

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“APLICACIÓN DE TRASLAPES O MANGUITOS
ROSCADOS EN COLUMNAS PARA MEJORA DE
PRODUCTIVIDAD”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:
Ingeniero Civil

Autor:

Anibal Tommy Bernedo Pinto

Asesor:

Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo
<https://orcid.org/0000-0002-4644-063X>

Lima - Perú

INFORME DE SIMILITUD

APLICACIÓN DE TRASLAPES O MANGUITOS ROSCADOS EN COLUMNAS PARA MEJORA DE PRODUCTIVIDAD

ORIGINALITY REPORT

5%	5%	0%	0%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repositorio.upn.edu.pe Internet Source	5%
2	www.acerosarequipa.com Internet Source	1%

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres quienes me formaron con principios y valores,
motivándome siempre para lograr mis metas trazadas.

AGRADECIMIENTO

Agradecido a Dios por la oportunidad de mejorar día a día como persona, a mis padres por el ejemplo y constante motivación y a mi esposa por su comprensión para lograr mis metas.

Asimismo, a mis profesores de la Universidad Privada del Norte por compartir sus conocimientos y experiencias en beneficio de mi desarrollo profesional.

TABLA DE CONTENIDOS

INFORME DE SIMILITUD	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	4
Tabla de contenidos.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN EJECUTIVO.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Contextualización de la experiencia profesional.....	11
1.2. Antecedentes de la empresa	12
1.2.1. Fundación	12
1.2.2. Contextualización del sector	13
1.2.3. Ubicación	13
1.2.4. Cargos y representantes	14
1.2.5. Organigrama	14
1.2.6. Visión y misión de la empresa	15
1.2.7. Experiencia.....	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Bases teóricas	18
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	29
3.1. Experiencias	30
3.1.1. Proyecto 01. Edificio Switch.....	30
3.1.2. Proyecto 02. Nuevo Aeropuerto Internacional de Chinchero	31
3.1.3. Proyecto 03. Hospital de Matucana	32
3.1.4. Proyecto 04. Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.....	33
3.1.5. Proyecto 05. Edificio Studio 4	34
3.1.6. Proyecto 06. Proyecto Universidad de Lima.....	35
3.2. Detalle de la experiencia:	36

3.3. Análisis de problemática	36
3.3.1. Problemática universal	36
3.3.2. Problemáticas determinadas	37
3.4. Direccionamiento del análisis	37
3.5. Programa e implementación para análisis determinados	38
3.5.1. Del análisis determinado a)	38
3.5.2. Del análisis determinado b).....	42
3.5.3. Del análisis determinado c).....	52
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	61
4.1. Efecto del análisis determinado a)	61
4.2. Efecto del análisis determinado b)	64
4.3. Efecto del análisis determinado c)	66
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1. Conclusiones	68
5.1.1. Conclusiones del análisis determinado a)	68
5.1.2. Conclusiones del análisis determinado b)	68
5.1.3. Conclusiones del análisis determinado c).....	69
5.2. Recomendaciones.....	69
REFERENCIAS	70
ANEXOS	73
ANEXO 1: Planta de cimentación	73
ANEXO 2: Cuadro de columnas.....	74
ANEXO 3: Especificaciones técnicas.....	78
ANEXO 4: Conexión de prearmado con manguitos roscados.....	79
ANEXO 5: Columnas prearmadas alternadas por nivel.	80
ANEXO 6: Ficha técnica de manguitos roscados.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Relación de representantes	14
Tabla 2 Longitud de traslape para columnas y vigas.....	20
Tabla 3 Equipo técnico	30
Tabla 4 Equipo técnico	31
Tabla 5 Equipo técnico	32
Tabla 6 Equipo técnico	33
Tabla 7 Equipo técnico	34
Tabla 8 Tiempos de trabajo en campo con acero dimensionado	47
Tabla 9 Tiempos de trabajo en campo con columnas prearmadas	52
Tabla 10 Costos para instalación de acero.....	54
Tabla 11 Metrado tradicional.....	55
Tabla 12 Metrado prearmado con manguitos roscados	55
Tabla 13 Refuerzos verticales de Ø1.3/8”	56
Tabla 14 Refuerzos verticales de Ø1	56
Tabla 15 Reducción de kilos por omisión de traslapes.....	58
Tabla 16 Reducción de costos por omisión de traslapes.	58
Tabla 17 Costos usando manguitos roscados	59
Tabla 18 Costo del proyecto usando servicio prearmado.....	59
Tabla 19 Costo del proyecto usando servicio prearmado.....	60
Tabla 20 Habilitación de ganchos identificado de habilitación en campo	63
Tabla 21 Porcentaje de merma normado	63
Tabla 22 Optimización de trabajos en campo.....	65
Tabla 23 Costos según servicio y actividades	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Oficinas de la empresa TSC Innovation.	12
Figura 2 Organigrama.....	14
Figura 3 Servicio BIM.....	16
Figura 4 Modulación	17
Figura 5 Empalme de fierros de construcción.....	19
Figura 6 Longitud de traslape.....	20
Figura 7 Fracturamiento del concreto a lo largo del refuerzo	21
Figura 8 Traslapado tipo A.....	22
Figura 9 Traslapado tipo B	23
Figura 10 Traslapado tipo C.....	23
Figura 11 Conectores tipo BARTEC.....	24
Figura 12 Diferentes tipos de traslapado	25
Figura 13 Diferencia entre el traslapado tradicional y con piezas mecánicas	26
Figura 14 Partes de la columna	28
Figura 15 Proyecto edificio Switch	31
Figura 16 Proyecto Nuevo Aeropuerto Internacional de Chinchero	32
Figura 17 Proyecto Hospital de Matucana.	33
Figura 18 Procesador de la Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez	34
Figura 19 Proyecto Edificio Studio 4.....	35
Figura 20 Universidad de Lima.....	35
Figura 21 Flujograma del programa	38
Figura 22 Calidad de detallamiento.....	39
Figura 23 Calidad de roscado	40
Figura 24 Proceso automatizado y transportabilidad	41

Figura 25 Montaje de columna prearmada con manguitos roscados y traslapes	42
Figura 26 Flujograma del programa	43
Figura 27 Descarga.....	44
Figura 28 Almacenamiento	44
Figura 29 Desorden y oxidación.....	45
Figura 30 Habilitación en campo	46
Figura 31 Habilitación y acopio	46
Figura 32 Modelamiento	48
Figura 33 Corte y doblado.....	48
Figura 34 Roscado.....	49
Figura 35 Planta prearmado.....	50
Figura 36 Transporte prearmado	50
Figura 37 Suministro e izaje.....	51
Figura 38 Flujograma del programa	53
Figura 39 Comparación para optimizar la calidad	61
Figura 40 Confrontar actividades	64
Figura 41 Instalaciones en planta	66

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo se planteó para demostrar mi experiencia obtenida con los diferentes proyectos presentados, haciendo uso de estructuras industrializadas como las columnas prearmadas implementando los manguitos roscados y traslapes como conexión para continuidad vertical de la estructura en la obra Universidad de Lima. Mis roles en la obra iniciaban analizando los planos del proyecto para proponer mejoras de ingeniería y suministro, dando como alcance el uso de columnas prearmadas con conexiones mecánicas, además de dirigir y controlar el suministro de estas estructuras, coordinando el montaje directo, supervisando el correcto roscado y la aplicación de manguitos roscados para lograr la conexión y verticalidad de las canastillas prearmadas. Con el uso de manguitos roscados en las columnas se pudo reconocer la mejora de la productividad y el cumplimiento de los estándares requeridos. Los logros obtenidos se pueden cuantificar con la reducción de tiempos en obra, calidad del producto, disminución de actividades del personal fierro, reducción de merma y planificación del suministro conforme a la programación de la obra, siendo la calidad de entrega beneficioso para el tren de avance en campo y la simplificación de costos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Contextualización de la experiencia profesional

En el desarrollo del apartado se realizó la descripción de mi experiencia como egresado de ingeniería civil, donde me desempeñé como supervisor de obras de instalado e ingeniería en el área de ingeniería de detalle de la empresa TSC Innovation, donde cumplí con las funciones de realizar procedimientos de manera eficiente con la finalidad de reducir los tiempos y recursos, generando así una mayor productividad y eficiencia en el procesamiento del acero, sin afectar la calidad de los productos o servicios, sino por lo contrario, repotenciando este aspecto con el análisis de estructuras de los diferentes proyectos para generar propuestas que son revisadas y aprobadas por el área técnica de la obra e implementarlo en el modelado de las estructuras.

Es preciso señalar que, en esta etapa de modelamiento, se presentan las incompatibilidades en los planos del proyecto, que posteriormente son generadas como consultas que son revisadas por la oficina técnica de obra y una vez que estas sean atendidas, se finaliza el modelamiento revisando el despiece y transportabilidad de estructuras pre armadas para entrar al proceso de fabricación y suministro puesto en obra, de acuerdo con previas coordinaciones de posibles restricciones y facilidades para el almacenamiento y acopio del material en obra.

En paralelo a este proceso, se realiza el desarrollo de planos de instalación los cuales serán facilitados para el pre armado y la instalación de piezas in situ. Una vez que se tenga la unidad con material en obra, el personal realiza la verificación de la descarga con las hojas de despacho y guías para validar la entrega, que es realizada con apoyo de una grúa, que permitirá el acopio del material en el sector indicado de

manera que facilite el acarreo y el uso del mismo, así como también, se puede pinchar las estructuras pre armadas directamente para montaje de estas, el procedimiento concluye, al realizarse la coordinación con supervisión de obra para liberar la estructura de la partida de acero, para esto, se hace uso de diferentes herramientas y programas que son necesarios para el manejo y desarrollo de las actividades a cargo.

1.2. Antecedentes de la empresa

1.2.1. Fundación

Después de operar desde el 2007, el área de ingeniería de detalle de la corporación Aceros Arequipa fue fundada como empresa subsidiaria “TSC INNOVATION” en el año 2018, con la finalidad de brindar soporte a los clientes que contaban con el servicio de ACEDIM, entre otros, presentando un crecimiento reflejado en el equipo de trabajo de alrededor de 120 empleados.

Figura 1

Oficinas de la empresa TSC Innovation.



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

1.2.2. Contextualización del sector

Hoy en día, según Gómez et al (2022), la competencia en el sector construcción se ha vuelto más reñida, debido a la diversidad de ofertas presentes en la actualidad, donde se han observado productos y servicios innovadores, precios más competitivos, entre otros, debido a ello, las constructoras han ideado diversos planes que tienen como finalidad promover la calidad como un elemento diferenciador y que esta se vea relacionada con precios competitivos, mostrando ofertas atractivas, sin que se afecte el producto.

Lima es una ciudad que se encuentra en crecimiento constante, por lo cual, tiene una demanda muy elevada de viviendas, ello ha generado un aumento considerable de las empresas del sector construcción, sin embargo, no todas cuentan con la misma capacidad, ni brindan los mismos productos o servicios, en este caso, la empresa TSC Innovation, cuenta con un valor diferencial, asociado a la tecnología aplicada para sus diseños estructurales y las metodologías direccionadas a la creación de estructuras.

1.2.3. Ubicación

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Ciudad: Lima

Distrito: Magdalena del Mar

Las oficinas de la empresa se encuentran en el piso 5 del edificio ubicado en Av. Antonio Miro Quesada 425.

1.2.4. Cargos y representantes

Tabla 1

Relación de representantes

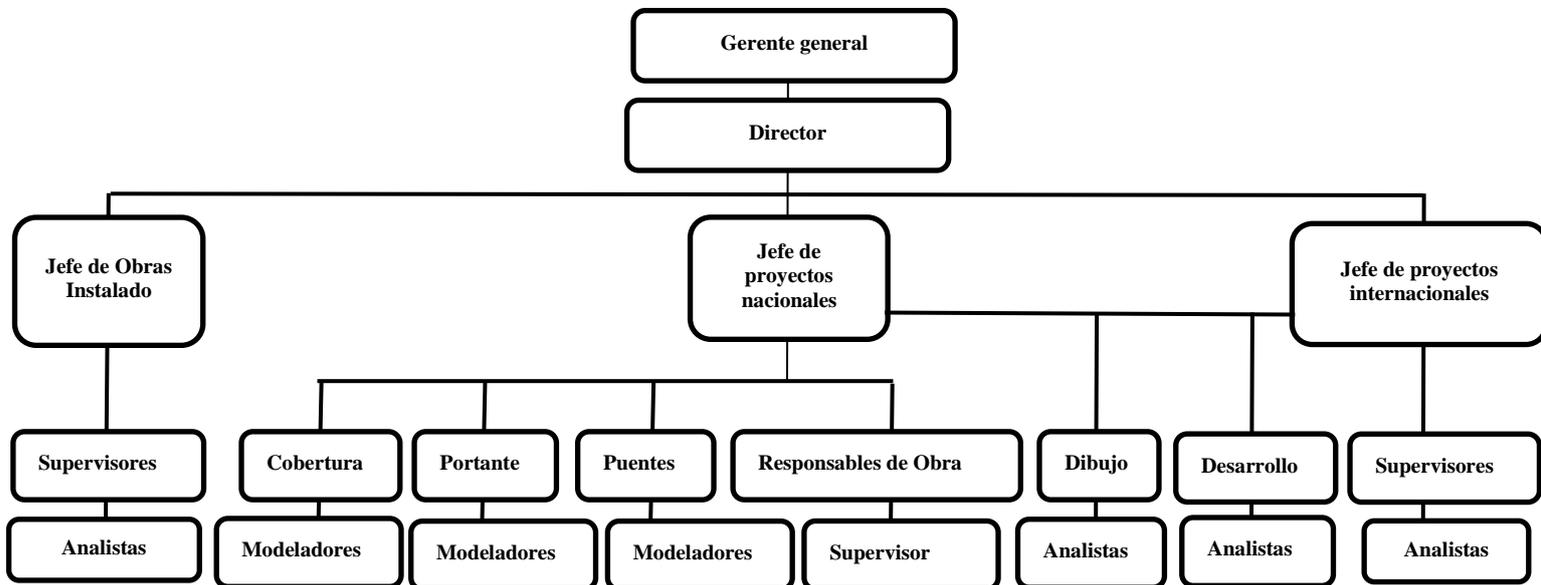
CARGO DE MESA DIRECTIVA	
GERENTE GENERAL	Tulio Alejandro Silgado Consiglieri
ACCIONISTA	José Gonzalo Mauricio Arróspide Del Busto
ACCIONISTA	Luis Ricardo Guzmán Valenzuela
ACCIONISTA	Luis Marcelo Zevallos Sánchez
ACCIONISTA	Francisco José Alayza Camarero

Fuente propia 2023

1.2.5. Organigrama

Figura 2

Organigrama



Fuente elaboración propia 2023

1.2.6. Visión y misión de la empresa

- **Visión:** Establecerse como la primera opción internacional en diseño y construcción virtual.
- **Misión:** Digitalizar los procesos de construcción mediante la aplicación de estrategias y métodos innovadores.

1.2.7. Experiencia

La empresa TSC innovation tiene como principal actividad realizar armazones de acero, para la creación de edificaciones de concreto, para ello, estas pasan por el proceso de corte, doblado, fabricación digital y elaboración de los planos, los cuales, son eficientes para la generación de diseño, en adición a ello, la empresa aplica la metodología VDC (Virtual Design and Construction), donde ejecutan los procedimientos a través de herramientas tecnológicas que permiten la visualización de la estructura de manera previa.

Entre los servicios que ofrece la compañía se encuentran:

Gestión BIM

Se genera la compatibilización de la estructura antes de que esta sea construida, para ello se aplica la metodología Virtual Design and Construction (VDC), que facilita el modelamiento arquitectónico y estructural.

Figura 3

Servicio BIM



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Modulación estructural

Generación de planos estructurales diseñados de manera específica a través de un modelo BIM, ello se genera a través de sketch de diseño estructural, de manera que se obtienen diferentes puntos de vista evitando conflictos en las estructuras.

Armaduras industrializadas ACEDIM

Se consigna como el respaldo de la automatización de servicios, para lo cual, se vincula el cronograma del proyecto con el modelo BIM asociado a la línea de producción de manera que se obtengan los recursos requeridos en un tiempo óptimo.

Detallamiento del acero estructural

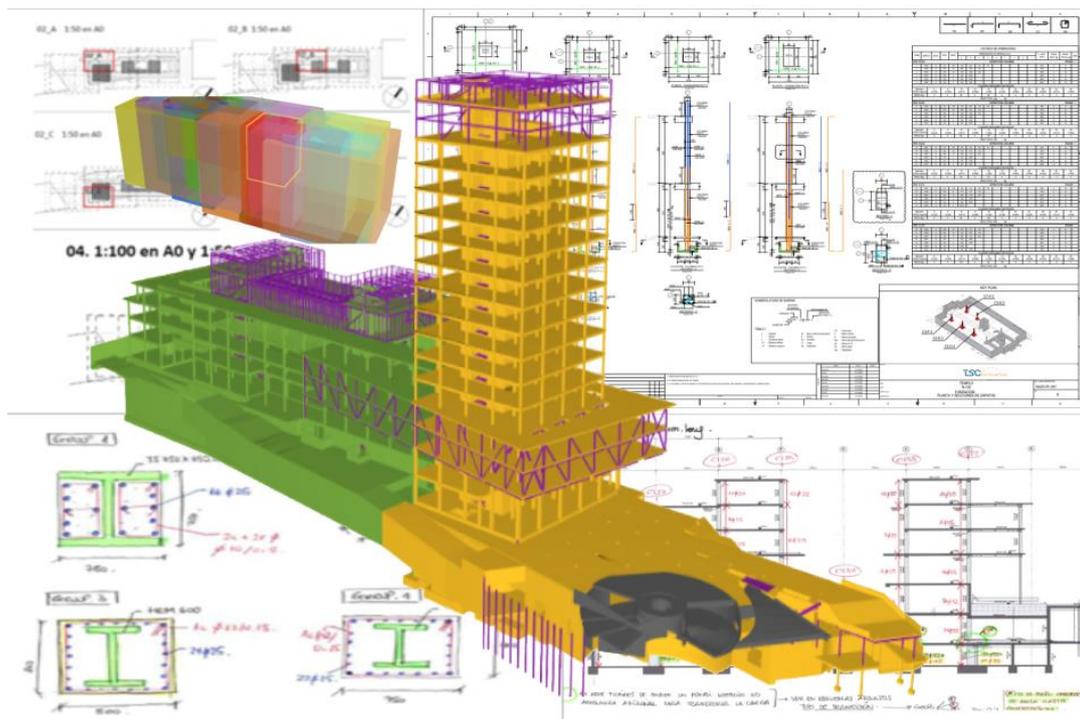
Modelamiento de estructuras donde se puede identificar incompatibilidades que permiten la mejora de la ingeniería y optimizan los procesos de fabricación y uso de material.

Detallamiento del acero de refuerzo

Se realiza el detallamiento de barras de acero mediante la aplicación de la metodología VDC, mediante ello se consideran los estándares de fabricación y construcción requeridos, obteniendo los elementos necesarios para realizar los planos y reportes del modelo BIM.

Figura 4

Modulación



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas

Sistema estructural. Corresponde a cada uno de los elementos acoplados que generan el sistema estructural resistente (Sencico, 2020).

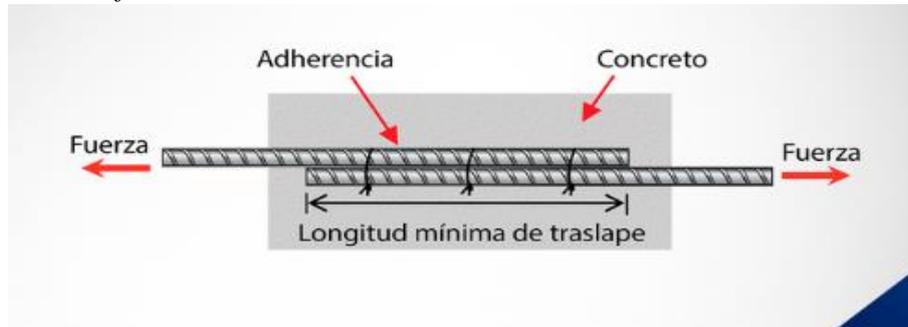
Muros estructurales. Edificación reconocida también como pared, que soportan los elementos estructurales de los edificios, columnas, vigas, bóvedas, entre otros (Sencico, 2020).

Columnas. La columna se reconoce como un soporte vertical y alargado, que tiene como finalidad aguantar los esfuerzos de compresión y flexión de la estructura (Caiza y Viera, 2019).

Vigas. Elemento estructural que se desarrolla en base a la flexión, esta va ubicada de manera horizontal y se apoyan dentro de los pilares de soporte (Caiza y Viera, 2019).

Conectores mecánicos. También llamados “manguitos roscados” son piezas que brindan la continuidad de las barras de acero, brindando integridad estructural, considerando que están compuestos de acero de mayor ductilidad y resistencia (Castillo, 2016).

Traslapes. Según Astroza y Silva (2002), el traslape es un procedimiento mecánico que se basa en el empalme de fierros, este se realiza mediante el cruce de dos fierros dentro de una longitud pequeña para el empalme, de manera que el fierro transmita la fuerza al concreto a través de la adherencia, y este se la transmita al otro fierro (Figura 5).

Figura 5*Empalme de fierros de construcción**Fuente: Aceros Arequipa (2015)*

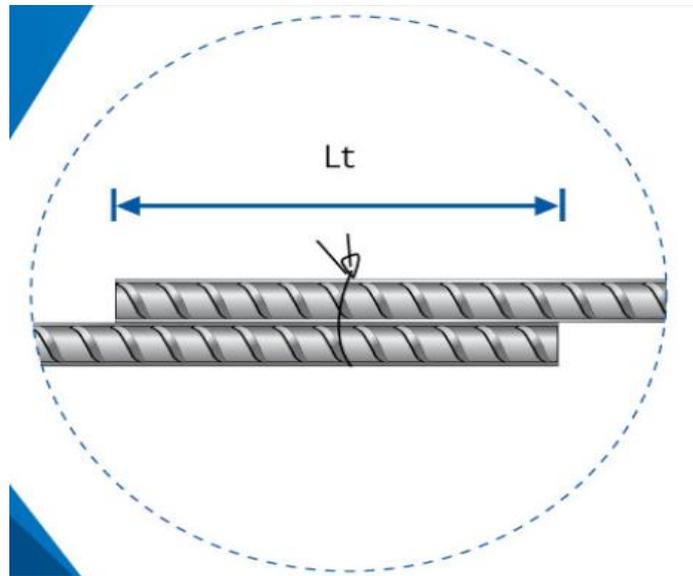
Por otro lado, Verduzco et al (2021), mencionaron que para los traslapes, se debe tener en cuenta que los refuerzos, sean horizontales o verticales, ya que deben mantenerse dentro de una longitud 45 veces mayor al diámetro de la barra traslapada, dado que de esta manera es posible que el traslape pueda transmitir los esfuerzos de una barra, hacia la continua, logrando una conectividad óptima (figura

6). Es de esta manera que se lograrán obtener lo siguiente:

- Eficiencia y seguridad, lo que permitirá que la capacidad de las columnas y vigas de confinamiento con barras empalmadas sea equivalente a las que no cuentan con ellas.
- Si existe una falla en los empalmes no habría un esfuerzo continuo, de manera que habría una disminución de la capacidad de resistencia.

Figura 6

Longitud de traslape



Fuente: Aceros Arequipa (2015)

Es preciso señalar que para este tipo de procedimientos se encuentran sujetos a la Norma Técnica E.070 para albañilería, donde se señalan las longitudes necesarias para realizar el traslape, indicando:

Tabla 2

Longitud de traslape para columnas y vigas

Diámetro	Lt (cm.)
3/8"	45
12mm	55
1/2"	60
5/8"	75
3/4"	85

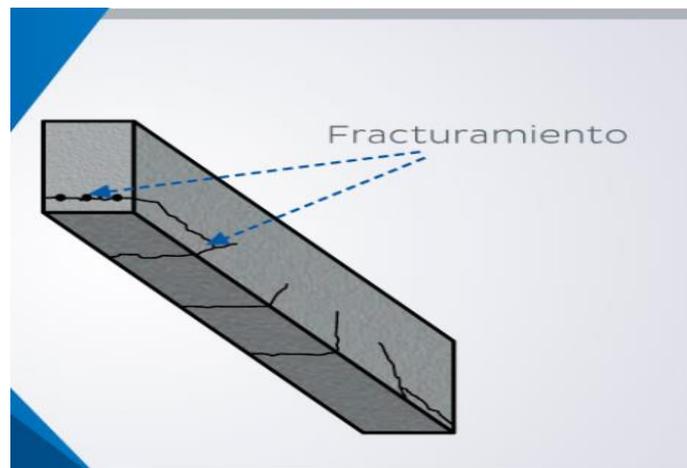
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - MVCS (2019).

En adición, es preciso señalar que existen diferentes factores que influyen en el empalme de los fierros, entre los que se encuentran Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS, 2019):

- La longitud del traslape, considerando que esta permitirá brindar la rigidez y el soporte de la estructura.
- La calidad del concreto, considerando que la transferencia del esfuerzo se dará a través de este material.
- La adherencia, esta tiene principal importancia teniendo en cuenta que a través la misma, se realiza la transferencia del esfuerzo entre ambos materiales, en base a ello, se evitará que se generen sobretensiones que incurran a la separación (Figura 7).

Figura 7

Fracturamiento del concreto a lo largo del refuerzo



Fuente: Aceros Arequipa (2015)

En adición, Harmsen (2002), sostuvo que, para mantener seguridad en las estructuras se debe realizar el traslapado de varillas de hasta el #8 (1"), asimismo, el traslape mínimo debe encontrarse menor hasta 40 veces al diámetro de la varilla,

además, se deben evitar los traslapes en secciones con máximo esfuerzo o con varillas que difieren en diámetros, finalmente, se debe aplicar el traslape donde existe un esfuerzo de tensión menor.

Por otro lado, existen también diferentes tipos de traslape

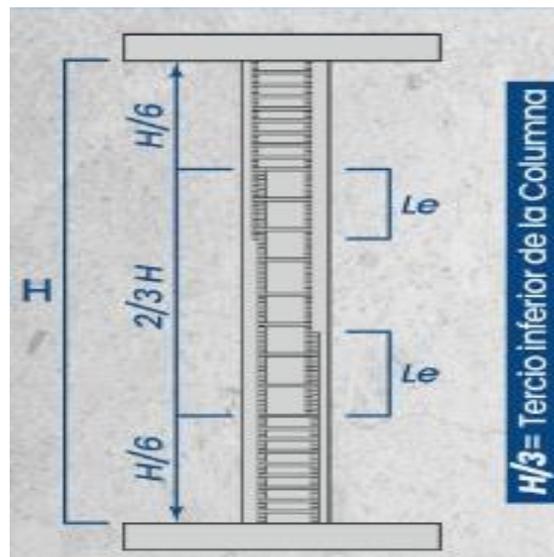
Tipos de traslapes

Tipo “A”

El empalme se realiza en los 2/3 de la columna y de manera alternada, siendo el más recomendable.

Figura 8

Traslapado tipo A



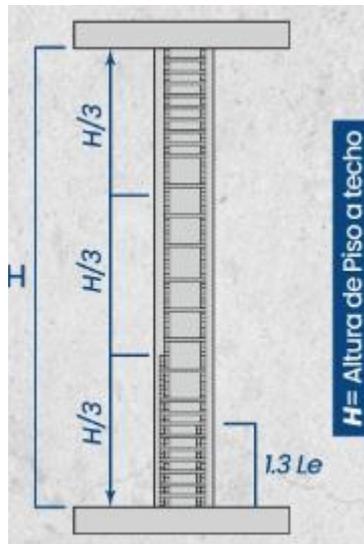
Fuente: Aceros Arequipa (2015)

Tipo “B”

Se realiza el empalme en la parte inferior de la columna, asimismo, se incrementa la longitud en 30%.

Figura 9

Traslapado tipo B



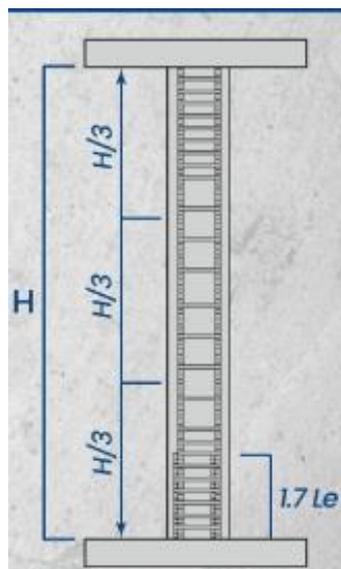
Fuente: Aceros Arequipa (2015)

Tipo “C”

Se realiza el empalme, sin realizar alternancia en la parte inferior de la columna, se requiere el aumento de la longitud en un 70%.

Figura 10

Traslapado tipo C



Fuente: Aceros Arequipa (2015)

Conectores mecánicos roscados o manguitos roscados tipo BARTEC

Castillo (2016), mencionó que los conectores mecánicos o manguitos roscados, se han convertido en una de las metodologías innovadoras más útiles en el sector construcción en la actualidad, estos se basan en un sistema que es muy concurrido en la edificación, debido a que brinda la continuidad de las barras de acero, generando integridad estructural, considerando que están compuestos de acero de mayor ductilidad y resistencia.

Figura 11

Conectores tipo BARTEC



Fuente: Aceros Arequipa (2022)

Beneficios de los conectores mecánicos roscados o manguitos roscados

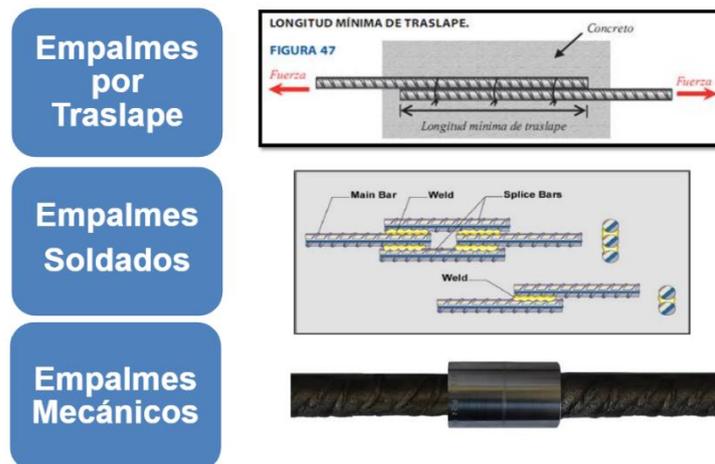
Según Lenton (s.f.) se basan en:

- Los sistemas de solape son menos efectivos que los sistemas mecánicos al no depender del concreto.
- Integridad estructural mayor, resistencia y solidez al encontrarse frente a sismos u otro tipo de eventos naturales.
- La capacidad de un empalme mecánica es 125 a 150% mayor que en un solape.

- Las conexiones mecánicas disminuyen la congestión, lo cual, evita que se generen huecos en el hormigón, disminuyendo los problemas en obra.
- Los empalmes mecánicos permiten que al diseñador obtener la fracción ideal de acero / hormigón, eliminando barras en la zona de solape.
- Simplifica los cálculos.
- Rapidez y facilidad en instalación.
- Genera un balance favorable en coste / eficacia, reduciendo el costo de instalación, disminuir el material, y acelerar el trabajo.

Figura 12

Diferentes tipos de traslapado



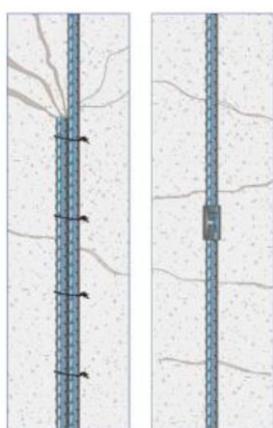
Fuente: Castillo (2016)

Por otro lado, Martínez (2019), sostuvo que, los conectores mecánicos son más confiables que los sistemas tradicionales, considerando que en el traslape mecánico, las varillas metálicas mantienen una distancia de X , por lo que la transferencia de cargas va de la varilla inferior al concreto, y secuencialmente, el concreto lo transfiere a la varilla superior, por lo que se hace dependiente de la calidad del concreto, por otro lado, los conectores mecánicos, presentan una conexión de

extremos por alineación, generando una transferencia de carga directa entre varilla superior e inferior, sin generar dependencia del concreto.

Figura 13

Diferencia entre el traslapado tradicional y con piezas mecánicas



Traslape

La validez de un solape depende del hormigón por su resistencia, así que se crea en la construcción un punto de ruptura de su integridad y continuidad estructural

Conector Mecánico

El empalme mecánico asegura el mantenimiento de la continua distribución de la carga en la barra, sin depender de la condición o de la existencia del hormigón.

Fuente: Martínez (2019)

Por otro lado, el acople mecánico usado en este estudio es el acople tipo 2, es preciso señalar, que este tipo de acople brinda soluciones óptimas y garantiza la resistencia de la estructura, en base a ello, se consideran ventajas de su uso, entre las que se encuentran:

- Evita la reducción de la sección de la barra.
- Empalme de tracción completa.
- Logra la elongación dúctil entre barras.
- Se instala con facilidad.
- Evita la congestión de barras.
- No necesita de la alternancia de empalmes.

Productividad

La productividad en la construcción está sujeta a la realización de actividades en el menor tiempo posible, de manera que se pueda obtener un avance mayor en cada etapa del proceso de construcción, ello está sujeto a diversos factores como (Gómez y Morales, 2016):

- Experiencia de los operarios.
- Tipo de materiales.
- Métodos de construcción.
- Equipamiento.

Estos factores son los que permiten que los operarios puedan desempeñar las actividades con mayor rapidez y obteniendo los resultados en el menor tiempo posible, de manera que se requiera de menores costos en la mano de obra.

Eficiencia

La eficiencia representa uno de los factores esenciales para el desempeño de una construcción, dado que esta impacta a diferentes niveles, en especial, con respecto al costo que tiene el mismo, cabe mencionar que, utilizar materiales de fácil uso, genera que los procedimientos por los operarios se realicen en tiempos más cortos, lo cual, disminuye las horas hombre y en la misma proporción, simplifica los costos, por otro lado, aplicar estrategias adecuadas y usar materiales específicos, puede lograr que se reduzca los requerimientos de materiales, porque son usados de manera específica sin generar desperdicios (Jiménez, 2019).

Columna de concreto

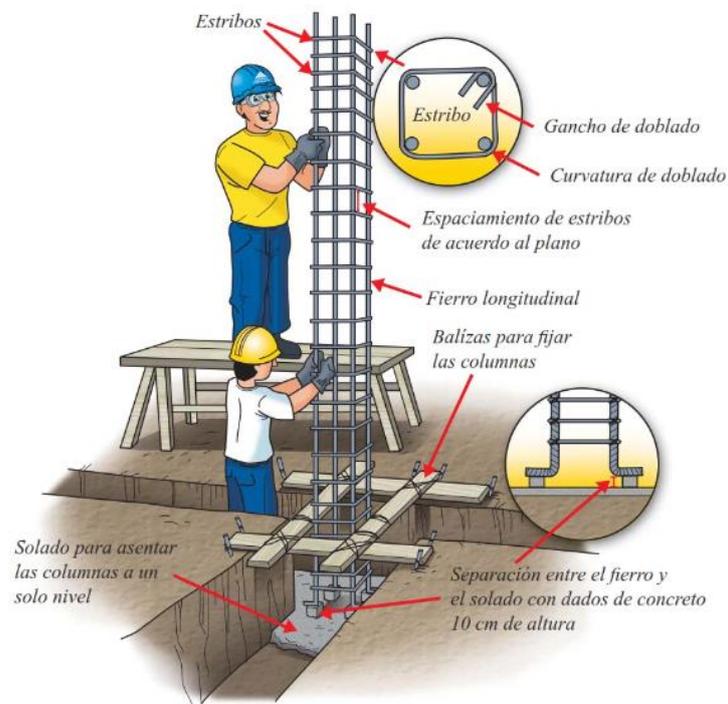
La columna se reconoce como un soporte vertical y alargado, que tiene como finalidad aguantar los esfuerzos de compresión y flexión de la estructura, también de la naturaleza,

transmitiéndolos hacia los cimientos, esta puede presentarse de diferentes formas, como cuadrangular o circular (Caiza y Viera, 2019).

La generación de una columna debe ser consistente, dado que esta soportará las diferentes cargas provenientes, en función a ello, esta debe ser considerablemente resistente para que la estructura no presente daños, para lo cual, se deben considerar las partes de la columna.

Figura 14

Partes de la columna



Fuente: Aceros Arequipa (2015).

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Inicié esta experiencia con mi ingreso a la empresa SOLMACO, perteneciente a la empresa CAASA, ejerciendo el cargo de metrador de acero en estructuras de concreto y armado para obras de edificaciones civiles en el año 2007, posteriormente, y continuando con mi desarrollo personal, egresé de SENCICO, donde terminé la carrera técnica de Edificaciones, adquiriendo experiencia con el avance y gestión de diversos proyectos, en la que por mi desempeño, fui considerado como analista de ingeniería, lo cual, me permitió ingresar Aceros Arequipa S.A. de manera directa en el año 2010, dado el reconocimiento de mi participación en diferentes etapas de proyectos a nivel nacional.

En el año 2012, se me asignó responsabilidad directa como encargado de obra, coordinando directamente los requerimientos de cada proyecto según el avance de la partida de acero, donde adquirí mayor conocimiento y experiencia por la complejidad de cada proyecto asignado. Considerando mi desarrollo profesional, me capacité llevando cursos de metodología BIM, permitiendo que en el año 2015 inicie con la atención de proyectos como Supervisor ACEDIM BIM de ingeniería de detalle, teniendo a cargo obras en Lima y provincias, gestionando la atención desde las excavaciones hasta terminar el casco, aplicando un procedimiento de programación de avance juntamente con el desarrollo 3D de las estructuras del proyecto.

En el año 2018 fue creada la empresa subsidiaria TSC INNOVATION perteneciente a CAASA, a la cual se direccionó el total del área de ingeniería, donde a partir del año 2021, la empresa me consideró como Supervisor de Obras de Instalado e Ingeniería BIM, teniendo responsabilidades internas desde la asignación de proyectos, desarrollo de la ingeniería 3D y fabricación del material hasta el mismo soporte in situ, controlando el suministro y uso óptimo del acero corrugado, supervisando los trabajos de la partida de acero, participando

en las reuniones de programación, sustentando las valorizaciones de acero y brindando el soporte técnico en obra.

3.1. Experiencias

Dentro de la larga carrera en la empresa donde desempeño mis labores, podría mencionar diferentes proyectos a nivel nacional donde pude participar; pero a modo de abreviar, solo mencionaré algunos que aportaron de manera significativa.

3.1.1. Proyecto 01. Edificio Switch

Junio del año 2020, obra “EDIFICIO SWITCH” ubicada en el distrito de Surquillo – Lima; en este proyecto estuve como supervisor de ingeniería y gestión, así como también de las coordinaciones para suministro de acero dimensionado y elementos pre armados de columnas, finalmente, el proyecto culminó con los resultados esperados.

Tabla 3

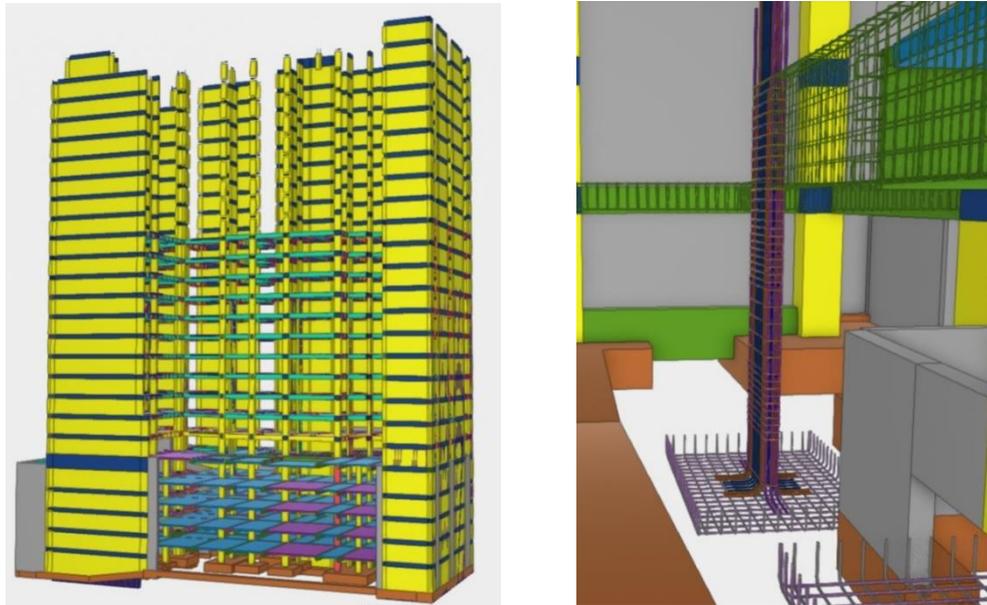
Equipo técnico

Equipo técnico del proyecto	
Responsable de obra	Juan Carlos Gonzales Vitorino
Supervisor de ingeniería	Anibal Tommy Bernedo Pinto
Modelador	Ángel Fernando García Heredia
Dibujante	Yorden Bill Meneses Fajardo
Supervisor de prearmado	Sybila Mohema Lloclla Perez
Supervisor de instalado y montaje	Victor Eduardo Minaya Costa

Fuente: TSC Innovation

Figura 15

Proyecto edificio Switch



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

3.1.2. Proyecto 02. Nuevo Aeropuerto Internacional de Chinchero

Setiembre del año 2022, obra “Nuevo Aeropuerto Internacional de Chinchero” ubicada en Urubamba – Cusco; en este proyecto participo actualmente como supervisor de la ingeniería y gestión, así como también de las coordinaciones para suministro de acero dimensionado y propuesta de elementos pre armados de columnas, encontrándose actualmente en progreso.

Tabla 4

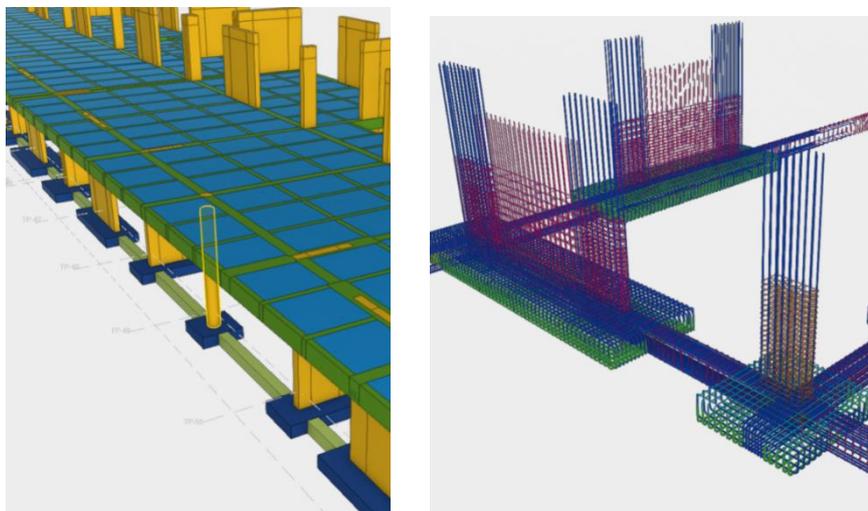
Equipo técnico

Equipo técnico del proyecto	
Responsable de obra	Ernest Rich Meza León
Supervisor de ingeniería	Anibal Tommy Bernedo Pinto
Modelador	Carlos Alberto Loayza Martinez
Dibujante	Isac Machuca Iparraguirre
Supervisor de prearmado	Sybila Mohema Lloclla Perez
Supervisor de instalado y montaje	Cesar Enrique Gordillo Moreno

Fuente: TSC Innovation S.A.C

Figura 16

Proyecto Nuevo Aeropuerto Internacional de Chinchero



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

3.1.3. Proyecto 03. Hospital de Matucana

Noviembre del año 2021, obra “hospital de Matucana” ubicada en el distrito de Matucana, provincia de Huarochirí – Lima; en este proyecto estuve como responsable de la ingeniería y gestión, así como también de las coordinaciones para suministro de acero dimensionado y elementos pre armados de columnas, el proyecto finalizó con buenos resultados.

Tabla 5

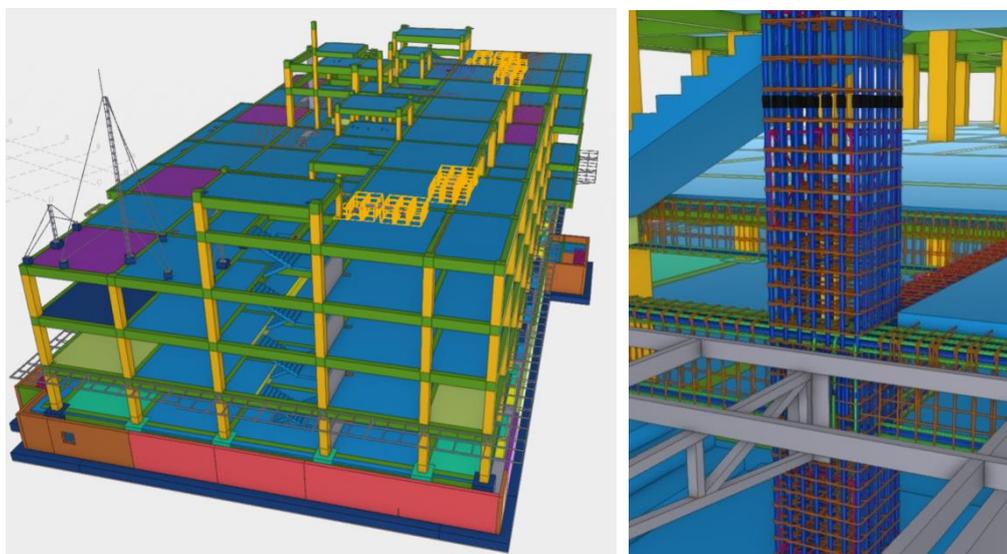
Equipo técnico

Equipo técnico del proyecto	
Responsable de obra	Marilyn Paola Montoya Ramos
Supervisor de ingeniería	Anibal Tommy Bernedo Pinto
Modelador	John Roel Cubas Torres
Dibujante	Alex Paul Huaytalla Tineo
Supervisor de prearmado	Sybila Mohema Lloclla Pérez
Supervisor de instalado y montaje	Samuel Virgilio Osco Castellón

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Figura 17

Proyecto Hospital de Matucana.



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

3.1.4. Proyecto 04. Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez

Octubre del año 2022, obra “Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez” ubicada en la provincia constitucional del Callao; en este proyecto estuve como responsable de la ingeniería y parte del instalado, liderando el uso de recursos y herramientas desde la ingeniería de detallamiento del acero, así como también, el suministro, la supervisión y el soporte de la partida de acero en campo, finalmente proyecto se concluyó exitosamente.

Tabla 6

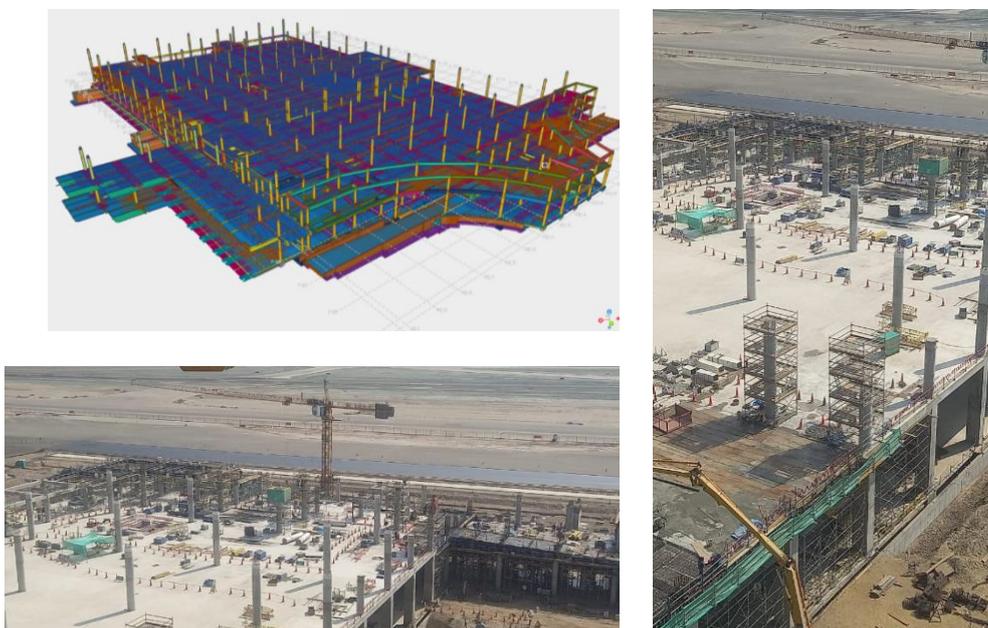
Equipo técnico

Equipo técnico del proyecto	
Responsable de obra	Aníbal Tommy Bernedo Pinto
Supervisor de ingeniería	Mariana Lesly Sandon de la Cruz
Modelador	Carlos Alberto Loayza Martínez
Dibujante	Yorden Bill Meneses Fajardo
Supervisor de prearmado	Sybila Mohema Lloclla Perez
Supervisor de instalado y montaje	Raul Gregorio Sudario Salazar

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Figura 18

Procesador de la Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

3.1.5. Proyecto 05. Edificio Studio 4

Febrero del año 2021, obra “Edificio Studio 4” ubicada en el distrito de Barranco – Lima; en este proyecto estuve como responsable de la ingeniería y del instalado, liderando el uso de recursos y herramientas desde la ingeniería de detallamiento del acero, así como también, el suministro, la supervisión y el soporte de la partida de acero en campo, el proyecto culminó con buenos resultados.

Tabla 7

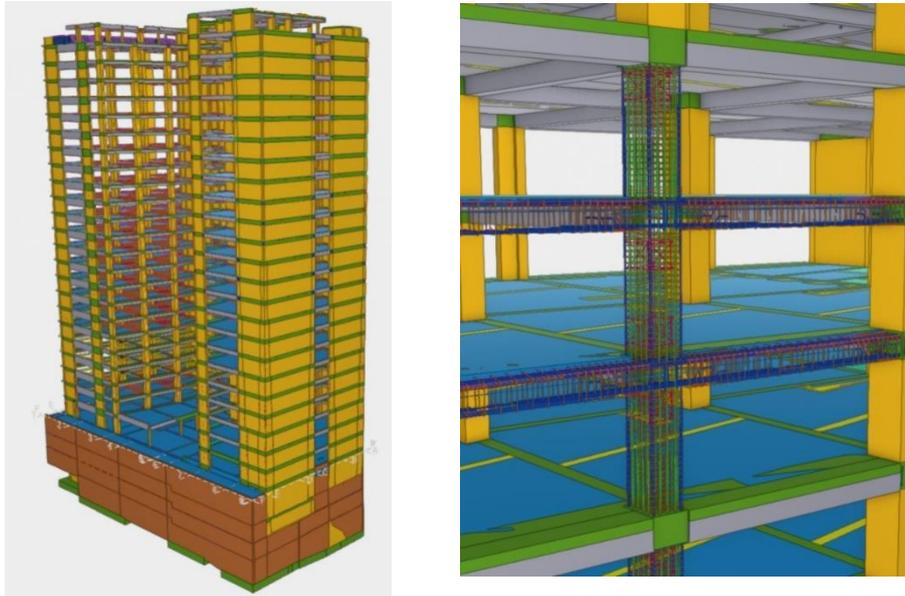
Equipo técnico

Equipo técnico del proyecto	
Responsable de obra	Anibal Tommy Bernedo Pinto
Supervisor de ingeniería	Marleni Violeta Salazar Rojas
Modelador	Luis Gustavo León Chaiña
Dibujante	Edith Dionelly Montalvo Urrieta
Supervisor de prearmado	Sybila Mohema Lloclla Perez
Supervisor de instalado y montaje	Anibal Tommy Bernedo Pinto

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Figura 19

Proyecto Edificio Studio 4.



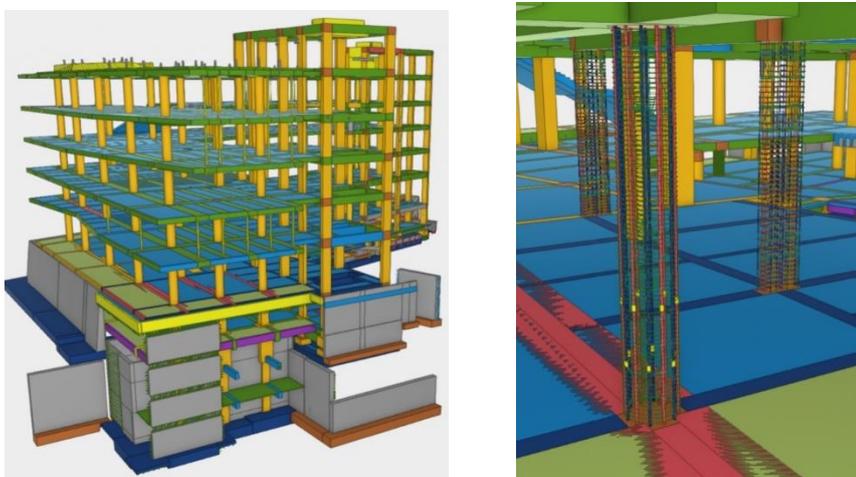
Fuente: TSC Innovation S.A.C.

3.1.6. Proyecto 06. Proyecto Universidad de Lima.

Considerando el resumen, procedo a detallar la atención brindada a la obra “Universidad de Lima”, en la cual se realizaron las propuestas para uso de conectores mecánicos roscados o manguitos roscados en las columnas prearmadas, que fueron validadas por el cliente para esta y demás etapas del proyecto.

Figura 20

Universidad de Lima



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

3.2. Detalle de la experiencia:

Funciones:

- Analizar los planos del proyecto y accesibilidad en campo para las propuestas de suministro de columnas y placas.
- Identificar estructuras que puedan ser prearmadas desde planta y transportables para el suministro en obra.
- Revisar y proponer el tipo de conexión que usarán las columnas y placas considerando los diámetros que presentan en cada nivel.
- Supervisar el diseño y modelamiento de las estructuras cumpliendo con los requerimientos de planos y EE.TT. del proyecto.
- Validar la fabricación considerando detalle de secciones, diámetros, tipo de conexión, cantidad de piezas cumpliendo con la normativa y las exigencias del proyecto.
- Supervisar la producción de planos para el prearmado de estructuras en planta, como para la instalación de piezas en obra, considerando su entrega oportuna.
- Coordinar la entrega de material teniendo en cuenta el lookahead del proyecto.
- Dirigir y controlar el suministro de estructuras en zonas de acopio y uso inmediato para no afectar el tren de trabajo por acarreo.
- Supervisar la instalación del material, controlando el uso de las piezas y de los manguitos roscados en campo para la oportuna y correcta liberación de la partida de acero en cada estructura.

3.3. Análisis de problemática

3.3.1. Problemática universal

Aumentar la productividad y mejorar la calidad de la partida de acero en la actividad de montaje e instalación de columnas del proyecto.

3.3.2. Problemáticas determinadas

- a) Optimizar la calidad mediante atributos para la habilitación y montaje de columnas, teniendo en cuenta la industrialización de procesos como principal servicio.
- b) Optimizar los tiempos de instalación de piezas y montaje de estructuras como columnas prearmadas, teniendo presente el tipo de conexión aplicado.
- c) Llevar un comparativo sobre los costos en la partida de acero considerando el tipo de conexión aplicado en las columnas.

3.4. Direccionamiento del análisis

Universal

Lograr un producto final de mejor calidad, aplicando propuestas de traslapes y manguitos roscados para beneficio de la productividad en el montaje e instalación de columnas de la partida de acero.

Determinadas

- a) Lograr el uso de armaduras industrializadas aplicando traslapes y manguitos roscados que permita optimizar la calidad del producto mediante la instalación directa desde la descarga en obra, disminuyendo considerablemente la habilitación de piezas en campo.
- b) Obtener mayor productividad con el uso de traslapes y manguitos roscados que generen mejor calidad en el montaje de columnas.
- c) Analizar y controlar los costos en base a las propuestas técnicas de la partida de acero frente a la manera tradicional de suministro, habilitación e instalación de columnas en campo.

3.5. Programa e implementación para análisis determinados

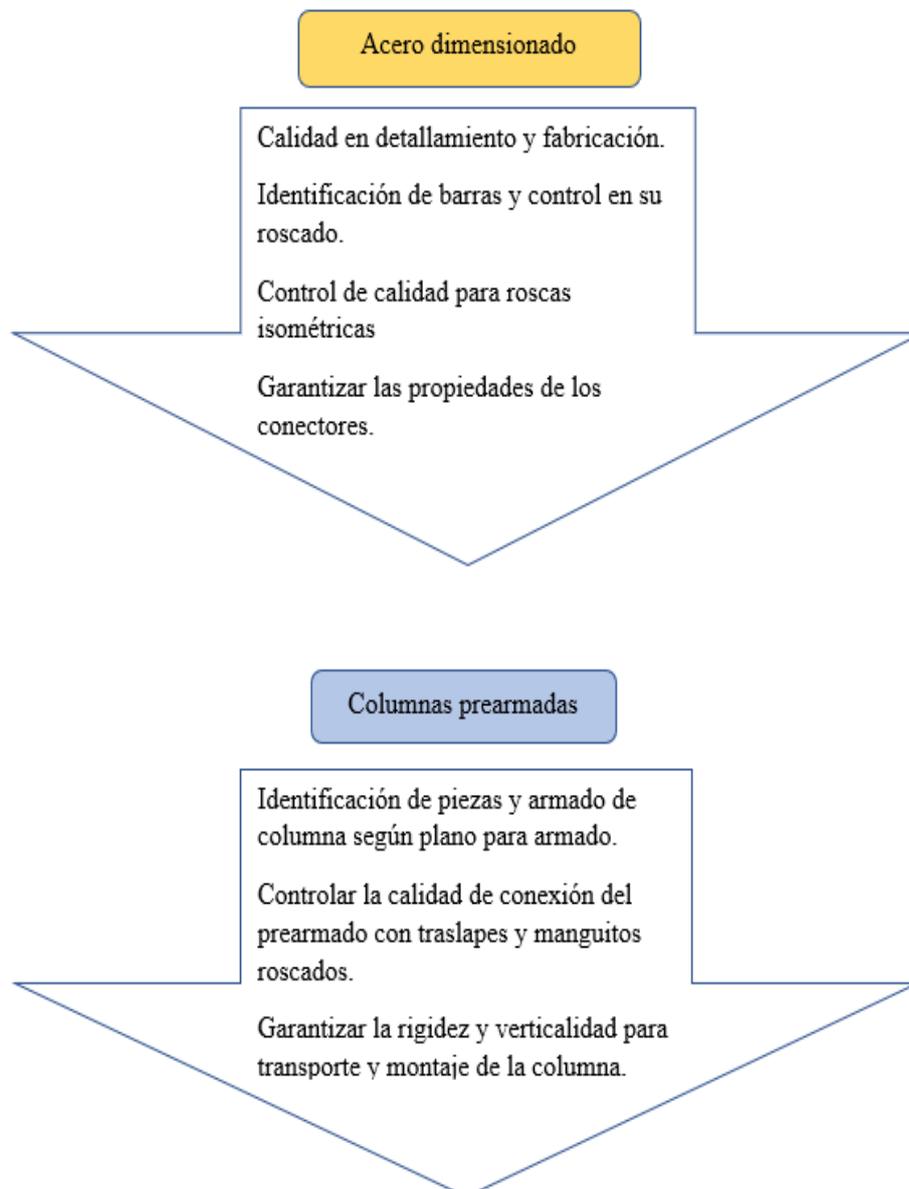
3.5.1. Del análisis determinado a)

Programa

Revisar e identificar el procedimiento de instalación en columnas considerando el uso de acero dimensionado y estructuras prearmadas.

Figura 21

Flujograma del programa



Fuente elaboración propia 2023

Implementación

- Mantener el control de calidad en el detallamiento y producción del acero dimensionado.
 - Control en sus características y propiedades.
 - Cumplir con la normativa ASTM A615.
 - Cumplir con las especificaciones técnicas del proyecto.

Figura 22

Calidad de detallamiento



Fuente CAASA 2023

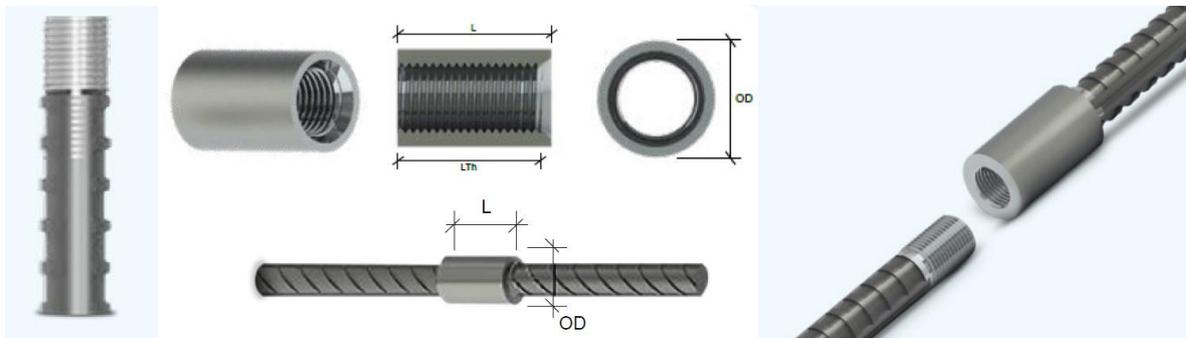
- Controlar los trabajos de la roscadora para la calidad del roscado. Asimismo, la distribución e identificación de los conectores o manguitos roscados para conexión de las piezas.
 - Cumplimiento con la calidad de roscas isométricas paralelas para que su rendimiento mecánico sea igual en compresión que en tracción.
 - Controlar las propiedades mecánicas mediante ensayos garantizando una resistencia máxima a la tracción en el empalme, resultando superior a la

barra misma: $R_{mín} \text{ conector-barra (ensamblado)} > R_{mín} \text{ especificada en tracción para la barra.}$

- Con los manguitos roscados se consigue una conexión de resistencia máxima con una resistencia a la tracción mínima que garantiza el 125 % del límite elástico y el 100 % de la resistencia a la tracción de la barra de refuerzo.

Figura 23

Calidad de roscado



Fuente CAASA 2023

- Controlar la calidad en el proceso de prearmado de columnas.
 - Supervisión de la ingeniería de detalle desde etapa de modelamiento hasta su envío a fabricación.
 - Cumplimiento de las especificaciones técnicas, así como los requerimientos estructurales.
 - Cuantificar las piezas y estructuras en el proceso de prearmado y para la liberación de estructuras dando la calidad al producto terminado.
 - Mantener una trazabilidad con la identificación de piezas y su aplicación teniendo en cuenta los planos de armado, etiquetado de barras y el despacho asignado manteniendo la trazabilidad.

- Garantizar la verticalidad de la columna mediante propuesta de grifado normado en proporción 1:6 y el uso de rigidizadores para evitar algún desperfecto en el transporte y montaje para así mantener los ejes de la columna de acuerdo con los planos.
- Transportabilidad eficiente y segura.

Figura 24

Proceso automatizado y transportabilidad



Fuente CAASA 2023

- Montaje de columna.
 - Con el apoyo de la torre grúa y 3 personas se realiza el montaje de la columna prearmada para asegurar la conexión entre tramos y la calidad en la instalación. El tiempo utilizado en la instalación de cada prearmado es de 20 a 25 minutos considerando el ajuste de los manguitos roscados, garantizando la calidad en la instalación de la estructura y cumpliendo con los requerimientos estructurales del proyecto.

Figura 25

Montaje de columna prearmada con manguitos roscados y traslapes



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

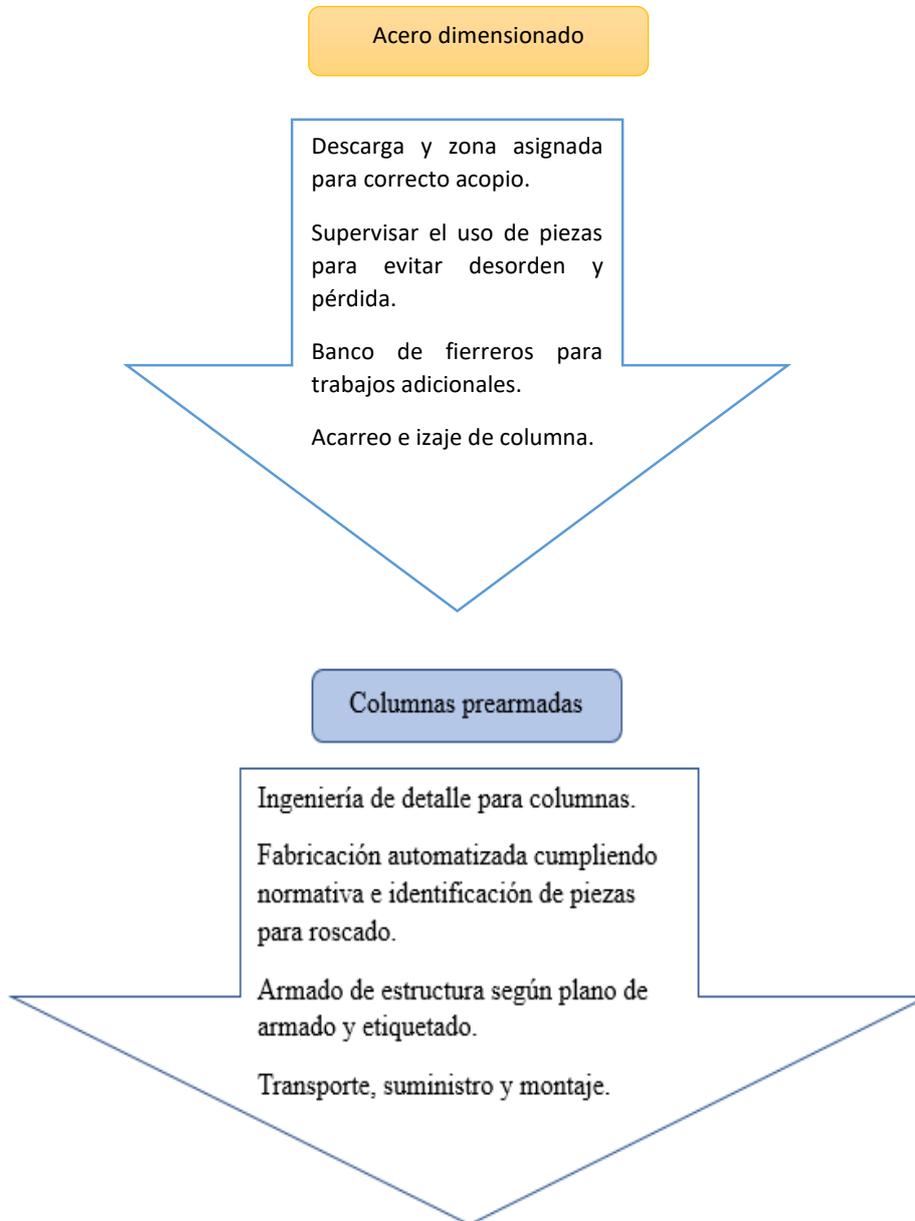
3.5.2. Del análisis determinado b)

Programa

Revisar e identificar el procedimiento de instalación en columnas y placas considerando el uso de acero dimensionado o estructuras prearmadas.

Figura 26

Flujograma del programa



Fuente elaboración propia 2023

Implementación

Acero Dimensionado

Asignar personal para descarga y movimientos teniendo en cuenta los temas de seguridad.

Figura 27

Descarga



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Mapear en campo el espacio de acopio para el suministro y almacenamiento.

Figura 28

Almacenamiento



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

En caso de un incorrecto almacenamiento, puede provocar que el material esté a exposición y se genere el proceso de oxidación, asimismo, se genera el desorden dificultando la identificación de piezas.

Figura 29*Desorden y oxidación**Fuente: TSC Innovation S.A.C.*

Por temas de producción, esto provocaría que se habiliten piezas en campo provocando una duplicidad y aumento de merma. Considerando el tipo y cantidad de piezas no identificadas, se tendrá que asignar personal para la habilitación y reposición de estas. Al tratarse de piezas con diámetro grueso, se necesitará mayor personal e incluso ayuda de herramientas o maquinarias para corte y doblado.

Se procede a armar la columna en zona asignada haciendo uso de los refuerzos longitudinales y estribos del acero dimensionado, así como también del alambre nro. 16, el armado de la columna se puede realizar en el banco de fierros o en el sitio donde corresponde la estructura, lo cual implica que el armado y la colocación se den al mismo tiempo, cabe mencionar que, por comodidad y productividad, el armado de la estructura se realizaría en zona de banco para luego proceder con el pinchado y colocación de la columna, en caso de que el armado sea en sitio, será algo complicado por el espacio no adecuado, que dificultaría luego continuar con el izaje y colocación, es preciso señalar que, para el armado se requiere información y el plano de la estructura para la identificación y traslado de las piezas, así como también marcar la distribución de las mismas en la colocación final.

Figura 30

Habilitación en campo



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

El montaje de esta estructura no podrá ser manual debido a la envergadura de su peso y volumen. Por tal motivo, se tendrá que hacer las coordinaciones necesarias para el apoyo de la grúa.

Figura 31

Habilitación y acopio



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Tabla 8

Tiempos de trabajo en campo con acero dimensionado

Ítems	Procedimiento y partidas	Trabajo en campo (días)
1	Orden de compra	0
2	Suministro	15
3	Almacenaje	45
4	Habilitados e identificación	2
5	Prearmado en campo	46
6	Montaje	10
Total		118

Fuente elaboración propia 2022

En la tabla N° 8 se puede identificar el proceso de instalación usando acero dimensionado, es decir, piezas que llegan cortadas y dobladas a obra para ser instaladas. Para este indicador se consideró un tiempo de ejecución de 8 meses para terminar el casco de la obra teniendo en cuenta que el proyecto cuenta con 36 tipos de columnas y 7 niveles considerando sótanos y torre.

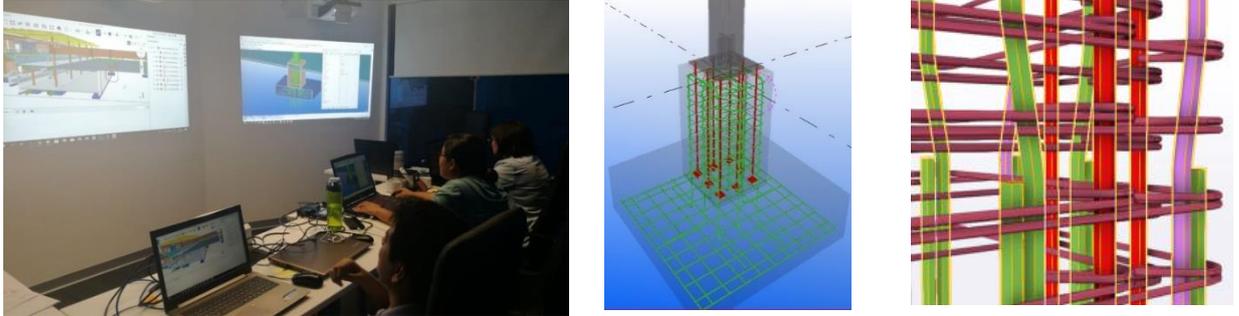
Prearmado

Modelado de columnas

La ingeniería de detalle se realiza con la ayuda del software Tekla estructural, el cual, permite obtener una planilla de despiece con los diámetros requeridos por estructuras considerando dimensiones precisas y piezas de calidad que permitan el correcto y exitoso prearmado de la estructura.

Figura 32

Modelamiento



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Fabricación de piezas

El proceso de generación de piezas es bajo un proceso de fabricación industrializado haciendo uso de máquinas de alta tecnología ajustadas para cumplir con las exigencias y normativas requeridas por el reglamento bajo un estándar de calidad que permita lograr una alta precisión en el proceso de prearmado.

Figura 33

Corte y doblado



Fuente: CAASA 2023

Proceso de roscado

Al obtener las piezas cortadas y dobladas, se procede con el roscado identificando las barras verticales asignadas para este proceso. Una vez concluido este proceso, se procede a las pruebas con los manguitos roscados garantizando la correcta distribución de roscas y la cantidad de accesorio por barra.

Figura 34

Roscado



Fuente: CAASA 2023

Proceso Prearmado

Con la obtención de las piezas fabricadas, se procede con el armado de columnas y placas en planta industrial bajo un riguroso control de calidad del personal capacitado y calificado para este proceso.

Figura 35

Planta prearmado



Fuente: CAASA 2023

Carga para transportar estructuras prearmadas

El procedimiento de montaje de las columnas y placas prearmadas se realiza con el apoyo de la torre grúa, la cual, permite estimar un tiempo aproximado de 30 minutos para carga del transporte.

Figura 36

Transporte prearmado



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Suministro de columnas prearmadas

Para el suministro ya debe estar establecido la zona de acopio para estructuras prearmadas que sea de fácil acceso y alcance para la grúa en el momento que se dé la colocación. Dependiendo de la disponibilidad de la grúa y coordinación logística, se da el caso que la grúa pinche la columna prearmada directamente desde la unidad hasta la ubicación de la estructura para poder realizar la instalación. Estos procesos son previamente coordinados entre los responsables del proyecto y el área logística, para que la descarga se logre convenientemente de manera eficiente

Figura 37

Suministro e izaje



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Tabla 9

Tiempos de trabajo en campo con columnas prearmadas

Items	Procedimiento y partidas	Trabajo en campo (días)
1	Suministro estructura y manguitos	11
2	Almacenaje	8
3	Habilitados e identificación	0
4	Prearmado en campo	0
5	Montaje	5
Total		24

Fuente elaboración propia 2022

En la tabla N.º 9 se puede identificar el proceso de instalación columnas prearmadas con conexión de traslapes y manguitos roscados, es decir, columnas que llegan directas para ser pinchadas e instaladas sin necesidad de almacenar. Para este indicador se consideró un tiempo de ejecución de 8 meses para terminar el casco de la obra teniendo en cuenta que el proyecto cuenta con 36 tipos de columnas y 7 niveles considerando sótanos y torre.

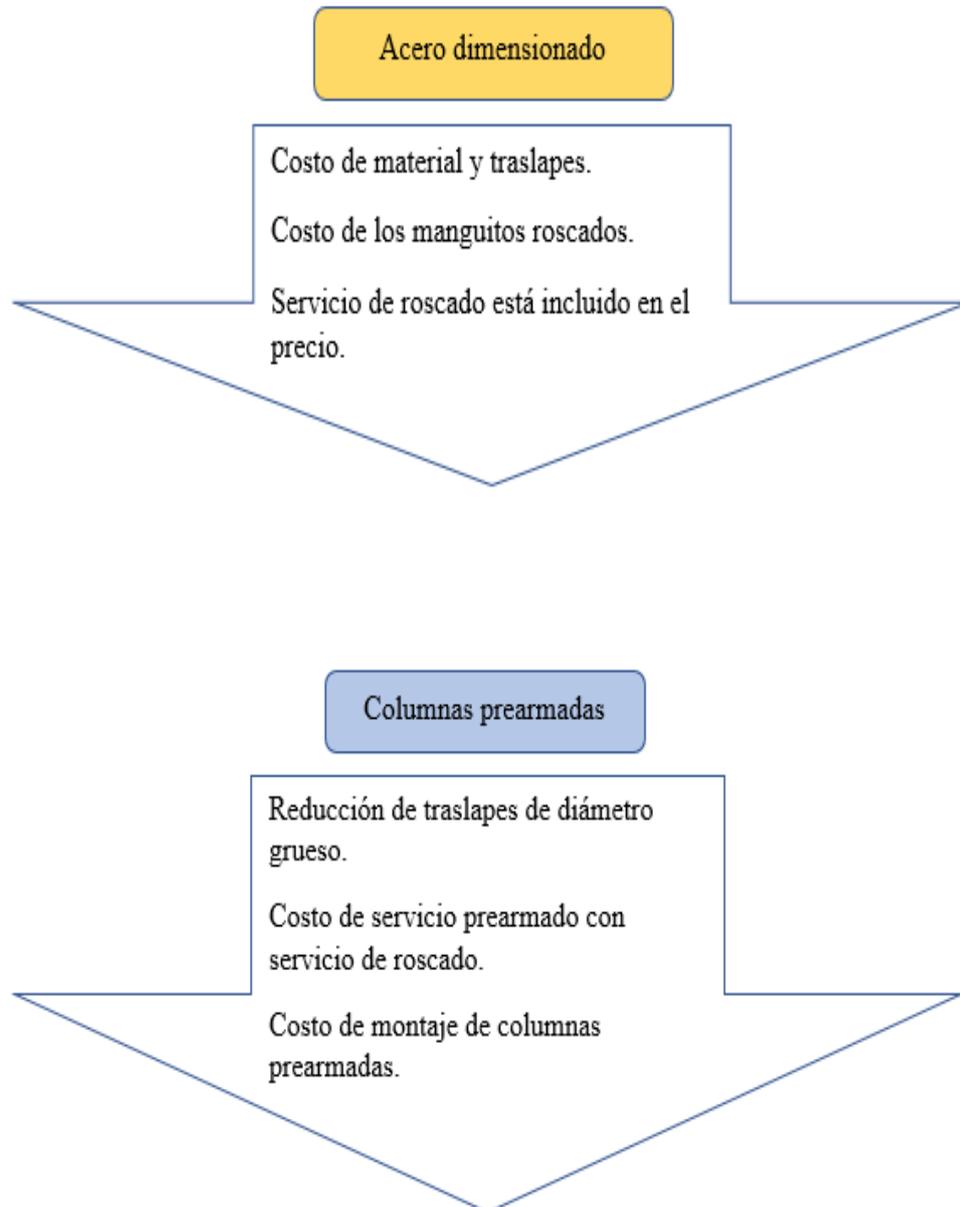
3.5.3. Del análisis determinado c)

Programa

Considerar los costos sobre el uso de manguitos roscados aplicando acero dimensionado y el prearmado.

Figura 38

Flujograma del programa



Fuente elaboración propia 2023

Implementación

Los costos para instalación del acero dimensionado considerando piezas verticales ya roscadas y con suministro de manguitos roscados:

Mano de obra: Operario y peón.

Materiales: Acero dimensionado, alambre recocido nro. 16.

Equipos: Uso de andamios y herramientas.

Tabla 10

Costos para instalación de acero

Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
101040003	Peón	hh	0.5	0.016	18.44	0.29504
101040004	Operario Civil	hh	1	0.032	24.9	0.7968
Materiales						
Alambre Negro						
2110200010001	Recocido N°16	kg		0.03	3.15	0.0945
Acero Corrugado						
21102001	Grado 60	kg		1.05	2.59	2.7195
Equipos						
3013400010015	Andamios	hm	0.1	0.0031	2.5	0.00775
30601001	Herramientas Manuales	%MO		1.000	0.92	0.01
TOTAL						3.92

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Los costos generados para la instalación de las columnas aplicando el acero dimensionado es de 3.92 s/kg. considerando lo detallado en la tabla N.º10.

Teniendo en cuenta la tabla N.º11, el metrado de acero dimensionando que se obtuvo solo de barras de Ø1" y Ø1.3/8" para columnas del proyecto fue de 139.56 tn (139 560.19 kg), por la que se estaría generando un costo de 3.92 x 139 560.19 kg resultando un total de S/ 547 075.94.

Tabla 11
Metrado tradicional

NIVEL	Peso (kg)	Peso (tn)
PISO 01	57052.37	57.05
PISO 02	23543.37	23.54
PISO 03	13183.10	13.18
PISO 04	7814.12	7.81
SOTANO 01	33244.06	33.24
SOTANO 02	4723.18	4.72
Total	139560.19	139.56

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

En la obra “Universidad de Lima” se suministró con un metrado aplicado a columnas prearmadas.

Tabla 12
Metrado prearmado con manguitos roscados

NIVEL	Peso (kg)	Peso (tn)
PISO 01	54175.014	54.18
PISO 02	20666.022	20.67
PISO 03	10305.748	10.31
PISO 04	4936.771	4.94
SOTANO 01	30366.699	30.32
SOTANO 02	4498.26	4.50
Total	124948.518	124.95

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Como se puede identificar en la tabla N.º12, el suministro de acero considerando columnas prearmadas fue de 124.95 ton (124 948.518 kg) validando una reducción de 14.61 toneladas aproximadamente comparado con el acero dimensionado, debido a que a los cambios de diámetros de los refuerzos verticales son considerados en los niveles que indica el cuadro de columnas de los planos de estructuras reduciendo el peso y los costos de la partida de acero. En el metrado de columnas prearmadas, se han identificado las barras de diámetro de Ø1” y Ø1.3/8” que son las aplicarán el roscado para la conexión de tramos con el uso del manguito roscado.

Tabla 13

Refuerzos verticales de Ø1.3/8”

Nivel	Estructura	Diámetro	Cantidad
PISO 01	COLUMNA	1.3/8"	64
PISO 02	COLUMNA	1.3/8"	64
PISO 04	COLUMNA	1.3/8"	8
SOTANO 01	COLUMNA	1.3/8"	32
Total			168

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Nota: Solo se consideran los pisos donde hay barras con diámetro de 1.3/8”

Tabla 14
Refuerzos verticales de Ø1

Nivel	Estructura	Diámetro	Cantidad
PISO 01	COLUMNA	1"	615
	PLACA	1"	116
PISO 02	COLUMNA	1"	247
	PLACA	1"	36
PISO 03	COLUMNA	1"	174
	PLACA	1"	52
PISO 04	COLUMNA	1"	134
SOTANO 01	COLUMNA	1"	451
	PLACA	1"	106
SOTANO 02	COLUMNA	1"	28
Total			1959

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Nota: Solo se consideran los pisos donde hay barras con diámetro de 1"

Para el roscado y aplicación de manguitos, se considerará la mitad de la cantidad total de barras por diámetro notadas en las tablas N.º13 y N.º14, debido a que la propuesta técnica, fabricación y montaje de columnas prearmadas considera dos niveles para una sola canastilla armada en planta.

Asimismo, se procederá a descontar la longitud de traslape considerada en el metrado de acero dimensionado para las barras de Ø1" y Ø1.3/8" de acuerdo a las especificaciones

técnicas del proyecto, teniendo en cuenta que, con los manguitos roscados, las barras no traslaparán y se encontraran tope a tope para su conexión.

Tabla 15

Reducción de kilos por omisión de traslapes.

Conexión	Diámetros	Cantidad por piso	Longitud de traslape	Peso (kg)
Traslapes	1"	1959	1800	14009.592
	1.3/8"	168	2450	3254.5213
Maguitos roscados	1"	979	0	0.00
	1.3/8"	84	0	0.00

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Teniendo en cuenta que el costo por tonelada del servicio prearmado es de \$1200 aproximadamente, usaremos este precio referencial a la fecha para la tabla 15.

Tabla 16

Reducción de costos por omisión de traslapes.

Diámetros	Peso (tn)	Precio	
		acero (\$)	Total (\$)
sin I.G.V.			
1"	14.01	1200.00	16812.00
1.3/8"	3.25	1200.00	3900.00

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Ahora podemos calcular el costo de estructuras prearmadas más el servicio de manguitos roscados con los precios indicados:

Precio prearmado (USD)	:	1200
Precio manguito roscado Ø1.3/8"	:	16.50
Precio manguito roscado Ø1	:	8.50

Tabla 17

Costos usando manguitos roscados

Diámetros	Cantidad por piso	Precio servicio manguito (\$) sin I.G.V.	Total (\$)
1"	979	8.50	8321.50
1.3/8"	84	16.50	1386.00

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

Tabla 18

Costo del proyecto usando servicio prearmado

NIVEL	Peso (tn)	Precio (USD)
PISO 01	54.18	65016.00
PISO 02	20.67	24804.00
PISO 03	10.31	12372.00
PISO 04	4.94	5928.00
SOTANO 01	30.32	36384.00
SOTANO 02	4.50	5400.00
Total	124.95	\$ 149,904.00
Total		S/ 569,635.20

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

A este servicio se le debe incluir los costos por el montaje de estructuras prearmadas representado en la siguiente tabla:

Tabla 19
Costo del proyecto usando servicio prearmado

Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
101040003	Peón	hh				
101040004	Operario Civil	hh	1	0.007	24.9	0.1743
	Materiales					
	Alambre Negro Recocido N°16	kg		0.005	3.15	0.01575
2110200010001						
	Equipos					
3013400010015	Andamios	hm	0.1			
30601001	Herramientas Manuales	%MO		1.000	0.92	0.01
	TOTAL					0.20

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

El suministro de columnas prearmadas para el proyecto fue 124 948.518 kg., el costo del servicio de columnas prearmadas de s/. 569,635.20 para el cual tenemos que sumarle los costos por montaje que sería 124 948.518 kg x s/. 0.20 dando como resultante s/. 24,989.70.

En conclusión, el costo del producto es s/.569,635.20 más 24,989.70 daría como resultado s/.594,624.9.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

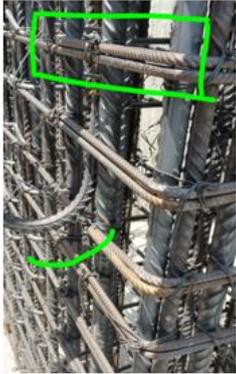
4.1. Efecto del análisis determinado a)

En la siguiente tabla comparativa se mostrará las mejoras direccionadas a la optimización de la calidad de la partida de acero, aplicando un sistema industrializado con columnas prearmadas y manguitos roscados.

Figura 39

Comparación para optimizar la calidad

Acero dimensionado	Prearmado
Suministro a granel para identificar piezas por el etiquetado.	Columnas para correcto almacenaje o directo para instalar.
	
Corroborar en campo la longitud de trasapes, ganchos estándar y distribución de piezas.	Estructura planificada con empaquetado óptimo
	

<p>Verificar los amarres de piezas.</p>	<p>Conexiones precisas.</p>
	
<p>Montaje en campo.</p>	<p>Montaje de columnas prearmadas.</p>
	

Fuente elaboración propia 2023

Teniendo en consideración el cuadro comparativo, podemos identificar que hay un porcentaje muy importante a favor en la mejora de la calidad del acero mediante el uso de columnas prearmadas aplicando traslapes y manguitos roscados.

Asimismo, es importante resaltar los siguientes puntos:

- Con la aplicación de traslapes y manguitos roscados de manera industrializada, se garantiza la calidad de la columna prearmada por la precisión de sus piezas y el eficiente montaje e instalado en campo cumpliendo con la normativa para construcción.
- Estos procesos industrializados permiten que la exactitud en el corte y roscado de las piezas, optimice la calidad en el armado y montaje por la precisión de la estructura.

Tabla 20

Habilitación de ganchos identificado de habilitación en campo

Diámetro	Gancho 90°		Gancho 135°	
	Radio de doblado normado (Cm)	Habilitado en campo (Cm)	Radio de doblado normado (Cm)	Habilitado en campo (Cm)
1.3/8"	15	17	15	17
1"	8	9	8	9
3/4"	6	5	6	5
5/8"	5	6	3	5
1/2"	4	5	2.5	3
12mm	4	5	2.5	3
3/8"	3	4	2	1.5
8mm	2	3	1.5	1.5
6mm	1.5	2	1.5	1.5

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

- La aplicación de los traslapes y manguitos roscados en el sistema de columnas prearmadas ofrecen ventajas en la instalación por ser estructuras seguras y directas del camión a la instalación, descartando el porcentaje normado de merma. En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de merma que ahorramos.

Tabla 21

Porcentaje de merma normado

Diámetro	Merma
1"	10%
3/4"	8%
5/8"	7%
1/2"	5%
3/8"	3%

Diámetro	Merma
1"	10%
3/4"	8%
5/8"	7%
1/2"	5%
3/8"	3%

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

(Bruno, 2020, pág. 35)

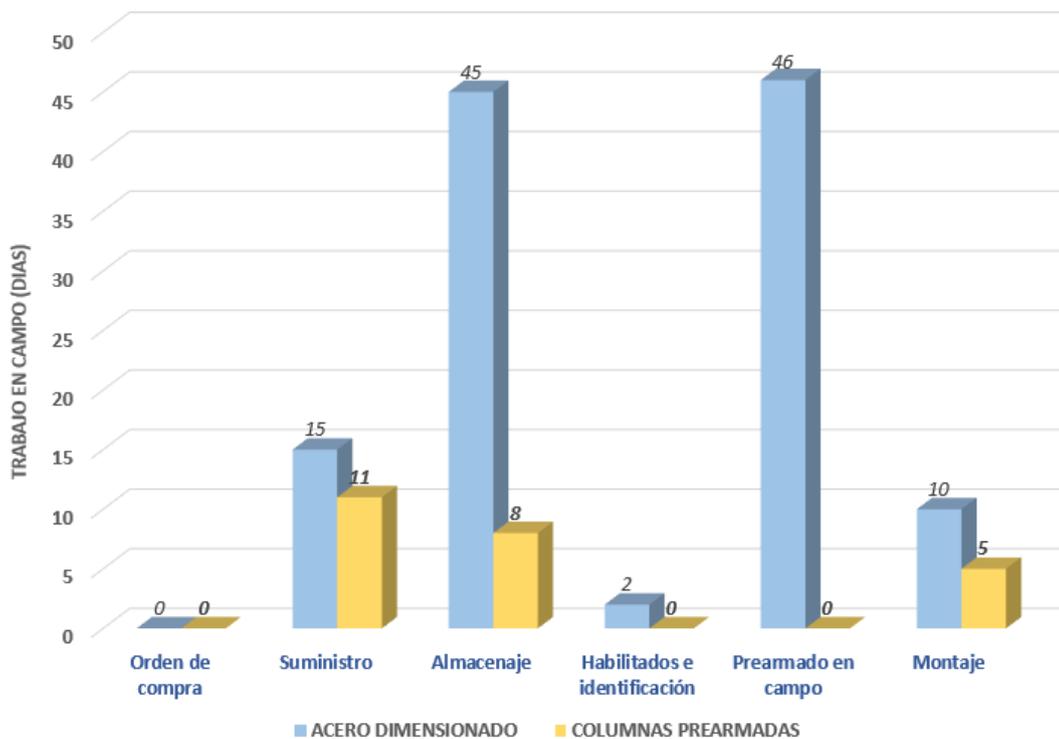
En la tabla 20 se puede identificar el porcentaje de merma que estamos omitiendo con la industrialización de estructuras para optimización de la calidad.

4.2. Efecto del análisis determinado b)

En la figura se puede identificar el resultado del comparativo de tiempos mediante la habilitación e instalación de forma tradicional y aplicando el uso de columnas prearmadas con manguitos roscados en base a los indicadores de las tablas N°8 y 9.

Figura 40

Confrontar actividades



Fuente elaboración propia 2023

Tabla 22
Optimización de trabajos en campo

Items	Procedimiento y partidas	Trabajo en campo (días)		Trabajos reducidos	
		Trabajo en campo (días)	Trabajo en campo (días)	Tiempo (días)	%
1	Orden de compra	0	0	0	0%
2	Suministro	15	11	4	27%
3	Almacenaje	45	8	37	82%
4	Habilitados e identificación	2	0	2	100%
5	Prearmado en campo	46	0	46	100%
6	Montaje	10	5	5	50%
Total		118	24	94	80%

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

En la figura N°40 se puede observar que aplicando el servicio de prearmado de columnas considerando el uso de manguitos roscados permitió una reducción de tiempo hasta en un 80% aproximadamente.

Asimismo, en la tabla N°22, se puede identificar que la mayor reducción de tiempos ha sido en los ítems de corte, doblado, armado y montaje; es decir, aplicando este servicio podemos eliminar hasta 3 actividades tradicionales con merma generadas en obra.

Nota: Es importante tener en cuenta que el desarrollo de las actividades omitidas en campo es realizado en la planta industrializada bajo procesos automatizados y controles de calidad que cumple la empresa. Este material es entregado a obra en la fecha oportuna según su lookahead o requerimiento directo de obra.

Figura 41*Instalaciones en planta*

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

4.3. Efecto del análisis determinado c)

- El metrado de columnas prearmadas con el sistema de conexión de manguitos roscados es menor al desarrollo de metrado de acero dimensionado debido a que se omiten longitudes de traslape de diámetros grueso $\text{Ø}1''$ y $\text{Ø}1.3/8''$. Asimismo, este esquema industrializado reduce el consumo de acero por la precisión de sus procesos basados en la normativa.
- Al tratarse de un proceso constructivo industrializado, las actividades en campo se reducen hasta en un 80%, lo que implica optimizar tiempos mejorando la calidad y reduciendo costos.
- Es importante tener en cuenta la calidad de las columnas prearmadas con aplicación de manguitos roscados ya que éstos no generan retrabajos en campo para habilitación y montaje que puedan darse ante un deficiente suministro, una pérdida de piezas por mal almacenaje en campo o deterioro por oxidación

En la siguiente tabla se podrá evidenciar un comparativo de costos con los indicadores que hemos venido analizando para las actividades de instalación de columnas, teniendo en cuenta los trabajos tradicionales y el uso de columnas prearmadas con conectores mecánicos roscados o manguitos roscados.

Tabla 23
Costos según servicio y actividades

Item	Actividades	Metraod (Kg)	Costo Unitario	Parcial	Total
1.00.00	Estructura Prearmada				S/ 563,557.34
1.01.00	Columna prearmado con servicio roscado	132914.468	S/ 4.24	S/ 563,557.34	
2.00.00	Acero Dimensionado				S/ 547,075.94
2.01.00	Columna - Despiece tradicional	139560.19	S/ 3.92	S/ 547,075.94	
2.02.00	Desperdicio por habilitado	0.000	S/ 0.00	S/ -	

Fuente elaboración propia 2023

En la tabla se puede identificar que mediante el uso de columnas prearmadas con servicio de roscado se generó un ahorro de s/. 17,294.22 que comprende un 3% aproximadamente de la partida.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Considerando los indicadores y el análisis realizado, se concluye que con la implementación del servicio industrializado de columnas prearmadas con la conexión de manguitos roscados para las barras de Ø1” y Ø1.3/8” se logra la mejora de la calidad, así como la optimización de tiempos en las actividades de obra y la reducción de costos. Es importante tener en cuenta que, para llegar a estos resultados, se debe contemplar un análisis completo de las estructuras y definir cuál es el sistema constructivo que nos permita lograr buenos resultados con la calidad esperada.

En base a esta atención, la empresa TSC innovation y Aceros Arequipa se caracterizan por brindar un servicio especializado a los diferentes proyectos en cartera, permitiendo alcanzar altos niveles de calidad y aceptación en el mercado que nos coloca en la cima del rubro.

5.1.1. Conclusiones del análisis determinado a)

Con la implementación del control de calidad estandarizado en la partida de acero, se logrará alcanzar altos niveles de calidad para el prearmado de estructuras, así como también para las conexiones roscadas, basado en la precisión de piezas fabricadas que estén libres de oxidación para el armado de columnas, cumpliendo con los requerimientos del proyecto y de la normativa para un producto de calidad.

5.1.2. Conclusiones del análisis determinado b)

Mediante la propuesta técnica se logró implementar el suministro de columnas prearmadas con manguitos roscados, teniendo el objetivo de reducir actividades en campo, optimizando los tiempos de almacenaje, habilitación y montaje de columnas en beneficio de la productividad, logrando reducir hasta un 80% menos en estas actividades de campo durante la ejecución del casco del proyecto.

5.1.3. Conclusiones del análisis determinado c)

Al implementar el servicio de columnas prearmadas con manguitos roscados, se logró reducir el metrado de las columnas en 14.61 toneladas de acero, así como también la reducción de tiempos, lo cual se ve reflejado en la reducción de costos.

5.2. Recomendaciones

Entre las recomendaciones que podría brindar basadas en mi experiencia aplicando columnas prearmadas con manguitos roscados en la ejecución del proyecto “Universidad de Lima” son las siguientes:

- Identificar que el sistema aporcado del proyecto contenga acero corrugado con diámetro grueso para evaluar los costos de la conexión roscada y traslapes. No recomiendo aplicar manguitos roscados en barras con diámetro menor a 3/4".
- Es recomendable usar canastillas prearmadas que cubra dos niveles considerando que son alturas fácilmente maniobrables y reduciremos los costos por menor cantidad de traslapes y manguitos roscados.
- Asimismo, queda demostrado que en este tipo de proyectos es recomendable aplicar el prearmado con manguitos roscados para optimizar la productividad y reducción de pesos.
- Se recomienda que la zona de traslape y conexión roscada sea en el primer tercio aplicando las especificaciones técnicas del proyecto, ya que, por la altura de las mechas verticales, podemos ahorrar el uso de andamios y lograr una sencilla manipulación de los manguitos para la conexión de canastillas.
- El uso de manguitos roscados también se aplica en el desarrollo de vigas con el mismo criterio de análisis para la optimización de tiempos de ejecución, maniobrabilidad de piezas, calidad para instalación y montaje y reducción de costos.

REFERENCIAS

- Aceros Arequipa (2015). Pasos para realizar un empalme por traslape del refuerzo longitudinal en vigas y columnas. Construyendoseguro.com. [https://www.construyendoseguro.com/pasos-para-realizar-un-empalme-por-traslape-del-refuerzo-longitudinal-en-vigas-y-columnas/#:~:text=Los%20traslapes%2C%20tanto%20de%20los,a%20otra%20\(figura%202\).](https://www.construyendoseguro.com/pasos-para-realizar-un-empalme-por-traslape-del-refuerzo-longitudinal-en-vigas-y-columnas/#:~:text=Los%20traslapes%2C%20tanto%20de%20los,a%20otra%20(figura%202).)
- Astroza, M. y Silva, D. (2002). N° A12-07 longitud de empalme por traslape de barras de refuerzo vertical de muros de albañilería armada. 1 (1),
- Caiza, P. y Viera, P. (2019). Diseños de columnas, muros estructurales, y diafragmas en hormigón armado. UFA. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/21345/1/Dise%C3%B1o%20de%20columnas%20y%20muros%20estructurales.pdf>
- Castillo, F. (2016). *Conectores mecánicos* [Diapositivas de PowerPoint]. CDVV. <https://docplayer.es/78205200-Conectores-mecanicos-ing-fernando-castillo-herrera.html>
- Gómez, A., Ramírez, Z. y Rivadeneira, J. (2022). El sector de la construcción en el departamento del Cauca: ¿una locomotora de crecimiento en el corto y largo plazo? *Tecnura*, 30 (12), 1 – 15. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2023000100007
- Gómez, A., y Morales, D. (2016). Análisis de la productividad en la construcción de vivienda basada en rendimientos de mano de obra. *INGE CUC*, 12(1), 21–31. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.12.1.2016.02>

Harmsen, T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado (3era edic.). Fondo Editorial PUCP: Lima. Nota. Longitud requerida para la realización del traslape.

Fuente: Aceros Arequipa (2015).

Jiménez, A. (2019). Productividad en Obras de Construcción. Revista de la Facultad de Ingenierías y Tecnologías de la Información y Comunicación. *Tecnología vital*, 3 (2), 1 – 4.

Lenton (s.f.). Sistemas De Empalmes Mecánicos Para Barras De Armaduras. Nvent.com.

<https://www.nvent.com/sites/default/files/acquiadam/assets/RSB-WWSP.pdf>

Martínez, G. (2019). ¡Dile adiós al traslape de varillas! Los conectores mecánicos te ahorrarán hasta un 10% del acero de refuerzo. <https://www.ingenieriaconstruccioncolombia.com/traslape-de-varillas/#:~:text=El%20traslape%20o%20empalme%20es,evite%20una%20f alla%20por%20empalme.>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019). NORMA E.070 ALBAÑILERÍA. MVCS. <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>

Sencico. (2020). *Norma e.30 diseño sismorresistente*.

Verduzco, L., Horta, J., Pérez, M. y Hernández, J. (2021). "Criterios de refuerzo por traslapes y empalmes a través de programación visual para el diseño óptimo de marcos de concreto reforzado", "Free-clash and overlap reinforcement criteria for optimal

design of reinforced concrete frames through visual programming". *DIPFI*, 1 (1), 1

–

10.

[https://www.researchgate.net/publication/355558271_Criterios_de_refuerzo_por_traslapes_y_empalmes_a_traves_de_programacion_visual_para_el_diseno_optimo_d](https://www.researchgate.net/publication/355558271_Criterios_de_refuerzo_por_traslapes_y_empalmes_a_traves_de_programacion_visual_para_el_diseno_optimo_de_marcos_de_concreto_reforzado)

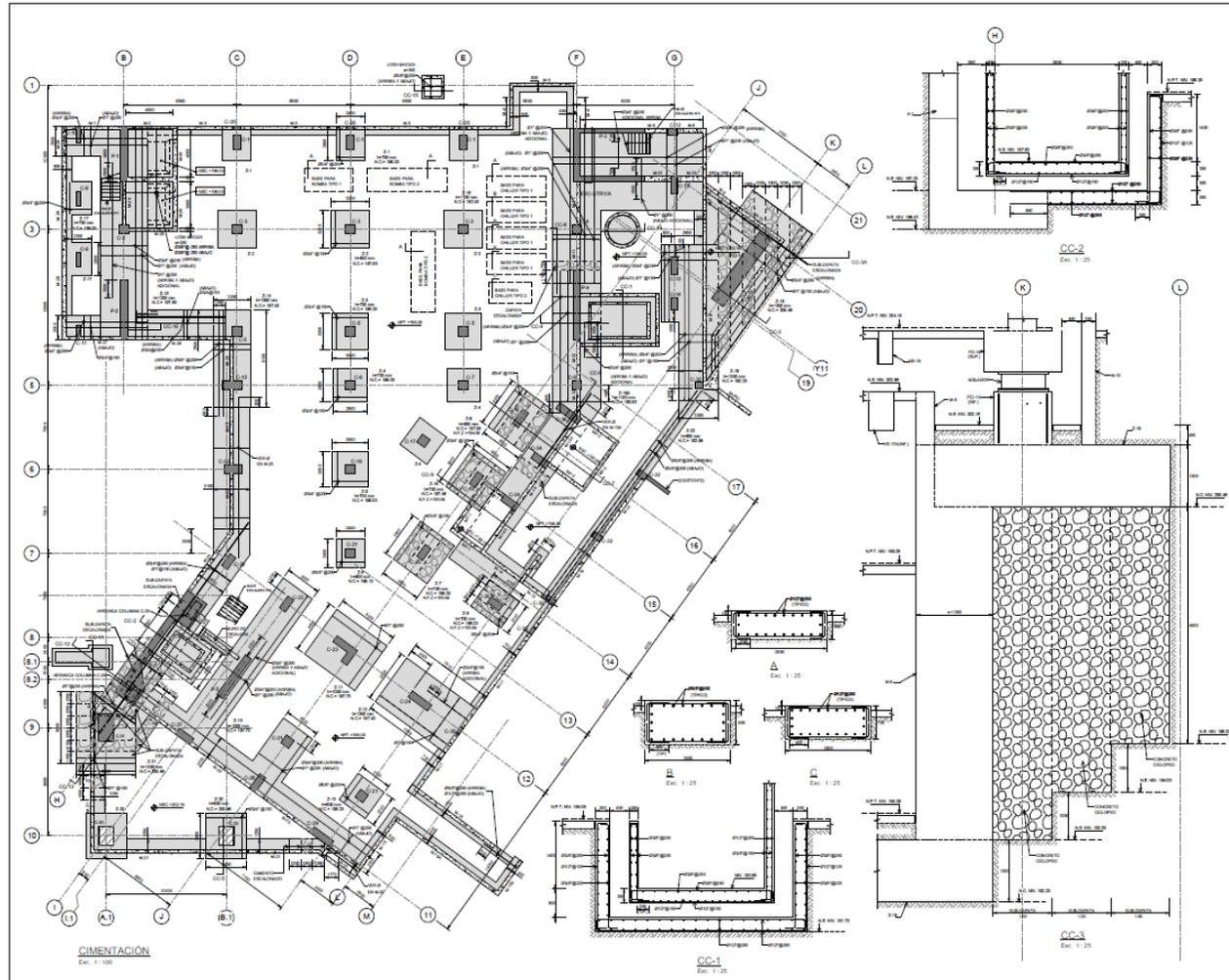
[e_marcos_de_concreto_reforzado_Free-](https://www.researchgate.net/publication/355558271_Criterios_de_refuerzo_por_traslapes_y_empalmes_a_traves_de_programacion_visual_para_el_diseno_optimo_d)

[clash_and_overlap_reinforcement_criteria_for_optimal_design_of](https://www.researchgate.net/publication/355558271_Criterios_de_refuerzo_por_traslapes_y_empalmes_a_traves_de_programacion_visual_para_el_diseno_optimo_d)

[clash_and_overlap_reinforcement_criteria_for_optimal_design_of](https://www.researchgate.net/publication/355558271_Criterios_de_refuerzo_por_traslapes_y_empalmes_a_traves_de_programacion_visual_para_el_diseno_optimo_d)

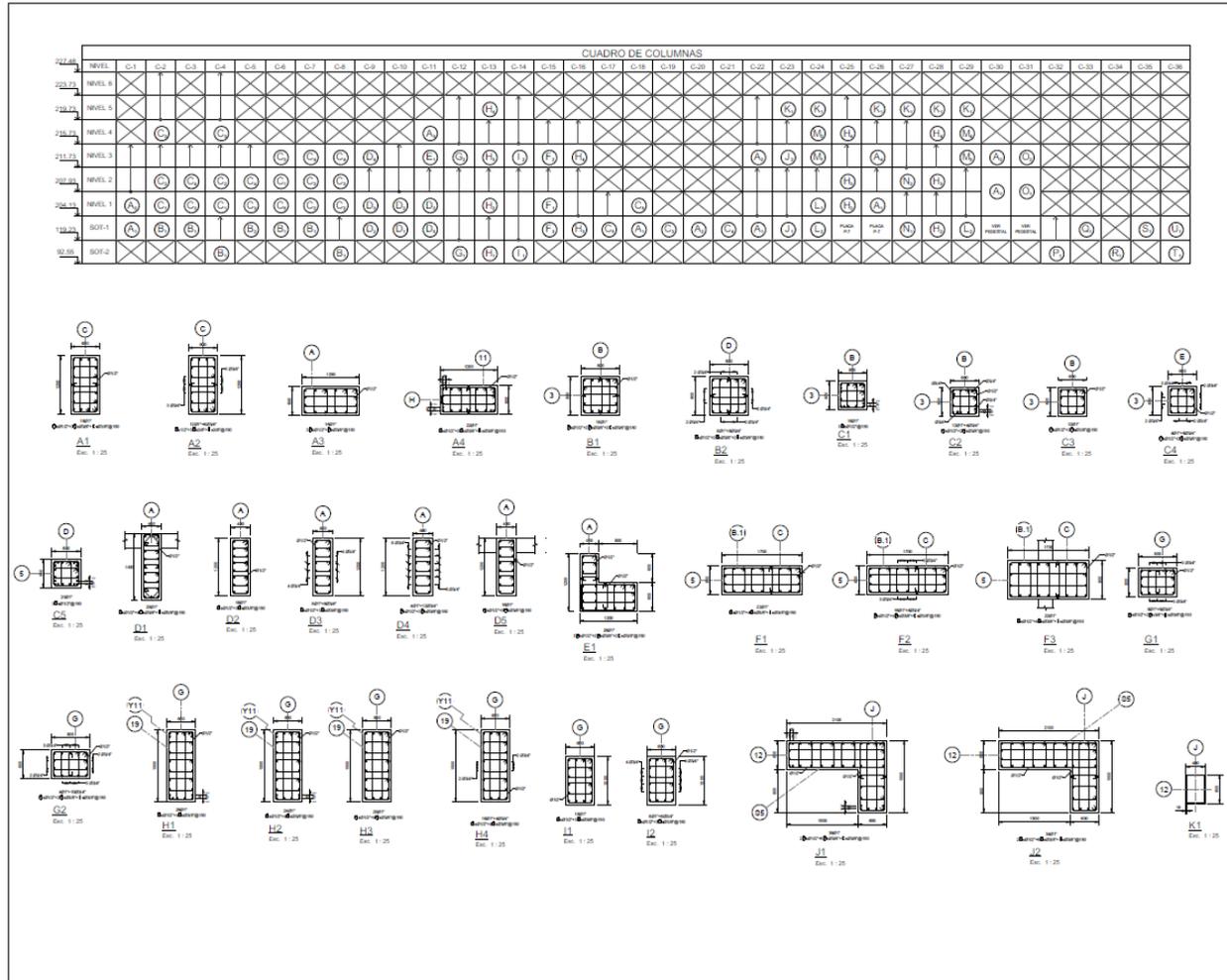
ANEXOS

ANEXO 1: Planta de cimentación



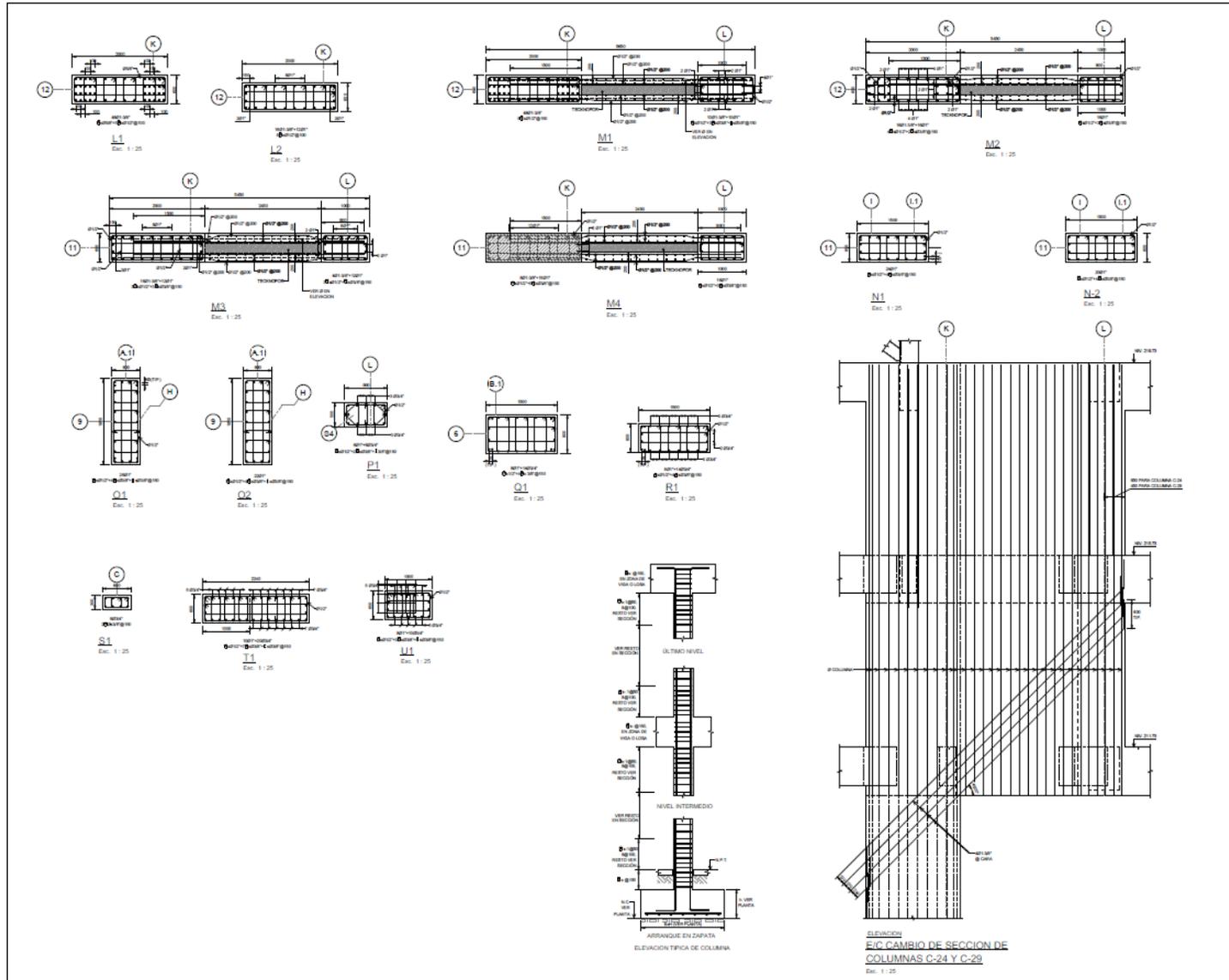
Fuente: TSC Innovation S.A.C.

ANEXO 2: Cuadro de columnas

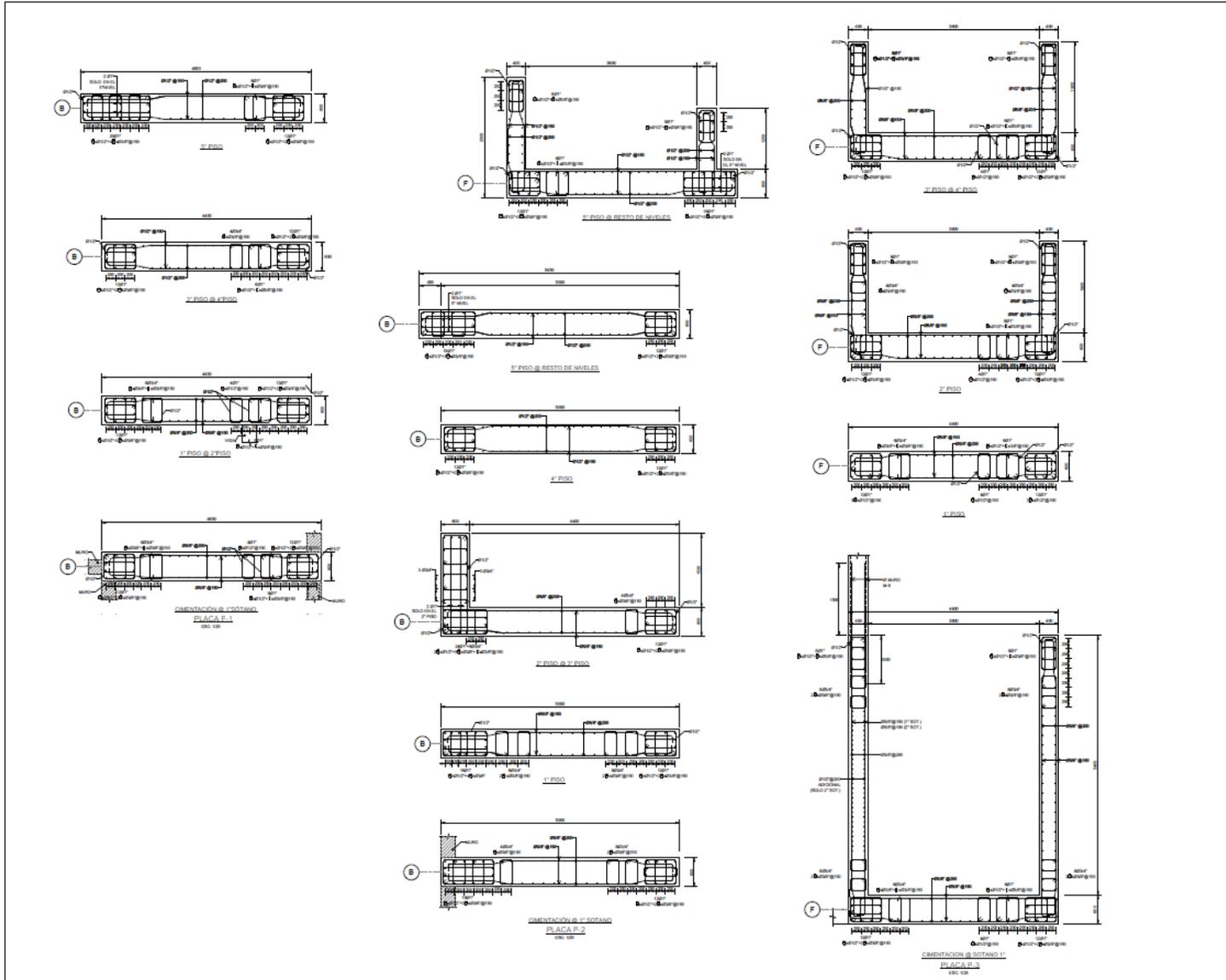


Fuente: TSC Innovation S.A.C.

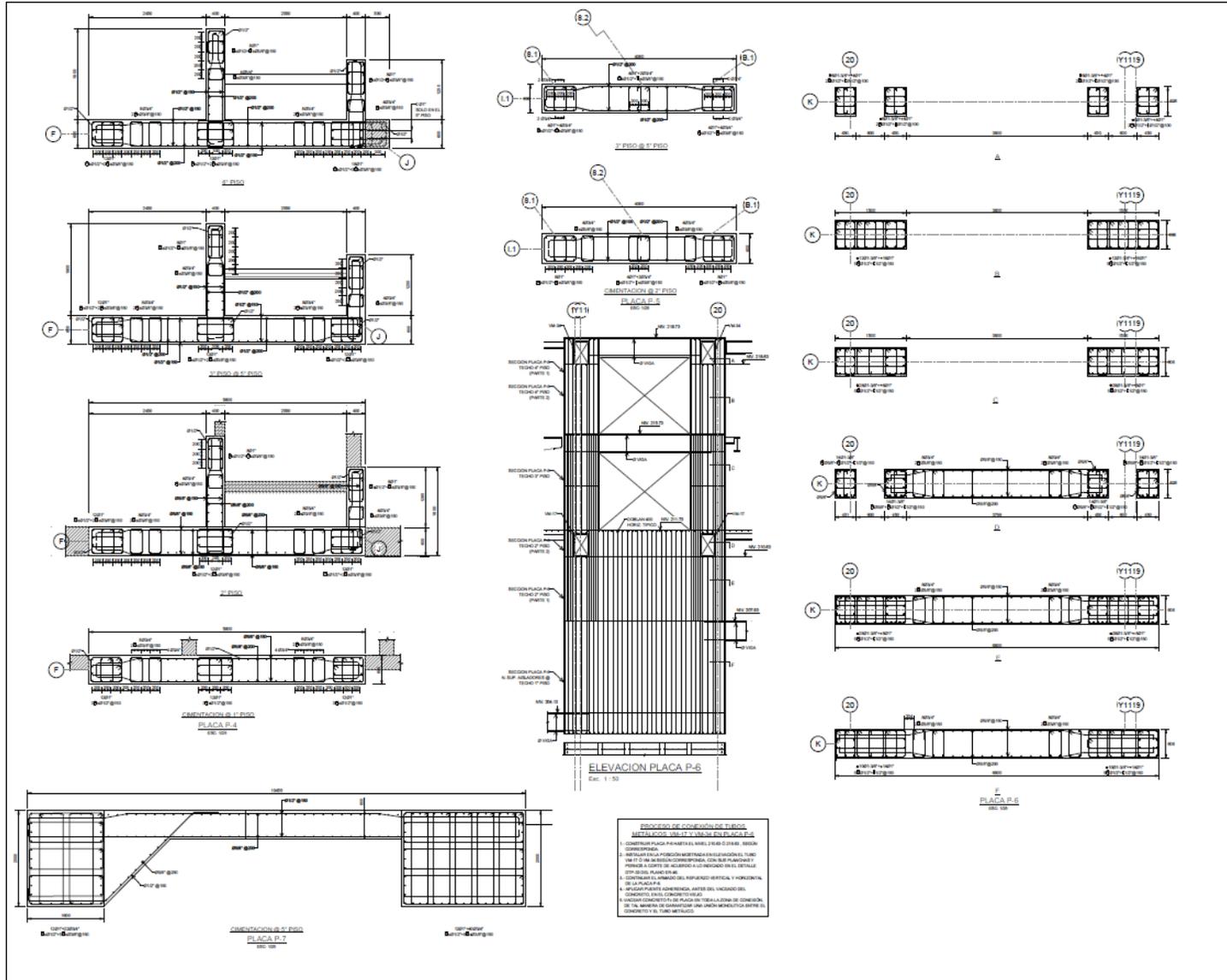
APLICACIÓN DE TRASLAPES O MANGUITOS ROSCADOS EN COLUMNAS
PARA MEJORA DE PRODUCTIVIDAD



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

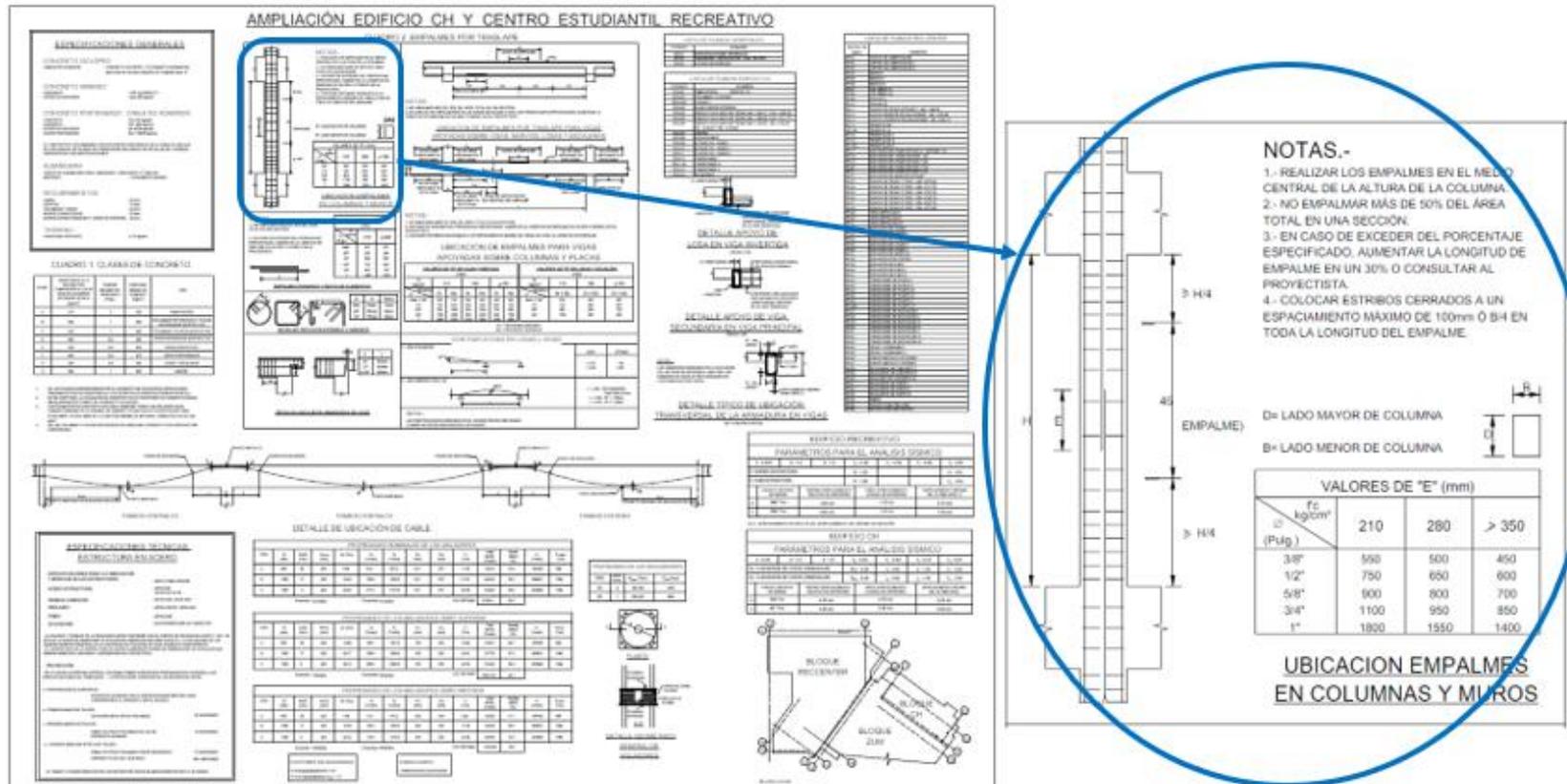


Fuente: TSC Innovation S.A.C.



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

ANEXO 3: Especificaciones técnicas

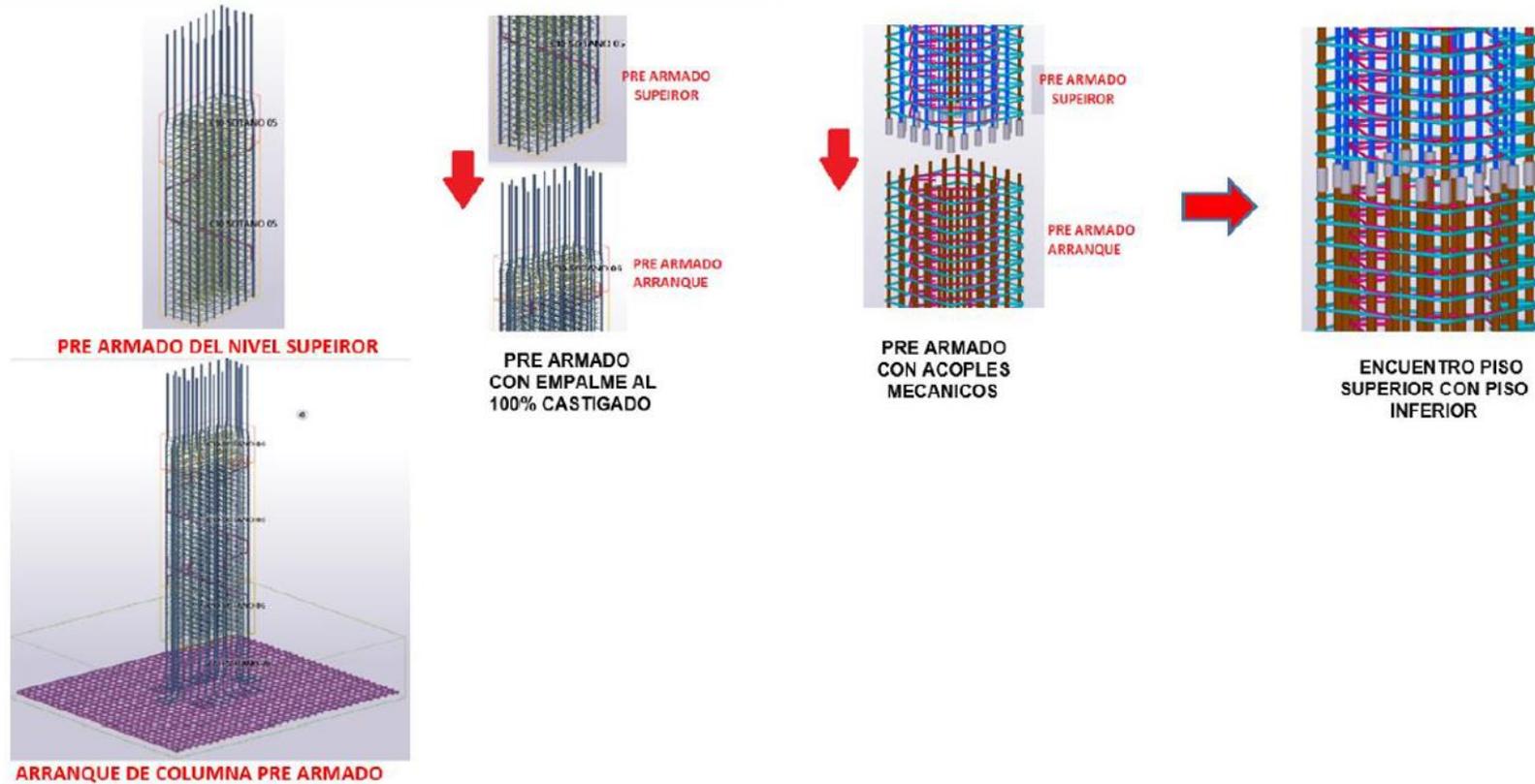


Fuente: TSC Innovation S.A.C.

ANEXO 4: Conexión de prearmado con manguitos roscados

**UNIVERSIDAD DE LIMA - COLUMNAS Y PLACAS PREARMADAS
PREARMADO CON EMPALME AL 100% CASTIGADO POR 1.3 SEGÚN ESPECIFICACION**

PROPUESTA PREARMADO CON MANGUITOS ROSCADOS



Fuente: TSC Innovation S.A.C.

ANEXO 5: Columnas prearmadas alternadas por nivel.

UNIVERSIDAD DE LIMA - COLUMNAS Y PLACAS PREARMADAS
SECUENCIA MONTAJE COLUMNAS



SECUENCIA PREARMADOS – 50% EN PISO PAR Y 50% EN PISO IMPAR

	SECUENCIA PREARMADOS																	
NIVEL	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14	C-15	C-16	C-17	C-18
NIVEL 6																		
NIVEL 5																		
NIVEL 4																		
NIVEL 3																		
NIVEL 2																		
NIVEL 1																		
SOT-1																		
SOT-2																		

	SECUENCIA PREARMADOS																	
NIVEL	C-19	C-20	C-21	C-22	C-23	C-24	C-25	C-26	C-27	C-28	C-29	C-30	C-31	C-32	C-33	C-34	C-35	C-36
NIVEL 6																		
NIVEL 5																		
NIVEL 4																		
NIVEL 3																		
NIVEL 2																		
NIVEL 1																		
SOT-1																		
SOT-2																		

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

ANEXO 6: Ficha técnica de manguitos roscados.

CONECTOR DE TRANSICIÓN TIPO 2

El sistema BARTEC® ofrece acopladores especiales de transición que de forma muy práctica evitan la difícil tarea de tener que planificar por adelantado la necesidad de transiciones.

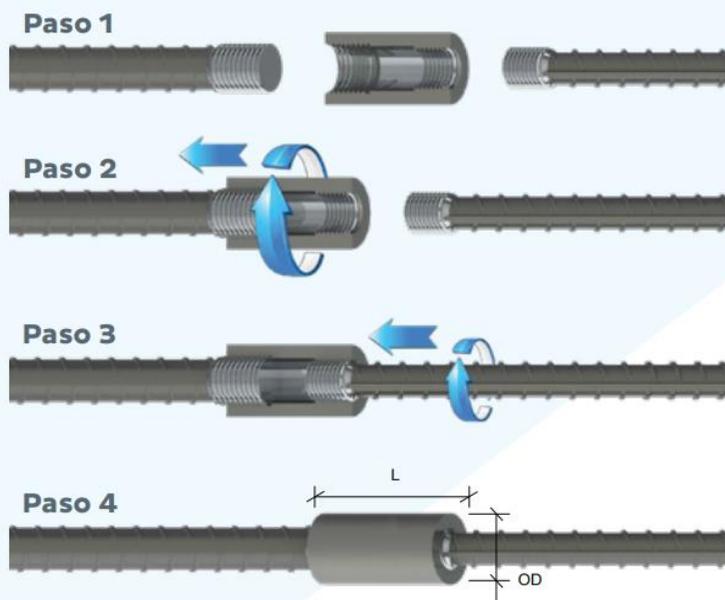


TABLA 3: TRANSICIONES DIRECTAS BARTEC®

Calibres					Número de designación	Modelo	Código de producto: Acoplador de transición BARTEC®	Dimensiones externas aproximadas (mm)	
Diámetro nominal		Número de designación	Diámetro nominal					OD	L
mm	pulgada		mm	pulgada					
20	3/4	#6	12	1/2	#4	DT20 - 12	FPBT2012003	30	50
20	3/4	#6	16	5/8	#5	DT20 - 16	FPBT2016003	30	56
25	1	#8	16	5/8	#5	DT25 - 16	FPBT2516003	38	64
25	1	#8	20	3/4	#6	DT25 - 20	FPBT2520003	38	68
36	1 3/8	#11	25	1	#8	DT36 - 25	FPBT3625003	52	90

Fuente: CAASA 2023