



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis comparativo del uso del acero tradicional versus el dimensionado como aporte en la industrialización de la construcción, en la obra Toromocho, Huancayo, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR(ES):**

Navarro Villón, Daniel Reynaldo (ORCID: 0000-0002-0334-0612)

Sotero Cano Raúl Junior's (ORCID: 0000-0001-8873-0160)

**ASESOR(A):**

Mg. Barrantes Mann Luis Alfonso Juan (ORCID: 0000-0002-2026-0411)

**LINEA DE INVESTIGACIÓN**

Construcción Sostenible

Diseño sísmico y estructural

LIMA — PERÚ

2021

## Dedicatoria

La presente tesis está dedicada con todo amor a mis amados padres: Mónica del Pilar Villón Cáceres; Luis Raúl Sotero Velasco, Nancy Leonor Cano Quispe, quienes, con su apoyo, cariño, comprensión me motivaron a lograr mis objetivos. A mi amada esposa Almendra Abanto Tullume quien me enseña a salir adelante cada día, pese a las circunstancias que se oponen en su vida. A mi hija Tracy Nicole Sotero quien me motiva a diario y me enseña a no rendirme y culminar cada objetivo que me proponga.

# Agradecimiento

En primer lugar, agradecemos a Dios por permitirme culminar una etapa muy importante en mi vida.

Agradecer a todas las personas que me apoyaron en el presente trabajo que sin ellos no hubiera sido posible (ingenieros, profesores, asesores, compañeros y familiares).

## INDICE

Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	III
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
Antecedentes de la investigación.....	6
-Internacionales.....	6
-Nacionales.....	8
Bases teóricas.....	11
-Operaciones de dimensionado y armado de acero de refuerzo.....	11
-Diferencia entre acero en milímetros y el acero en pulgadas.....	12
Grados del Acero de Construcción.....	15
Cálculo del peso de varillas de acero corrugado.....	15
Acero tradicional.....	16
Proceso de habilitación de fierro.....	17
Etapa de recepción.....	17
Acero dimensionado.....	18
Doblado de Acero.....	18
Diámetro de doblado en refuerzo longitudinal.....	19
Diámetro de doblado en estribos.....	20
Conectores Mecánicos.....	20
Losas aligeradas y placas.....	23
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	26
3.2 Variables y Operacionalización.....	27
Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.....	27
Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
Procedimientos.....	29
Método de análisis de datos.....	29
Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS.....	31
4.1 Instalación del acero reforzado dimensionado – Etapa 1.....	31
4.2 Instalación del acero reforzado dimensionado – Etapa 2.....	33
4.3 Costo de Instalación del acero reforzado.....	34
4.4 Comparativo de costos.....	35

IV. DISCUSIÓN.....	41
V. CONCLUSIONES.....	44
VI. RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS.....	47
ANEXO	

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Diámetro de acero en milímetros.....	13
Tabla 2: Nomenclatura del acero.....	13
Tabla 3: Diámetro de acero en pulgadas.....	14
Tabla 4: Uso del acero en la construcción.....	14
Tabla 5: Calculo del peso de varillas de acero corrugado.....	16
Tabla 6: Tabla de diámetro de doblado de acero de refuerzo longitudinal.....	19
Tabla 7: Tabla de diámetro de doblado de acero de uso para estribos.....	20
Tabla 8: Tabla de recubrimiento de concreto para el refuerzo.....	21
Tabla 9: Tabla de recubrimiento de concreto para el refuerzo.....	22
Tabla 10: Operacionalización de variables.....	27
Tabla 11: Composición de los elementos constructivos.....	28
Tabla 12: Análisis de precios unitarios de acero de refuerzo.....	31
Tabla 13: Etapa 1 de la instalación de acero reforzado.....	31
Tabla 14: Rendimiento de subactividad del elemento Zapatas– Etapa 1.....	32
Tabla 15: Rendimiento de subactividad del elemento Muros – Etapa 1.....	32
Tabla 16: Rendimiento de subactividad del elemento Losas – Etapa 1.....	32
Tabla 17: Etapa 2 de la instalación de acero reforzado.....	33
Tabla 18: Rendimiento de subactividad del elemento Zapatas – Etapa 2.....	33
Tabla 19: Rendimiento de subactividad del elemento Muros – Etapa 2.....	33
Tabla 20: Rendimiento de subactividad del elemento Losas – Etapa 2.....	34
Tabla 21: Costo de instalación de acero reforzado planeado.....	34
Tabla 22: Costo de instalación de acero reforzado real.....	35
Tabla 23: Comparación de costos entre el acero tradicional vs acedim.....	37
Tabla 24: Costos en dólares entre el acero tradicional vs acedim.....	41
Tabla 25: Desperdicio de acero con respecto a su diámetro.....	41
Tabla 26: Comparativo de tiempo, usando el Acedim.....	43

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Acero tradicional vs Acero Dimensionado. ....	2
Figura 2: Línea de tiempo del acedim en el mundo. ....	6
Figura 3: Línea de tiempo del acedim en el Perú.....	8
Figura 4: Representación del acero corrugado de grado 60Ksi (4200kg/cm <sup>2</sup> ). ....	11
Figura 5: Flujograma - recepción de acero corrugado .....	17
Figura 6: Flujograma para etapa de corte de barras.....	17
Figura 7: Flujograma para etapa de corte de barras.....	18
Figura 8: Doble refuerzo longitudinal. ....	19
Figura 9: Doble refuerzo de estribos.....	20
Figura 10: Conectores mecánicos. ....	21
Figura 11: Detalle refuerzo vigas y columnas. ....	22
Figura 12: Detalle refuerzo en escaleras. ....	23
Figura 13: Detalle de refuerzo en losa aligerada. ....	25
Figura 14: Código de Ética. ....	29
Figura 15: Plano de acero de la subestación eléctrica.....	37
Figura 16: Colocación de andamios para verter el concreto. ....	38
Figura 17: Encofrado de muros. ....	38
Figura 18: Colocación acero en sala eléctrica del proyecto Toromocho. ....	39
Figura 19: Encofrado de muros de Sala eléctrica del proyecto Toromocho. ....	39
Figura 20: Señalización colectiva. ....	40
Figura 21: Vaciado de concreto premezclado en muros de Sala Eléctrica.....	40

## RESUMEN

El rendimiento y la productividad en las partidas de concreto armado son indicadores relevantes en los procesos constructivos por su impacto en los costos y tiempos tanto en países de la región (Reyes, 2016; Araque, 2017; Carreño, 2017, como en el Perú (Almeida, 2018; Rufasto, 2014; Escobar, 2016; Santa María & Juipa, 2018; Tabraj & Herrera, 2019). Debido a los mencionados aportes, esta investigación parte de la necesidad de esclarecer si existe o no beneficio y en qué valor se encuentra, el usar acero dimensionado en reemplazo de acero cortado y doblado en obra.

La investigación es de tipo cuantitativo, no experimental y de corte transversal, toma como unidad de estudio la planta de cal, que utilizó 58 toneladas de acero reforzado, requiriendo en promedio 12 hombres por cuadrilla a lo largo de su ejecución, y duró unos 22 días, en dos fases de 11 días cada uno.

Los resultados muestran un rendimiento de 223.07 kilos/persona/día y un costo igual a 3.92 S/kilogramo, ligeramente mayor a los 3.75 S/kilogramo previsto. Tras la discusión, se concluye que el proyecto consigue ahorros significativos en mano de obra al no requerir personal para la recepción, movilización interna y habilitación del acero; asimismo ahorros en las mermas al transferir el corte de barras y sus pérdidas al fabricante quién provee solo el material necesario; y para culminar se obtienen ahorros al evitar los gastos de equipos como grúa y/o montacarga para la movilización interna de las barras motivo de su habilitación en obra.

Este valor es relativamente superior al previsto si tomamos en cuenta que la obra se desarrolla en 4500 m.s.n.m; y que como ya se indicó, no se incluye el uso de mano de obra para las actividades de recepción, movilización y habilitación en caso se optaría por el método tradicional.

Palabras claves: rendimiento; acero dimensionado; acero reforzado; construcción



## ABSTRACT

The performance and productivity in the batches of reinforced concrete are relevant indicators in the construction processes due to their impact on costs and times both in countries of the region (Reyes, 2016; Araque, 2017; Carreño, 2017, and in Peru (Almeida, 2018; Rufasto, 2014; Escobar, 2016; Santa María & Juipa, 2018; Tabraj & Herrera, li 2019). Due to the mentioned contributions, this research is based on the need to clarify whether or not there is benefit and in what value It is found, using dimensioned steel as a replacement for field cut and bent steel.

The research is quantitative, non-experimental and cross-sectional, takes as a unit of study the lime plant, which used 58 tons of reinforced steel, requiring an average of 12 men per crew throughout its execution, and lasted about 22 days, in two phases of 11 days each.

The results show a yield of 223.07 kilos / person / day and a cost equal to 3.92 S / kilogram, slightly higher than the 3.75 S / kilogram expected. After the discussion, it is concluded that the project achieves significant savings in labor by not requiring personnel for the reception, internal mobilization and qualification of the steel; likewise savings in wastage by transferring the bar cutting and its losses to the manufacturer who provides only the necessary material; and to conclude, savings are obtained by avoiding the expenses of equipment such as a crane and / or forklift for the internal mobilization of the bars, which is the reason for their installation on site.

This value is relatively higher than expected if we take into account that the work takes place at 4500 meters above sea level; and that, as already indicated, the use of labor for reception, mobilization and habilitation activities is not included in case the traditional method would be chosen.

Key words: performance; dimensioned steel; reinforced steel; building

## I. INTRODUCCIÓN

Desde la aparición del hombre en el planeta, siempre ha tenido como actividades de desarrollo principales su satisfacción alimenticia, su seguridad y el confort necesario para su existencia. En ese sentido, para el confort de su vivienda, la construcción es la actividad predominante para obtenerla. Hasta la fecha, la actividad de la construcción en un gran porcentaje es un conjunto de participaciones artesanales que logran realizar una infraestructura determinada. Por consiguiente, el profesional dedicado a dicha actividad de la construcción siempre está a la búsqueda de mejorar esta participación artesanal por la inclusión de la tan ansiada industrialización de la construcción.

A través de los años la actividad de la construcción ha tenido y sigue teniendo incorporaciones industriales en una o en otra de las partidas que en su conjunto definen la construcción, tal es así, que para la preparación del concreto hoy disponemos de la facilidad industrial para contar con concreto pre mezclado. Así mismo, la tendencia a seguir incorporando procesos industriales en la actividad de la construcción es vertiginosa, como muestra tenemos hoy la aparición de industrializar la participación del acero corrugado en infraestructura nueva, cambiando de utilizar barras de construcción en bruto para su habilitación (corte y doblez), por acero ya cortado y doblado en planta; de tal manera que en obra solamente me resta su armado y montaje; y dentro de poco solo nos restara el montaje puesto que en el futuro próximo se suministrara cortado, doblado y armado, habiendo de esta manera dado un gran paso dentro de la industrialización de la construcción en el tratamiento del acero corrugado.

A nivel mundial, el rendimiento y la productividad son indicadores relevantes en los procesos constructivos por su impacto en los costos y tiempos; por ello son motivo de planificación y seguimiento en todas las partidas presupuestarias. Regionalmente, países como Colombia (Reyes, 2016; Araque, 2017) y Ecuador (Carreño, 2017) tienen numerosas investigaciones con relación al rendimiento de la mano de obra, en especial en lo que se refiere a las partidas de concreto armado,

que incluye el armado del fierro; encofrado y vaciado de concreto de vigas, columnas, losas aligeradas y placas.

Figura 1: Acero tradicional vs Acero Dimensionado.

Acero Tradicional	Acero Dimensionado
	
<p>¿Acero tradicional o acero dimensionado que método emplearemos en nuestra construcción?</p>	

Fuente Propia

En la actualidad, la productividad y el rendimiento deben ser gestionados bajo el enfoque de la optimización de los procesos constructivos, los cuales toman como base la filosofía Lean. Esta metodología, en principio, identifica las actividades no contributivas y contributivas buscando reducirlas; en tanto se agilizan las actividades productivas. En ese afán, en el Perú, existen trabajos académicos que ofrecen guías actualizadas para medir la productividad y el rendimiento (Almeida, 2018), otros que miden y comparan los mencionados indicadores (Rufasto, 2014; Escobar, 2016), otros que usan la filosofía Lean con sus herramientas (Santa María & Juipa, 2018), y recientemente el uso de la tecnología BIM (Tabraj & Herrera, 2019).

A pesar de las mencionadas tendencias, dentro de la partida de concreto armado, todavía algunas empresas constructoras de provincia utilizan el método tradicional que comprende la etapa de corte, dimensionado, doblado, de las barras de acero dentro de las instalaciones y con los equipos y recursos de la obra, produciendo

desperdicios de hasta el 5.72%, tal como lo registró Soriano (2016), en su estudio realizado a cuatro obras en Huancayo.

Este tipo de prácticas ha demostrado ser ineficiente frente a las ofertas que actualmente existen en el mercado, principalmente en Lima, en relación a atender todo el servicio de corte y doblado, (hasta pre-armado en algunos casos) a través de empresas dedicadas a esa labor, y que además de eliminarse la generación de desperdicios, y cobrarse solo por el acero cortado y doblado (es decir menor costo por tonelada), facilitan la liberación de espacios dentro de la obra, pues la gestión de las llegadas es coordinada con el proveedor, permitiendo una reducción por costos de transporte, almacenamiento, inspección, inventarios, defectos y demoras en la habilitación del acero, según lo expone las empresas productoras Siderperu y Aceros Arequipa en sus portales web respectivos. Esto sin considerar la disminución del riesgo por manipulación y reducción de accidentes, además de asegurar el cumplimiento de los radios de doblez establecidos por norma, y que no necesariamente se cumplen en las mesas de trabajo en obra. Este método del uso de acero cortado y doblado en las siderúrgicas listo para ser trasladado a obra se le conoce como acero dimensionado o también llamado ACEDIM, tal cual se nombrará en adelante.

Las actividades de corte y figurado de fierro como se le conoce en Colombia y Chile, o acero - fierro dimensionado en el Perú, vienen usándose en diversas obras, aunque todavía se tienen divergencia por parte de los usuarios en relación a los beneficios, la realidad es que existen pocos estudios publicados sobre sus beneficios, como es el caso del trabajo de Flores (2015), quién estudió el impacto de la aplicación de este tipo de servicio, en la construcción del viaducto elevado en el cruce especial Héroes del Cenepa del Metro de Lima - Línea 1.

En la empresa constructora en estudio, se desarrollan proyectos constructivos bajo el uso de aceros dimensionado, así como bajo el método tradicional de cortado y doblado en obra. En ese contexto existen divergencias entre los beneficios, por ello surge la necesidad de esclarecer si existe o no beneficio y en qué valor se encuentra, el usar acero dimensionado en reemplazo de acero cortado y doblado en obra. Para ello tomaremos como unidad de estudio los procesos constructivos

de concreto armado de la obra Planta de cal-sala eléctrica del proyecto de Toromocho, distrito Yauri, año 2020, de tal manera se propone el siguiente problema general de investigación, ¿Como la utilización de acero dimensionado mejora los procesos constructivos, significando un avance en la industrialización de la construcción? y los problemas específicos que se detallan de la siguiente manera: ¿Cuál será la mejora en la productividad del recurso de mano de obra en el proceso constructivo de la partida de acero corrugado?, ¿Cuál será la mejora en los plazos de ejecución con el uso de acero dimensionado en la partida de acero corrugado?, ¿Cómo determinar los costos al usar acero dimensionado versus el acero tradicional en la partida de acero corrugado?, ¿Cuál será el ahorro en el material “acero corrugado” al utilizar acero ACEDIM?.

En la actualidad la ejecución de los proyectos en general utiliza barras de construcción enteras salidas de siderúrgica para hacer elementos estructurales, en base al corte y doblado que se realizan en obra. De tal manera, que seguimos utilizando un material primario para su desarrollo en el propio lugar de la ejecución del proyecto, significando un mayor empleo de recursos humanos y por consiguiente mayores plazos en la ejecución de los proyectos.

Sin embargo, ya existe la posibilidad de utilizar acero corrugado previamente cortado y doblado, según los planos de cada proyecto, logrando un ahorro sustancial en el empleo de recursos humanos y por consiguiente en el tiempo de ejecución de la obra, aminorando sustancialmente los tiempos empleados en la ejecución de la partida denominada acero corrugado.

Es así, que hoy en día, tenemos para ejecutar una obra de dos posibilidades, la primera de ellas utilizando las barras corrugadas como material primario y la segunda, utilizándolo ya procesado; de tal manera que los proyectos para su ejecución ya pueden decidir uno u otro camino según los tiempos de entrega de obra.

Entonces por lo mencionado el uso del ACEDIM es un avance en los proyectos de construcción que tiene como objetivo general : El uso del acero dimensionado nos conduce de mejor manera a la industrialización en el desarrollo de un proyecto de construcción y los siguientes objetivos específicos: Optimizar los recursos

humanos empleando acero dimensionado en la partida de acero corrugado; Lograr el ahorro de materiales e insumos empleando el acero dimensionado en la partida de acero corrugado; Determinar que el uso de acero dimensionado como aporte a la industrialización nos permite optimizar costos en la partida de acero corrugado, por tener cero merma del material; Reducción de plazos para la entrega de obra de acuerdo las exigencias del proyecto.

La hipótesis de la investigación se detalla de la siguiente manera:

La implementación del uso de acero dimensionado reduce los costos en la partida de acero corrugado en la obra Planta de cal - sala eléctrica del proyecto de Toromocho, distrito Yauri, año 2020.

Hipótesis específica

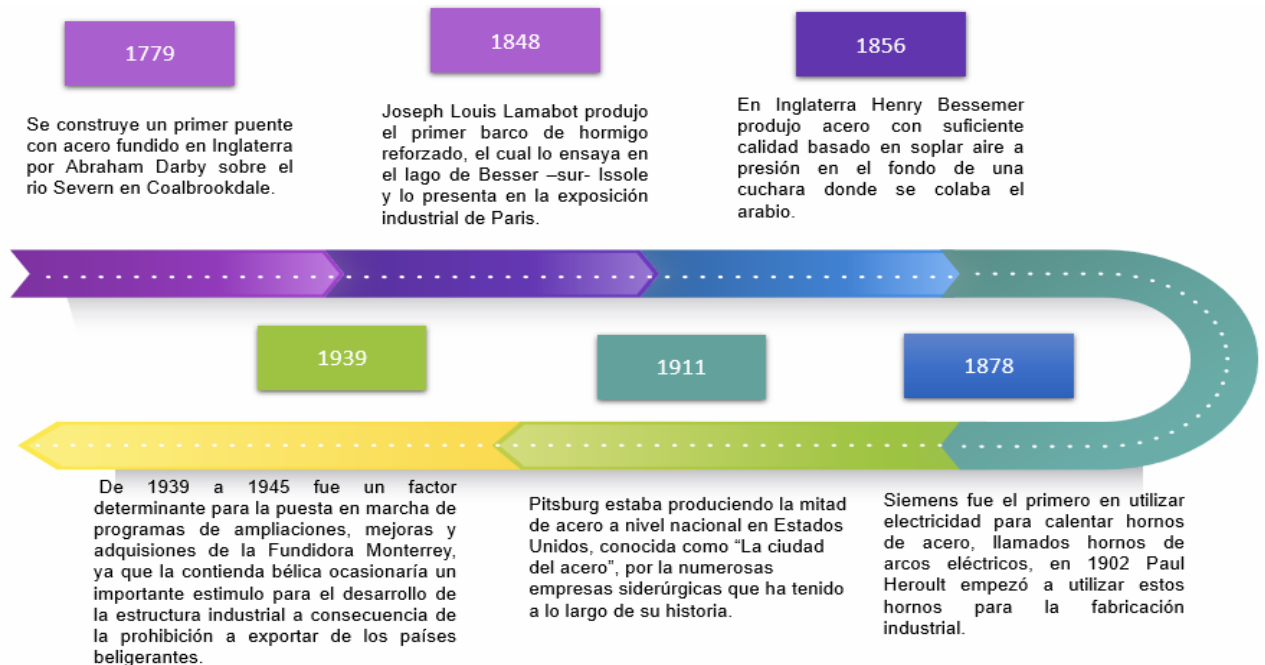
El uso de acero dimensionado frente al acero tradicional implica menos personal para el habilitado de acero en la partida de acero corrugado en la obra Planta de cal-sala eléctrica del proyecto de Toromocho, distrito Yauri, año 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes de la investigación

#### Internacionales

Figura 2: Línea de tiempo del acedim en el mundo.



Fuente propia.

Almeida Franco, M., (2018), de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte, sustentó el trabajo: "Guía práctica para comparar los rendimientos y uso de los equipos, mano de obra, materiales en los análisis de precios unitarios de los rubros de movimiento de tierra, estructura y mampostería de una edificación en la contratación pública", para optar el grado de magíster en Guayaquil - Ecuador. En este trabajo, se describen las operaciones, cálculo del rendimiento, los equipos a usar, sus capacidades, los instrumentos y herramientas, la cuadrilla, pautas para la operación, verificación, ordenamiento, almacenamiento y manipulación del rubro: acero de refuerzo y encofrado.

Cuartas, L. (2017), de la Universidad EAFIT, presentó su trabajo: "Determinación de las Variables que Afectan el Rendimiento de la Mano de Obra en la Construcción

de Edificaciones en el Municipio de Armenia", en Medellín - Colombia. El autor identificó que las variables que influyen en el rendimiento de la mano de obra en las obras edificaciones en el Municipio de Armenia son: la complejidad alta, la experiencia, el clima soleado, la cuadrilla C012, el tipo de contrato y la complejidad media, el Ingeniero, las cuadrillas C010, C011 y la supervisión. Este análisis fue efectuado para 15 actividades: Armado Acero Columna, Corte y figurado de acero, Enchape de baño, Enchape piso, Estructura de Drywall, Estuco interior, Excavación, Formaleta placa entrepiso, Formaleta columna, Fundición placa entrepiso, Fundición vigas, Fundición columnas, Pega ladrillo farol, Pintura en interiores y revoque interior, del proceso constructivo. En cada caso, se graficaron las curvas de rendimiento semanal, donde se visualizan los picos máximos y mínimos de rendimiento para cada una de las actividades. Los resultados muestran que la actividad de fundición de columna tiene su pico los días lunes ( $3.8m^3/h$ ); revoque en interiores los martes ( $13,09 m^2/h$ ); fundición de viga los viernes ( $2.62 m^3/h$ ), específicamente en el horario de 10:00- 10:59 horas. Por otro lado, los mínimos se muestran para la fundición de columna los martes ( $0,42 m^3/h$ ); revoque en interiores los viernes ( $0,82 m^2/h$ ). Por último, se identifica que el día de mayor rendimiento para el pintado de interiores, fundición placa entrepiso, estuco en interiores, enchape de baños y pintado en interiores es el jueves; para actividades de corte y figurado de acero, excavación de tierra a mano, fundición vigas e instalación placa drywall es el viernes; pisos y revoque en interiores es el miércoles; y pegar ladrillo farol, fundición columna y corte y figurado de acero el lunes. Finalmente se concluye que el día más productivo de la semana es el jueves.

Remolina, A., Polanco, L. (2014), presentaron el trabajo de investigación: "Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB". El trabajo tomó como base los tiempos y rendimientos generados durante la construcción del Edificio J en el campus de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, a la vez de ofrecer estándares que puedan utilizarse en la construcción de edificaciones similares. Durante el trabajo se identificaron dificultades como: información no disponible, y falta de herramientas y metodologías para toma de datos y análisis de resultados efectivos. El trabajo, además, incluye una propuesta de metodología y de análisis

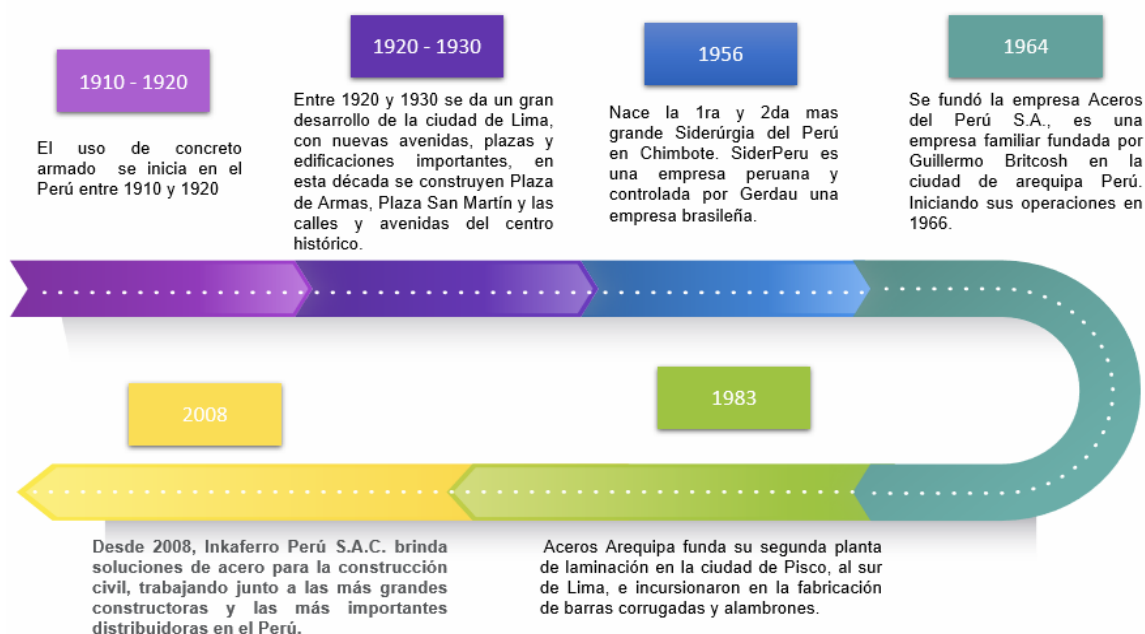


de los datos, y entre los principales resultados de su medición figuran los rendimientos para zapatas ( $1.09 \text{ h/m}^3$ ); para columna ( $2.55 \text{ h/m}^3$ ); para vigas ( $3.17 \text{ h/m}^3$ ); muro de contención ( $0.64 \text{ h/m}^3$ ); mampostería ( $0.47 \text{ h/m}^3$ ), estos a su vez se diferencian por actividad: refuerzo, encofrado, fundido y desencofrado, y dentro de ellas por su complejidad. Finalmente, en el análisis comparativo con la línea base, se encuentran diferencias negativas en todas las actividades a excepción de las vigas. Los muros y la mampostería son las que tiene mayor diferencia negativa.

Pinillos, P. (2018), de la Universidad del Magdalena, elaboró el trabajo: “Implementar sistemas de seguimiento de producción mediante análisis y actualizaciones diarias basadas en resultados de producción obtenidos para dirigir el progreso y desempeño del proyecto de manera eficiente”, en Colombia. El trabajo se desarrolla en la empresa Distrinautica JM durante las actividades llevadas a cabo en la obra Mirador de San Carlos en la ciudad de Bogotá, y tras un análisis situacional de los procesos de medición y control de avance e indicadores, se establecen acciones como el monitoreo diario, para mejorar los resultados durante el desarrollo.

## Nacionales

Figura 3: Línea de tiempo del acedim en el Perú.



Fuente propia.

Idrogo, A., Villacorta, M. (2014) de la Universidad Privada Antenor Orrego, sustentaron su trabajo: Análisis de la planificación tradicional y propuesta de un sistema mejorado de planificación aplicando principios generales del sistema Last Planner en las partidas de concreto armado de la construcción del edificio “los tréboles”. El trabajo partió de la identificación de las actividades productivas (38.38%), contributivas (47.70%) y no contributivas (13.92%) durante la ejecución de las partidas de acero grado 60, encofrado, concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , muro de ladrillo del tipo maquinado de soga kk 18 huecos y ladrillo hueco de arcilla 15x30x30 cm para techo aligerado en la construcción de los 5 pisos del edificio “Los Tréboles”, en las cuales se encontró factores que afectan el cumplimiento, como son: la falta de materiales, deficiencias en la comunicación, los accidentes, rendimiento de las cuadrillas, retraso en entregas de insumos, generan incertidumbre y falta de confiabilidad, haciendo de la planificación y su cumplimiento un reto difícil de superar. Posterior a ello se desarrolló las técnicas de planificación de la filosofía LEAN, denominada “Last Planner System”, que consiste en la sectorización del proyecto, tren de actividades, plan maestro y lookahead. El desarrollo del presente trabajo abarcó 06 meses, obteniéndose que a la empresa KVC Contratistas SAC le ha tomado 12 días en promedio la construcción de un piso del edificio “Los Tréboles” con un costo de mano de obra de S/. 20,224.74 nuevos soles, mientras que, en la planificación propuesta estipula 10 días para la construcción del mismo y S/. 14,994.74 nuevos soles en costo de mano de obra.

Rufasto, I. (2014), de la Universidad Nacional de Cajamarca sustentó la tesis "Determinación de los rendimientos de mano de obra, en las partidas de concreto armado en la construcción del Palacio Municipal de la ciudad de San Ignacio, Cajamarca", en Cajamarca - Perú, Esta investigación se realizó con el objetivo de determinar los rendimientos de la mano de obra para concreto, encofrado, acero en zapatas; vigas de cimentación y columnas en la construcción del edificio, ubicado en la ciudad San Ignacio. La toma de datos se realizó en los meses de agosto -octubre del año 2014, la investigación es de tipo descriptiva. Las cuadrillas utilizadas fueron diferentes a lo establecidos como estándar por la cámara peruana de la construcción, CAPECO. Asimismo, los rendimientos obtenidos fueron

superiores. Estos resultados fueron: 14.88 m<sup>3</sup>/día de concreto, 407.44 kg/día de acero; en vigas de cimentación: 10.16m<sup>2</sup>/día de encofrado, 13.28 m<sup>3</sup>/día de concreto, 314.4 kg/día de acero y en columnas: 11.84 m<sup>2</sup>/día de encofrado, 6.88 m<sup>3</sup>/día de concreto, 252.08 kg/día de acero.

Escobar, J. (2016), de la Universidad Andina del Cuzco, desarrolló la investigación: "Análisis de productividad de la mano de obra y obtención de rendimientos reales en partidas de concreto armado en la obra - construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el centro histórico de la ciudad del Cusco", en Cusco – Perú. El trabajo partió de la identificación de las actividades productivas (20%), contributivas (42%) y no contributivas (38%) durante la ejecución de las partidas de concreto armado. En este trabajo se mide tanto el rendimiento como la productividad de la mano de obra, siendo esta última el cociente entre la cantidad producida de un proceso y los recursos empleados en dicho proceso.

Chico, R. (2019), de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, presentó el trabajo de suficiencia: "Mejorar los procesos de dimensionado, armado y montaje de estructura de acero que permita incrementar su productividad en la empresa Ferralia Perú s.a.c", para obtener el título de Ingeniero Industrial en Lima - Perú. En este trabajo, la productividad es superada tras la implementación de mejoras en los procesos, a través de las técnicas del Lean Manufacturing: 5S y Mantenimiento autónomo, en la empresa Ferralia Perú SAC. En principio, se realizó el análisis de la situación actual de la empresa, un Mapa del flujo de valor, un diagrama causa-efecto y un ulterior análisis de las causas seleccionadas por su importancia y criticidad. Entre las técnicas de soporte, aparecen el estudio de métodos, los diagramas de operaciones de las actividades, la identificación de las principales pérdidas del proceso, y la identificación de las oportunidades.

Tabraj, B., Herrera, J. (2019), de la Universidad Hermilio Valdizan, desarrolló la tesis: "Estudio del rendimiento de la mano de obra aplicando el BIM en las partidas de concreto armado en la obra Hospital Regional Hermilio Valdizan nivel III-1", para obtener el título de Ingeniero Civil en Huánuco - Perú. Este trabajo se centra en la comparación de rendimientos entre los obtenidos en obra, utilizando la tecnología

BIM, lo establecido en el expediente técnico y el estándar de la cámara peruana de construcción (CAPECO). Los resultados en columnas son: a) fierro en obra igual a 427 kg/día, en el expediente igual a 200 y por Capeco es 250; b) encofrado igual a 55 kg/día, 10 y 10 respectivamente; c) concreto igual a 10e kg/día, 13 y 10 respectivamente. Por su parte, los resultados en vigas son: 651 kg/día, 200 y 250, para el acero; 67 kg/día, 10 y 10, para el encofrado; y 81 kg/día, 20 y 100, para el concreto. Finalmente, en losa aligerada se obtiene: 45 kg/día, 200 y 250, para el acero; 49 kg/día, 10 y 10 en el encofrado; y 81 kg/día, 25 y 100 en el concreto; ofreciendo un sustancial ahorro en tiempo y costo, además de la evidente mejora en la productividad.

Santa María, D., Juipa, A. (2018). Presentaron la tesis: "Estudio del rendimiento y productividad de la mano de obra aplicando Lean Construction en las partidas de concreto armado en la obra: mejoramiento de la capacidad resolutoria de los servicios de salud del Hospital Regional Hermilio Valdizan de Huánuco, NIVEL III-1", para obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Hermilio Valdizán en Huánuco - Perú. El trabajo se centra en el estudio del rendimiento y la productividad de la mano de obra de las partidas de Concreto Armado, mediante el uso de Cartas de Balance (herramienta del Lean Construction). Tras la implementación se encontró que las partidas de encofrados y concreto (10% - 40%) y de acero (61% - 80%) fueron superiores en comparación a los indicados por el expediente técnico.

## Bases teóricas

### Operaciones de dimensionado y armado de acero de refuerzo

Figura 4: Representación del acero corrugado de grado 60Ksi (4200kg/cm<sup>2</sup>).



Fuente propia.

Es el servicio de detalla de fabricación y entrega de barras de construcción cortadas y dobladas; enmarcado en una asesoría constante en el proceso constructivo de la obra. Su finalidad es la de cortar y doblar el acero que se usa como refuerzo para el concreto armado, estas dimensiones y formas del acero de refuerzo se encuentran establecidas en las planillas de despiece y parten de los planos estructurales, y se desarrollan utilizando diversos recursos. En el caso de los equipos y herramientas, se pueden utilizar equipos manuales, como sierras o cizalla, cortadoras hidráulicas o eléctricas en relación al diámetro de la varilla, la cantidad de varillas a cortar, y la facilidad de fluido eléctrico. Esto a su vez, influye en los rendimientos y la productividad. Por otro lado, para el caso de las personas, los fierros, peones, maestro de obra y capataces son los responsables de actividades como: a) Lectura, verificación y desarrollo de los planos estructurales y planillas de despiece; b) Recepción de las varillas, control interno, almacenamiento y desplazamiento interno; c) Corte y figurado del acero de refuerzo según las planillas de despiece; d) Verificación y corrección de ser el caso de las dimensiones, almacenamiento y desplazamiento intermedios de las piezas cortadas y dobladas; e) Registro y ejecución de las actividades contributivas como: checks de seguridad y registros de producción por jornada. (Almeida, 2018).

### **Diferencia entre acero en milímetros y el acero en pulgadas.**

El acero puede venir fabricado en diámetros medidos en pulgadas o en milímetros. La norma española clasifica sus aceros en milímetros, teniendo una similitud con el acero usado en nuestro país. Para poder diferenciar y reconocer el tipo de varillas de acero corrugado, se observa una nomenclatura y la información requerida en toda la sección de su barra de acero corrugado.

Según la norma española el acero corrugado se clasifica en milímetros. La siguiente tabla muestra los diferentes diámetros más comunes de acero junto con sus características más útiles en la construcción.

Tabla 1: Diámetro de acero en milímetros.

DIÁMETRO (mm)	SECCIÓN (cm <sup>2</sup> )	PESO (Kg/m)
6	0.283	0.222
8	0.503	0.395
10	0.785	0.617
12	1.131	0.888
16	2.011	1.578
20	3.142	2.466
25	4.909	3.853
32	8.042	6.313
40	12.566	9.865

Fuente Norma Española.

La norma americana clasifica el acero corrugado en números, refiriéndose a cada número en octavos de pulgada, por ejemplo:

Tabla 2: Nomenclatura del acero.



Fuente propia.

Según la norma americana el acero corrugado se clasifica en pulgadas. La siguiente tabla muestra los diferentes diámetros usados en la industria de la construcción. Cada acero de construcción se emplea para diferentes estructuras de concreto armado (viviendas, placas, puentes, etc.).

Tabla 3: Diámetro de acero en pulgadas.

Nomenclatura	DIÁMETRO	DIÁMETRO	SECCIÓN	PESO
(#)	(pulg)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg/m)
2	1/4	6.4	0.317	0.249
3	3/8	9.5	0.713	0.559
4	1/2	12.7	1.267	0.994
5	5/8	15.9	1.979	1.554
6	3/4	19.1	2.850	2.237
(*) 7	7/8	22.2	3.879	3.045
8	1	25.4	5.067	3.987
(*) 9	1 1/8	28.6	6.413	5.034
(*) 10	1 1/4	31.8	7.917	6.215
11	1 3/8	34.9	9.58	7.521

Fuente RNE.

(\*) No son comerciales.

El reglamento Nacional de Edificaciones, en las normas E-070 de albañilería y E-060 de concreto armado, presenta los requisitos para el uso de diferentes estructuras de concreto armado.

Si bien existen similitudes entre ambos sistemas de medidas y es fácil adquirir cualquier medida en el país, el acero en milímetros no debe usarse en las diferentes estructuras del concreto armado. Los usos más comunes de acero corrugado son:

Tabla 4: Uso del acero en la construcción

ACERO CORRUGADO (pulg)	USO DEL ACERO EN CONSTRUCCIÓN
1/4 ; 3/8	Estribos, viguetas y temperatura.
1/2 ; 5/8 ; 3/4	Columnas, vigas y placas.
1 ; 1 3/8	Diseños especiales(Puentes, Pilotes).

Fuente propia.

## **Grados del Acero de Construcción**

El acero en ingeniería es una mezcla de hierro con una cantidad de carbono que puede variar entre 0,03% y el 2,14% en masa de su composición esto depende del grado del acero. El grado de acero es la resistencia a los esfuerzos de tensión y compresión que generan las cargas de las estructuras. Los grados son 40, 60 y 80, ya que las normas exigen características físicas como peso lineal, características mecánicas como límite de fluencia, resistencia máxima, elongación que depende de cada grado del acero.

Las varillas de acero de grado 40 a nivel mundial son las más comerciales debido a sus bajos costos y se emplean en las construcciones como viviendas de 3 pisos. El límite de fluencia mínima es 2800 kg/cm<sup>2</sup>.

Las varillas de acero de grado 60 (corresponden al grado de dureza en unidades inglesas en este caso 60 ksi que a unidades nuestras se le multiplicaría por 70 y obtendríamos  $f_y=4200\text{kg/cm}^2$  se utilizan en la construcción de edificaciones de concreto armado como las edificaciones, viviendas, pilotes, puentes, etc. El grado 60 indica las barras de construcción con un Límite de Fluencia mínimo de 60 000 libras por pulgada cuadrada. El límite de fluencia es el máximo valor del esfuerzo que desarrolla la varilla de acero sin que se deforme cuyo valor es 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

Las varillas de acero de grado 80 son varillas de alta resistencia que brindan un factor de seguridad aceptable como edificaciones grandes. El límite de fluencia es 5500 kg/cm<sup>2</sup>.

## **Cálculo del peso de varillas de acero corrugado**

El acero se presenta en diferentes piezas, longitudes, espesores y diámetros. Si se requiere calcular el peso del acero en alguna estructura de concreto armado se tiene que trabajar con una misma unidad de medida. Se sabe que las diferentes piezas de acero son de un mismo material y tiene la misma densidad que es 7850 kg/m<sup>3</sup>.



Tabla 5: Calculo del peso de varillas de acero corrugado.

DIÁMETRO (#)	DIÁMETRO (pulg)	DIÁMETRO (m)	AREA (m2)	VOLUMEN (m3)	DENSIDAD ACERO (Kg/m3)	PESO (Kg/m)
2	1/4	0.006350	0.00003167	0.00003167	7850	0.249
3	3/8	0.009525	0.00007126	0.00007126	7850	0.559
4	1/2	0.012700	0.00012668	0.00012668	7850	0.994
5	5/8	0.015875	0.00019793	0.00019793	7850	1.554
6	3/4	0.019050	0.00028502	0.00028502	7850	2.237
7	7/8	0.022225	0.00038795	0.00038795	7850	3.045
8	1	0.025400	0.00050671	0.00050671	7850	3.978
9	1 1/8	0.028575	0.00064130	0.00064130	7850	5.034
10	1 1/4	0.031750	0.00079173	0.00079173	7850	6.215
11	1 3/8	0.034925	0.00095799	0.00095799	7850	7.520

Fuente RNE.

### Acero tradicional

El acero tradicional es el insumo usado en los procesos de construcción de elementos de concreto armado que se da más frecuente en los proyectos.

Primero se realizará los metrado de acero utilizando los planos del proyecto, planos de detalles considerando el porcentaje de desperdicio (5%). Luego se realizará el pedido de acero (barras de acero de 9 m y 12 m de longitud dependiendo de su diámetro).

Una vez teniendo el acero en obra se habilitará un área de trabajo, este contará con personal calificado que opere equipos de poder para realizar los cortes y doblado del acero según los despieces del proyecto y así poder realizar el colocado de acero en la estructura.

La problemática radica que el uso de acero tradicional es muy dependiente de la mano de obra y hace entender que el avance depende del fierrero ya que ellos son los que habilitan el acero para los diferentes frentes de trabajo, además existen excesivas mermas, en cambio el acero industrializado acedim viene de siderúrgica habilitado y listo para su instalación.

**Proceso de habilitación de hierro**

Etapa de recepción

Figura 5: Flujograma - recepción de acero corrugado



Fuente: Website, MIVIS.

A. Etapa de corte de barras

Figura 6: Flujograma para etapa de corte de barras



Fuente: Website, MIVIS.

## B. Proceso completo

Figura 7: Flujograma para etapa de corte de barras.

ABASTECIMIENTO		HABILITACION		COLOCACION	
INGENIERIA	RECEPCION	CORTE	DOBLADO	ARMADO	COLOCACION
					
<b>ACTIVIDADES DE FLUJO Y TRANSFORMACION</b>					
Visualización	Conteo	Armado Banco	Información	Información	Transporte
Constructab.	Descarga	Información	Búsqueda	Búsqueda	<b>Colocación</b>
Metrados	Traslado	Búsqueda	Traslado	Traslado	Valorización
Presupuesto	Almacenado1	Traslado	Medición	Medición	
		Medición	<b>Doblado</b>	<b>Armado</b>	
		<b>Cortado</b>	Inspección	Almacenado4	
		Almacenado2	Almacenado3		

Fuente: Website MIVIS.

### Acero dimensionado


En la construcción se viene empleando el uso de este método acero dimensionado también llamado ACEDIM. Las empresas comerciales que abastecen los proyectos con este método en el Perú son: Aceros Arequipa S.A. y SiderPeru. Se encargan del servicio de fabricación y entrega de barras de acero corrugada cortadas y dobladas para ser usadas directamente en el armado de acero de estructuras de concreto. Esta ingeniería comprende: Asesoría, diseño de piezas y cronograma de entrega en obra.

### Doblado de Acero

Las barras de acero se doblan para formar las distintas dimensiones de la estructura requerida como también los estribos. Por esta razón el reglamento de construcción cuenta con la siguiente tabla de diámetros de doblez para así no dañar el acero.

## Diámetro de doblado en refuerzo longitudinal

Figura 8: Doblez refuerzo longitudinal.

FORMAS	DOBLEZ	OBSERVACIÓN
	<b>90°</b>	db = Diámetro de barra En ambos casos:
	<b>180°</b>	Barras de 3/8" a 1" D = 6 db Barras de 1 1/8" a 1 3/8" D = 8 db

Fuente propia.


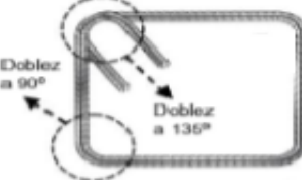
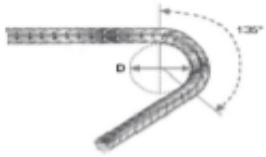
Tabla 6: Tabla de diámetro de doblado de acero de refuerzo longitudinal

DIÁMETRO DE BARRA (db)		DIÁMETRO MINIMO DE DOBLADO (D)	DISTANCIA DE TUBO A TRAMPA (L)(mm)	
(pulg)	(mm)	(mm)	Doblado a 90°	Doblado a 180°
--	6	36	25	55
--	8	48	30	70
3/8	--	57	35	85
--	12	72	50	110
1/2	--	76	55	120
5/8	--	95	65	150
3/4	--	114	85	175
1	--	152	115	235

Fuente RNE.

## Diámetro de doblado en estribos

Figura 9: Dobleces de estribos.

FORMAS	DOBLEZ	OBSERVACIÓN
	90°	 <p><b>Barras de 3/8" a 5/8"</b> <b>D = 4 db</b></p>
	135°	

Fuente RNE.

Tabla 7: Tabla de diámetro de doblado de acero de uso para estribos.

DIÁMETRO DE BARRA (db)		DIÁMETRO MÍNIMO DE DOBLADO (D)	DISTANCIA DE TUBO A TRAMPA (L)(mm)	
(pulg)	(mm)	(mm)	Doblado a 90°	Doblado a 135°
--	6	24	15	25
3/8	--	38	25	40
--	12	48	30	50
1/2	--	51	35	55
5/8	--	64	45	70

Fuente RNE.

## Conectores Mecánicos

Siguiendo con la industrialización del acero en la construcción, se emplea el uso de conectores mecánicos que sirven para mantener la unión de dos aceros produciendo un mejor comportamiento de estructuras de concreto armado.

Existen una gran variedad de conectores mecánicos en el mercado siendo los más comerciales; los conectores mecánicos a presión, conectores mecánicos roscados, conector con pernos de torque controlado.

Figura 10: Conectores mecánicos.



Fuente propia.

### Recubrimiento de concreto para el refuerzo

#### Concreto construido en sitio (no presforzado)

Debe proporcionarse el siguiente recubrimiento mínimo de concreto al refuerzo, excepto cuando se requieran recubrimientos en ambientes corrosivos u otras condiciones severas o se requiera protección especial contra el fuego:

Tabla 8: Tabla de recubrimiento de concreto para el refuerzo.

CONCRETO CONSTRUIDO EN SITIO (no preesforzado)	BARRAS	RECUBRIMIENTO (mm)
Concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él.		70
Concreto en contacto permanente con el suelo o la intemperie.	Barras de 3/4" y mayores	50
	Barras de 5/8" y menores, mallas electrosoldadas	40
Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo: Losas, muros, viguetas.	Barras de 3/4" y mayores	40
	Barras de 1 3/8" y menores	20
Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo: Vigas y columnas.	Armadura principal, estribos y espirales	40
Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo: Cáscaras y losas plegadas.	Barras de 3/4" y mayores	20
	Barras de 5/8" y menores	15
	Mallas electrosoldadas	15

Fuente RNE.



### Concreto vaciado in situ (presforzado)

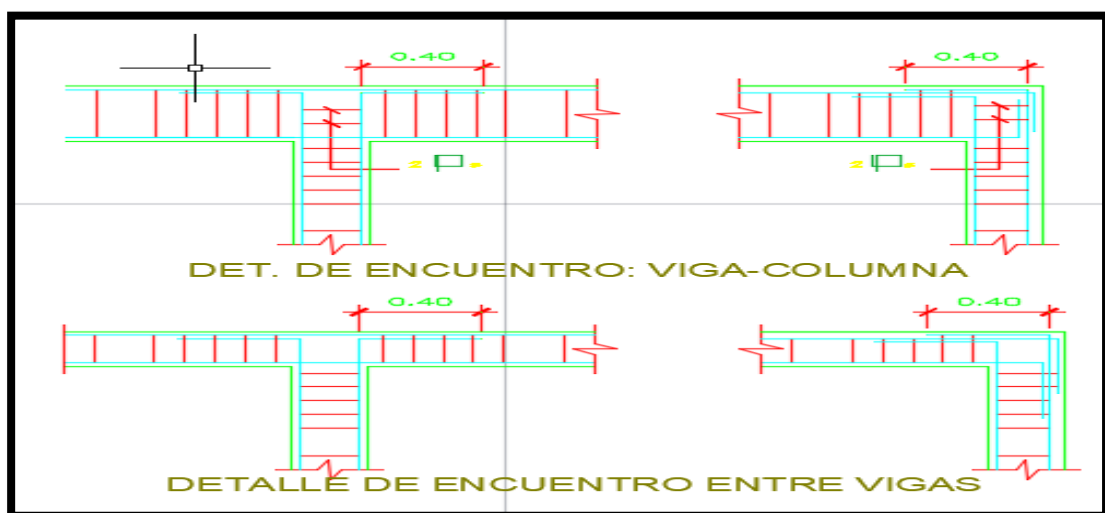
Debe proporcionarse el siguiente recubrimiento mínimo de concreto al refuerzo presforzado y no presforzado, a los ductos de postensado y accesorios de los extremos, excepto cuando se requieran recubrimientos mayores como elementos de concreto presforzado expuesto a medios corrosivos o a otras condiciones severas de exposición.

Tabla 9: Tabla de recubrimiento de concreto para el refuerzo.

CONCRETO CONSTRUIDO EN SITIO (presforzado)		RECUBRIMIENTO (mm)
Concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él.		70
Concreto en contacto permanente con el suelo o la intemperie: Paneles de muros y losas.		25
Concreto en contacto permanente con el suelo o a la intemperie: Viguetas.		25
Concreto en contacto permanente con el suelo o a la intemperie: Otros elementos.		40
Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo: Paneles de muros y losas.		20
Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo: Vigas y columnas.	Refuerzo principal	40
	Estribos y espirales	25
Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo: Cáscaras y losas plegadas.	Barras de 5/8" y menores	10
	Mallas electrosoldadas	10
	Otros refuerzos db, pero no menos de	20

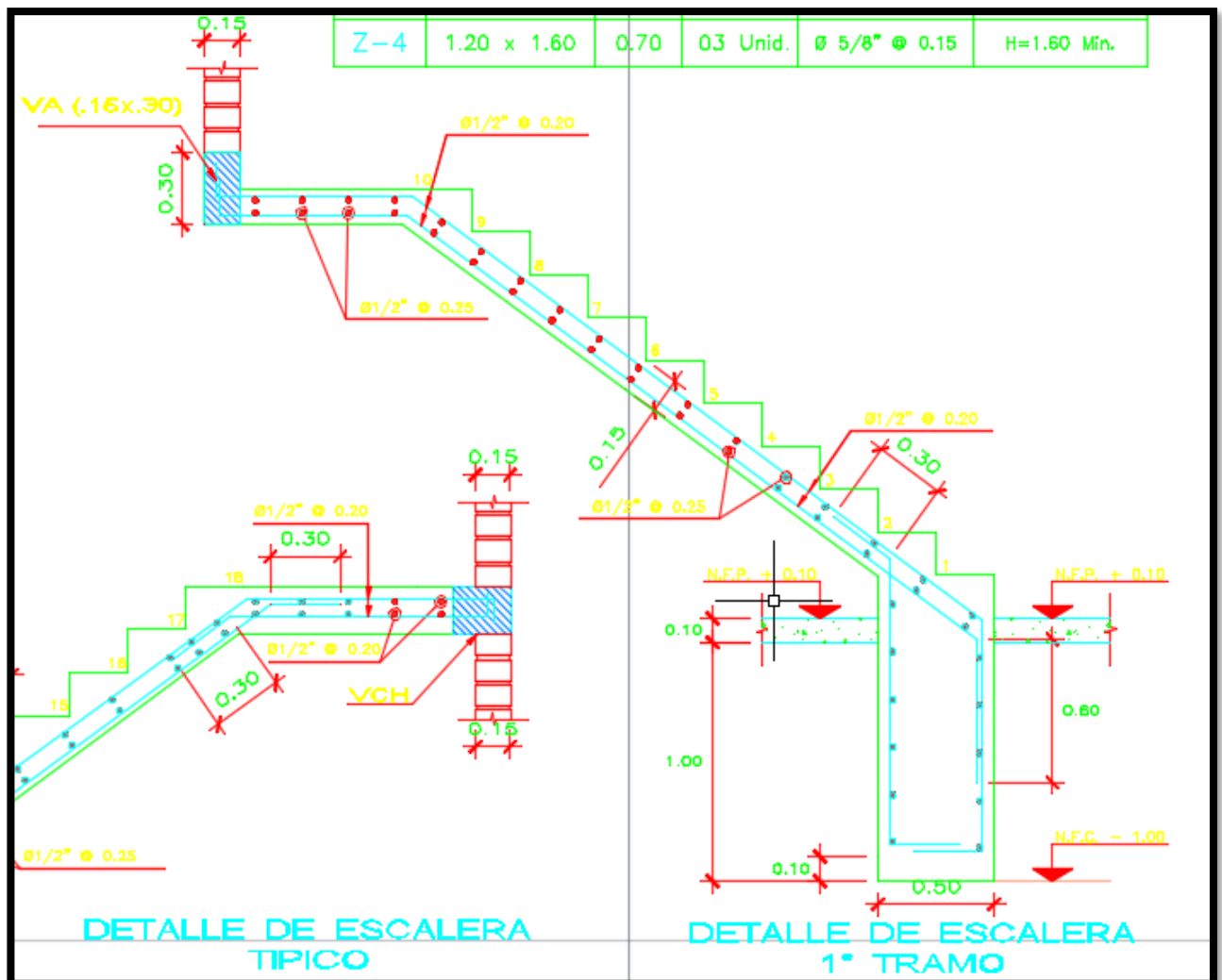
Fuente RNE.

Figura 11: Detalle refuerzo vigas y columnas.



Fuente propia.

Figura 12: Detalle refuerzo en escaleras.



Fuente propia.

### Losas aligeradas y placas.

Los techos forman parte de la estructura de una vivienda, están hechos de concreto armado y se utilizan como entresijos. Pueden apoyarse sobre los muros portantes, vigas o placas. (Jara Soriano, J., & Royo Sánchez, F. J. 2014)

Las losas aligeradas cumplen básicamente tres funciones:

- Transmitir hacia los muros o vigas el peso de los acabados, su mismo peso, el peso de los muebles, el de las personas, etc.

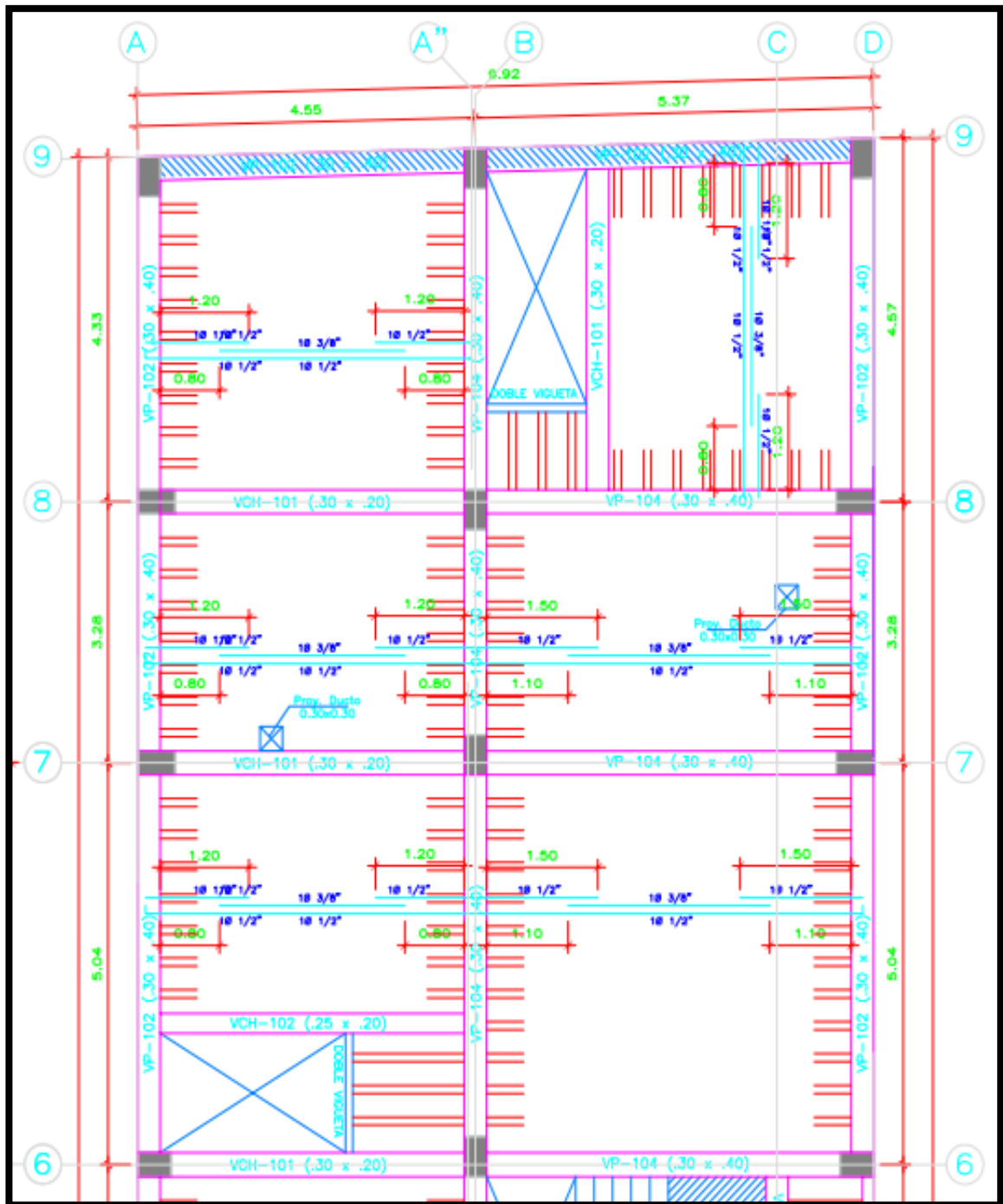


- Transmitir hacia los muros las fuerzas que producen los terremotos.
- Unir los otros elementos estructurales (columnas, vigas y muros) para que toda la estructura trabaje en conjunto, como si fuera una sola unidad.

Para que se puedan cumplir a cabalidad estas funciones, debes tener en cuenta las siguientes recomendaciones con relación a las losas aligeradas (Construye Bien, 2020)

- Deben ser iguales en todos los pisos.
- Como máximo: Largo = 3 veces Ancho.
- Las aberturas para escaleras no deben ser excesivas ni en número ni en tamaño y de preferencia deben estar ubicadas en la zona central.

Figura 13: Detalle de refuerzo en losa aligerada.



Fuente propia.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

- a. Tipo de investigación. No experimental
- b. Diseño de investigación. Correlacional

Para Hernández et al (2014), el diseño es el plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento (p.128).

Siendo el planteamiento de esta investigación, el reconocer si existe impacto en los rendimientos de mano de obra al utilizar un determinado método constructivo; entonces nos encontramos frente a un contexto de investigación donde se modificarán una sola variable, por ello se considera que se trata de una investigación cuasi experimental. Para Hernández et al (2014), un diseño cuasi experimental es aquel donde se manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente. (p. 151).

La obtención de la información se desarrollará durante un espacio de tiempo determinado, por lo que se le considera un diseño transversal. Para Hernández et al (2014), los diseños transaccionales, recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, generalmente para describir el impacto de una variable (p. 154).

### 3.2 Variables y Operacionalización

*Tabla 10: Operacionalización de variables.*

Variable	Dimensión	Instrumento
Independiente El Software dimensionado para la aplicación del acero dimensionado: zapatas, muros y losas	Kilogramos instalados	Hoja de registro de avance de obra
Dependiente El acero Proyecto Rendimiento	Horas hombre utilizadas por kilogramo instalado (hh/kg)	Hoja de registro de avance de obra

. Fuente propia.

#### **Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis**

Todas las toneladas del acero corrugado que produce Sider Perú y Aceros Arequipa.

#### **Muestra conjunto pequeño**

Todas las toneladas que son aplicadas para el uso de acedim del universo de actividades que se desarrollan en el proceso constructivo de la obra ampliación de planta Toromocho, están aquellas, las de armado de fierro en el frente conocido como "Planta de cal", que representa un total de 58,000 kilos de fierro corrugado. Esta población se compone de los diversos elementos constructivos: zapatas [8,000 kg]; muros [15,000 kg] y losas de techo [35,000 kg]. Sampieri et al (2014) define a la población de estudio como el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones (p. 174). En este caso todos los elementos descritos, han sido configurados a través del uso de acero dimensionado.

## Muestra

Por cuestiones de economía se trabajará con los sectores de la obra del frente: planta de lechada de cal. Este frente tiene 58,000 kilos de fierro corrugado. Se entiende por muestra al “subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta”. (Hernández et al, 2014, p. 173)

## Unidad de análisis

Los elementos constructivos: zapatas, muros y losas de techos son materia de estudio; de ellas tomaremos sus costos, número de cuadrillas; horas hombre; avance; rendimiento y tiempo asignado global. A estos elementos se les conoce como unidad de análisis. La unidad de análisis, para Sampieri et al, es aquella que es materia de investigación (p.172)

Tabla 11: Composición de los elementos constructivos.

Elemento	Cantidad	Metrado (kilogramos)	Número de cuadrillas	Días
Zapatas	6	8,000	5 (x 2 personas)	4
Muros	12	15,000	5 (x 2 personas)	8
Losas	6	35,000	7 (x 2 personas)	10

. Fuente propia.

## Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: A través de lectura y desarrollo de los planos de estructura

Instrumento: Software para la mejor utilización de la barra de acero corrugado.

Para la recolección de datos se hace uso de la técnica de observación en campo, y como registro se utiliza las hojas de registro de incidencias de turno.

Técnica: observación.

Instrumento: Hoja de registro (documento en obra y su digitación en un archivo Excel).

## Procedimientos

Normas aplicables:

NORMA E.060 CONCRETO ARMADO

ASTM A 36M —Standard Specification for Carbon Structural Steel.

ASTM A615 Grado 60

NTP 341.031 Grado 60

## Método de análisis de datos

Para el procedimiento de análisis de datos del tipo descriptivo: se utilizará la hoja de cálculo excel y el software SPSS 26: gráficos de barra, líneas de tendencia y variación porcentual.

## Aspectos éticos

Figura 14: Código de Ética.



“Código de Ética en Investigación”

Vicerrectorado de Investigación

2020

---

Fuente: Universidad Cesar Vallejo.

Los datos para esta investigación han sido obtenidos desde el documento original de obra y oficina técnica, no existiendo ni cambio ni alteraciones por parte del autor, más allá de aquellas para organizar la información por motivos de la investigación misma; siguiendo la resolución del consejo universitario N° 0262-2020/UCV.

Desarrollo la presente investigación señalando que es propia e innovadora, citare correctamente información de otros autores, me someteré al software TURNITIN para verificar el contenido y similitud con otros trabajos de investigación.

## IV. RESULTADOS

Tabla 12: Análisis de precios unitarios de acero de refuerzo.

070203020108 (2302031 09) Jornada = 8		Mano de Obra	0.92			
ACERO DE REFUERZO FY 4200KG/CM2		Materiales	2.81			
Productividad por kg:	0.0394 hh	Equipos	0.02			
Rendimiento DIA:	260.0000	Subcontratos	0.00			
Precio Unitario:	kg \$/3.75	Subpartidas	0.00			
Descripción Recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio (\$/)	Parcial (\$/)	Código
PEON CIVIL	hh	0.3300	0.0102	18.44	0.19	
OPERARIO CIVIL	hh	0.9500	0.0292	24.90	0.73	
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°16 (CONSTRUCCION)	kg		0.0300	3.15	0.09	
ACERO CORRUGADO FY=4,200 Kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	2.59	2.72	
ANDAMIOS	hm	0.1000	0.0031	2.50	0.01	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		1.0000	0.92	0.01	

Fuente S10.

### 4.1 Instalación del acero reforzado dimensionado – Etapa 1

Las actividades de instalación de acero reforzado de los elementos fundamentales del proyecto: zapatas, muros y losas se desarrollaron en 2 etapas. La primera inició el 30 de julio y culminó el 10 de setiembre. El detalle del metrado, número de personas y fecha de inicio y fin se presentan en la tabla 13.

Tabla 13: Etapa 1 de la instalación de acero reforzado.

ESTRUCTURA	ACTIVIDADES	METRADO (kilogramos)	CUADRILLA (personas)	FECHA INICIO	FECHA FIN
Zapatas	Acero Zapatas	4000	10	30-Jul	31-Jul
Muros	Acero Muros	7500	10	7-Aug	10-Aug
Losa de Techo	Acero de Refuerzo	17500	14	6-Sep	10-Sep

Fuente propia.

De la tabla 13 se desglosa el detalle por día, del mismo que se obtiene el rendimiento diario y promedio por actividad. Los rendimientos por día y subactividades se presentan en las tablas 14, 15 y 16.



Tabla 14: Rendimiento de subactividad del elemento Zapatas– Etapa 1.

Día	ACTIVIDADES	METRADO (kilogramos)	CUADRILLA (personas)	PENDIENTE	RENDIMIENTO (kilos/persona/día)
1	Zapatas	1800	10	2200	180
2	Zapatas	2200	10	0	220
Promedio					200

Fuente propia.

En la tabla 14 se identifica el rendimiento promedio de la subactividad instalación de acero de zapatas del proyecto, es de 200 kilos/persona/día.

Tabla 15: Rendimiento de subactividad del elemento Muros – Etapa 1.

Día	ACTIVIDADES	METRADO (kilogramos)	CUADRILLA (personas)	PENDIENTE	RENDIMIENTO (kilos/persona/día)
3	Muros	1500	10	6000	150
4	Muros	2000	10	4000	200
5	Muros	2000	10	2000	200
6	Muros	2000	10	0	200
Promedio					187.5

Fuente propia.

En la tabla 15 se identifica el rendimiento promedio de la subactividad instalación de acero de muros del proyecto, es de 187.5 kilos/persona/día.

Tabla 16: Rendimiento de subactividad del elemento Losas – Etapa 1.

Día	ACTIVIDADES	METRADO (kilogramos)	CUADRILLA (personas)	PENDIENTE	RENDIMIENTO (kilos/persona/día)
7	Losas	3000	14	14500	214
8	Losas	3625	14	10875	259
9	Losas	3625	14	7250	259
10	Losas	3625	14	3625	259
11	Losas	3625	14	0	259
Promedio					250

Fuente propia.

En la tabla 16 se identifica el rendimiento promedio de la subactividad instalación de acero de losas del proyecto, es de 250 kilos/persona/día.

## 4.2 Instalación del acero reforzado dimensionado – Etapa 2

La segunda etapa se desarrolló del 13 de agosto al 12 de setiembre. El detalle del metrado, número de personas y fecha de inicio y fin se presentan en la tabla 10.

Tabla 17: Etapa 2 de la instalación de acero reforzado.

ESTRUCTURA	ACTIVIDADES	METRADO (kilogramos)	CUADRILLA (personas)	FECHA INICIO	FECHA FIN
Zapatas	Acero Zapatas	4000	10	13-Ago	14-Ago
Muros	Acero Muros	7500	10	19-Aug	22-Ago
Losa de Techo	Acero de Refuerzo	17500	14	8-Sep	12-Sep

Fuente propia.

De la tabla 17 se desglosa el detalle por día, del mismo que se obtiene el rendimiento diario y promedio por actividad. Los rendimientos por día y subactividades se presentan en las tablas 18, 19 y 20.

Tabla 18: Rendimiento de subactividad del elemento Zapatas – Etapa 2.

Día	ACTIVIDADES	METRADO (kilogramos)	CUADRILLA (personas)	PENDIENTE	RENDIMIENTO (kilos/persona/día)
1	Zapatas	2000	10	2000	200
2	Zapatas	2000	10	0	200
Promedio					200

Fuente propia.

En la tabla 18 se identifica el rendimiento promedio de la subactividad instalación de acero de zapatas del proyecto, es de 200 kilos/persona/día.

Tabla 19: Rendimiento de subactividad del elemento Muros – Etapa 2

Día	ACTIVIDADES	METRADO (kilogramos)	CUADRILLA (personas)	PENDIENTE	RENDIMIENTO (kilos/persona/día)
3	Muros	2000	10	5500	200
4	Muros	2000	10	3500	200
5	Muros	2000	10	1500	200
6	Muros	1500	10	0	150
Promedio					187.5

Fuente propia.

En la tabla 19 se identifica el rendimiento promedio de la subactividad instalación de acero de muros del proyecto, es de 187.5 kilos/persona/día.

Tabla 20: Rendimiento de subactividad del elemento Losas – Etapa 2.

Día	ACTIVIDADES	METRADO (kilogramos)	CUADRILLA (personas)	PENDIENTE	RENDIMIENTO (kilos/persona/día)
7	Losas	3500	14	14000	250
8	Losas	3500	14	10500	250
9	Losas	3500	14	7000	250
10	Losas	3500	14	3500	250
11	Losas	3500	14	0	250
Promedio					250

Fuente propia

En la tabla 20 se identifica el rendimiento promedio de la subactividad instalación de acero de losas del proyecto, es de 250 kilos/persona/día.

#### 4.3 Costo de Instalación del acero reforzado

Los costos planeados de la partida instalación de acero reforzado se presentan en la tabla 19. Aquí se observa el detalle de los costos de mano de obra: peón, operario; materiales: alambre, acero; y equipos: andamios y herramientas.

Tabla 21: Costo de instalación de acero reforzado planeado

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
Mano de obra						
101040003	Peon civil	hh	0.33	0.0102	18.44	0.19
101040004	Operario civil	hh	0.95	0.0292	24.9	0.73
Materiales						
2110200010001.00	Alambre negro recocido N°16	Kg		0.0300	3.15	0.09
225040003	Acero corrugado grado 60	Kg		1.0500	2.59	2.72
Equipos						
3013400010015.00	Andamios	hm	0.10	0.0031	2.5	0.01
30601001	Herramientas manuales	%MO		1.0000	0.92	0.01
						3.75

Fuente propia.

El costo planeado de la partida instalación de acero reforzado es de 3.75 S/kilogramo y su detalle se muestra en la tabla 19.

Por su parte, los costos reales ejecutados en la instalación de acero reforzado se presentan en la tabla 21. Del mismo modo, se han incluido los detalles de mano de obra: peón, operario; materiales: alambre, acero; y equipos: andamios y herramientas.

Tabla 22: Costo de instalación de acero reforzado real

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
Mano de obra						
101040003	Peon civil	hh	0.50	0.0160	18.44	0.30
101040004	Operario civil	hh	1.00	0.0320	24.9	0.80
Materiales						
2110200010001.00	Alambre negro recocido N°16	Kg		0.0300	3.09	0.09
225040003	Acero corrugado grado 60	Kg		1.0500	2.59	2.72
Equipos						
3013400010015.00	Andamios	hm	0.10	0.0031	2.5	0.01
30601001	Herramientas manuales	%MO		1.0000	0.92	0.01
						3.93

Fuente propia.

El costo ejecutado en la instalación de acero reforzado es de 3.93 S/kilogramo.

#### 4.4 Comparativo de costos

Los costos del acero tradicional versus el acero dimensionado se venden por kg de acero, con respecto al diámetro multiplicado por la densidad del acero. En la tabla 23 se muestran los costos detallados y se compara los aceros según los precios que nos ofrece Aceros Arequipa.



# ACEDIM

Lima, 12 de Enero de 2021  
Cotización 2021011201

Srs.

**A y A EDIFICACIONES S.A.C.**

**Atención: Sr. Jesús Torres**

**Proyecto: Edificio VIBE (698 ton)**

Atendiendo su solicitud, nos es grato hacerle llegar la siguiente cotización para su proyecto:

## 1. OFERTA ECONÓMICA

Todos nuestros precios son facturados en dólares americanos y su facturación es a peso nominal.

### 1.1 Barras estándar de acero de refuerzo

Valor del acero: US\$ 780/Tm más IGV\*.

- Los precios se mantendrán vigentes hasta el 28 de Febrero del 2021.
- Se emitirán facturas por cada despacho o pedido y se cancelarán de acuerdo con las condiciones de pago acordadas con el cliente.
- Todos nuestros despachos cuentan con certificado de calidad emitido electrónicamente, y es enviado a los destinatarios brindados por el cliente.
- Todas las barras suministradas a obra (incluidas armaduras de montaje) serán cortadas y dobladas en obra o taller según los despieces entregados y tomadas en consideración en la valorización. (\*) El Cliente acepta que el precio reflejado en la cotización presentada por Aceros Arequipa, es un precio especial determinado y estructurado solo para el proyecto de la referencia. Por tanto, si el cliente usa el acero suministrado para un fin distinto; Aceros Arequipa queda facultada a facturar dicho material a precio corriente del mercado. De esta forma, el Cliente renuncia a cuestionar cualquier reclamo o contradicción; sea cual sea la naturaleza del proceso o procedimiento usado para este fin, contra la Factura emitida por Aceros Arequipa.

### 1.2 Acero Dimensionado

Valor del servicio: US\$ 85/Tm más IGV.

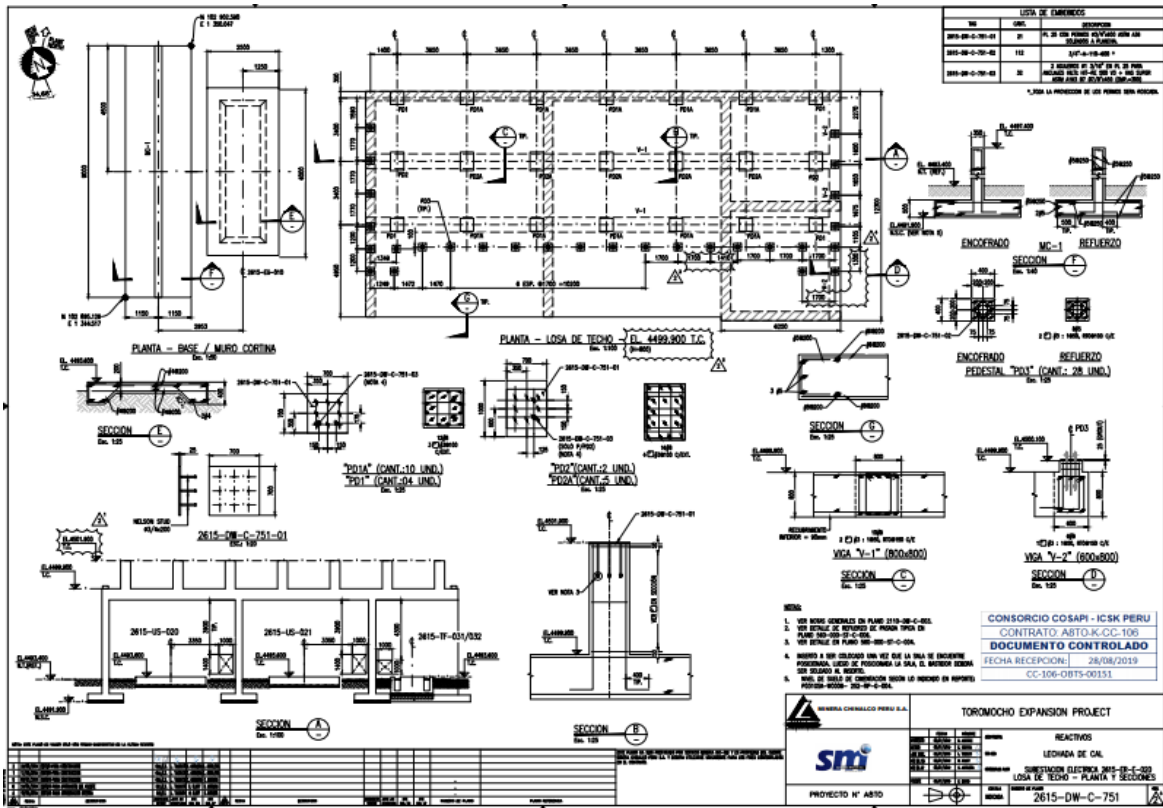
- Los precios son facturados en dólares americanos.
- Su facturación es por tonelada suministrada a peso nominal.
- Los precios se mantendrán vigentes para toda la obra.
- Se emitirán facturas por cada despacho o pedido y se cancelarán de acuerdo con las condiciones de pago acordadas con el cliente.
- Precio por tonelada aplicable al 100% del material suministrado según los despieces elaborados para el proyecto y su facturación es por tonelada a peso nominal.
- La primera entrega se realizará 15 días después de haber recibido los planos del proyecto, el cronograma de obra, la orden de compra y luego de haber definido las restricciones del proyecto.
- Se requiere de un cronograma de suministro con un mínimo de 2 semanas de anticipación a la fecha de entrega. Así mismo, se requiere del cumplimiento de los pagos del cliente para que no afecte la fabricación planificada.
- Una vez planificada la fecha de salida del material de Planta, deberá ser recepcionado por el cliente. Caso contrario, el cliente deberá asumir un costo de almacenamiento del Acedim valorizado en US\$ 1.8 x ton / día.

### 1.3 Servicio de instalación

Valor del servicio: US\$ 275/Tm más IGV.

- Los precios son facturados en dólares americanos.
- Los precios se mantendrán vigentes para toda la obra.
- La medición de la valorización se realizará semanalmente y la facturación se realizará quincenalmente por tonelada a peso nominal y se cancelarán a los 30 días de la fecha de emisión de la factura. Se incluirán, en dicha medición, las barras auxiliares para montaje del acero (separadores, rigidizadores).

Figura 15: Plano de acero de la subestación eléctrica



Fuente: Proyecto Toromocho

Tabla 23: Comparación de costos entre el acero tradicional vs acedim

DESCRIPCIÓN	ACERO			ACEDIM		
	ZAPATAS	MUROS	LOSAS	ZAPATAS	MUROS	LOSAS
METRADOS (Kg)	8,000.00	15,000.00	35,000.00	8,000.00	15,000.00	35,000.00
DESPERDICIO Kg(5%)	400.00	750.00	1,750.00			
SUB TOTAL (Kg)	8,400.00	15,750.00	36,750.00	8,000.00	15,000.00	35,000.00
COSTO (\$/.)	\$ 0.78			\$ 0.87		
TOTAL (\$/.)	\$ 47,502.00			\$ 50,460.00		

Fuente propia



Reporte fotografico, Proyecto Toromocho.

Figura 16: Colocación de andamios para verter el concreto.



Fuente: Proyecto Toromocho.

Figura 17: Encofrado de muros.



Fuente: Proyecto Toromocho.

Figura 18: Colocación acero en sala eléctrica del proyecto Toromocho.



Fuente: Proyecto Toromocho.

Figura 19: Encofrado de muros de Sala eléctrica del proyecto Toromocho.



Fuente: Proyecto Toromocho.



Figura 20: Señalización colectiva.



Fuente: Proyecto Toromocho.

Figura 21: Vaciado de concreto premezclado en muros de Sala Eléctrica.



Fuente: Proyecto Toromocho.

## IV. DISCUSIÓN

Tradicionalmente los procesos constructivos donde se utiliza acero reforzado conllevan una serie de actividades que derivan en costos, desorden, tiempo y mermas que a diferencia del producto dimensionado no lo requiere.

En el presente trabajo se identifican valiosas diferencias entre ambos métodos: tradicional y dimensionado, una de ellas es el ordenamiento que se gana en este último método toda vez que se omiten los espacios para descargar, almacenar y habilitar el fierro en obra y sus respectivas mermas. Esta ventaja favorece fuertemente en obras como edificaciones en la ciudad, donde los espacios que se cuentan son extremadamente limitados y el movimiento de materiales, como el acero, son extenuantes pero necesarios debido a el movimiento de tierras y el avance de obra.

Tabla 24: Costos en dólares entre el acero tradicional vs acedim

<b>METODOS</b>	<b>COSTOS ( \$/.)</b>
TRADICIONAL (Tn)	<b>780</b>
ACEDIM (Tn)	<b>85</b>

Fuente propia.

De la tabla 24 obtenemos que la tonelada de acero dimensionado nos cuesta 85 dólares más por tn de acero habilitado en Aceros Arequipa. Por lo observado el acero dimensionado es de mayor costo, pero también implica cero mermas. Tampoco se contempla el 5% de desperdicio que implica el acero tradicional, esto depende del diámetro del acero como se muestra en la tabla 25.

Tabla 25: Desperdicio de acero con respecto a su diámetro

<b>DESCRIPCIÓN ACERO DE REFUERZO</b>	<b>DESPERDICIO PROMEDIO</b>
Diámetro	%
<b>3/8</b>	<b>3</b>
<b>1/2</b>	<b>5</b>
<b>5/8</b>	<b>7</b>
<b>3/4</b>	<b>8</b>
<b>1</b>	<b>10</b>

Fuente Propia.

Tabla 25: Tabla del porcentaje de desperdicio de acero de refuerzo, fuente Capeco. Los procesos de habilitación en obra implican en promedio una pérdida mayor al 5% del acero (5.72% registra el trabajo de Soriano en el año 2016); este valor bordea el 10% cuando se trabaja diámetros gruesos, y llega al 3% en diámetros finos. Esta merma finalmente es cargada al costo y hundida en las partidas de acero corrugado, lo contrario cuando se adquiere acero dimensionado; pues este se adquiere solo y justamente solo lo que se necesita, transfiriendo la merma y su costo al fabricante, quien para esta labora resulta ser más eficiente.

El valor del rendimiento de mano de obra en los procesos que incluye el acero reforzado, son dispersos y van con relación al tipo de obra: edificios, puentes u obras de arte; el tipo de elemento estructural: zapatas, muros o columnas; las condiciones climatológicas y la altura geográfica. En el proyecto estudiado estos factores son relevantes, pues se desarrolla en una altura de 4500 m.s.n.m; generando un rendimiento medio de 223.07 kilos/persona/día, comparativamente menor respecto a los 250 kilos/persona/día que ofrece como estándar CAPECO; sin embargo, debe considerarse los factores de fatiga que se generan producto de trabajar en la mencionada altura.

En razón a los costos, cuando hacemos la comparación entre los dos métodos: tradicional y dimensionado, debemos reconocer que en el primero existe un costo hundido relacionado a la mano de obra utilizada para recibir, almacenar y habilitar el acero en obra, valor que no se visualiza cuando se adquiere el acero dimensionado. La partida de acero reforzado, específicamente en la parte de instalación del proyecto estudiado fue de 3.92 S/kilogramo versus los 3.75 S/kilogramo previstos a través del S10.

Finalmente, es oportuno reconocer que cuando el fierro se habilita en obra, este suele generar picos de demanda de mano de obra, que en ciertas circunstancias ofrecen espacios para que las mafias de construcción se enraícen. Esto quiere decir que usar el acero dimensionado previene la existencia de estas mafias.

Tabla 26: Comparativo de tiempo, usando el Acedim

<b>ETAPA I</b>				
<b>METODO</b>	<b>CORTADO Y DOBLADO</b>	<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>	<b>DIA (Jornada 8 horas)</b>
<b>ACEDIM</b>				
ZAPATAS	0	30/07/2020	31/07/2020	2
MUROS	0	7/08/2020	10/08/2020	4
LOSA DE TECHO	0	6/09/2020	10/09/2020	5
<b>ACERO TRADICIONAL</b>				
ZAPATAS	2	30/07/2020	31/07/2020	4
MUROS	2	7/08/2020	10/08/2020	6
LOSA DE TECHO	2	6/09/2020	10/09/2020	7

Fuente propia

## V. CONCLUSIONES

Luego del desarrollo de las actividades de instalación de acero dimensionado en la obra Planta de cal - sala eléctrica del proyecto de Toromocho, distrito Yauri, año 2020, se concluye lo siguiente.

CONCLUSIONES	
PROYECTO TOROMOCHO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Debido al uso del acero dimensionado, el proyecto consiguió ahorros significativos en mano de obra al no requerir personal para la recepción que se encarte del corte y doblado.</li> <li>- Ahorro con respecto a las mermas, al transferir el corte de barras y sus pérdidas al fabricante quien provee solo el material necesario para la construcción.</li> <li>- Para el traslado del acero dimensionado se utilizó un camión baranda que con respecto a usar el método tradicional se tiene que alquilar grúa para su movilización.</li> <li>- El costo del proceso resultó ser 3.92 S/kilogramo, ligeramente mayor a los 3.75 S/kilogramo previsto.</li> </ul>
GENERAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El uso del acero dimensionado nos produce iniciar los trabajos una vez llegado el acero a obra a comparación del tradicional que se tendría que contar una cuadrilla para su corte y doblado.</li> <li>- Al usar el acero tradicional se debe considerar el porcentaje de desperdicio dependiendo al diámetro del acero, estipulado en la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO).</li> </ul>

La infraestructura estudiada, la planta de cal, utilizó 58 toneladas de acero reforzado, requiriendo en promedio 12 hombres por cuadrilla a lo largo de su ejecución, la misma que duró unos 22 días, en dos fases de 11 días cada uno, resultando un rendimiento de 223.07 kilos/persona/día. Este valor es relativamente superior al previsto si tomamos en cuenta que la obra se desarrolla en 4500 m.s.n.m; y que como ya se indicó, no se incluye el uso de mano de obra para las actividades de recepción, movilización y habilitación en caso se optaría por el método tradicional.

## VI. RECOMENDACIONES

En razón con los resultados obtenidos, se recomienda a la empresa constructora incluir como parte de su logística de suministros el de adquirir las barras de acero corrugado dimensionadas, debido a las ventajas enumeradas:

VENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro en mano de obra para el habilitado en obra.</li> <li>• Maquinarias para la movilización del acero en barras.</li> <li>• Ahorro en mermas en el corte y doblado de acero.</li> <li>• Ventajas adicionales cuando las obras se desarrollan en ciudad, por facilitar el orden, limpieza, minimizar el uso de área y prevenir la participación de mafias organizadas del sector construcción.</li> </ul>

Complementariamente, se identifica como parte de ampliar los estudios y poder contar con factores constructivos más precisos, se recomienda ampliar y recoger mayores investigaciones donde se hace uso del acero dimensionado en distintas obras de infraestructura: edificios, puentes obras de arte; climatología y efectos de la altura; además de las particularidades de cada elemento estructural: zapata, muro, vigas, etc. Asimismo, es oportuno revisar los valores ofrecidos por CAPECO toda vez que ahora se cuenta con tecnología que reduce las interrupciones constructivas a través de la tecnología BIM.

Finalmente, para fomentar un mejor control y ofrecer a quienes buscan aclarar sus dudas respecto a las ventajas del acero dimensionado, se recomienda generar planillas de control de costos complementarias donde se registre las horas hombre dedicadas a la recepción, movilización y habilitación de acero en obra; así como del desperdicio metálico que se genera durante la conversión.

## REFERENCIAS

Alarcón, L. F. (2002). Mejorando la productividad de Proyectos con Planificaciones más confiables. *Revista BIT*, 26, 29-31.

Almeida Franco, M., (2018). *ROCAFUERTE De Guayaquil GUÍA PRÁCTICA PARA COMPARAR LOS RENDIMIENTOS Y USO DE LOS EQUIPOS, MANO DE OBRA, MATERIALES EN LOS ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS RUBROS DE MOVIMIENTO DE TIERRA, ESTRUCTURA Y MAMPOSTERÍA DE UNA EDIFICACIÓN EN LA CONTRATACIÓN PÚBLICA* (tesis de maestría). pp 41 - 46. Recuperado de: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2362>

Araque Vesga, Juan. (2017). *PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO SERRANÍA DEL HATO DE LA CONSTRUCTORA MARVAL* (tesis de grado). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/123456789/15132>

Carreño Sánchez, Rafael. (2017). *APOYO EN EL SEGUIMIENTO TÉCNICO A LAS OBRAS CIVILES PARA PROPONER ESTRATEGIAS QUE MEJOREN CALIDAD, TIEMPO Y COSTOS DE LA SECRETARÍA DE VÍAS, INFRAESTRUCTURA Y VIVIENDA DE LA ALCALDÍA MUNICIPAL DE OCAÑA* (tesis de grado). Recuperado de: <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/123456789/1664>

Chico Ore, Ronald. (2019). *MEJORAR LOS PROCESOS DE DIMENSIONADO, ARMADO Y MONTAJE DE ESTRUCTURA DE ACERO QUE PERMITA INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA FERRALIA PERU S.A.C* (tesis de grado). Recuperado de : <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/4227>.

Cuartas Varón, Luisa. (2017). *Determinación de las Variables que Afectan el Rendimiento de la Mano de Obra en la Construcción de Edificaciones en el Municipio de Armenia*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10784/12088>

De Araújo, J. M. (2003). *Curso de concreto armado*. Editora Dunas.



- Diamond, J. (2020). *Armas, gérmenes y acero: breve historia de la humanidad en los últimos trece mil años*. Debate.
- Del Valle Wong, Jhenner., Jativa Cruz, Luis. (2018). *GUÍA PRÁCTICA PARA COMPARAR LOS RENDIMIENTOS Y USO DE LOS EQUIPOS, MANO DE OBRA, MATERIALES EN LOS ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS RUBROS DE MOVIMIENTO DE TIERRA, ESTRUCTURA Y MAMPOSTERÍA DE UNA EDIFICACIÓN EN LA CONTRATACIÓN PÚBLICA* (tesis de grado). Recuperado de: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2362>
- Escobar Herrera, Jayder. (2016). *ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA Y OBTENCIÓN DE RENDIMIENTOS REALES EN PARTIDAS DE CONCRETO ARMADO EN LA OBRA "CONSTRUCCIÓN DE ESTABLECIMIENTO HOTELERO EN LA CALLE TAMBO DE MONTERO EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO"* (Tesis de grado). Recuperado de: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/397>.
- Espinoza Córdova, R. A. (2018). Propuesta de implementación del Sistema Last Planner para incrementar la confiabilidad de la planificación en infraestructuras educativas, en el Perú.
- Farfán Tataje, E. Z., & Chavil Pisfil, J. D. (2016). Análisis y evaluación de la implementación de la metodología bim en empresas peruanas.
- Flores Camilo, J. (2015). *Planeamiento, programación y construcción de viaducto elevado en cruce especial Héroes del Cenepa del Metro de Lima Línea 1* (Tesis de grado). Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10939>.
- García Diaz, O. A. (2012). *Aplicación de la metodología lean construction en la vivienda de interés social* (Bachelor's thesis, Universidad Ean).
- García, M. Á. S., & Morlán, P. D. (2009). *El puerto del acero: historia de la siderurgia de Sagunto (1900-1984)*. Marcial Pons Historia.
- Guzmán Tejada, A. (2014). Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos.

- Harmsen, T. E. (2005). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Fondo editorial PUCP.
- Idrogo Aguilar, A., Villacorta Uceda, M. (2014). *ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN TRADICIONAL Y PROPUESTA DE UN SISTEMA MEJORADO DE PLANIFICACIÓN APLICANDO PRINCIPIOS GENERALES DEL SISTEMA LAST PLANNER EN LAS PARTIDAS DE CONCRETO ARMADO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO “LOS TRÉBOLES” EN LA CIUDAD DE TRUJILLO* (Tesis de grado). Recuperado de: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/682>.
- Miranda Casanova, D. (2012). Implementación del sistema Last Planner en una habilitación urbana.
- Pérez, J. A. (2001). Los años del acero. *La transformación del mundo laboral en el área industrial del Gran Bilbao [1958–1977]. Trabajadores, convenios y conflictos*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Pérez Velázquez, R. (2011). Desarrollo de un simulador conductual para la formación en gestión empresarial basada en LEAN.
- Pinillos Calderon, Paula. (2018). *Implementar sistemas de seguimiento de producción mediante análisis y actualizaciones diarias basadas en resultados de producción obtenidos para dirigir el progreso y desempeño del proyecto de manera eficiente* (tesis de grado). Recuperado de: <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/jspui/handle/123456789/4433>
- Remolina Millán, Aldemar., Polanco Sánchez, Lina. (2014), *Labor productivity study about masonry and structure activities for a construction project at campus UPB*. Prospect, Vol 12, N° 2, 105-112 , 2014. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.15665/rp.v12i2.294>
- Reyes Arenales, Carlos. (2016). *Práctica empresarial en la ejecución del proyecto de construcción Edificio Multifamiliar Torre La PAZ* (tesis de grado). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/123456789/14414>
- Rodríguez-Juárez, A. (2016). Estudio de Captura de Datos con Escáner Láser Terrestre (TLS) para la Aplicación en Modelado de Información para la Edificación (BIM).

- Rufasto Castillo, Ivonne. (2014). *DETERMINACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA, EN LAS PARTIDAS DE CONCRETO ARMADO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PALACIO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE SAN IGNACIO, CAJAMARCA* (Tesis de grado). Recuperado de: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/306>.
- Santa María Valle, Danny., Juipa Pozo, A. (2018). *ESTUDIO DEL RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA APLICANDO LEAN CONSTRUCTION EN LAS PARTIDAS DE CONCRETO ARMADO EN LA OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD RESOLUTIVA DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL REGIONAL HERMILIO VALDIZAN DE HUANUCO, NIVEL III-1* (tesis de grado). Recuperado de: <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/3984>
- Santana, J. J. H., & Pérez, C. S. (2018). Columnas a flexo compresión biaxial. Métodos simplificados y ayudas de cálculo. *Revista Digital del Cedex*, (189), 77-77.
- Soriano Santiago, K. (2016). *Evaluación del Sistema de Despiece de Aceros Astm-A615 en Edificaciones en la Ciudad de Huancayo* (Tesis de grado). Recuperado de [.http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/190](http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/190).
- Tabraj Arias, Bladimir., Herrera Salvador, Juber. (2019). *ESTUDIO DEL RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA APLICANDO EL BIM EN LAS PARTIDAS DE CONCRETO ARMADO EN LA OBRA HOSPITAL REGIONAL HERMILIO VALDIZAN NIVEL III-1* (tesis de grado). Recuperado de: <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/4523>
- Trejo Carvajal, N. A. (2018). Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción.
- Terribili Filho, A., Nery, A. C. B., & Bentancor, A. L. (2015). Gestión de proyectos de innovación en las instituciones educativas privadas en San Pablo. *REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 14(27), 85-103.

Capeco - Perú. Porcentaje de desperdicio del acero tradicional en función de su diámetro. Recuperado de: <https://www.ingcivillibros.com/2018/02/costos-y-presupuestos-en-edificaciones.html>.

## ANEXO

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Análisis comparativo del uso del acero tradicional versus el dimensionado como aporte en la industrialización de la construcción, en la obra Toromocho, Huancayo, 2020

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	INDICADORES	METODOLOGIA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Como la utilización de acero dimensionado mejora los procesos constructivos, significando un avance en la industrialización de la construcción?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> El uso del acero dimensionado nos conduce de mejor manera a la industrialización en el desarrollo de un proyecto de construcción.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL</b> La implementación del uso de acero dimensionado reduce los costos en la partida de acero corrugado en la obra Planta de cal-sala eléctrica del proyecto de Toromocho, distrito Yauri, año</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> El software dimensionado para la aplicación del acero dimensionado</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada Diseño de investigación: Correlacional</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b> a) ¿Cuál será la mejora en la productividad del recurso de mano de obra en el proceso constructivo de la partida de acero corrugado? b) ¿Cuál será la mejora en los plazos de ejecución con el uso de acero dimensionado en la partida de acero corrugado? c) ¿Cómo determinar los costos al usar acero dimensionado versus el acero tradicional en la partida de acero corrugado? d) ¿Cuál será el ahorro en el material "acero corrugado" al utilizar acero ACEDIM?.</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> a) Optimizar los recursos humanos empleando acero dimensionado en la partida de acero corrugado; Lograr el ahorro de materiales e insumos empleando el acero dimensionado en la partida de acero corrugado. b) Determinar que el uso de acero dimensionado como aporte a la industrialización nos permite optimizar costos en la partida de acero corrugado, por tener cero merma del material c) Reducción de plazos para la entrega de obra de acuerdo las exigencias del proyecto.</p>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICA</b> El uso de acero dimensionado frente al acero tradicional implica menos personal para el habilitado de acero en la partida de acero corrugado en la obra Planta de cal-sala eléctrica del proyecto de Toromocho, distrito Yauri, año 2020.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Acero</p>	<p>Población y muestra: Población: Todas las toneladas de acero corrugado que produce Aceros Arequipa y Sider Perú. Muestra: Todas las toneladas que son aplicadas para el Acedim, que corresponde a 58 000 Kilos</p>

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

Variable	Dimensión	Instrumento
Independiente El Software dimensionado para la aplicación del acero dimensionado: zapatas, muros y losas	Kilogramos instalados	Hoja de registro de avance de obra
Dependiente El acero Proyecto Rendimiento	Horas hombre utilizadas por kilogramo instalado (hh/kg)	Hoja de registro de avance de obra