x 1,90 | | 0088 | 0085 | 2,343 | 0,00 |
| | | 1 Ø 10 x 1,23 | 1 Ø 10 x 12 | 0089 | | 0,755 | 7,40 |
| | | 2 Ø 12 x 5,7 | 1 Ø 10 x 12 | 0090 | | 10,121 | 10,65 |
| | | 2 Ø 10 x 12,00 | 2 Ø 10 x 12 | 0091 | | 14,797 | 14,80 |
| | | 1 Ø 10 x 2,90 | | 0092 | 0089 | 1,788 | 0,00 |
| | | 1 Ø 10 x 1,80 | | 0093 | 0089 | 1,110 | 0,00 |
| | | 1 Ø 10 x 1,80 | | 0094 | 0089 | 1,110 | 0,00 |
| | | 1 Ø 10 x 0,90 | | 0095 | 0089 | 0,555 | 0,00 |
| | | 1 Ø 10 x 1,95 | | 0096 | 0089 | 1,202 | 0,00 |
| | | 286 Ø 10 x 0,70 | 17 Ø 10 x 12 | 0097 | | 123,431 | 125,77 |

Fuente: Los autores

La hoja 5 final corresponde a los anclajes de Pared-columnas (chicotes) y a las varillas correspondientes al armado de pilaretes y viguetas de puertas y ventanas:

HOJA DE CORTE DE ACERO

**PAG.
5**

| ELEMENTO | FORMA | ACERO EN PLANOS | COMPRA | MARCA | A USAR | PESO A USAR (Kg) | PESO COMPRA (Kg) |
|-------------|-------|-----------------|--------------|-------|--------|------------------|------------------|
| CHICOTES | | 261 Ø 10 x 0,60 | 13 Ø 10 x 12 | 0098 | | 96,550 | 96,18 |
| PILAT- VIG. | | 37 Ø 10 x 3,60 | 12 Ø 10 x 12 | 0099 | | 82,123 | 88,78 |

Fuente: Los autores



Finalmente presentamos la hoja de resumen en la cual detallamos cada elemento con la respectiva cantidad de peso a emplear en los planos y que a su vez será la que sea producto del cobro de planilla en obra y la cantidad total del peso a comprar y de manera individual el porcentaje de desperdicio para cada rubro en la cual existen parámetros altos y bajos, pero los fijamos con el gran total.

CUADRO DE RESUMEN POR ELEMENTOS ESTRUCTURALES

| Elemento | Peso a utilizar (Kg) | Peso a comprar (Kg) | Factor de desperdicio |
|-------------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| PLINTOS | 267,886 | 310,735 | 1,160 |
| RIOSTRAS | 488,729 | 510,493 | 1,045 |
| COLUMNAS | 2098,996 | 2237,291 | 1,066 |
| LOSA | 208,266 | 249,698 | 1,199 |
| ESCALERA | 167,945 | 175,713 | 1,046 |
| VIGAS DE LOSA | 698,625 | 736,590 | 1,054 |
| VIGAS DE CUBIERTA | 443,168 | 454,931 | 1,027 |
| PILARETES-VIGUETAS Y CHICOTES | 178,673 | 184,961 | 1,035 |
| TOTAL | 4552,288 | 4860,412 | 1,0677 |

Fuente: Los autores

Análisis de resultados

Observamos que existen rubros cuyo porcentaje de desperdicio es alto con respecto a otros, al final se compensan con la combinación reflejada en el total, arrojándonos un desperdicio del 6,77%.

Conclusiones

1. El peso total por acero a utilizar en la estructura y a considerarse en el pago de planilla es de 4552.288 Kg.
2. Para la compra se determinó un total de 56 varillas detalladas en el desarrollo dando un peso total de 4860.412 Kg. También obtuvimos porcentajes de desperdicios para cada elemento de la estructura detallados en el desarrollo y a su vez el porcentaje total de desperdicio del 6.77%.
3. El porcentaje considerado para comprar el material de viguetas y pilaretes fue

del 50%, valor con el cuál no se corría el riesgo de que falte material y tratándose de una edificación de 2 plantas tentativamente restaría llevar el control para el material a emplearse en la planta alta. Con estas consideraciones el porcentaje de desperdicio total bajó al 6.77% correspondiendo un total de 184.96 Kg optimizados.

Recomendaciones

1. En esta ocasión los desperdicios considerados fueron los sobrantes del material empleado, así mismo para determinar la cantidad más exacta de estos sobrantes recomendamos hacer un control de calidad intermedio, es decir antes de emplear el sobrante para verificar y sobre todo cuantificar el material que ya perdió su capacidad técnica.
2. Recomendamos una planificación global e integradora entre los profesionales

diseñadores, proyectistas y personal de ejecución y para que proyecto desde su génesis presente la menor cantidad de obstáculos y el argumento de la utilización de cada diámetro de varilla, no siempre la solución va ser la colocar mayor cantidad de acero o colocar menor cantidad de acero utilizando diámetros extremadamente mayores.

3. Recomendamos para el diseñador estructural en este caso emplear la menor cantidad de diámetros diferentes en varillas, tres serían los ideales para combinar y tener oportunidad de emplear los retazos en otros elementos estructurales.

Bibliografía

Calderon Rivera, Madeleyne. 2020. "Implementacion De Lean Construction En Cusco -Peru."

Chacha, Ximena. 2017. "Desperdicios (Pérdidas) En Obras Viales Enfocado a La Filosofía Lean Construction."

HINCAPIE, CARLOS DAVID, LUZ AMPARO LEAL SIERRA, NEIDER JULIAN VILLAMIZAR, and JOHAN ALEXANDER GIL. 2020. "El Impacto Del Lean Construction Para la Gestión de Proyectos De Construcción En Colombia."

Orihuela, Pablo, and Gerente General Motiva. 2011. "Lean Construction En El Perú." Corporación Aceros Arequipa. Construcción Integral Boletín N°:1-4.

Porras Díaz, Hernán, Omar Giovanni Sánchez Rivera, and José Alberto Galvis Guerra. 2014. "Filosofía Lean Construction Para La Gestión de Proyectos de Construcción." Avances Investigación En Ingeniería 11(1):32. doi: 10.18041/1794-4953/avances.1.298.

Rojas López, Miguel David, Mariana Henao Grajales, and María Elena Valencia Corrales. 2017. "Lean Construction – LC Bajo Pensamiento Lean." Revista Ingenierías Universidad de Medellín 16(30):115-28. doi: 10.22395/rium.v16n30a6.

CITAR ESTE ARTICULO:

Almendariz Rodríguez, C. E., & Ortiz Aguirre, I. J. (2022). Determinación de porcentaje de desperdicios del acero estructural de refuerzo en diversos elementos de hormigón armado perteneciente a la estructura de una vivienda de 2 plantas. *RECIAMUC*, 6(1), 25-39. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(1\).enero.2022.25-39](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(1).enero.2022.25-39)



CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL 4.0.