

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL  
CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

---

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO DE DESPIECE DE ACERO  
PRE EJECUCIÓN FRENTE AL ACERO DIMENSIONADO Y USO  
CONVENCIONAL DEL ACERO CORRUGADO EN LA CONSTRUCCIÓN  
DE EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023**

---

**PRESENTADO POR:**

BACH. ANDRES CHINO QUISPE

BACH. KENNY BORIS ZARATE CHILQUETUMA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL**

**ASESOR:**

MGT. ING. LUIS GERARDO BECERRA INFANTAS

CUSCO-PERU

2024



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, asesor del trabajo de investigación titulado: “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO DE DESPIECE DE ACERO PRE EJECUCIÓN FRENTE AL ACERO DIMENSIONADO Y USO CONVENCIONAL DEL ACERO CORRUGADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023”. Presentado por los bachilleres KENNY BORIS ZARATE CHILQUETUMA, con Nro de DNI: 70522120 y ANDRES CHINO QUISPE, con Nro de DNI: 73577778, para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el software de similitudes TURNITIN, conforme al Artículo 6° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8% de similitud general.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación, tesis, textos, libros, revistas, artículos científicos, material de enseñanza y otros (Art. 7, inc 2 y 3).

Porcentaje	Evaluación y acciones.	Marque con una X
Del 1 al 10 %	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30%	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayores a 31 %	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software TURNITIN.

Cusco, 29 de setiembre de 2024.

Mgt. Ing. Luis Gerardo Becerra Infantas

DNI N°:42827342

ORCID: 0000-0002-5367-643X

Se adjunta:

1. Reporte Generado por el sistema TURNITIN
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema TURNITIN:  
<https://unsaac.turnitin.com/viewer/submissions/oid:27259:386692348?locale=es-MX>

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS ANDRES CHINO \_ KENNY ZARATE  
.pdf**

AUTOR

**Andres\_Kenny Chino\_Zarate**

RECUENTO DE PALABRAS

**64893 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**290020 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**262 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**24.1MB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 29, 2024 5:32 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 29, 2024 5:38 PM GMT-5****● 8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo dedico a Dios y a mi madre por ser pieza fundamental en mi vida, gracias a su confianza y fe supo sacarme adelante, también dedico a mi querida Escuela Profesional de Ingeniería Civil por hacerme un hombre de bien para la sociedad*

*Andres Chino Quispe*

*La presente investigación dedico a mis padres y hermanos que fueron el cimiento para que este logro sea realidad, gracias a su apoyo incondicional durante mi etapa de formación soy lo que soy actualmente*

*Kenny Boris Zarate Chilqquetuma*

## Tabla de Contenido

Resumen.....	i
Abstract.....	iii
Introducción.....	1
<b>CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>2</b>
1.1. Justificación de la investigación.....	2
1.2. Planteamiento y formulación del problema de investigación.....	3
1.2.1. Situación problemática.....	3
1.3. Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problemas específicos.....	3
1.4. Objetivos de la investigación.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Formulación de la hipótesis.....	4
1.5.1. Hipótesis general.....	4
1.5.2. Hipótesis específicas.....	5
1.6. Variables de estudio.....	5
1.6.1. Identificación de variables.....	5
1.6.1.1. Variables Independientes (x).....	5
1.6.1.2. Variables dependientes (y).....	5
1.6.2. Operacionalización de variables.....	5
1.7. Tipo y nivel de investigación.....	6

1.8.	Diseño de investigación .....	7
1.9.	Descripción de desarrollo de la investigación .....	7
1.9.1.	Formatos de toma de datos .....	8
1.10.	Unidad de análisis .....	9
1.11.	Población de estudio .....	9
1.12.	Selección de muestras .....	9
1.13.	Tamaño de muestra.....	9
1.14.	Técnica de recolección de datos.....	10
1.15.	Técnicas de análisis e interpretación de la información .....	10
1.16.	Procedimiento de recolección e interpretación de la información .....	10
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL .....		12
2.1.	Antecedentes de la investigación .....	12
2.1.1.	Antecedentes nacionales .....	12
2.1.2.	Antecedentes locales .....	14
2.2.	Bases teóricas.....	15
2.2.1.	Metodología BIM .....	15
2.2.1.1.	¿Qué es BIM?.....	15
2.2.1.2.	Beneficios de BIM.....	17
2.2.1.3.	Dimensiones de BIM .....	17
2.2.1.4.	Niveles de desarrollo (LOD).....	19
2.2.1.5.	BIM en el contexto internacional .....	20
2.2.1.6.	BIM en Latinoamérica (LATAM) .....	23
2.2.1.7.	Metas BIM por país .....	25
2.2.1.8.	BIM en la etapa de construcción .....	26

2.2.1.8.1. Aplicaciones en la etapa de construcción .....	26
2.2.2. Ingeniería de detalle.....	27
2.2.3. Situación de la industria de la construcción en el Perú.....	29
2.2.4. El acero en la construcción.....	31
2.2.4.1. Importancia del acero de refuerzo en la construcción.....	32
2.2.5. Desperdicios en la construcción .....	35
2.2.6. Desperdicio de acero en la construcción.....	35
2.2.7. Productividad.....	36
2.2.7.1. Productividad .....	36
2.2.7.2. Indicadores de evaluación de la productividad.....	38
2.2.7.3. Velocidad de producción .....	38
2.2.8. Rendimiento .....	39
2.2.9. Medición del esfuerzo necesario .....	39
2.2.10. Tareos de personal de obra .....	40
2.2.12. Ingeniería de valor.....	40
2.2.13. Modelo de conversión de procesos y modelo de flujo de procesos .....	41
2.2.14. Lean Production y Lean Construcción.....	42
2.2.14.1. Lean Production.....	42
2.2.14.2. Lean construction .....	43
2.2.15. Acero dimensionado.....	43
2.2.16. Autodesk Revit.....	44
2.2.17. Despiece.....	44
2.2.17.1. Proceso de cortado de acero en la obra.....	44
2.2.17.2. Despiece de acero.....	45

2.2.18. Optimizador de corte de acero de refuerzo .....	45
2.2.19. Optimizador de corte CUT LOGIC .....	46
2.2.21. Norma y uso del acero .....	46
2.2.21.1. Normativa.....	46
2.2.22. Empleabilidad de acero en elementos estructurales.....	47
2.2.22.1. Doblado de barras de acero.....	47
2.2.22.2. Longitudes mínimas de ganchos de acero .....	48
2.2.22.3. Traslape de acero.....	49
2.3. Definición de términos básicos .....	50
2.3.1. Optimización.....	50
2.3.2. Acero de refuerzo .....	50
2.3.3. Diámetro de acero de refuerzo .....	51
2.3.4. Corte de acero de refuerzo .....	51
2.3.5. Parámetro .....	51
2.3.6. Contratista .....	51
2.3.7. Metrado.....	51
2.3.8. Metodología.....	51
2.3.9. Habilitado de acero de refuerzo.....	52
2.3.10. Empalme de acero de refuerzo.....	52
2.3.11. Anclaje de acero de refuerzo.....	52
2.3.12. Eficiencia .....	52
2.3.13. Rendimiento en la construcción.....	52
2.3.14. Elongación de acero de refuerzo .....	52
CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	53



3.1. Descripción de los proyectos.....	53
3.1.1. Proyecto 01 .....	53
3.1.2. Proyecto 02 .....	54
3.2. Descripción de desarrollo de la investigación .....	55
3.2.1. Desarrollo de modelado .....	55
3.2.1.1. Configuraciones de varilla de acero .....	58
3.2.1.1.1. Acero de 3/8" .....	58
3.2.1.1.2. Acero de 1/2" .....	59
3.2.1.1.3. Acero de 5/8" .....	60
3.2.1.1.4. Acero de 3/4" .....	61
3.2.1.1.5. Acero de 1" .....	62
3.2.1.2. Patrones de color para cada tipo de acero .....	63
3.2.1.2.1. Acero de 6mm .....	64
3.2.1.2.2. Acero de 3/8" .....	64
3.2.1.2.3. Acero de 1/2" .....	65
3.2.1.2.4. Acero de 5/8" .....	66
3.2.1.2.5. Acero de 3/4" .....	66
3.2.1.2.6. Acero de 1" .....	67
3.2.1.3. Configuración de parámetros .....	67
3.2.1.3.1. Parámetros compartidos.....	67
3.2.1.3.2. Parámetros de proyecto .....	70
3.2.1.4. Configuración de filtros.....	71
3.2.1.5. Configuración de recubrimientos .....	71
3.2.1.6. Modelado de acero.....	72

3.2.1.6.1. Modelado de acero en vigas de cimentación .....	72
3.2.1.6.2. Modelado de acero en losa de cimentación.....	74
3.2.1.6.3. Modelado de acero en placas .....	75
3.2.1.6.4. Modelado de acero en columnas .....	77
3.2.1.6.5. Modelado de acero en muro de contención .....	78
3.2.1.6.6. Modelado de acero en vigas .....	79
3.2.1.6.7. Modelado de acero en losa .....	80
3.2.1.6.8. Modelado de acero en techo .....	81
3.2.1.7. Codificación de acero por elemento.....	82
3.2.1.7.1. Codificación de ganchos de doblado de acero .....	85
3.2.1.7.2. Descripción de codificación por cada tipo de elemento.....	86
3.2.1.8. Desarrollo de planos de detalle.....	88
3.2.1.8.1. Configuración de laminas .....	88
3.2.1.8.2. Despiece de acero .....	89
3.2.1.8.3. Etiquetado de acero.....	90
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....</b>	<b>99</b>
4.1. Resultados de la investigación - proyecto 01.....	99
4.1.1. Cantidad de ingreso de acero de refuerzo a obra .....	99
4.1.2. Resultados del procesamiento de datos con CutLogic 1D .....	104
4.1.3. Rendimiento de mano de obra.....	106
4.1.4. Cotización de costos de acero de refuerzo .....	117
4.1.5. Uso de del acero dimensionado en la ciudad de Cusco .....	118
4.2. Resultados de la investigación – proyecto 02.....	123
4.2.1. Cantidad de ingreso de acero de refuerzo a obra .....	123

4.2.2. Resultados del procesamiento de datos con CutLogic 1D .....	130
4.2.3. Rendimiento de mano de obra.....	133
4.3. Análisis de resultados .....	144
4.3.1. Análisis de resultados de la cantidad de acero de refuerzo empleado.....	144
4.3.2. Análisis de resultados proyecto 01 .....	146
4.3.2.1. Análisis de resultados de cantidad de material.....	146
4.3.2.1.1. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 1" usando el método de despiece pre ejecución .....	150
4.3.2.1.2. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 3/4" usando el método de despiece pre ejecución .....	151
4.3.2.1.3. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 5/8" usando el método de despiece de acero pre ejecución .....	153
4.3.2.1.4. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 1/2" usando el método de despiece de acero pre ejecución .....	154
4.3.2.1.5. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 3/8" usando el método de despiece pre ejecución .....	156
4.3.2.2. Análisis de resultados del rendimiento de la mano de obra .....	157
4.3.2.3. Análisis de resultados de costos y utilidad.....	159
4.3.2.3.1. Material empleado .....	159
4.3.2.3.2. Número de horas hombre empleados.....	161
4.3.3. Análisis de resultados proyecto 02 .....	169
4.3.3.1. Análisis de resultados de cantidad de material.....	169
4.3.3.1.1. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 1" usando el método de despiece pre ejecución .....	172

4.3.3.1.2. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 3/4" usando el método de despiece pre ejecución .....	173
4.3.3.1.3. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 5/8" usando el método de despiece de acero pre ejecución .....	175
4.3.3.1.4. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 1/2" usando el método de despiece de acero pre ejecución .....	175
4.3.3.1.5. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 3/8" usando el método de despiece pre ejecución .....	176
4.3.3.2. Análisis de resultados del rendimiento de la mano de obra .....	177
4.3.3.3. Análisis de resultados de costos y utilidad.....	179
4.3.3.3.1. Material empleado .....	179
4.3.3.3.2. Número de horas hombre empleados.....	181
CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	189
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES .....	192
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES.....	194
CAPITULO VIII: REFERENCIAS.....	195
CAPITULO IX: ANEXOS.....	199

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b>	<i>Desperdicio de acero de refuerzo</i> .....	2
<b>Figura 2</b>	<i>Hoja de registro de entradas de acero de refuerzo a obra</i> .....	8
<b>Figura 3</b>	<i>Hoja de registro de personal de obra</i> .....	8
<b>Figura 4</b>	<i>Hoja de tareas de personal</i> .....	9
<b>Figura 5</b>	<i>Procedimiento de recolección y procesamiento de información</i> .....	10
<b>Figura 6</b>	<i>Tipos de LOD</i> .....	20
<b>Figura 7</b>	<i>Mercado de Building Information Modeling a nivel internacional</i> .....	21
<b>Figura 8</b>	<i>Concientización y uso BIM 2011 vs 2020</i> .....	22
<b>Figura 9</b>	<i>Adopción de BIM a lo largo del tiempo</i> .....	22
<b>Figura 10</b>	<i>Niveles de abstracción de proyectos</i> .....	27
<b>Figura 11</b>	<i>Dimensiones del proyecto</i> .....	28
<b>Figura 12</b>	<i>Vida del proyecto y vida del objeto del proyecto</i> .....	29
<b>Figura 13</b>	<i>Modelo de flujo de procesos</i> .....	42
<b>Figura 14</b>	<i>Servicios que ofrece ACEDIM</i> .....	44
<b>Figura 15</b>	<i>Doblado de acero</i> .....	47
<b>Figura 16</b>	<i>Tipos de doblado de acero</i> .....	48
<b>Figura 17</b>	<i>Detalles de ganchos de acero</i> .....	49
<b>Figura 18</b>	<i>Traslape de acero</i> .....	50
<b>Figura 19</b>	<i>Ubicación de Proyecto 01</i> .....	54
<b>Figura 20</b>	<i>Ubicación de Proyecto 02</i> .....	55
<b>Figura 21</b>	<i>Modelo 3D</i> .....	56
<b>Figura 22</b>	<i>Modelo de losa aligerada LOD 400</i> .....	56
<b>Figura 23</b>	<i>Configuración de longitud de gancho</i> .....	57
<b>Figura 24</b>	<i>Configuración de diámetro de doblado Ø3/8"</i> .....	59
<b>Figura 25</b>	<i>Configuración de Longitud de gancho Ø3/8"</i> .....	59

<b>Figura 26</b>	<i>Configuración de diámetro de doblado Ø1/2"</i>	60
<b>Figura 27</b>	<i>Configuración de Longitud de gancho Ø1/2"</i>	60
<b>Figura 28</b>	<i>Configuración de diámetro de doblado Ø5/8"</i>	61
<b>Figura 29</b>	<i>Configuración de Longitud de gancho Ø5/8"</i>	61
<b>Figura 30</b>	<i>Configuración de diámetro de doblado Ø3/4"</i>	62
<b>Figura 31</b>	<i>Configuración de Longitud de gancho Ø3/4"</i>	62
<b>Figura 32</b>	<i>Configuración de diámetro de doblado Ø3/8"</i>	63
<b>Figura 33</b>	<i>Configuración de Longitud de gancho Ø1"</i>	63
<b>Figura 34</b>	<i>Configuración de color de acero de refuerzo Ø 6mm</i>	64
<b>Figura 35</b>	<i>Configuración de color de acero de refuerzo Ø3/8"</i>	65
<b>Figura 36</b>	<i>Configuración de color de acero de refuerzo Ø1/2"</i>	65
<b>Figura 37</b>	<i>Configuración de color de acero de refuerzo Ø5/8"</i>	66
<b>Figura 38</b>	<i>Configuración de color de acero de refuerzo Ø3/4"</i>	66
<b>Figura 39</b>	<i>Configuración de color de acero de refuerzo Ø1"</i>	67
<b>Figura 40</b>	<i>Creación de un archivo para el parámetro compartido</i>	68
<b>Figura 41</b>	<i>Creación de parámetros dentro de un grupo de parámetro</i>	68
<b>Figura 42</b>	<i>Configuración de propiedades de parámetro</i>	69
<b>Figura 43</b>	<i>Parámetros empleados en el modelado</i>	69
<b>Figura 44</b>	<i>Selección de parámetros de proyecto</i>	70
<b>Figura 45</b>	<i>Configuración de parámetros de proyecto</i>	70
<b>Figura 46</b>	<i>Asignación de filtro de color para cada tipo de acero de refuerzo</i>	71
<b>Figura 47</b>	<i>Configuración de recubrimiento para los elementos estructurales</i>	72
<b>Figura 48</b>	<i>Modelado de acero en vigas de cimentación</i>	72
<b>Figura 49</b>	<i>Modelado de acero en viga de cimentación - sección transversal</i>	73
<b>Figura 50</b>	<i>Modelado de acero en viga de cimentación (global)</i>	73
<b>Figura 51</b>	<i>Modelado de acero en losa de cimentación (global)</i>	74

<b>Figura 52</b>	<i>Modelado de losa de cimentación (Refuerzo de malla inferior)</i> .....	74
<b>Figura 53</b>	<i>Modelado de losa de cimentación (Refuerzo de malla superior)</i> .....	75
<b>Figura 54</b>	<i>Modelado de losa de cimentación (Detalle)</i> .....	75
<b>Figura 55</b>	<i>Modelado de acero en placas (Detalle de barras longitudinales al inicio)</i> .....	76
<b>Figura 56</b>	<i>Modelado de acero en placas (Detalle de finalización de barra longitudinal)</i> .....	76
<b>Figura 57</b>	<i>Modelado de acero en columnas (Detalle de barras longitudinales al inicio)</i> .....	77
<b>Figura 58</b>	<i>Modelado de acero en columnas (Detalle de finalización de barra longitudinal)</i> .....	77
<b>Figura 59</b>	<i>Modelado de acero en muro de contención (detalle)</i> .....	78
<b>Figura 60</b>	<i>Modelado de acero en muro de contención (global)</i> .....	78
<b>Figura 61</b>	<i>Modelado de acero en vigas (Detalle)</i> .....	79
<b>Figura 62</b>	<i>Modelado de acero en vigas (global)</i> .....	79
<b>Figura 63</b>	<i>Modelado de acero en losa (global)</i> .....	80
<b>Figura 64</b>	<i>Modelado de acero en losa (Detalle)</i> .....	80
<b>Figura 65</b>	<i>Modelado de acero en techo (global)</i> .....	81
<b>Figura 66</b>	<i>Modelado de acero en techo (detalle de cumbrera)</i> .....	81
<b>Figura 67</b>	<i>Modelado de acero en techo (detalle)</i> .....	82
<b>Figura 68</b>	<i>Ubicación de las familias</i> .....	88
<b>Figura 69</b>	<i>Configuración de rótulo de lámina</i> .....	89
<b>Figura 70</b>	<i>Lista de despiece</i> .....	89
<b>Figura 71</b>	<i>Lista de despiece con dimensiones en la forma</i> .....	90
<b>Figura 72</b>	<i>Configuración de familia de etiqueta</i> .....	90
<b>Figura 73</b>	<i>Interfaz gráfica de resultados del programa CutLogic</i> .....	92
<b>Figura 74</b>	<i>Lista de patrones de corte generadas por el programa CutLogic 1D</i> .....	93
<b>Figura 75</b>	<i>Lista de patrones de corte generadas por el programa CutLogic 1D</i> .....	94
<b>Figura 76</b>	<i>Reporte de CutLogic</i> .....	95
<b>Figura 77</b>	<i>Localización de zonas para cada conjunto de piezas proyecto 01.</i> .....	95

<b>Figura 78</b>	<i>Localización de zonas para cada conjunto de piezas proyecto 02</i> .....	96
<b>Figura 79</b>	<i>Inducción de trabajadores sobre el uso de los reportes de CutLogic</i> .....	96
<b>Figura 80</b>	<i>Etiquetado de conjunto de piezas</i> .....	97
<b>Figura 81</b>	<i>Planos de detalle en colocado de acero de refuerzo</i> .....	98
<b>Figura 82</b>	<i>Descarga de acero dimensionado</i> .....	119
<b>Figura 83</b>	<i>Etiqueta de acero dimensionado</i> .....	120
<b>Figura 84</b>	<i>Forma de equipaje de estribos de acero dimensionado</i> .....	120
<b>Figura 85</b>	<i>Tipos de etiqueta de acero dimensionado</i> .....	121
<b>Figura 86</b>	<i>Búsqueda de pieza de acero dimensionado</i> .....	122
<b>Figura 87</b>	<i>Selección general de piezas de un elemento estructural de acero dimensionado</i> . 122	
<b>Figura 88</b>	<i>Desperdicio de acero de refuerzo visible</i> .....	145
<b>Figura 89</b>	<i>Mayor longitud de empalme del requerido</i> .....	146
<b>Figura 90</b>	<i>Desperdicio de acero generado desde el nivel de cimentación a quinto nivel – Método convencional</i> .....	147
<b>Figura 91</b>	<i>Desperdicio generado desde el nivel quinto a nivel de techo – Método de despiece de acero pre ejecución</i> .....	148
<b>Figura 92</b>	<i>Desperdicio generado desde el nivel de cimentación a nivel cinco – Método de despiece de acero pre ejecución</i> .....	148
<b>Figura 93</b>	<i>Patrones de corte para acero de refuerzo de 1"</i> .....	151
<b>Figura 94</b>	<i>Patrones de corte para acero de refuerzo de 3/4"</i> .....	152
<b>Figura 95</b>	<i>Patrones de corte para acero de refuerzo de 5/8"</i> .....	154
<b>Figura 96</b>	<i>Patrones de corte para acero de refuerzo de 1/2"</i> .....	156
<b>Figura 97</b>	<i>Análisis de Precios Unitarios de la partida acero de refuerzo</i> .....	162
<b>Figura 98</b>	<i>Desorden en la descarga de acero dimensionado (ACEDIM)</i> .....	168
<b>Figura 99</b>	<i>Desperdicio de acero generado desde el nivel de cimentación a quinto nivel – Método convencional</i> .....	170



<b>Figura 100</b> <i>Desperdicio generado desde el nivel quinto a nivel de techo – Método de despiece de acero pre ejecución .....</i>	170
<b>Figura 101</b> <i>Desperdicio generado desde el nivel de cimentación a nivel cinco – Método de despiece de acero pre ejecución.....</i>	171
<b>Figura 102</b> <i>Análisis de Precios Unitarios de la partida acero de refuerzo.....</i>	182

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables .....	6
<b>Tabla 2</b> Tamaño de muestra.....	10
<b>Tabla 3</b> Iniciativas BIM de los países miembros de la Red .....	23
<b>Tabla 4</b> Resumen de la Institución Pública que lidera las iniciativas BIM de los países miembros de la Red y años de duración del Plan Nacional .....	24
<b>Tabla 5</b> Aporte de cada sector productivo al PBI del país.....	30
<b>Tabla 6</b> Censo y variación intercensal de viviendas en departamentos .....	34
<b>Tabla 7</b> Porcentajes de desperdicio para diferentes materiales .....	36
<b>Tabla 8</b> Ejemplo de tareo de personal .....	40
<b>Tabla 9</b> Tabla según norma E 060 para diámetro de doblado .....	48
<b>Tabla 10</b> Valores de longitudes de gancho según la norma E.060.....	57
<b>Tabla 11</b> Configuración de longitudes de gancho para el uso en el programa Revit .....	58
<b>Tabla 12</b> Ingreso de acero de refuerzo a obra .....	99
<b>Tabla 13</b> Saldo de acero de refuerzo al término de obra .....	100
<b>Tabla 14</b> Resumen de entrada de acero de refuerzo a obra .....	100
<b>Tabla 15</b> Metrado de acero de refuerzo en la cimentación .....	101
<b>Tabla 16</b> Metrado de acero de refuerzo en el nivel 01 .....	101
<b>Tabla 17</b> Metrado de acero de refuerzo en el nivel 02.....	102
<b>Tabla 18</b> Metrado de acero de refuerzo en el nivel 03.....	102
<b>Tabla 19</b> Metrado de acero de refuerzo en el nivel 04.....	102
<b>Tabla 20</b> Metrado de acero de refuerzo en el nivel 05.....	102
<b>Tabla 21</b> Metrado de acero de refuerzo en el nivel 06.....	103
<b>Tabla 22</b> Metrado de acero de refuerzo en el nivel 07.....	103
<b>Tabla 23</b> Metrado de acero de refuerzo en el nivel 08.....	103

<b>Tabla 24</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el nivel 09</i> .....	103
<b>Tabla 25</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el techo</i> .....	104
<b>Tabla 26</b>	<i>Cantidad de varillas requeridas y porcentaje de uso del acero de refuerzo Ø1"</i> .....	104
<b>Tabla 27</b>	<i>Cantidad de varillas requeridas y porcentaje de uso del acero de refuerzo Ø3/4"</i> ...	104
<b>Tabla 28</b>	<i>Cantidad de varillas requeridas y porcentaje de uso del acero de refuerzo Ø5/8"</i> ...	105
<b>Tabla 29</b>	<i>Cantidad de varillas requeridas y porcentaje de uso del acero de refuerzo Ø1/2"</i> ...	105
<b>Tabla 30</b>	<i>Cantidad de varillas requeridas y porcentaje de uso del acero de refuerzo Ø3/8"</i> ...	106
<b>Tabla 31</b>	<i>Cantidad de varillas requeridas y porcentaje de uso del acero de refuerzo Ø6mm</i> ..	106
<b>Tabla 32</b>	<i>Resumen del total de horas hombre empleados por cada tipo de actividad</i> .....	117
<b>Tabla 33</b>	<i>Horas hombre empleadas desde la cimentación hasta el nivel cinco</i> .....	117
<b>Tabla 34</b>	<i>Costo de varillas de acero de refuerzo según su diámetro</i> .....	118
<b>Tabla 35</b>	<i>Ingreso de acero de refuerzo a obra por fecha</i> .....	123
<b>Tabla 36</b>	<i>Saldo de acero de refuerzo al término de obra</i> .....	124
<b>Tabla 37</b>	<i>Resumen de entrada de acero de refuerzo a obra</i> .....	125
<b>Tabla 38</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en la cimentación</i> .....	125
<b>Tabla 39</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el sótano</i> .....	126
<b>Tabla 40</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el semisótano</i> .....	126
<b>Tabla 41</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el nivel 00</i> .....	126
<b>Tabla 42</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el nivel 01</i> .....	126
<b>Tabla 43</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el nivel 02</i> .....	127
<b>Tabla 44</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el nivel 03</i> .....	127
<b>Tabla 45</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el nivel 04</i> .....	127
<b>Tabla 46</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el nivel 05</i> .....	128
<b>Tabla 47</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el nivel 06</i> .....	128
<b>Tabla 48</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el nivel 07</i> .....	128
<b>Tabla 49</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el nivel 08</i> .....	128

<b>Tabla 50</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el nivel 09</i> .....	129
<b>Tabla 51</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el nivel 10</i> .....	129
<b>Tabla 52</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el nivel techo</i> .....	129
<b>Tabla 53</b>	<i>Metrado de acero de refuerzo en el nivel techo escalera</i> .....	129
<b>Tabla 54</b>	<i>Cantidad de Varillas requeridas y porcentaje de uso de acero de refuerzo Ø1”</i> .....	130
<b>Tabla 55</b>	<i>Cantidad de Varillas requeridas y porcentaje de uso de acero de refuerzo Ø3/4”</i> ...	130
<b>Tabla 56</b>	<i>Cantidad de Varillas requeridas y porcentaje de uso de acero de refuerzo Ø5/8”</i> ...	131
<b>Tabla 57</b>	<i>Cantidad de Varillas requeridas y porcentaje de uso de acero de refuerzo Ø1/2”</i> ...	131
<b>Tabla 58</b>	<i>Cantidad de Varillas requeridas y porcentaje de uso de acero de refuerzo Ø3/8”</i> ...	132
<b>Tabla 59</b>	<i>Cantidad de Varillas requeridas y porcentaje de uso de acero de refuerzo Ø6mm</i> .	132
<b>Tabla 60</b>	<i>Resumen del total de horas hombre empleados por cada tipo de actividad</i> .....	144
<b>Tabla 61</b>	<i>Horas hombre empleadas desde la cimentación hasta el nivel cinco</i> .....	144
<b>Tabla 62</b>	<i>Comparación de cantidad de acero de refuerzo empleado en cada método</i> .....	147
<b>Tabla 63</b>	<i>Comparación de costo de acero de refuerzo</i> .....	160
<b>Tabla 64</b>	<i>Costo adicional del acero dimensionado</i> .....	160
<b>Tabla 65</b>	<i>Costo de material usando los tres métodos</i> .....	161
<b>Tabla 66</b>	<i>Costo de mano de obra del habilitado de acero de refuerzo</i> .....	164
<b>Tabla 67</b>	<i>Comparación de costos en el colocado de acero de refuerzo por métodos</i> .....	166
<b>Tabla 68</b>	<i>Cuadro comparativo de costo total empleando los tres métodos de uso</i> .....	166
<b>Tabla 69</b>	<i>Comparación de costos entre el método de despiece pre ejecución vs el método convencional</i> .....	167
<b>Tabla 70</b>	<i>Comparación de costos entre el método convencional vs el método de acero dimensionado (ACEDIM)</i> .....	167
<b>Tabla 71</b>	<i>Comparación de costos entre el método de despiece pre ejecución vs el método de acero dimensionado</i> .....	167
<b>Tabla 72</b>	<i>Comparación de cantidad de acero de refuerzo total empleado en cada método</i> ...	169

<b>Tabla 73</b> Comparación de costo de acero de refuerzo .....	180
<b>Tabla 74</b> Costo adicional del acero dimensionado .....	180
<b>Tabla 75</b> Costo de material usando los tres métodos .....	181
<b>Tabla 76</b> Costo de mano de obra del habilitado de acero de refuerzo .....	184
<b>Tabla 77</b> Comparación de costos en el colocado de acero de refuerzo por métodos .....	186
<b>Tabla 78</b> Cuadro comparativo de costo total empleando los tres métodos de uso .....	186
<b>Tabla 79</b> Comparación de costos entre el método de despiece pre ejecución vs el método convencional .....	187
<b>Tabla 80</b> Comparación de costos entre el método convencional vs el método de acero dimensionado (ACEDIM) .....	187
<b>Tabla 81</b> Comparación de costos entre el método de despiece pre ejecución vs el método de acero dimensionado (ACEDIM) .....	187

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1</b> Significado de BIM .....	16
<b>Gráfico 2</b> Dimensiones de BIM.....	18
<b>Gráfico 3</b> Consumo interno del cemento y el acero en los últimos años .....	32
<b>Gráfico 4</b> Evolución del número de viviendas en departamentos .....	33
<b>Gráfico 5</b> Curva de productividad del habilitado de acero de refuerzo por el método convencional .....	108
<b>Gráfico 6</b> Curva de productividad del habilitado de acero de refuerzo por el método de despiece de acero pre ejecución.....	109
<b>Gráfico 7</b> Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en la cimentación por el método convencional.....	110
<b>Gráfico 8</b> Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en las vigas por el método convencional.....	111
<b>Gráfico 9</b> Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en las vigas por el método de despiece de acero pre ejecución.....	112
<b>Gráfico 10</b> Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en los por el método convencional.....	113
<b>Gráfico 11</b> Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en losa por el método de despiece de acero pre ejecución.....	114
<b>Gráfico 12</b> Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en elementos verticales por el método convencional.....	115
<b>Gráfico 13</b> Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en elementos verticales por el método de despiece de acero pre ejecución .....	116
<b>Gráfico 14</b> Curva de productividad del habilitado de acero de refuerzo por el método convencional.....	134

<b>Gráfico 15</b> Curva de productividad del habilitado de acero de refuerzo por el método de despiece de acero pre ejecución.....	135
<b>Gráfico 16</b> Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en losa de cimentación por el método convencional.....	136
<b>Gráfico 17</b> Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en viga de cimentación por el método convencional.....	137
<b>Gráfico 18</b> Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en elementos verticales por el método convencional.....	138
<b>Gráfico 19</b> Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en elementos verticales por el método de despiece de acero pre ejecución .....	139
<b>Gráfico 20</b> Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en vigas por el método convencional.....	140
<b>Gráfico 21</b> Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en vigas por el método de despiece de acero pre ejecución.....	141
<b>Gráfico 22</b> Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en losa por el método convencional.....	142
<b>Gráfico 23</b> Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en losa por el método de acero despiece de acero pre ejecución.....	143
<b>Gráfico 24</b> Cantidad de varillas de acero empleado en cada método de uso.....	149
<b>Gráfico 25</b> Desperdicio de acero de refuerzo de 1" empleando el método de despiece de acero pre ejecución.....	150
<b>Gráfico 26</b> Desperdicio de acero de refuerzo de 3/4" empleando el método de despiece de acero pre ejecución.....	151
<b>Gráfico 27</b> Desperdicio de acero de refuerzo de 5/8" empleando el método de despiece de acero pre ejecución.....	153

<b>Gráfico 28</b> Desperdicio de acero de refuerzo de 1/2" empleando el método de despiece de acero pre ejecución.....	155
<b>Gráfico 29</b> Desperdicio de acero de refuerzo de 3/8" empleando el método de despiece de acero pre ejecución.....	157
<b>Gráfico 30</b> Comparación de ratios de productividad empleando los dos métodos.....	159
<b>Gráfico 31</b> Horas hombre empleadas para diferentes actividades haciendo uso del método convencional.....	161
<b>Gráfico 32</b> Cantidad de varillas de acero empleado en cada método de uso.....	172
<b>Gráfico 33</b> Desperdicio de acero de refuerzo de 1" empleando el método de despiece de acero pre ejecución.....	173
<b>Gráfico 34</b> Desperdicio de acero de refuerzo de 3/4" empleando el método de despiece de acero pre ejecución.....	174
<b>Gráfico 35</b> Desperdicio de acero de refuerzo de 5/8" empleando el método de despiece de acero pre ejecución.....	175
<b>Gráfico 36</b> Desperdicio de acero de refuerzo de 1/2" empleando el método de despiece de acero pre ejecución.....	176
<b>Gráfico 37</b> Desperdicio de acero de refuerzo de 3/8" empleando el método de despiece de acero pre ejecución.....	176
<b>Gráfico 38</b> Comparación de ratios de productividad empleando los dos métodos.....	179
<b>Gráfico 39</b> Horas hombre empleadas para diferentes actividades haciendo uso del método convencional.....	181



## Índice de anexos

<b>Anexo 1</b> Matriz de consistencia .....	200
<b>Anexo 2</b> Descarga de acero - proyecto 01 .....	203
<b>Anexo 3</b> Descarga de acero - proyecto 02.....	203
<b>Anexo 4</b> Habilitado de estribos .....	204
<b>Anexo 5</b> Preparación de separadores de madera para el método de despiece de acero pre ejecución .....	204
<b>Anexo 6</b> Fijación de separadores de madera para el método de despiece de acero pre ejecución .....	205
<b>Anexo 7</b> Etiquetado de separadores de madera para el método de despiece de acero pre ejecución .....	205
<b>Anexo 8</b> Habilitado de acero y su ubicación dentro de los separadores .....	206
<b>Anexo 9</b> Habilitado de acero y su ubicación dentro de los separadores guiado con el reporte de CutLogic.....	206
<b>Anexo 10</b> Personal de habilitado de acero por el método de despiece de acero – proyecto 02.. .....	207
<b>Anexo 11</b> Personal de habilitado de acero por el método de despiece de acero – proyecto 01 .. .....	207
<b>Anexo 12</b> Colocado de acero por el método de despiece - proyecto 01.....	208
<b>Anexo 13</b> Colocado de acero por el método de despiece - proyecto 02.....	208
<b>Anexo 14</b> Colocado de acero en vigas por el método de despiece - proyecto 02 .....	209
<b>Anexo 15</b> Colocado de acero en losa por el método de despiece - proyecto 01 .....	209
<b>Anexo 16</b> Colocado de acero en losa por el método de despiece - proyecto 02.....	210
<b>Anexo 17</b> Finalización de casco estructural proyecto 01 - personal técnico y tesistas.....	210
<b>Anexo 18</b> Finalización de casco estructural proyecto 01 - personal fierro y tesistas.....	211
<b>Anexo 19</b> Finalización de casco estructural proyecto 02 - personal fierro y tesistas.....	211

<b>Anexo 20</b>	<i>Almacenaje de acero dimensionado en obra – acero longitudinal</i> .....	212
<b>Anexo 21</b>	<i>Almacenaje de acero dimensionado en obra – estribos</i> .....	212
<b>Anexo 22</b>	<i>Almacenaje de acero dimensionado en obra – acero longitudinal y estribos</i> .....	213
<b>Anexo 23</b>	<i>Selección de piezas de estribos - acero dimensionado</i> .....	213
<b>Anexo 24</b>	<i>Colocado de acero - acero dimensionado</i> .....	214
<b>Anexo 25</b>	<i>Selección de piezas de acero longitudinal - acero dimensionado</i> .....	214
<b>Anexo 26</b>	<i>Modelado de acero - proyecto 01</i> .....	216
<b>Anexo 27</b>	<i>Modelado de acero - proyecto 02</i> .....	217
<b>Anexo 28</b>	<i>Carta de aceptación de la empresa para la realización de toma de datos</i> .....	218

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo general reducir los desperdicios del acero de refuerzo en mano de obra y materiales empleando el método de despiece de acero pre ejecución en edificaciones multifamiliares de la ciudad del Cusco, 2023.

La metodología empleada en la investigación tiene un enfoque cuantitativo de nivel experimental, la técnica de recolección de datos se apoya en formatos como metrado de avance diario, ingreso de acero a obra, cantidad de horas hombre diario por actividad y cotizaciones de acero de refuerzo.

La población de estudio para esta investigación son obras de edificación multifamiliar en ejecución en la ciudad del Cusco y la muestra está constituido por dos obras de edificación multifamiliar superiores a los ocho pisos.

Las conclusiones a las cuales se llegó en esta investigación fue que el uso del método de despiece pre ejecución en el proyecto 01 y proyecto 02 redujo los desperdicios en la partida de acero de refuerzo de manera parcial, logrando un resultado positivo en la cantidad de material empleado sin embargo reduciendo la productividad de la mano de obra. Además, se comparó que la cantidad de material empleado en el proyecto 01 usando el método de despiece de acero pre ejecución frente el acero dimensionado fue mayor en 4482.23 kg y menor frente al método convencional en 2830.34 kg. En tanto en el proyecto 02 usando el método de despiece de acero pre ejecución frente el acero dimensionado fue mayor en 6 988.13 kg y menor frente al método convencional en 10 820.62 kg. También, se determinó que la productividad de la mano de obra en el proyecto 01 en la actividad de habilitado de acero usando el método de despiece de acero pre ejecución fue de 0.021 hh/kg y usando el método convencional fue de 0.014 hh/kg en seguida para la actividad de colocado de acero usando el método de despiece de acero pre ejecución fue de 0.026 hh/kg y usando el método convencional fue de 0.022 hh/kg. En tanto en el proyecto 02 en la actividad de habilitado de acero usando el método de despiece de acero pre ejecución fue de 0.021 hh/kg y usando el método el método convencional fue de 0.013 hh/kg en seguida para

la actividad de colocado de acero usando el método de despiece de acero pre ejecución fue de 0.026 hh/kg y usando el método el método convencional fue de 0.024 hh/kg. Finalmente se midió el incremento de la utilidad de la empresa del proyecto 01 usando el método de despiece de acero pre ejecución frente al método convencional en una cantidad de 3 250.31 soles y frente al ACEDIM se midió la disminución de la utilidad en 5 721.43 soles. En tanto en el proyecto 02 usando el método de despiece de acero pre ejecución frente al método convencional en una cantidad de 27 516.30 soles y frente al ACEDIM se midió la disminución de la utilidad en 3 540.18 soles.

**Palabras clave:** productividad de mano de obra, desperdicio, CutLogic, acero de refuerzo, despiece, acero dimensionado (ACEDIM).

## **Abstract**

The general objective of this research is to reduce the waste of reinforcing steel in labor and materials using the pre-execution steel cutting method in multifamily buildings in the city of Cusco, 2023.

The methodology used in the research has a quantitative approach at an experimental level, the data collection technique is based on formats such as daily progress metering, steel input to the site, number of daily man-hours per activity and reinforcing steel quotations.

The study population for this research are multifamily building works in progress in the city of Cusco and the sample consists of two multifamily building works of more than eight stories.

The conclusions reached in this research were that the use of the pre-execution cutting method in project 01 and project 02 reduced waste in the reinforcing steel item in a partial way, achieving a positive result in the amount of material used but reducing labor productivity. In addition, it was compared that the amount of material used in project 01 using the pre-execution steel cutting method versus the dimensioned steel was higher by 4482.23 kg and lower versus the conventional method by 2830.34 kg. While in project 02 using the pre-execution steel cutting method versus the dimensioned steel was higher by 6 988.13 kg and lower versus the conventional method by 10 820.62 kg. Also, it was determined that the productivity of labor in project 01 in the activity of steel fitting using the pre-execution steel cutting method was 0.021 hh/kg and using the conventional method was 0.014 hh/kg while for the activity of steel placing using the pre-execution steel cutting method was 0.026 hh/kg and using the conventional method was 0.022 hh/kg. In project 02, in the steel cutting activity using the pre-execution steel cutting method, it was 0.021 hh/kg and using the conventional method it was 0.013 hh/kg, then in the steel placing activity using the pre-execution steel cutting method it was 0.026 hh/kg and using the conventional method it was 0.024 hh/kg. Finally, the increase in the company's profit of project 01 using the pre-execution steel cutting method versus the conventional method was measured in the amount of 3,250.31 soles and versus the ACEDIM the decrease in profit was measured in

5,721.43 soles. Meanwhile, in project 02, using the pre-execution steel cutting method versus the conventional method, the decrease in profit was measured at 27,516.30 soles and versus ACEDIM at 3,540.18 soles.

**Keywords:** labor productivity, scrap, CutLogic, reinforcing steel, cutting, dimension steel (ACEDIM).

## Introducción

Acorde a las estadísticas presentadas por el INEI la industria de la construcción en el 2021 aportó en un 6.7% al PBI del Perú y esto sumado a la contribución de otros sectores ayuda a lograr el bienestar económico del país.

Este bienestar económico origina que se creen más empresas nuevas en el sector de la construcción, otras ya existentes se consoliden en el mercado y otras que por la mala gestión y competencia en el mercado no logran consolidarse llegando a desaparecer en algunos casos.

Por esta razón es una necesidad para una empresa constructora optimizar recursos, ya sea mano de obra, equipos, materiales, así como los subcontratos. Además, los parámetros urbanísticos evolucionan permitiendo que a medida que la población aumente se construyan edificios más altos conllevando a que se consuman más recursos en su construcción, así como los desperdicios que se generan.

En esta investigación se realizará una comparación entre el método de despiece de acero pre ejecución con el acero dimensionado y el método convencional. Asimismo, se evaluarán las ventajas y desventajas del método de despiece de acero pre ejecución en cuanto a la cantidad de horas hombre empleadas para la habilitación y colocación del acero, así como en la cantidad de acero empleado. Con esta investigación se busca una manera de reducir los desperdicios y lograr mayor productividad en la mano de obra, lo que conlleva a una mayor utilidad para las empresas constructoras.

# CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

## 1.1. Justificación de la investigación

Esta investigación es necesaria para construcciones verticales (edificaciones multifamiliares, oficinas, colegios, entre otros) u otros donde se utilice un gran tonelaje de acero de refuerzo  $f'y=4200 \text{ kg-f/cm}^2$  (Grado 60 según la norma E.060 de concreto armado), porque la incidencia de todos los trabajos con acero de refuerzo (material y mano de obra) en el presupuesto representa un gran porcentaje (11%) en comparación a otras partidas (Aceros Arequipa, 2009), además que este recurso genera uno de los desperdicios más grandes. (7 % al 27%). (Soibelman, 2000, pág. 7).

Esta investigación es conveniente para empresas constructoras de proyectos donde se emplean grandes cantidades de acero porque se busca reducir desperdicios, así como mejorar la productividad tanto del habilitado y colocado de acero de refuerzo en las construcciones, lo que conlleva a reducir costos.

Actualmente la mayoría de las empresas constructoras de edificaciones en la ciudad del Cusco no emplean métodos para optimizar el uso de acero de refuerzo en la construcción, generando desperdicios por corte. (Ver figura 1)

### Figura 1

*Desperdicio de acero de refuerzo*



*Nota.* Fuente: fotografía propia



## **1.2. Planteamiento y formulación del problema de investigación**

### **1.2.1. Situación problemática**

En nuestro medio el uso del acero de refuerzo estructural en las construcciones civiles en su mayoría es convencional y común ya que no existe una optimización adecuada para su uso.

En la ciudad del Cusco hoy en día las obras civiles como los edificios multifamiliares y de oficinas están en constante crecimiento, pero no existe una forma adecuada de optimizar recursos como la mano de obra y materiales que acompañen este crecimiento.

En esta investigación se propone demostrar que el método de despiece de acero pre ejecución empleado por una minoría de empresas constructoras es una alternativa para reducir los desperdicios de mano de obra y cantidad de acero de refuerzo empleado. Este método consiste en planificar los cortes que se harán a las varillas comerciales de acero de nueve metros según requerimiento y reubicar la longitud sobrante de la varilla en otros elementos estructurales, todo esto a nivel de planos estructurales antes de la ejecución de la obra. Además, esta planificación permite que el personal encargado del habilitado de acero de refuerzo tenga una idea clara y de fácil comprensión de los cortes que deben realizar evitando tiempos no productivos.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

**P.G:** ¿El método de despiece de acero pre ejecución reduce los desperdicios del acero de refuerzo en mano de obra y materiales empleado en edificaciones multifamiliares de la ciudad del Cusco, 2023?

### **1.3.2. Problemas específicos**

**P.E.01:** ¿Qué cantidad de acero de refuerzo se puede ahorrar haciendo uso el método de despiece de acero pre ejecución en comparación al uso del acero dimensionado y método convencional?

**P.E.02:** ¿Cuánto es la productividad de las cuadrillas de habilitado y colocación del acero de refuerzo empleando el método de despiece de acero pre ejecución en comparación al método convencional?

**P.E.03:** ¿En cuánto pueden incrementar su utilidad las empresas constructoras de edificios multifamiliares haciendo uso del método de despiece de acero pre ejecución en comparación al uso del acero dimensionado y método convencional?

## **1.4. Objetivos de la investigación**

### **1.4.1. Objetivo general**

**O.G:** Reducir los desperdicios del acero de refuerzo en mano de obra y materiales empleando el método de despiece de acero pre ejecución en edificaciones multifamiliares de la ciudad del Cusco, 2023.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

**O.E.01:** Comparar la cantidad de material empleado usando el método de despiece de acero pre ejecución, acero dimensionado y método convencional.

**O.E.02:** Determinar la productividad de la mano de obra usando el método de despiece de acero pre ejecución y método convencional.

**O.E.03:** Medir el incremento de la utilidad de las empresas constructoras de edificaciones haciendo uso del método de despiece de acero pre ejecución, acero dimensionado y método convencional.

## **1.5. Formulación de la hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

**H.G:** El método de despiece de acero pre ejecución reduce los desperdicios del acero de refuerzo en mano de obra y materiales empleado en edificaciones multifamiliares de la ciudad del Cusco, 2023.

## **1.5.2. Hipótesis específicas**

**H.E.01:** La cantidad de acero de refuerzo que se ahorra haciendo uso del acero dimensionado es mayor que la cantidad que se ahorra usando el método de despiece de acero pre ejecución. En tanto el uso convencional es el que menos recursos optimiza.

**H.E.02:** La productividad de las cuadrillas de habilitado y colocación del acero de refuerzo empleando el método de despiece de acero pre ejecución es mayor en comparación al rendimiento usando el método convencional.

**H.E.03:** El incremento de la utilidad de las empresas constructoras de edificios multifamiliares haciendo uso del método de despiece de acero pre ejecución es mayor en comparación con la utilidad usando acero dimensionado y método convencional.

## **1.6. Variables de estudio**

### **1.6.1. Identificación de variables**

#### **1.6.1.1. Variables Independientes (x)**

- Despiece de acero
- Mano de obra

#### **1.6.1.2. Variables dependientes (y)**

- Diferencia de cantidad de acero
- Diferencia de productividad
- Utilidad

### **1.6.2. Operacionalización de variables**

**Tabla 1**

Operacionalización de variables

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Unidad</b>
<b>Variables Independientes (x)</b>				
Despiece de acero	Cantidad de acero	Cantidad de varillas empleadas	CutLogic	Varillas
		Cantidad de entrada de acero a obra	Metrado	kg
			Guías de remisión	kg
Mano de obra	Productividad	Horas hombre (hh)	Tareos de personal	hh
		Avance diario	Metrado de avance diario	kg/día
<b>Variables Dependientes (y)</b>				
Diferencia de cantidad de acero	Cantidad de acero	Cantidad de varillas empleadas	CutLogic	Varillas
		Cantidad de entrada de acero a obra	Metrado	kg
			Guías de remisión	kg
Diferencia de productividad	Productividad	Horas hombre (hh)	Tareos de personal	hh
		Avance diario	Metrado de avance diario	kg/día
Utilidad	Costo	Costo usando método convencional	Cotización de acero dimensionado	S/.
		Costo usando acero dimensionado	Cotización de barras de 9m	USD
		Costo usando despiece pre ejecución		S/.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

### 1.7. Tipo y nivel de investigación

Según su objetivo esta es una investigación **aplicada**, de nivel **experimental**, según (Ñaupas Paitán, Valdivia Dueñas, Palacios Vilela, & Romero Delgado, 2018) la investigación de tipo aplicada es una investigación que en base a resultados de investigación busca solucionar problemas de la sociedad.

## **1.8. Diseño de investigación**

El método de investigación tiene un enfoque **mixto**, debido a que se realiza toma de datos, una recopilación de la información y un análisis estadístico para demostrar la hipótesis.

## **1.9. Descripción de desarrollo de la investigación**

Se tomarán datos cuantitativos en dos obras de edificación multifamiliar para lo cual en cada obra se utilizará los métodos de despiece de acero pre ejecución y el método convencional con la finalidad de realizar las comparaciones. Además, se analizará los costos que involucra el uso de acero dimensionado que ofrece la empresa ACEROS AREQUIPA.

La toma de datos incluye la cantidad de acero de refuerzo empleado, el porcentaje de acero en exceso del metrado teórico, así también los metrados ejecutados por cuadrilla para el cálculo del rendimiento real de la mano de obra. Además, estos datos se procesarán en Microsoft Excel.

Finalmente se hará una evaluación para demostrar que el método de despiece de acero pre ejecución es una alternativa que optimiza recursos y puede emplearse en cualquier tipo de construcción de concreto armado.

### 1.9.1. Formatos de toma de datos

**Figura 2**

*Hoja de registro de entradas de acero de refuerzo a obra*

 <p>Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco</p>		<p align="center">“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO DE DESPIECE DE ACERO PRE EJECUCIÓN FRENTE AL ACERO DIMENSIONADO Y USO CONVENCIONAL DEL ACERO CORRUGADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023”</p>				 <p>Facultad de Ingeniería Civil</p>	
<b>FORMATO 1: HOJA DE REGISTRO DE ENTRADAS DE ACERO DE REFUERZO A OBRA</b>							
Obra:							
Tesisistas:							
Uso de acero							
ÍTEM	FECHA DE INGRESO	PROVEEDOR	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

*Nota.* Formato 1. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3**



*Hoja de registro de personal de obra*

 <p>Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco</p>		<p align="center">“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO DE DESPIECE DE ACERO PRE EJECUCIÓN FRENTE AL ACERO DIMENSIONADO Y USO CONVENCIONAL DEL ACERO CORRUGADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023”</p>				 <p>Facultad de Ingeniería Civil</p>	
<b>FORMATO 2: HOJA DE REGISTRO DE PERSONAL DE OBRA</b>							
Obra:							
Tesisistas:							
Uso de acero		Despiece pre ejecución					
ÍTEM	FECHA	CANTIDAD	CATEGORÍA	HORA		TOTAL H	
				INICIO	FINAL		

*Nota.* Formato 2. Fuente: Elaboración propia.

## Figura 4

### Hoja de tareas de personal

 Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO DE DESPIECE DE ACERO PRE EJECUCIÓN FRENTE AL ACERO DIMENSIONADO Y USO CONVENCIONAL DEL ACERO CORRUGADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023"	 Facultad de Ingeniería Civil																					
<b>FORMATO 3: HOJA DE TAREOS DE PERSONAL</b>																							
Obra:																							
Tesistas:																							
Uso de acero	Despiece pre ejecución																						
Fecha:																							
ACTIVIDAD (HH)																							
N°	NOMBRES																						TOTAL HH

*Nota.* Formato 3. Fuente: Elaboración propia.

### 1.10. Unidad de análisis

Edificaciones multifamiliares en construcción.

### 1.11. Población de estudio

Obras de edificación multifamiliar en ejecución en la ciudad del Cusco.

### 1.12. Selección de muestras

El criterio para la selección de muestras será las que permitan medir todas las variables planteadas, por ende, se eligen edificaciones que están a inicios de la etapa de casco estructural.

### 1.13. Tamaño de muestra

Para la presente investigación se tendrán dos construcciones de edificación multifamiliar superiores a los ocho pisos.

**Tabla 2**

*Tamaño de muestra*

<i>PROYECTOS DE EDIFICACIÓN</i>	<i>TAMAÑO DE MUESTRA</i>
<i>Proyecto 01 (Edificio multifamiliar)</i>	<i>1</i>
<i>Proyecto 02 (Edificio multifamiliar)</i>	<i>1</i>

*Nota.* Elaboración Propia.

### **1.14. Técnica de recolección de datos**

Se emplearán formatos de recolección de datos tales como metrado de avance diario, ingreso de acero a obra, cantidad de horas hombre diario por actividad y cotizaciones de acero de refuerzo.

### **1.15. Técnicas de análisis e interpretación de la información**

Para este ítem se empleará análisis estadístico, para ello se utilizará el programa Microsoft Excel para el procesamiento de los datos obtenidos.

### **1.16. Procedimiento de recolección e interpretación de la información**

En la siguiente figura 5 se esquematiza el procedimiento de recolección y procesamiento de información.

**Figura 5**

*Procedimiento de recolección y procesamiento de información*



*Nota.* Elaboración Propia.

Todos los datos obtenidos se agrupan en una hoja Excel para su respectivo análisis e interpretación.



- La población consta de dos proyectos de edificación multifamiliar, el primero tiene nueve niveles y el segundo dos sótanos y nueve niveles.
- La recolección de información se realizó diariamente mediante formatos antes mencionados.
- Llegando al procesamiento de datos se analizó las variables en estudio detalladamente y posteriormente la comparación de estas.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

**Título:** “SISTEMATIZACIÓN DE DETALLES, HABILITACIÓN Y ARMADO DE ACEROS ASTM A615 PARA CONSTRUCCIONES DE CONCRETO ARMADO: Impacto Técnico, Económico y Ambiental”.

**Autor:** Castro Atau, Yober

Esta investigación (2010) pone en tela de juicio la calidad de los trabajos a nivel de estructuras, aspectos técnicos, económicos y ambientales. Planteando como objetivo cuestionar todos los trabajos a nivel de casco estructural, especificando el mal manejo que se le da al acero de refuerzo, además de proponer metodologías que ayudan a sistematizar detalles en el habilitado y armado del acero de refuerzo con la finalidad de optimizar su uso, reduciendo los desperdicios y residuos conllevando a minimizar efectos ambientales negativos. Las conclusiones más importantes a las cuales llegó fueron, primero, el uso de la metodología planteada conduce a un mayor control del uso, calidad, y carga medioambiental del acero de refuerzo. Segundo, una gran parte de los proyectos a nivel nacional no cuentan en sus planos con especificaciones técnicas necesarias que contribuyan a una mejor calidad, siendo que solo el 60% cumplen esta dificultad. Tercero, el porcentaje de desperdicio de acero de refuerzo encontrado en proyectos en ejecución es del orden del 20%, siendo este valor consistente con lo investigado por Lucio Soibelman en su investigación “Material de Desperdicio en la industria de la construcción – Incidencia y Control”. Cuarto, la implementación de la metodología planteada ayudó a reducir los costos en el orden de los treinta mil soles, además cuantifica la carga ambiental reducida en montos del orden de los mil doscientos soles.

**Título:** “EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DESPIECE DE ACEROS ASTM-A615 EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO”

**Autor:** Soriano Santiago, Kevin Maycol

Soriano (2016) en su tesis de investigación plantea como objetivo principal evaluar cual es el sistema de despiece de aceros ASTM-A615 que se emplea en edificaciones en la ciudad de Huancayo. El diseño usado para la citada investigación fue descriptivo, observacional, tomando como población las edificaciones de la ciudad de Huancayo y una muestra de cuatro edificaciones ubicada en la ciudad nombrada. Las conclusiones a la que llegó fueron que el despiece del acero corrugado en las construcciones de la ciudad de Huancayo es convencional, y del despiece que se logra realizar, esta es ineficiente esto se demuestra con los porcentajes de desperdicio hallados en dicha investigación, 4.29%, 5.72%, 3.83% y 2.65% respectivamente.

**Título:** “INFLUENCIA DE LA INGENIERÍA DE DETALLE EN LA PROGRAMACIÓN DE LA ETAPA DE ESTRUCTURAS DE UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN”.

**Autor:** Lezama Briceño, Luis Felipe

Lezama Briceño (2019) enfoca su tesis en la planificación de la etapa estructural de una edificación haciendo uso de la ingeniería de detalle para mejorar el flujo de la información, para ello plantea como objetivo la determinación de la influencia de la ingeniería de detalle en la partida de acero estructural de refuerzo, plantea dos métodos de programación el LBMS (Located Based Management System) y el Takt Time y los compara entre sí, señala que el método LBMS usa buffers de tiempo mientras Takt Time emplea buffers de capacidad. En esta investigación se indica que son pocas las investigaciones en las que se incluya los dos métodos de programación antes mencionados, además de la implementación de un modelo BIM con un nivel de desarrollo LOD 400 haciendo uso del software Tekla Structures para el detallado 3D y el software Vico Office para la programación a través de líneas de flujo. Las conclusiones a las cuales arribó fue que el flujo de información tradicional es muy deficiente, debido a la dificultad en el manejo de información por todos los involucrados, generando pérdidas, además que Vico Office es una herramienta muy útil para la sectorización, esta sectorización no es fija ya que puede tener variaciones dependiendo de la simetría del proyecto, para esta sectorización se debe contar con la colaboración de los ingenieros de campo. Respecto a la metodología de programación

concluye que en la programación Takt Time la mano de obra debe ser constante, siendo necesario el empleo de una cuadrilla promedio, mientras en la programación LBMS se trabaja con la cuadrilla mínima las cuales trabajan al 100% de capacidad. Finalmente, la duración del proyecto depende de la metodología de programación empleada, siendo que LBMS emplea más tiempo, pero con un costo menor, mientras Takt Time emplea menos tiempo, pero un costo mayor.

**Título:** “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y MINIMIZAR LAS DEFICIENCIAS DE DISEÑO EN INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DE ARMADURAS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN”.

**Autor:** Mamani Candia, Edson Leonardo

Mamani Candia (2022) en su tesis de investigación aborda el tema de la falta de información durante la ejecución de los proyectos y como estos causan sobrecostos y el incumplimiento de plazos. Identifica que la partida de acero de refuerzo es uno de los mas incidentes en el costo total de los proyectos y plantea como objetivo la implementación de la metodología BIM con la finalidad de optimizar recursos y eliminar o reducir deficiencias que parten desde la concepción de los proyectos. Cuantifica esta falta de información a través de los RFI's (Solicitudes de información) que surgen a raíz de una mala planificación, cambios en el diseño, tiempos prolongados de respuesta, entre otros. La observación se realizó en tres edificaciones multifamiliares, donde identificó las deficiencias e implementó metodología BIM con ingeniería de detalle en un hospital concluyendo que con el uso de la metodología BIM los RFI's se transfieren a la etapa de pre-ejecución, siendo su absolución sin sobrecostos.

### **2.1.2. Antecedentes locales**

**Título:** “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ACERO POST EJECUCIÓN FRENTE AL MODELADO BIM DE ACERO CON REVIT Y CUTLOGIC CONSIDERANDO VARIACIONES IMPLÍCITAS EN EL HABILITADO”

**Autor:** Ttica Gonzales, Rodrigo Eduardo

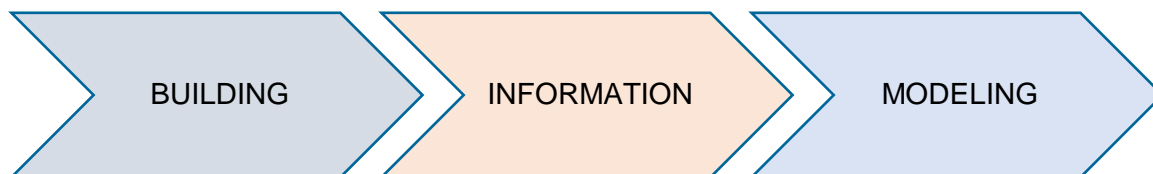
Ttica (2021) en su tesis cuyo objetivo principal fue probar en cuanto aumenta o disminuye el uso total del acero de refuerzo en kilogramos después de la realización del proyecto usando el modelado BIM con el software REVIT y el software optimizador de corte CutLogic enfocado en el habilitado de acero. El diseño usado para la investigación fue no experimental con visión cuantitativo en rango descriptivo y exploratorio y la muestra de estudio fueron tres proyectos. Entre sus resultados obtuvo que el proyecto 01 en su uso del acero tiene un excedente del 9.18%, el proyecto 02 en su uso del acero tiene un excedente del 8.38% y el proyecto 03 en su uso del acero tiene un excedente del 9.21%. Llegó a concluir que esto en promedio representa s/ 15,449.18 soles de costo por cada proyecto de edificación realizada por las empresas.

La limitación de esta investigación radica en que no considera la constructibilidad como una variable, ya que considera cortes con una precisión milimétrica, siendo muy difícil llegar a tal grado de precisión en la obra.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Metodología BIM**

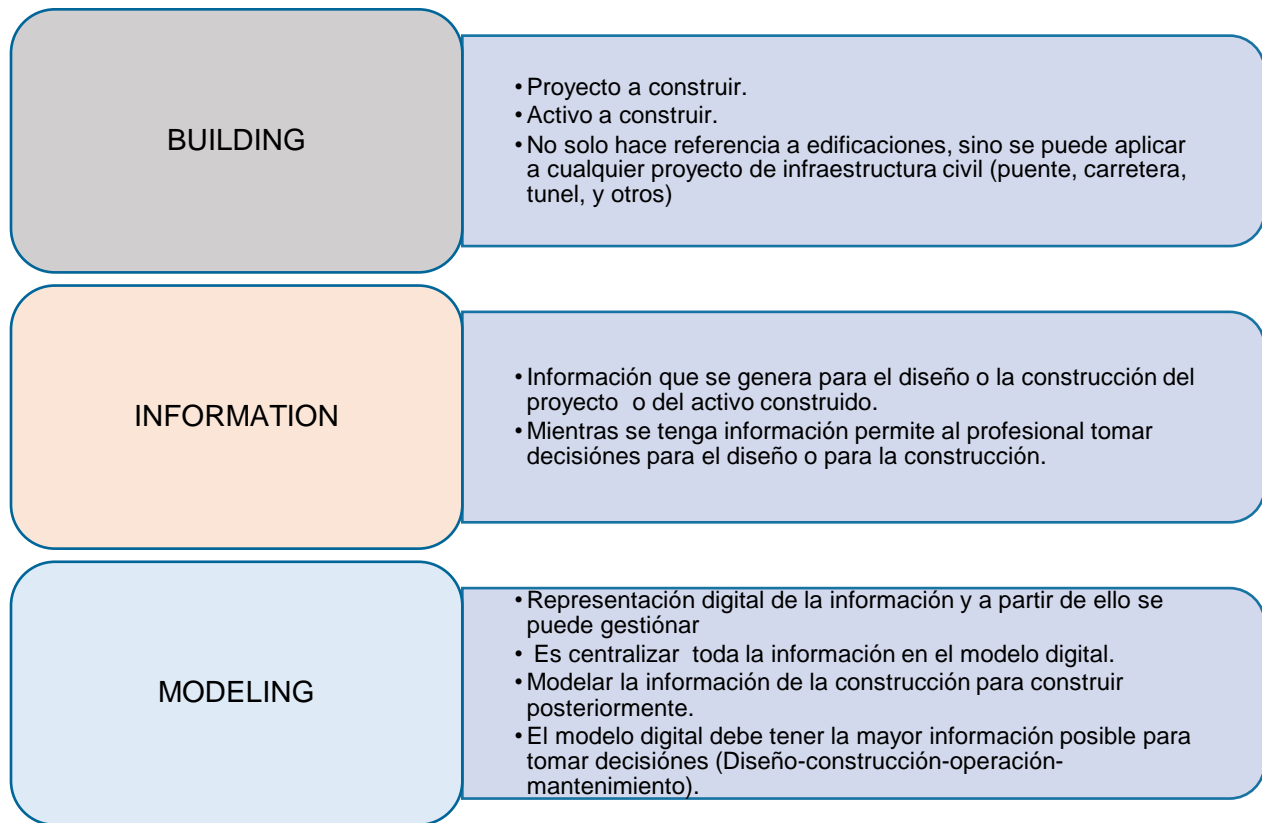
#### **2.2.1.1. ¿Qué es BIM?**



Estas tres letras tienen un significado que traducidos al español hacen una conjunción que significa modelado de la información para la construcción. BIM no es nuevo ya que este surgió por el año de 1975 por el profesor Charles M. Eastman quien fue de Georgia, tal profesor fue el primero en dar el concepto de Modelado de la información de la edificación, esto fue como un sinónimo de BIM. (Choclán Gámez, Soler Severino, & González Márquez)

## Gráfico 1

### Significado de BIM



*Nota.* Significado de las siglas de BIM. Adaptado de Plan BIM Perú.

En simplificación de las iniciales de BIM el más importante es la letra I (INFORMATION), ya que a mayor información se toma mejores decisiones. Existe algunas definiciones establecidas por algunas instituciones internacionales por ejemplo:

Según la Normativa Internacional ISO 19650, BIM es el uso de una representación digital compartida de un activo construido (predio) para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación para formar una base confiable para la toma de decisiones.

Según la comunidad internacional Building Smart, BIM es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todo sus agentes.

En resumen, BIM es una metodología de trabajo que busca centralizar la información donde lo mas importante es la INFORMATION (Información), ya que cada elemento que compone un modelo virtual BIM puede contener diversa información orientada a su objetivo de aplicación por ejemplo las propiedades, geometría, ubicación, cuantificación, fechas de ejecución, proveedores, costo, y otros. Es muy importante tener mas información necesaria para tener mejores decisiones.

#### **2.2.1.2. Beneficios de BIM**

A continuación se muestra alguno de los beneficios generales y necesarios que actualmente son presentes en el uso de modelos digitales.

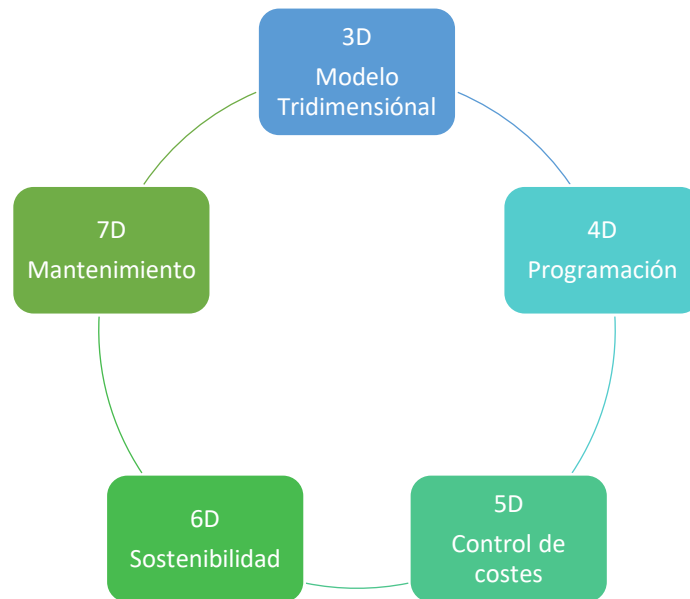
- i. Mayor colaboración y comunicación
- ii. Visualización del proyecto en pre construcción
- iii. Proyectos mejor compatibilizados: detección de interferencias
- iv. Estimación de recursos y costos basados en los modelos
- v. Programación y secuencia constructiva
- vi. Mayor productividad en la prefabricación
- vii. Aumento de la seguridad
- viii. Mejor gestión durante la vida del proyecto

#### **2.2.1.3. Dimensiones de BIM**

Podemos definir las dimensiones de BIM como niveles de información que se aumentan al modelo BIM. Estas son los siguientes:

## Gráfico 2

### Dimensiones de BIM



*Nota.* Fuente: Adaptado de Plan BIM Perú.

Según el Plan BIM Perú, el **3D (Modelo Tridimensional)** a parte de conocer largo por anchura se incrementa la altura, por ello esta brinda una información geométrica en un proyecto la cual ayuda para realizar cálculos, aproximaciones de cantidad de obra, volumen y otros; y permite una adecuada comunicación entre el cliente y el demandante; así como el personal profesional del proyecto. **4D (Programación)** en esta dimensión se incrementa la dimensión de tiempo es decir se incrementa el cronograma de obra (proceso constructivo) y con ello se puede realizar simulaciones de fases de proyecto, simulaciones de proceso constructivo. **5D (Control de costes)** en ello se añade el tema de costos (precios unitarios) ya que del modelo BIM se extrae cuantificaciones y se le añade el precio unitario, es decir multiplicado la cantidad y el precio unitario origina el presupuesto estimado, en general ayuda a manejar el tema financiero. **6D (Sostenibilidad)** en esta un proyecto planteado se evalúa la distribución y la modalidad de arquitectura sean lo adecuado y correcto con la finalidad de garantizar el confort de los habitantes del cliente, es decir garantizan la tranquilidad y satisfacción. **7D (Mantenimiento)** esta dimensión



necesita un modelo con toda la información necesaria y una vez construido el proyecto este modelo brinde o comunique fechas para el mantenimiento respectivo (ejemplo las luminarias de la edificación necesitan un cambio dentro de tres años).

Ahora bien, se debe considerar que no es necesario tener un modelo de característica 7D, ya que para usar BIM lo primero que se debe analizar es la finalidad o propósito del uso específico de BIM y ya definido el análisis elegir la dimensión de BIM requerido, por ejemplo para la etapa de diseño ingenieril, estudio de arquitectura de una edificación, detección de interferencias no es necesario desarrollar a un nivel de 4D, 5D, 6D o 7D, quizá solo baste una dimensión de 3D; pero si es una empresa constructora que requiere a nivel de programación, cuantificación y estimación de costos en este caso será necesario a una dimensión BIM 5D.

En resumen las dimensiones responde a la pregunta ¿para qué se va utilizar el modelo BIM? ¿cuál es el uso que se va a dar? y de acuerdo a las respuestas se debe elegir en una dimensión adecuada.

#### **2.2.1.4. Niveles de desarrollo (LOD)**

Las siglas de LOD vienen del ingles que significan Level of Development y que en español significan nivel de desarrollo; estas son escalas que definen el nivel de detalle gráfico e información de un elemento en modelo BIM y su objetivo es garantizar la información adecuada al usar un modelo BIM. Para entender de lo que es LOD se muestra a continuación:

$LOD = Lod \text{ (Level of Detail – Nivel de detalle)} + Loi \text{ (Level of information – Nivel de información)}$

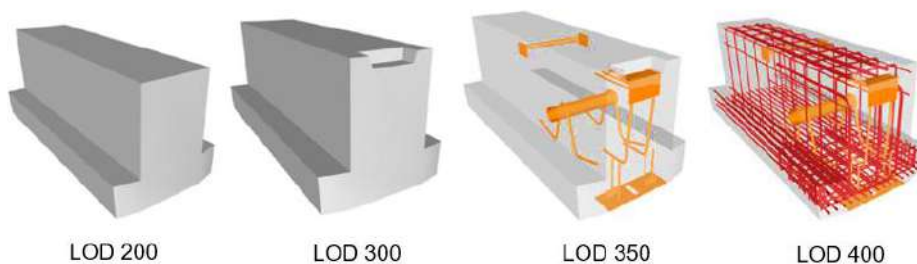
$LOD = \text{(Información gráfica – Detalle gráfico)} + \text{Información no gráfica}$

Los niveles de desarrollo (LOD) son regulados por una instancia técnica y permanente internacional (BIM FORUM) y muestra seis niveles de LOD. (BIM FORUM, 2023)



**Figura 6**

*Tipos de LOD*



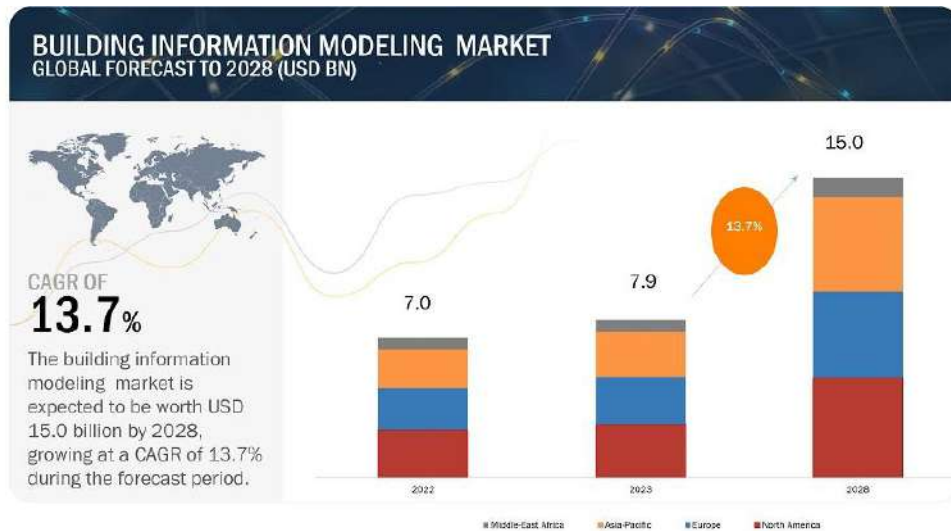
*Nota.* Fuente: BIM FORUM.

### **2.2.1.5. BIM en el contexto internacional**

Actualmente el alcance de mercado de Building Information Modeling (BIM) se valoró en USD 7.9 mil millones con una proyección al 2028 de USD 15.0 mil millones con un crecimiento del 13.7% (ver figura 7). Es así, los gobiernos de muchos países tienen iniciativas de crecimiento en la adopción del BIM y esta es la causa del crecimiento de la cuota de mercado.

**Figura 7**

*Mercado de Building Information Modeling a nivel internacional*

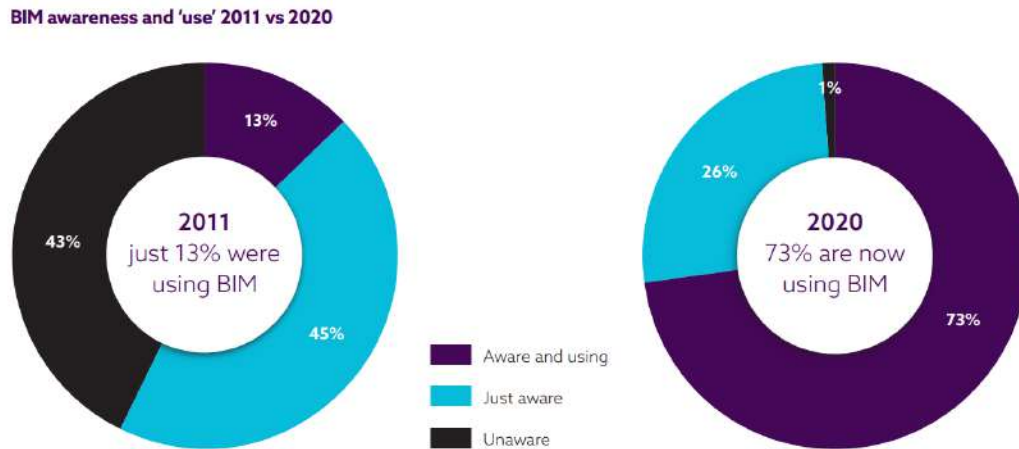


*Nota.* Alcance de mercado de Building Information Modeling (BIM) para el año 2028. Tomado de (BUILDING INFORMATION MODELING MARKET, 2023)

Asimismo, existe un informe desarrollado en el año 2020 a raíz de preguntar a más de 1000 profesionales de la industria de construcción. Ya que en el año 2011 un 43% de los encuestados no habían oído de la existencia de BIM y en el año 2020 el 73% usa el BIM. (NBS, 2020)

## Figura 8

### Concientización y uso BIM 2011 vs 2020

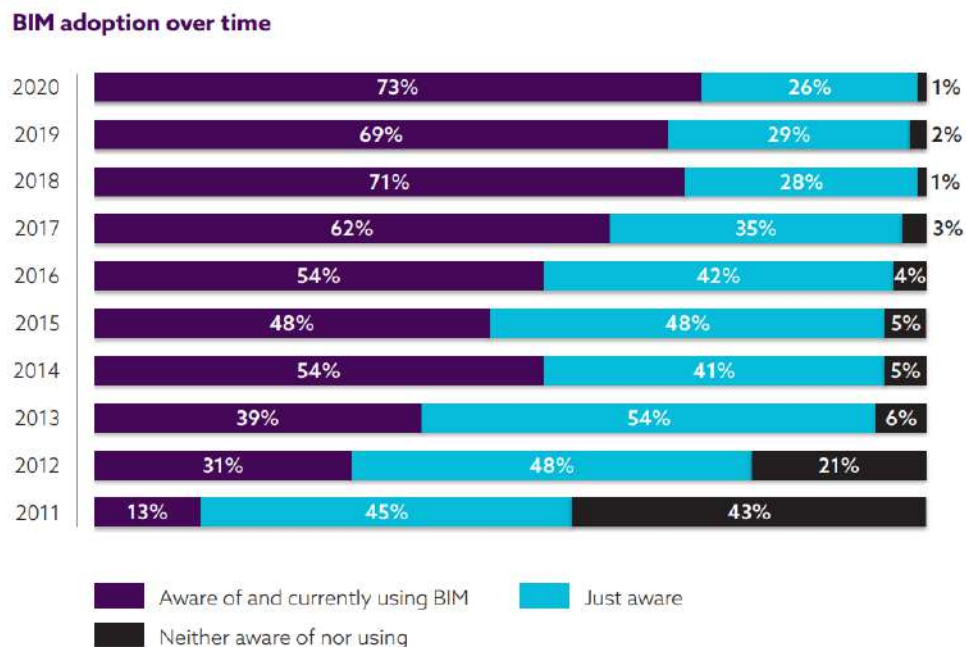


*Nota.* Diagrama circular de uso y conocimiento BIM. Adaptada de (NBS, 2020)

La figura 8 muestra un resumen general en donde muestra que en el 2011 solo el 13% conocía y lo usaba el BIM, el 45% solo conocía el BIM y 43% no conocía ni lo usaba el BIM.

## Figura 9

### Adopción de BIM a lo largo del tiempo



*Nota.* Gráfica de barras de uso y conocimiento BIM. Adaptada de (NBS, 2020)

En la figura 9 muestra detalladamente la variación porcentual del conocimiento del uso del BIM, desde el año 2011 al 2020. En donde el color morado representa “conocen y utilizan BIM”, el color celeste representa “solo conoce BIM” y el color negro representa “no conoce y no usa BIM”.

### 2.2.1.6. BIM en Latinoamérica (LATAM)

Surgió en el 2020 y actualmente está formado por 8 países (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Perú y Uruguay) y el objetivo de la Red BIM GOB Latam es hacer que la productividad aumente en la industria de la construcción gracias a la transformación digital con el crecimiento de programas nacionales de implementación BIM mediante el trabajo en equipo y colaborativo. La idea de esta organización es combinar conocimientos, juntar esfuerzos y experiencias de las cosas positivas realizadas por cada miembro, alinear algunos aprendizajes para que de esa forma los países miembros puedan implementar en su región (rescatar lo positivo y evitar cometer errores de algunos países miembros). Hoy en día, el trabajo en relación con la implementación BIM por los países miembros de la Red son encaminados por las iniciativas BIM (Ver tabla 3). (BIM GOB LATAM, 2023)

**Tabla 3**

Iniciativas BIM de los países miembros de la Red

<i>País</i>	<i>Iniciativa BIM</i>
<i>Argentina</i>	<i>Sistema de implementación BIM (SIBIM)</i>
<i>Brasil</i>	<i>Comité de Gestión BIM (CG-BIM)</i>
<i>Chile</i>	<i>Planbim</i>
<i>Colombia</i>	<i>Grupo de Trabajo BIM</i>
<i>Costa Rica</i>	<i>Comisión Interinstitucional BIM (CII-BIM)</i>
<i>México</i>	<i>Unidad de Inversiones (UI)</i>

<i>Perú</i>	<i>Plan BIM Perú</i>
<i>Uruguay</i>	<i>Comité Nacional BIM</i>

*Nota:* Iniciativa BIM de los ocho países. Fuente: Adaptada de *BIM GOB LATAM*

Asimismo estos países miembros BIM en Latinoamérica tienen programas nacionales de implementación, en algunos países están impulsados por ministerio de hacienda, ministerio de economía, propias estrategias y otros por ministerio de vivienda, pero todos en conjunto apuntan a que BIM se debe utilizar en toda las obras publicas a nivel de gobierno, algunos con objetivos más cortos y otros con objetivos más largos, es así a continuación se muestra las programas nacionales por cada país miembro (ver tabla 4) (BIM GOB LATAM, 2023)

**Tabla 4**

Resumen de la Institución Pública que lidera las iniciativas BIM de los países miembros de la Red y años de duración del Plan Nacional

<b>País</b>	<b>Institución pública</b>	<b>Iniciativa BIM</b>	<b>Duración del Plan nacional</b>
<i>Argentina</i>	<i>Ministerio de Obras Públicas (MOP)</i>	<i>Sistema de implementación BIM (SIBIM)</i>	<i>2018-2025</i>
<i>Brasil</i>	<i>Ministerio de Economía</i>	<i>Comité de Gestión BIM (CG-BIM)</i>	<i>2017-2028</i>
<i>Chile</i>	<i>Corporación de Fomento de la Producción (Corfo) del Ministerio de Economía</i>	<i>Planbim</i>	<i>2016-2025</i>
<i>Colombia</i>	<i>Gobierno de Colombia</i>	<i>Grupo de Trabajo BIM</i>	<i>2020-2025</i>
<i>Costa Rica</i>	<i>Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (hasta 2023), Ministerio de Obras Públicas y Transportes (desde 2023)</i>	<i>Comisión Interinstitucional BIM (CII-BIM)</i>	<i>2019-2027</i>
<i>México</i>	<i>Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)</i>	<i>Unidad de Inversiones (UI)</i>	<i>2018-2023</i>
<i>Perú</i>	<i>Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)</i>	<i>Plan BIM Perú</i>	<i>2019-2030</i>
<i>Uruguay</i>	<i>Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOB)</i>	<i>Comité Nacional BIM</i>	<i>2018-2025</i>

*Nota:* Programas nacionales de iniciativas BIM. Fuente: Adaptada de *BIM GOB LATAM*

### 2.2.1.7. Metas BIM por país

Los países de Latinoamérica siguen una línea de implementación de BIM de la siguiente manera:

Para 2021:

- Argentina busca un despliegue de estrategia de BIM-AR
- Brasil busca que el uso de BIM en desarrollo de proyectos relevantes (proyectos pilotos)
- Costa Rica busca establecer una hoja de ruta, matriz de madurez y matriz de impacto y según eso planificar su aplicación e implementación.
- México busca establecer proyectos pilotos implementando la metodología BIM.
- Perú busca establecer estándares de requerimientos BIM, establecer algunos proyectos piloto, establecer estrategias de formación.

Para 2022 - 2024:

- Uruguay pretende incorporar BIM en la formación a nivel de la educación superior universitaria
- México busca que el capítulo de ingenieros mexicano establezca una normativa ISO y otras normas que tengan el lineamiento de aplicación de BIM
- Brasil busca que el uso de BIM se realice en la ejecución y gestión de obras de proyectos relevantes.

Para 2025:

- Chile busca la incorporación de BIM en los proyectos públicos y privados, así como también generar una plataforma digital todas las licencias de obra se gestionen bajo la metodología BIM, es decir que todo sea optimizado (DOM en línea)
- Colombia busca que el 100% de los proyectos públicos ya usen el BIM
- Perú busca que los ministerios, gobiernos regionales y locales empiecen a implementar el BIM.
- Uruguay busca la incorporación de BIM en todos los organismos de Estado.

Para 2028 - 2030:

- Brasil tiene como objetivo llegar con el uso de BIM en la ejecución y gestión de obras de proyecto de mediana y de gran envergadura.
- Perú busca la obligatoriedad de BIM en todo el sector público, es decir que todos los proyectos públicos se trabajen con BIM (sin importar la envergadura y tamaño del proyecto)

Ahora bien, el contexto Latinoamericano sigue en el auge de conocimiento y uso de BIM algunos un poco más avanzados que otros, pero el común denominador es mejorar la productividad en la industria de la construcción y muy pronto será una obligatoriedad el uso de BIM. Es por ello que ahora es el momento de poner en acción y estar a la vanguardia del entorno BIM, para así ser profesionales diferentes. (BIM GOB LATAM, 2023)

En resumen, BIM no es solo software, BIM es una metodología, BIM requiere de implementación, BIM es el camino para mejorar la productividad de la industria de la construcción.

#### **2.2.1.8. BIM en la etapa de construcción**

##### **2.2.1.8.1. Aplicaciones en la etapa de construcción**

- Modelo de diseño como base para la construcción.
- Revisión de posibles errores de diseño y detectar incompatibilidades de manera temprana.
- Revisar detalles constructivos.
- Programación y secuencia constructiva.
- Coordinación y comunicación visual en campo.
- Estimación de recursos y costos.
- Controlar el avance de obra.
- Simulación de la seguridad de obra.
- Prefabricación.

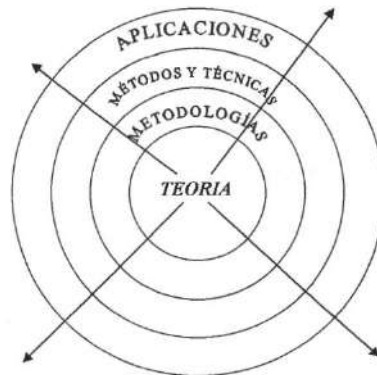


### 2.2.2. Ingeniería de detalle

Senent Martínez, Sánchez Romero, & González Cruz, (2000) define al proyecto como una ciencia que consiste en crear intencionadamente un objeto material o inmaterial con la finalidad de satisfacer la necesidad de una sociedad o parte de ella, por ende el estudio de proyecto debe incluir a nivel detallado todos los componentes del proyecto. Para ello es necesario un conocimiento de sus principios (teoría), aprendizaje de la secuencia de actividades y de la aplicabilidad en busca de la solución de problemas.

#### Figura 10

*Niveles de abstracción de proyectos*

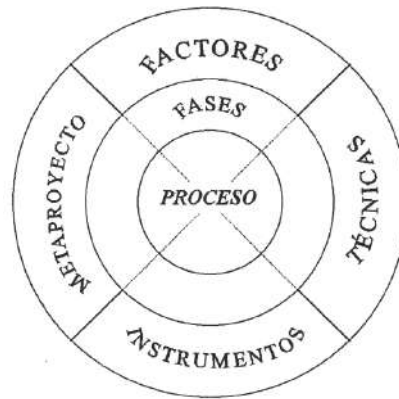


*Nota.* Niveles de abstracción de mayor a menor. Tomada de Senent Martínez, Sánchez Romero, & González Cruz, (2000)

Senent Martínez, Sánchez Romero, & González Cruz, (2000) también señala que es necesario considerar seis dimensiones del proyecto para llegar de manera óptima a cumplir los objetivos planteados.

## Figura 11

### *Dimensiones del proyecto*

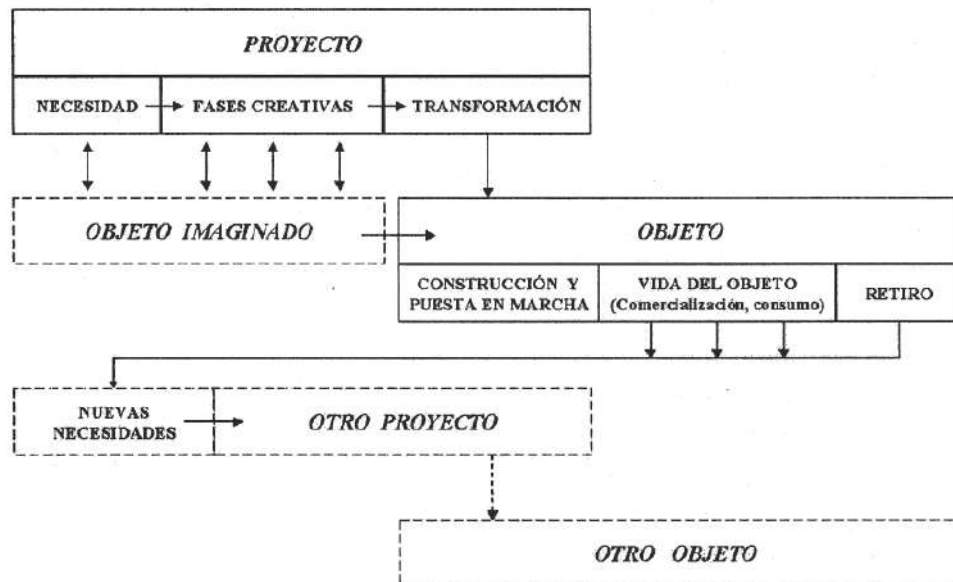


*Nota.* Seis dimensiones del proyecto consideradas por Senent Martínez, Sánchez Romero, & González Cruz, (2000)

La presente investigación pone énfasis en la dimensión de las fases del proyecto, el mismo autor citado señala dos grupos que engloban las fases dentro de los proyectos, estos son la fase creativa y las fases de realización. La primera de ella abarca desde la concepción del proyecto que surge desde la aparición de un deseo el cual necesita ser satisfecho y concluye con la fase de realización que contempla hasta que se consigue el objeto que pasa a una vida útil hasta su retiro.

**Figura 12**

*Vida del proyecto y vida del objeto del proyecto*



*Nota.* Flujo desde la aparición del deseo hasta la obtención del objeto que satisface la necesidad.

Tomado de Sánchez Romero, & González Cruz, (2000)

Las fases creativas se subdividen en Estudios previos, diseño básico y diseño detallado, en tanto la fase de realización contempla las fases de construcción y puesta en marcha. Estas subdivisiones pueden agruparse entre ellos dependiendo del tipo de proyecto y de la complejidad que esta tenga.

La ingeniería de detalle o diseño de detalle de los proyectos es una fase descrita anteriormente en donde se debe definir de manera precisa todos los componentes del objeto del proyecto, de manera que la documentación sea la suficiente para que la implementación de esta materialice el objeto del proyecto. Esta fase siempre existe independientemente de las características y tipo de proyecto.

### **2.2.3. Situación de la industria de la construcción en el Perú**

De los sectores más importantes que aportan a la economía de un país es el sector de la construcción, en el Perú este sector tiene una gran importancia debido al dinamismo de esta con

otras industrias que son las encargan de suministrar insumos tales como los materiales y equipos. (Palomino Silva, Hennings Otoya, & Chevarría Alvarado, 2017).

El crecimiento económico del sector construcción está directamente relacionado con factores como la estabilidad política y el crecimiento económico, condiciones que conllevan a que haya mayor inversión pública y privada. El crecimiento de este sector impulsa consigo otros sectores e influye en otros indicadores como los puestos de trabajo indirecto que es capaz de generar, además de su efecto multiplicador que se manifiesta en que cierta cantidad invertida en construcción se refleja con un bonus en el PBI global del país. Sin embargo, en los últimos años todo este crecimiento se ha visto amenazado debido principalmente al brote de coronavirus, sus medidas para evitar su propagación (2020), la creciente corrupción que a veces termina con la paralización de importantes proyectos, además de la reciente crisis política entre los poderes del estado (2022 y 2023). (Zamora Inga & Polar Chávez, 2022).

La tabla 5 extraída de datos del INEI muestra el valor agregado bruto de cada uno de los sectores de la economía peruana a través de los años (2008-2021), donde se enmarca el comportamiento del sector construcción.

**Tabla 5**

*Aporte de cada sector productivo al PBI del país*

<b>Actividades</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<i>Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura</i>	...	6.9	3.2	0.6	9.4	1.2	-2	-8.1
<i>Pesca y Acuicultura</i>	...	25.3	-7	37.5	22.6	47.3	9	-53.9
<i>Extracción de Petróleo, Gas y Minerales</i>	...	5.1	42.6	17.9	21.7	-4.6	31.4	0.1
<i>Manufactura</i>	...	-2.2	-5.3	8.3	2	-7	3.6	-11.8
<i>Electricidad, Gas y Agua</i>	...	0.7	-0.5	1.7	6.9	2.2	2.8	0.6
<i>Construcción</i>	...	26.9	22.9	31.1	2.3	25.2	13.7	-3.1
<i>Comercio</i>	...	10.7	-1.3	11.2	10.4	7.7	7.2	3
<i>Transporte, Almacén., Correo y Mensajería</i>	...	10.1	3.1	12.5	10.9	9.2	7.7	3.3
<i>Alojamiento y Restaurantes</i>	...	11	0.1	5.1	12.9	11.6	6.6	4.9
<i>Telecom. y Otros Serv. de Información</i>	...	23.7	12	11.6	13.5	13.3	11.6	12
<i>Administración Pública y Defensa</i>	...	8.5	9.2	8.1	3.8	3.7	4.5	5.2

Otros Servicios	...	3.8	5.1	4.2	5	5.8	4.4	4.9
Valor Agregado Bruto	...	6.9	16.9	13	12.8	1.9	16.9	0.1

<b>Actividades</b>	<b>2015</b>	<b>2016P</b>	<b>2017P</b>	<b>2018E</b>	<b>2019E</b>	<b>2020E</b>	<b>2021E</b>
		/	/	/	/	/	/
<i>Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura</i>	-3	6.6	-3.8	2.8	5.1	-4.3	1.3
<i>Pesca y Acuicultura</i>	17.5	76.1	11.1	2.8	-41.9	-11.6	6.8
<i>Extracción de Petróleo, Gas y Minerales</i>	3.4	5.2	-3.6	-5.1	0	-9.6	-4
<i>Manufactura</i>	-2.8	2	1.3	5	1.2	-8.4	21.8
<i>Electricidad, Gas y Agua</i>	61.4	27.3	2.8	5.5	0.3	-5.9	5.5
<i>Construcción</i>	-15	-8.3	-6.3	18.1	-3.1	-24.1	49.9
<i>Comercio</i>	1.4	2.3	0.6	2.9	2.6	-14.9	15.9
<i>Transporte, Almacén., Correo y Mensajería</i>	5	6.1	2.1	4.6	3.2	-23.8	13.2
<i>Alojamiento y Restaurantes</i>	4.3	4.6	1.3	5.3	3.7	-56.8	36.5
<i>Telecom. y Otros Serv. de Información</i>	10.5	7.7	5.3	0.3	8.3	8.3	12.9
<i>Administración Pública y Defensa</i>	1.6	3.4	6.3	5.7	3.5	5.2	3.3
<i>Otros Servicios</i>	5.7	4.1	2.3	4.2	4	-8.2	6
<i>Valor Agregado Bruto</i>	1.7	3.9	-1.5	0.6	1.4	-12.2	6.6

*Nota.* Valor agregado bruto de cada sector productivo. Fuente: INEI

#### **2.2.4. El acero en la construcción**

Según un informe emitido por CAPECO el Perú es uno de los países latinoamericanos con más consumo per cápita de acero, este valor asciende a 133 kg/hab, valores que fueron estimados para el 2017, si bien la situación pudo haber cambiado hasta hoy, principalmente por factores políticos, la pandemia del COVID19, así como la guerra en Ucrania, estos valores son aún alentadores para el sector de la construcción.

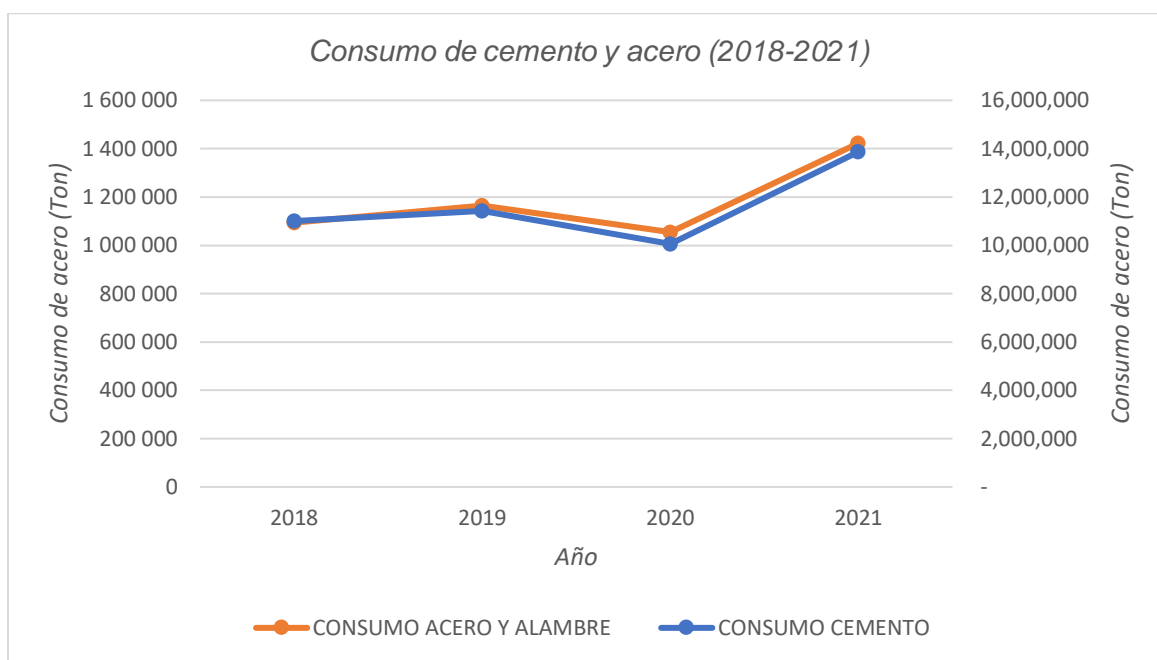
El consumo del acero de refuerzo está estrechamente relacionado al consumo interno de cemento, que es considerado como uno de los indicadores del crecimiento del sector de la construcción, junto al avance de obras, inversión y el valor agregado bruto. (Palomino Silva, Hennings Otoyá, & Chevarría Alvarado, 2017)

Esta relación del consumo del cemento y el acero de construcción se ve reflejado en el gráfico 3 donde se aprecia como ambos indicadores caen en el 2020 producto de las restricciones dictadas por el Ejecutivo para hacer frente a la propagación del COVID19, gracias a los esfuerzos

aplicados para la reactivación económica estos indicadores se vieron a la alza en el 2021, superando incluso el consumo pre pandemia, sin embargo al ser este sector sensible a otros factores, su crecimiento está siempre amenazada.

### Gráfico 3

Consumo interno del cemento y el acero en los últimos años



Nota. Se muestra la evolución del consumo de cemento y acero. Fuente: Adaptada del INEI

#### 2.2.4.1. Importancia del acero de refuerzo en la construcción

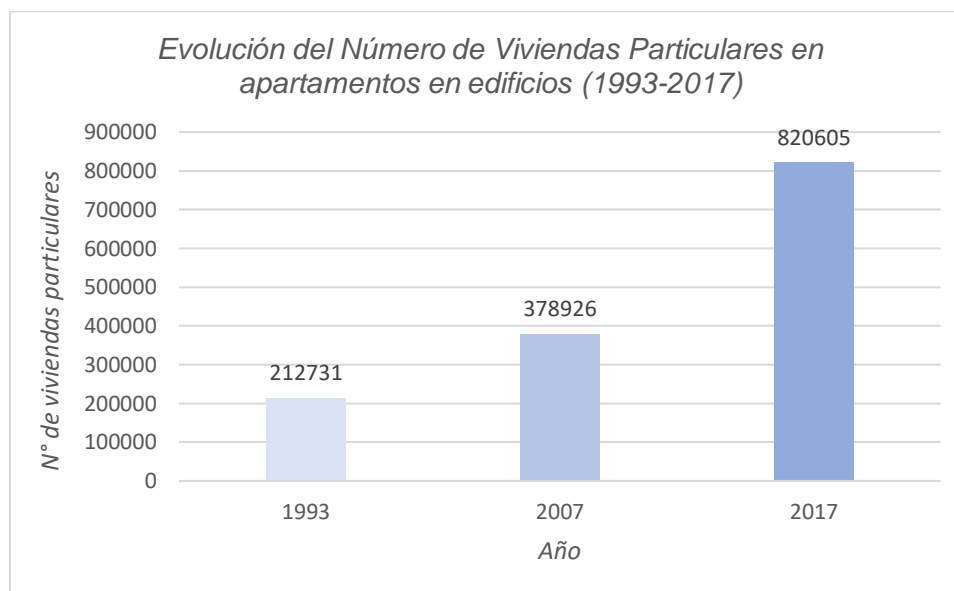
El concreto armado es una constitución de materiales de los más versátiles para la construcción, debido principalmente por sus diversas ventajas tales como la durabilidad en el tiempo, alta resistencia a la compresión, resistencia a efectos del agua, resistencia media a la acción del fuego, se le puede dar forma, confiere característica monolítica a la estructura, no requiere mano de obra calificada, tiene alta rigidez y en muchos lugares puede ser considerado el material más económico en comparación a otras alternativas. (Harmsen Gómez de la Torre, 2022)

Uno de los componentes del concreto armado es el acero corrugado de construcción Grado 60, de ahí donde radica su importancia. El crecimiento de este sector da mayor énfasis a

la importancia del acero de construcción, como se puede ver en los informes emitidos por el INEI, el crecimiento de edificios, en su mayoría de concreto armado tuvo un alto crecimiento en los últimos años.

#### Gráfico 4

*Evolución del número de viviendas en departamentos*



*Nota.* Censos nacionales de población y vivienda 1993, 2007, 2017. Fuente: Adaptada del INEI.

Este crecimiento vertical de viviendas en edificaciones muestra una mayor cantidad de edificaciones multifamiliares, condominios o similares. Evaluando este crecimiento según departamentos encontramos que la capital Lima es la que mayor cantidad de viviendas nuevas en edificaciones registró ya que en el periodo 2007-2017 registró un incremento de 349 452 viviendas nuevas en edificaciones representando una variación porcentual del 122.2%, seguida de la provincia constitucional del Callao con 17 928 viviendas con una variación porcentual del 105.3%, Arequipa con 17 342 nuevas viviendas con una variación porcentual de 175.4%, La libertad con 13 585 nuevas viviendas con una variación porcentual de 120.9% seguido de Cusco con 12 666 departamentos en edificio representado un crecimiento del 186.8%.

**Tabla 6**

*Censo y variación intercensal de viviendas en departamentos*

Departamento	Censo 1993	Censo 2007	Censo 2017	Variación Intercensal			
				1993-2007		2007-2017	
				Absoluto	%	Absoluto	%
<b>TOTAL</b>	<b>212731</b>	<b>378926</b>	<b>820605</b>	<b>166195</b>	<b>78.1</b>	<b>441679</b>	<b>116.6</b>
Amazonas	291	314	308	23	7.9	-6	-1.9
Áncash	1304	2024	3449	720	55.2	1425	70.4
Apurímac	199	607	1715	408	205	1108	182.5
Arequipa	3768	9889	27231	6121	162.4	17342	175.4
Ayacucho	451	850	1389	399	88.5	539	63.4
Cajamarca	1266	3124	5457	1858	146.8	2333	74.7
Prov. Const. del Callao	11033	17020	34948	5987	54.3	17928	105.3
Cusco	3102	6780	19446	3678	118.6	12666	186.8
Huancavelica	152	177	460	25	16.4	283	159.9
Huánuco	1242	2869	3577	1627	131	708	24.7
Ica	2027	2704	2899	677	33.4	195	7.2
Junín	5443	7261	11095	1818	33.4	3834	52.8
La Libertad	4161	11234	24819	7073	170	13585	120.9
Lambayeque	2768	8203	16868	5435	196.4	8665	105.6
Lima	161474	289603	644280	128129	79.3	354677	122.5
Loreto	633	646	518	13	2.1	-128	-19.8
Madre de Dios	65	182	505	117	180	323	177.5
Moquegua	2848	2261	3711	-587	-20.6	1450	64.1
Pasco	1547	1010	899	-537	-34.7	-111	-11
Piura	3196	3663	7317	467	14.6	3654	99.8
Puno	1293	2184	2382	891	68.9	198	9.1
San Martín	384	620	1414	236	61.5	794	128.1
Tacna	3599	4593	4329	994	27.6	-264	-5.7
Tumbes	357	540	960	183	51.3	420	77.8
Ucayali	128	568	629	440	343.8	61	10.7
Provincia de Lima 1	158737	285936	635388	127199	80.1	349452	122.2
Región de Lima 2	2737	3667	8892	930	34	5225	142.5

*Nota.* Censos nacionales de viviendas en edificios (1993, 2007, 2017). Fuente: Informe del INEI.

Como se observa en la tabla 6 el departamento que registró la mayor variación porcentual de crecimiento en el periodo del 2007-2017 fue el Cusco con un 186.8%.



### **2.2.5. Desperdicios en la construcción**

Los métodos tradicionales usados en la construcción a comparación de las industrias no evolucionaron, quedando inalterados a lo largo del tiempo con el dilema de si un procedimiento permite llegar a la meta final, no hay motivos para probar nuevas metodologías, estas metodologías de trabajo tradicionales desestiman los desperdicios que se generan en el proceso. Como una búsqueda de nuevas formas de trabajo surgen corrientes para salvar estos métodos tradicionales, estas son por ejemplo las de Lean construction, con una finalidad de optimizar los recursos, reduciendo costos y tiempos. (Botero Botero & Álvarez Villa, 2003)

Ewe Chye, (1996) señala que el sector de la construcción constituye cerca del 10% del producto bruto interno de una gran cantidad de países desarrollados, pudiendo ser mucho mayor en países en desarrollo, sin embargo, este tiende a verse solo como un generador de empleos quedando rezagado a comparación de otras industrias. Este rezago se refleja en la baja productividad de este sector.

La filosofía de Lean Construction conocida también como construcción sin pérdidas tiene como finalidad eliminar todos los desperdicios en todos los procesos de la cadena de la construcción, sin embargo, su aplicación en empresas medianas y pequeñas en la ciudad del Cusco es aún deficiente.

El concepto de desperdicio o pérdida en la construcción como tal no se refiere únicamente al desecho de materiales, sino tiene un concepto más amplio, ya que debe entenderse como toda ineficiencia en el uso de mano de obra, materiales y equipos, así como el capital en cantidades que superan las necesarias. Estas pérdidas o desperdicios van desde el desperdicio de materiales hasta la ejecución de actividades innecesarias lo que causa sobrecostos por actividades que no suman valor. Estas pérdidas están muchas veces relacionadas con una baja calidad en los procesos, lo que se traduce en más costos y un producto final que no cumple las especificaciones indicadas. (Formoso, De Cesare, V. Lantelme, & Soibelman, 1998)

### **2.2.6. Desperdicio de acero en la construcción**

Almendariz & Ortiz en una investigación realizada en Ecuador en una vivienda de concreto armado de dos plantas llegaron a la conclusión que el porcentaje de desperdicio de acero en las construcciones de concreto armado es del 6.77%.

Según fuentes nacionales, La Cámara Peruana de Construcción (CAPECO) en su libro Costos y presupuestos en edificación pública una tabla con los desperdicios que se han de considerar para los diferentes materiales de la construcción.

**Tabla 7**

*Porcentajes de desperdicio para diferentes materiales*

<b>Acero de refuerzo</b>	<b>%Desperdicio promedio</b>
<i>Mezcla para concreto</i>	5
<i>Mortero</i>	10
<i>Ladrillo para muros</i>	5
<i>Ladrillo para techos</i>	5
<i>Loseta para pisos</i>	5
<i>Mayólica</i>	5
<i>Clavos</i>	15
<i>Madera</i>	10
<i>Acero de refuerzo</i>	
$\emptyset$ 3/8"	3
$\emptyset$ 1/2"	5
$\emptyset$ 5/8"	7
$\emptyset$ 3/4"	8
$\emptyset$ 1"	10

*Nota.* El porcentaje de desperdicio del acero varía según el diámetro. Fuente: CAPECO.

## **2.2.7. Productividad**

### **2.2.7.1. Productividad**

Herrera define a rasgos generales la productividad como:

Es la capacidad para producir a la mayor velocidad posible; es la rapidez para transformar la energía en objetos y recursos; es la prontitud para desarrollar el

conocimiento y la creatividad, es plasmar rápido las mejores leyes sociales; es la rapidez de usar materiales para crear arte; la velocidad para generar trabajo intelectual o físico. (Herrera, 2012, p.146)

Y que la tecnología, equipos, esfuerzo no son suficientes si no se logra una participación coordinada de todos los involucrados.

Ghio Castillo, (2001) define la productividad como “el cociente de la división de la producción entre los recursos usados para lograr dicha producción” (p.22).

$$Productividad = \frac{producción}{recursos empleados}$$

Ewe Chye, (1996) Define tres formas de medir la productividad, estas son:

$$Productividad\ total = \frac{Producción\ total}{Recursos\ totales}$$

$$Productividad\ parcial = \frac{Producción\ total}{Recursos\ parciales}$$

$$Productividad\ laboral = \frac{Salida\ de\ mano\ de\ obra}{Entrada\ de\ mano\ de\ obra}$$

También señala las razones por las cuales las empresas debe medir la productividad

- Para comparar su desempeño con su competencia, considerando el desempeño global tanto de las partes que la componen
- Para planificar con una mayor precisión
- Para identificar el desempeño de cada sector de la construcción
- Otros fines de gestión

Ewe Chye, (1996) señala que la productividad no puede entenderse únicamente como la velocidad de producción y los recursos empleados, la productividad también involucra la calidad, ya que si el producto final no cumple con los estándares, reduce la productividad.

Souza, (2006) Define la construcción como un enorme esfuerzo de mano de obra y el mayor costo asociado a este, llegando a valores del 50% dependiendo del tipo de obra. Señala

que debido al gran porcentaje del costo que representa su optimización es crucial para reducir el costo total del proyecto.

La naturaleza nómada de la construcción, donde la fábrica es la que se mueve y el producto es la que queda dificulta la completa automatización de la construcción comparada con otras industrias, ejemplifica además que en las industrias manufactureras sería necesario emplear 20 hh más automatización, en cambio sería necesario 200 hh de mano de obra en la construcción.

El concepto de productividad según Souza depende del punto de vista del profesional a quien se le haga la consultas siendo diferente el concepto según un ingeniero de producción, un administrador de empresas, un ecologista, etc. Siendo que todos consideran una entrada y una salida, entonces la productividad se puede definir como el grado en el que un sistema es capaz de alcanzar el objetivo de producción planteado.

#### **2.2.7.2. Indicadores de evaluación de la productividad**

Souza, (2006) señala que en la actualidad hay dificultades para el intercambio de información debido a una falta de una nomenclatura única para medir la productividad, por ello plantea el concepto de Razón unitaria de producción o Ratio unitario de producción (RUP), este indicador mide el esfuerzo necesario medido en horas hombre para la realización de un servicio.

$$RUP = \frac{\text{Esfuerzo necesario (hh)}}{\text{Cantidad de servicio}}$$

Mientras más pequeño sea el valor del RUP es bueno para la productividad, ya que implica que se necesita menos esfuerzo para la realización de un servicio, en tanto un valor más alto es todo lo contrario.

#### **2.2.7.3. Velocidad de producción**

Ghio Castillo, (2001) define la velocidad de producción como la cuantificación de lo producido medido en unidades (metros lineales, metros cuadrados, metros cúbicos, etc) en un tiempo de trabajo, esta puede ser un día de 8 o 8.5 horas.

$$Velocidad = \frac{producción}{día}$$

Es común denominar esta velocidad de producción como rendimiento, tanto de mano de obra como de equipos. La cámara peruana de construcción (CAPECO) denomina rendimiento a esta velocidad de producción en su apartado de análisis de costos unitarios, en donde este rendimiento es esencial para determinar el costo de una unidad de una partida.

### **2.2.8. Rendimiento**

Ghio Castillo, (2001) define el rendimiento como la cantidad de horas hombres consumidas para la realización de una actividad o producción.

$$Rendimiento = \frac{Horas hombre}{producción}$$

Cabe señalar que este indicador, es denominado por Souza, (2006) como ratio unitario de productividad, siendo estos equivalentes. Para términos de esta investigación se denominará como rendimiento la producción realizada en un día de 8.5 horas y como ratio unitario de productividad (RUP) como la cantidad de horas hombres consumidas para la ejecución de un servicio o cantidad de trabajo ejecutado.

### **2.2.9. Medición del esfuerzo necesario**

El esfuerzo necesario para la realización de una actividad o un servicio que se cuantifica en horas hombre (hh) es el esfuerzo que un trabajador realiza en una hora para completar la actividad, hay varias formas de cuantificar la cantidad total de horas hombre necesarios para completar una actividad, cabe indicar que la realización de algunas actividades puede demandar cientos o miles de horas hombre para que sean culminadas. Una de las formas más prácticas para medir la cantidad de horas hombre para la ejecución de una actividad son los tareas de personal, este es una tabla donde se indica las horas totales trabajadas, solo se incluyen los trabajos realizados durante la jornada de trabajo, más no tiempos improductivos, o según Lean Construction tiempos contributorios y no contributorios, estas son analizados con la herramienta

de Lean Construction conocida como cartas balance cuando se mide la distribución de tiempos por partidas o nivel general de actividad cuando se mide la distribución de tiempos a nivel general.

### 2.2.10. Tareos de personal de obra

Los tareos son reportes realizados por los capataces o jefes de cuadrilla, este reporte también puede ser realizado por el ingeniero de campo, este reporte incluye la distribución del tiempo en horas hombre para la realización de diferentes actividades durante la jornada de trabajo, esta distribución no considera tiempos productivos o improductivos. Esta observación se hace todo el día y el reporte se hace a final de día, esta herramienta es muy útil para calcular el rendimiento, ya que nos da una información más precisa de cuánto tiempo se invirtió para la realización de una cantidad de servicio.

**Tabla 8**

*Ejemplo de tareo de personal*

	<i>Actividad 1</i>	<i>Actividad 2</i>	<i>Actividad 3</i>	<i>Actividad 4</i>	<i>Actividad 5</i>	<i>Actividad 6</i>	<i>Actividad 7</i>	<i>Actividad 8</i>	<i>TOTAL HH</i>
<i>Personal 1</i>									8.5
<i>Personal 2</i>									8.5
<i>Personal 3</i>									8.5
<i>Personal 4</i>									8.5
<i>Personal 5</i>									8.5
<i>Personal 6</i>									8.5
<b><i>HH/actividad</i></b>									

*Nota.* La cantidad de horas hombre por trabajador debe ser la cantidad total de horas trabajadas durante el día. Fuente: Elaboración propia

### 2.2.12. Ingeniería de valor

La ingeniería de valor es uno de los primeros pasos para la mejora de la productividad, esta se basa en que la transformación de la materia prima en un producto terminado consta de un proceso que transforma el material y una operación que son todas las acciones que se llevan a cabo para realizar la transformación. La ingeniería de valor plantea que para lograr una mejora

en la productividad primero se debe mejorar el proceso de transformación y se plantea la interrogante ¿Cómo se puede rediseñar un producto sin reducir la calidad a forma de reducir los costos? El segundo paso una vez superada la primera interrogante es buscar la forma de mejorar la operación a través de la siguiente pregunta ¿Cómo se puede mejorar la transformación de este producto? Una vez superada estos dos procedimientos se puede lograr la mejora en la productividad. (Shingo, 1909).

### **2.2.13. Modelo de conversión de procesos y modelo de flujo de procesos**

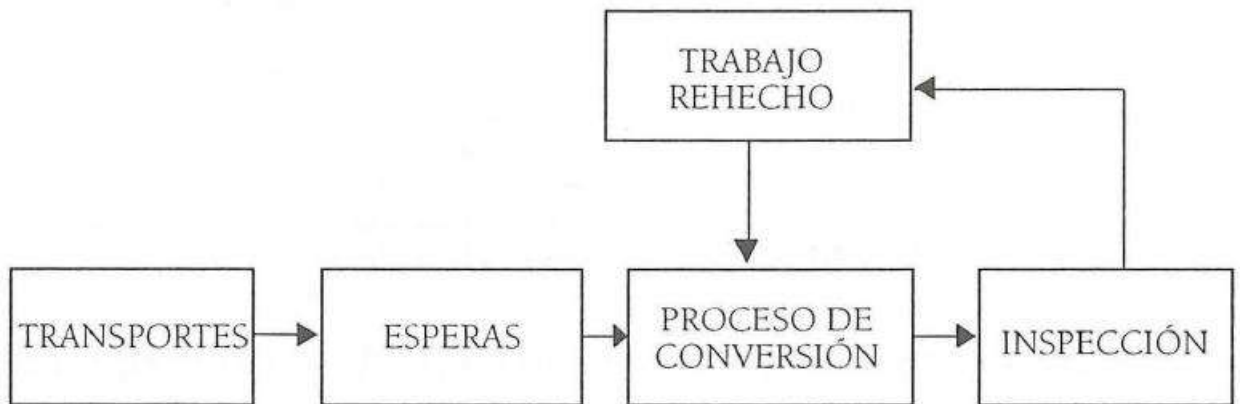
Ghio Castillo, (2001) habla en su libro de dos procesos de producción, la primera el modelo de conversión de procesos, un método convencional que consiste solo en una conversión, donde la entrada era la materia prima y la salida era un producto terminado, sin considerar los procesos intermedios, solo mide la materia prima que se gasta y cuál o cuánto es el producto terminado. Este método es muy deficiente debido a que no considera las pérdidas o desperdicios que se puedan estar generando en ese proceso de conversión. Muchos formatos usados al día de hoy se basan en esta metodología, los más conocidos el CPM (Critical Path Method) y el WBS (Work Breakdown Structure), en los cuales las actividades se representan solo como un proceso de conversión que siguen una secuencia de restricción en la que una actividad no puede iniciar antes de ser realizada otra que es su restricción. Tomando de ejemplo la actividad de asentado de muros, se considera solo la actividad como tal, despreciando los movimientos, transporte, espera que hay en este proceso de conversión.

Esta nueva forma de ver la conversión como un flujo de procesos, considera este proceso de conversión como un flujo compuesto, en la cual puedan identificarse la conversión misma, la inspección, los transportes y las esperas y se traza una meta de eliminar desperdicio en estos flujos de trabajo. Este método también permite clasificar el trabajo como Trabajo productivo (TP), la que genera valor, el trabajo contributorio (TC), que no agrega valor directamente, pero contribuye a que se genere valor y el trabajo no contributorio (TNC) considerada como perdida ya que no genera valor, tampoco contribuye a que se genere valor.

En palabras sencillas el modelo de flujo de procesos considera que el trabajo tiene una entrada y una salida, pero que el proceso de conversión no es único, si no que este compuesto por flujos, tomar el trabajo con este enfoque nos permite identificar con mayor facilidad cual es el flujo donde se produce el mayor desperdicio.

### Figura 13

*Modelo de flujo de procesos*



*Nota.* Trabajo considerado como un flujo compuesto por TP, TC, TNC. Fuente: Ghio Castillo, (2001).

## 2.2.14. Lean Production y Lean Construcción

### 2.2.14.1. Lean Production

Este pensamiento surge por los años 50 en Japón, se basa en el principio de eliminar los inventarios y otras pérdidas, esto se puede lograr con diversos métodos como una producción en pequeños lotes, disminución de tiempos de puesta en servicio de equipos defectuosos, la semi automatización y la cooperación con los proveedores. Esta forma de ver la producción considera el sistema como un flujo de materiales y/o información que inicia con la materia prima y termina con un producto terminado, en medio de este proceso se encuentra el proceso de conversión propiamente dicho acompañado por las esperas, transporte, inspección y estas guardan mucha relación con el proceso en general. Estos flujos son las que no generan valor al producto terminado, entendiéndose como agregar valor al proceso que convierte directamente la



materia prima en un producto terminado. Esta filosofía plantea la eliminación de desperdicios mediante la reducción o eliminación de estos flujos que no agregan valor al producto final. (Ghio Castillo, 2001).

#### **2.2.14.2. Lean construction**

Es una forma de aplicación del Lean Production y al igual que esta se enfoca en las pérdidas y formas de reducirla y eliminarla, además considera el modelo de flujo de procesos descrito, buscando la reducción de desperdicios en los subprocesos. La planificación con el enfoque de construcción sin pérdidas tiene como partida la de incrementar la confiabilidad de la planificación, considera que la planificación general o plan maestro no es una buena forma de planificación debido a la gran complejidad que tiene al involucrar todo el proyecto y su desviación podría ocurrir en menos de una semana, por ende plantea métodos de planificación más específicas tales como el Look at head, planificación semanal, planificación diaria, last planner system. (Ghio Castillo, 2001).

#### **2.2.15. Acero dimensionado**

El acero dimensionado es un plus adicional que ofrecen las industrias de fabricación de acero, esto con visión de ofrecer al cliente la facilidad de tener acero con las dimensiones requeridas. Asimismo, no solo ofrecen barras de acero dimensionado sino también estructuras armadas acorde a los planos estructurales y eso es una gran optimización generalmente para obras civiles de mayor envergadura. (Aceros Arequipa, 2021)

Actualmente el acero dimensionado propuesta por las industrias ayuda a muchas empresas constructoras en optimizar el tiempo de ejecución ya que el habilitado convencional de acero requiere del factor tiempo.

En el Perú, Aceros Arequipa es una empresa que fabrica y provee el acero dimensionado y para ello se caracteriza con el nombre de ACEDIM, la gran finalidad de esta empresa es minimizar los costos en la partida de aceros. Asimismo, se caracteriza por emplear tecnología BIM, Lean Construction (procesos) y la metodología VDC (Virtual Design Construction). Además,

cuenta con una buena alternativa para dar solución en las etapas constructivas y estas alternativas están formados por tres servicios:

### Figura 14

*Servicios que ofrece ACEDIM*



*Nota.* Servicio Integral ofrecido por Aceros Arequipa en acero dimensionado. Fuente: (Aceros Arequipa, 2021)

#### 2.2.16. Autodesk Revit

Es una plataforma que va con el entorno BIM, en este software se puede realizar diseños modelos y dibujos paramétricos. Actualmente es desarrollado por Autodesk y tiene como beneficios crear elementos de tercera dimensión. Además, este software incluye una gran biblioteca de herramientas que permiten facilitar el modelado de cualquier proyecto. Asimismo, Revit es compatible e interconecta con otros programas como AutoCAD, Civil 3D, Navisworks, Geo 5, Autodesk Inventor y otros. (Fernández Huaccani & Loarte Pérez , 2022)

#### 2.2.17. Despiece

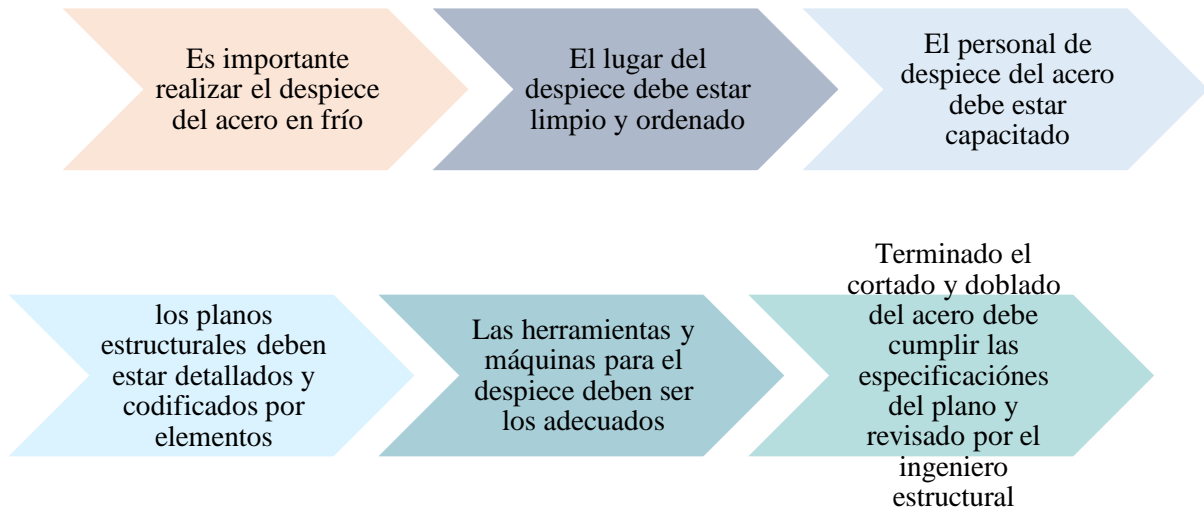
Este término hace referencia a la forma requerida de cortado es decir al tamaño y forma determinado para su uso en determinadas actividades. (Real Academia Española, 2022) En esta investigación se centrará netamente en el despiece de acero in situ respecto al método convencional y acero dimensionado.

En la rama de la construcción el despiece es la partición de un elemento entero en de diferentes medidas según sea requerido. El despiece de acero es útil para su colocado en los elementos estructurales (vigas, columnas, placas y otros).

##### 2.2.17.1. Proceso de cortado de acero en la obra

El material de acero es un recurso muy trascendental al momento de realizar el proyecto de la construcción de edificaciones ya que forma en un porcentaje considerable (11%) con respecto al costo directo de la obra. (Aceros Arequipa, 2009) Para ello es fundamental realizar correctamente el proceso de cortado.

Para este proceso se debe seguir algunas consideraciones.



*Nota.* Proceso de cortado de acero in situ en obra. Fuente: Elaboración propia

### **2.2.17.2. Despiece de acero**

Según Castro Atau (2010) el plano estructural bien elaborado es la base para realizar un correcto despiece de acero. (Castro Atau, 2010) Además, señala que existen dos métodos de despiece de acero como son el método convencional (experiencia) y el método industrializado (acero dimensionado).

Para realizar el despiece de acero se debe contar con un personal autorizado y capacitado (fierro), y para este fin se debe respetar la Norma E 060 que habla sobre el concreto armado.

### **2.2.18. Optimizador de corte de acero de refuerzo**

Se refiere a una herramienta o software que se encarga de realizar corte de barras de acero con la finalidad principal de optimizar es decir minimizando los desperdicios durante el

proceso de corte. Es muy importante para la industria de construcción. Actualmente existen diferentes optimizadores para realizar el corte de acero de refuerzo tales como CutLogic 2D, Opticut, Plus 2D – Nesting Software, SigmaNEST, Cuting Optimization y otros. En esta investigación se usó el programa de CutLogic por las facilidades mostradas para realizar la investigación.

### **2.2.19. Optimizador de corte CUT LOGIC**

Este optimizador de corte de material es muy bueno en diferentes industrias como la carpintería, empresas inmobiliarias, corte de vidrio y otros. Este software se caracteriza por brindar reportes con informes detallados, inventarios a color. Asimismo, en este software se puede importar y exportar, por ejemplo, para la optimización de acero de refuerzo se puede importar los tamaños de corte requerido en el programa MS Excel. Utilizar este software es muy versátil para empresas que realizan cortes de materiales ya que de esa forma ahorran tiempo y costos, por ende, tienen mayores utilidades. (TMachines evolutionary software, 2023)

### **2.2.21. Norma y uso del acero**

#### **2.2.21.1. Normativa**

En el Perú es muy utilizado el acero de refuerzo grado 60 en especial para edificaciones antisísmicas (sismorresistentes) y que cumplan la Norma ASTM A615 GRADO 60 (Norma Técnica Peruana 341.031) con límite de fluencia de  $4200 \text{ kg-f/cm}^2$  (420Mpa), asimismo, el esfuerzo máximo de fluencia es  $5500 \text{ kg-f/cm}^2$ .

Además, la barra de acero de refuerzo se caracteriza por contar con marca inscrita en alto relieve, el diámetro de la barra y el grado de esfuerzo. También lo corrugado asegura una óptima adherencia del concreto.

En esta investigación se considerará la siguiente normativa:

1. Norma E.060 (Norma E.060 Concreto Armado, 2020)

La correcta utilización del acero en elementos estructurales de una edificación en Perú es normada por el E 060 que habla sobre el concreto armado, esta normativa muestra los

requisitos mínimos que debe cumplir los diseños estructurales de concreto. Asimismo, los planos estructurales y especificaciones técnicas deben estar acorde con esta normativa.

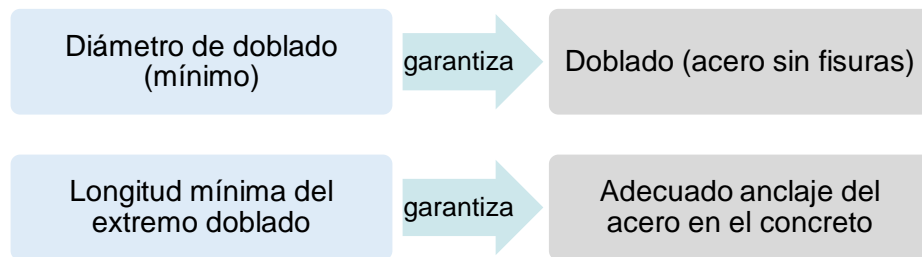
### 2.2.22. Empleabilidad de acero en elementos estructurales

En la habilitación y colocado de acero en elementos estructurales existen dos normativas muy importantes que son la normativa E-070 de albañilería y la normativa E-060 de Concreto Armado, y éstas presentan todas las exigencias mínimas para su empleabilidad en vigas, columnas, placas, y otros.

#### 2.2.22.1. Doblado de barras de acero

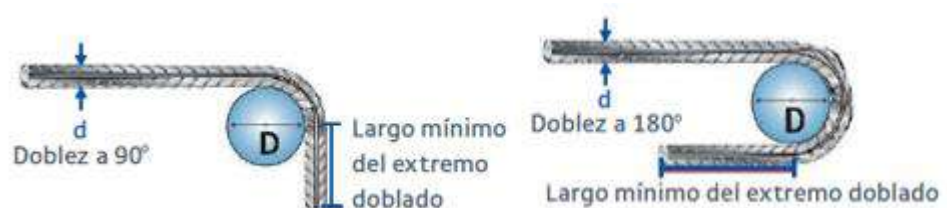
Es muy importante garantizar el diámetro mínimo de doblado y la longitud mínima del extremo doblado. (Aceros Arequipa, 2020)

Asimismo, se debe tener una precisión en el doblado y para ello el doblado de acero debe cumplir ciertos parámetros.



**Figura 15**

*Doblado de acero*



*Nota.* Tipos de doblé. Fuente: Adaptado de Aceros Arequipa. (Aceros Arequipa, 2020)

**Tabla 9**

Tabla según norma E 060 para diámetro de doblado

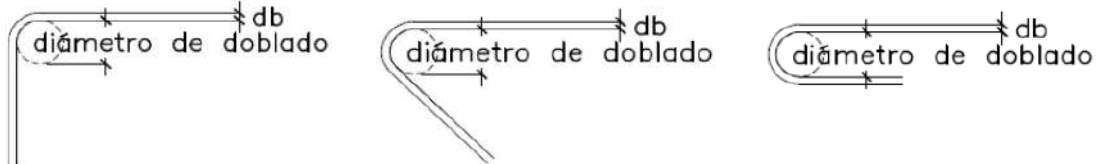
Medida de diámetro de barras de acero	Diámetro de doblado (mínimo)
$D \frac{1}{4}''$ a $D 1''$	6 db
$D 1 \frac{1}{8}''$ a $D 1 \frac{3}{8}''$	8 db
$D 1 \frac{11}{16}''$ a $D 2 \frac{1}{4}''$	10 db

*D: Diámetro*  
*db: diámetro de barra (nominal)*

Nota. Diámetros mínimos de doblado. Fuente: Adaptada de la Norma E.060

**Figura 16**

Tipos de doblado de acero



Nota. Tipos de doblado de acero. Fuente: Norma E.060

Se debe considerar las siguientes consideraciones:

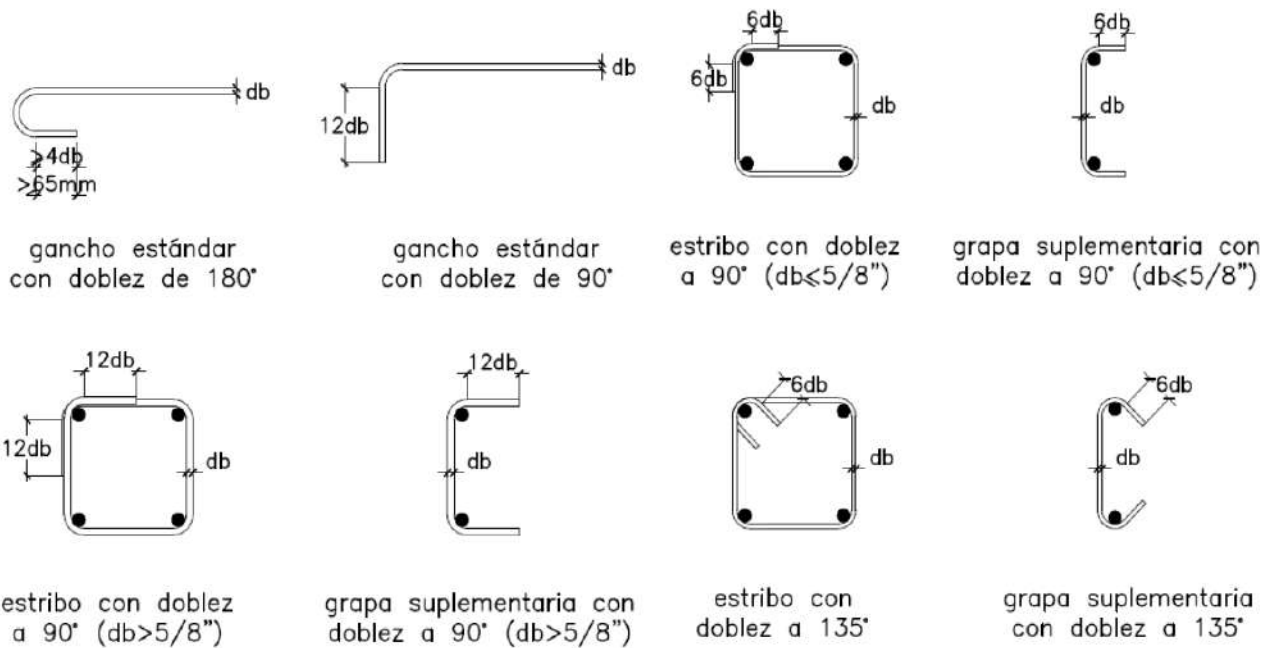
- i. La tabla 9 considera que el diámetro de doblado no debe ser menor a dichos valores (exceptuando para estribos que varían de  $D \frac{1}{4}''$  a  $D \frac{5}{8}''$ ).
- ii. Para barras de diámetros menores de  $D \frac{5}{8}''$  el diámetro de doblado (interior) no será menor que 4 db.

### 2.2.22.2. Longitudes mínimas de ganchos de acero

La Norma E.060 muestra las longitudes mínimas de ganchos, para ello se muestra los siguientes detalles de refuerzo en la figura 17.

**Figura 17**

*Detalles de ganchos de acero*



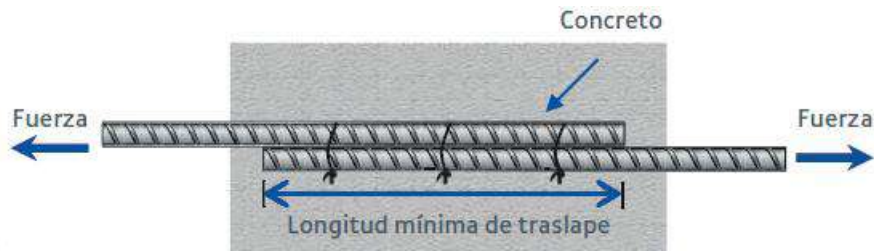
*Nota.* Ganchos de acero de 180°, 90° y 135°. Fuente: Norma E.060

**2.2.22.3. Traslape de acero**

Los elementos estructurales son muy variados en longitud lo cual hace que existan refuerzos de acero no continuos, ya que a veces por despiece de acero se necesitan alcanzar otras longitudes, para ello existen longitudes mínimas de traslape para garantizar la resistencia de fuerzas actuantes. Además, las longitudes mínimas de traslape no serán homogéneas ya que esto dependerá de algunas consideraciones como son el lugar donde se ubica el empalme, la resistencia que tendrá el concreto y de la clase del elemento si es columna o viga. (Aceros Arequipa, 2020)

## Figura 18

### Traslape de acero



*Nota.* Ilustración de traslape de acero. Fuente: Adaptado de Aceros Arequipa. (Aceros Arequipa, 2020)

Según la norma E 070 que habla sobre albañilería, específicamente en el artículo 11, indica que los traslapes o empalmes de acero ya sea en elementos de refuerzo horizontal o vertical deben tener una longitud de 45 veces el diámetro de la barra de acero utilizada. Además, indica las siguientes consideraciones:

- i. Con respecto al traslape de acero en elementos verticales no se debe realizar en el primer entrepiso.
- ii. No se debe realizar traslapes de acero en zonas confinadas (extremo de soleras y columnas).

## 2.3. Definición de términos básicos

### 2.3.1. Optimización

Es mejorar un proceso con el motivo de lograr un objetivo, por ejemplo, la optimización en ingeniería es mejorar el rendimiento de los procesos.

### 2.3.2. Acero de refuerzo

Llamado también armadura o varilla de refuerzo, es usado en mayor porcentaje en la construcción civil. Estas son incorporadas en elementos de concreto (vigas, columnas, placas, losas y otros) con la finalidad de aumentar la capacidad de carga y resistencia (tensiones y esfuerzos). En el mercado se puede encontrar barras lisas o corrugadas.



### **2.3.3. Diámetro de acero de refuerzo**

En términos generales se refiere al grosor del acero de refuerzo y comúnmente está en unidades de pulgadas. Es muy importante en el diseño estructural para determinar la resistencia y capacidad de carga en una estructura de concreto. Además, el diámetro hace mención a la sección transversal de la barra.

### **2.3.4. Corte de acero de refuerzo**

Se refiere a la acción de preparar barras de acero de diferentes dimensiones requeridas por el diseño estructural. Estas barras cortadas son empleadas en los elementos estructurales (vigas, columnas, placas, losas y otros).

### **2.3.5. Parámetro**

Un parámetro se utiliza para describir y dar una información para comprender y analizar un sistema.

### **2.3.6. Contratista**

Es una persona o empresa que tiene la responsabilidad de realizar un trabajo. Las responsabilidades que puede tener son la planificación, gestión de proyecto, provisión de mano de obra, provisión de materiales y provisión de equipo con la finalidad de realizar el trabajo tal como indica en el contrato.

### **2.3.7. Metrado**

Este término se utiliza en el mundo de la construcción para medir y cuantificar los elementos de un proyecto de construcción (materiales, áreas, longitudes, volúmenes y otros). Además, el metrado ayuda en el control de costos, programación y gestión de los recursos en la etapa de construcción.

### **2.3.8. Metodología**

Se centra en la descripción y explicación de procesos para realizar una investigación de una manera sistemática. Además, la metodología es muy importante para la confiabilidad de los resultados.

### **2.3.9. Habilitado de acero de refuerzo**

Es la actividad de preparar las varillas de acero de refuerzo en la estructura de concreto de acuerdo al diseño estructural.

### **2.3.10. Empalme de acero de refuerzo**

Es la acción de unir dos varillas de acero de refuerzo para garantizar una unión continua en una estructura de concreto. Es así, existen diferentes maneras de realizar dicha unión continua por ejemplo traslape, soldadura y acoplamiento mecánico, todas estas deben cumplir una correcta conexión y respetar el diseño estructural.

### **2.3.11. Anclaje de acero de refuerzo**

Es colocar las barras de acero de refuerzo en una estructura de concreto para tener una unión resistente y fija. Estas pueden estar ganchos, pernos de anclaje, dobleces mecánicos y otros. Además, obedecen al diseño estructural.

### **2.3.12. Eficiencia**

Es la obtención de los mejores resultados con los recursos disponibles, es decir, es cumplir una tarea o actividad con la menor cantidad de recursos.

### **2.3.13. Rendimiento en la construcción**

Es la eficiencia y productividad con que se realiza un proyecto de construcción, para ello influye los recursos (mano de obra, materiales y equipo). Además, se puede evaluar mediante el cumplimiento de plazos, eficiencia de costos, calidad de trabajo, seguridad en trabajo, utilización de recursos y sostenibilidad.

### **2.3.14. Elongación de acero de refuerzo**

Se refiere al alargamiento deformación o estiramiento del material antes de alcanzar su fractura. Además, la elongación mide la ductilidad del acero de refuerzo.

# CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

## 3.1. Descripción de los proyectos

Los proyectos consisten en dos edificaciones multifamiliares ejecutadas por la empresa INVERSIONES COPACABANA REG S.R.L. (RUC 20563876094) con subcontrata de las partidas más incidentes, tal es el caso del acero de refuerzo.

### 3.1.1. Proyecto 01

El proyecto 01 es una edificación multifamiliar de 09 niveles. Área total techada 1340 m<sup>2</sup>

**Nombre de la obra:** Vivienda multifamiliar – Residencial los Jazmines de Copacabana

**Ubicación:** Urbanización La Florida A.V Las Gardenias y J.R Los Jazmines Lote K-10

**Distrito:** Wánchaq

**Provincia:** Cusco

**Departamento:** Cusco

**Propietario:** Inversiones Copacabana REG S.R.L

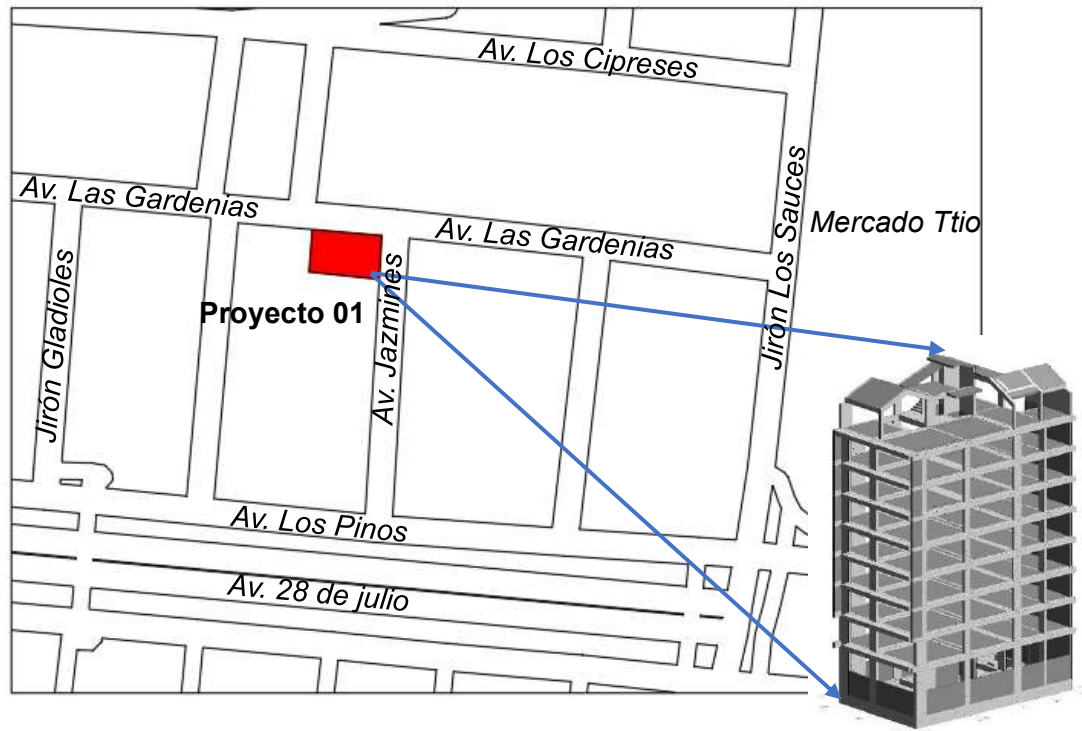
**Constructor:** Inversiones Copacabana REG S.R.L

**Inicio de ejecución del casco estructural:** 15 de mayo del 2023

**Fin de ejecución del casco estructural:** 09 de septiembre del 2023

**Figura 19**

*Ubicación de Proyecto 01*



*Nota.* Vivienda multifamiliar Residencial Jazmines de Copacabana. Fuente: Elaboración Propia.

### **3.1.2. Proyecto 02**

El proyecto 02 es una edificación multifamiliar de 02 sótanos más 9 niveles. Área total techada 3024.50 m<sup>2</sup>

**Nombre de la obra:** Vivienda multifamiliar – Residencial Francisco de Copacabana

**Ubicación:** Urbanización San Francisco, Esquina entre Jr. Libertad y Calle Honor, Mz. J, Lt. 11

**Distrito:** Wánchaq

**Provincia:** Cusco

**Departamento:** Cusco

**Propietario:** Inversiones Copacabana REG S.R.L

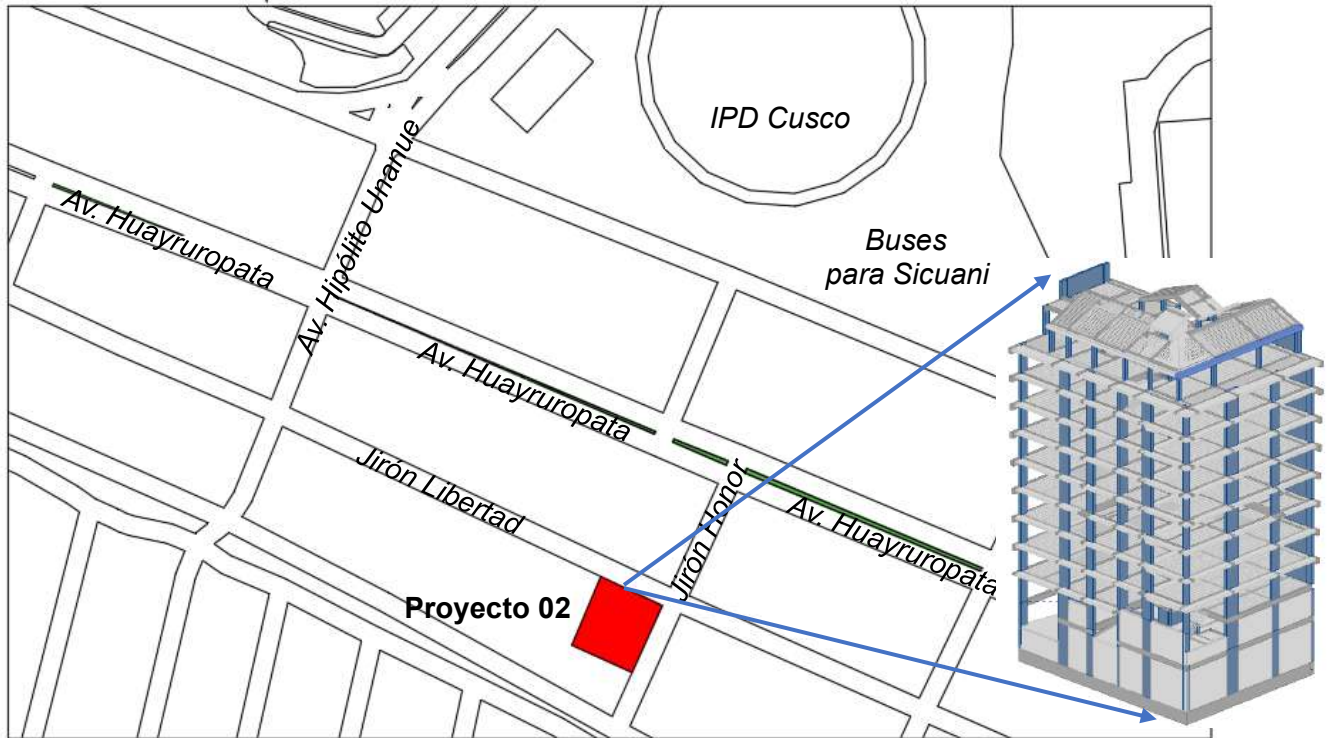
**Constructor:** Inversiones Copacabana REG S.R.L

**Inicio de ejecución del casco estructural:** 15 diciembre del 2023

Fin de ejecución del casco estructural: 22 de mayo del 2024

## Figura 20

Ubicación de Proyecto 02



Nota. Vivienda multifamiliar Residencial Francisco de Copacabana. Fuente: Elaboración Propia.

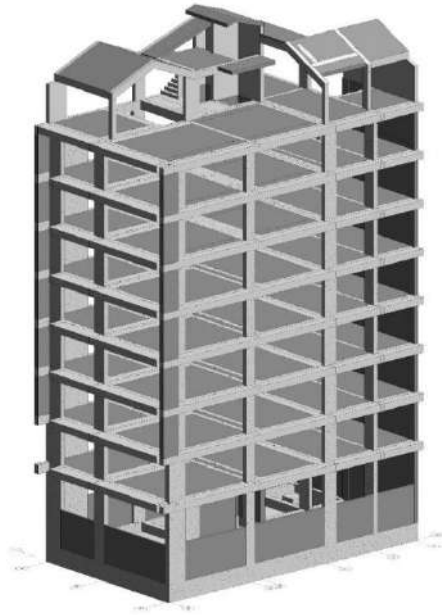
## 3.2. Descripción de desarrollo de la investigación

### 3.2.1. Desarrollo de modelado

Para el modelado se hizo uso del software REVIT 2024, esta se empieza con el modelado de la estructura de concreto usando las familias que contiene el software, definiendo losa de cimentación, vigas de cimentación, columnas y placas, escaleras y cubierta.

## Figura 21

*Modelo 3D*

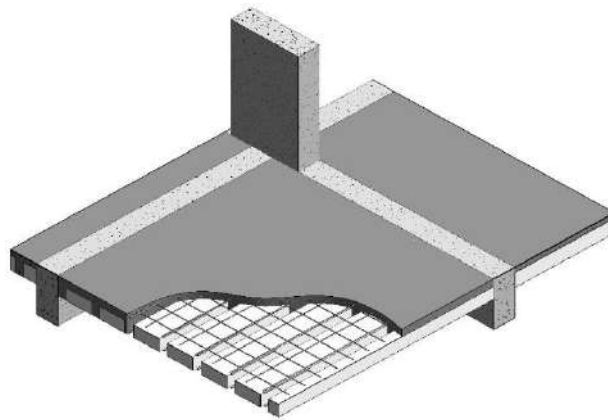


*Nota.* Modelo de estructura elaborado en el software REVIT 2024. Fuente: propia

Para el colocado de acero a un nivel de detalle alto, es necesario definir las viguetas en las losas aligeradas

## Figura 22

*Modelo de losa aligerada LOD 400*



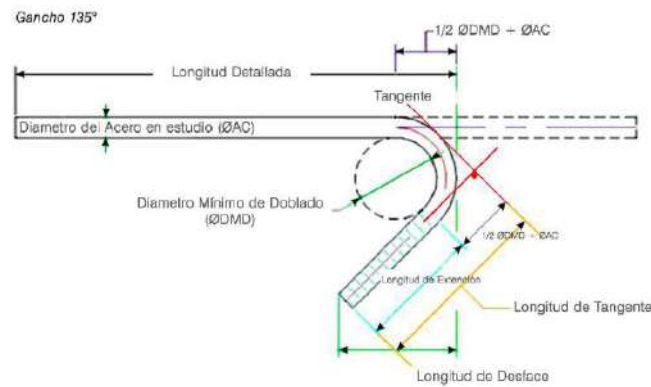
*Nota.* Fuente: propia

Seguidamente se realiza las configuraciones del acero de refuerzo como las longitudes de ganchos y diámetros de doblado acordes a la norma E.060 para cada diámetro de varilla de acero.

Ttica Gonzalez, (2021) en su tesis de investigación, detalla la forma en la que REVIT considera las longitudes de ganchos y realiza una corrección acorde a la norma E-060 según la siguiente relación.

**Figura 23**

*Configuración de longitud de gancho*



Nota. Fuente: Adaptado de (Ttica Gonzalez, 2021)

$$\text{Longitud de Tangente (Revit 2024)} = LnE.060 + \frac{1}{2} \phi MD + \phi AC$$

Las longitudes de doblado y diámetro de ganchos quedan según la siguiente tabla

Según la norma E.060 los valores son como muestra la tabla 10.

**Tabla 10**

*Valores de longitudes de gancho según la norma E.060*

Tipo de gancho	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
Estándar 90°	11.43	15.24	19.05	22.86	30.48
Estándar 180°	6.5	6.5	6.5	7.62	10.16
Estribo/Tirante 90°	5.72	7.62	9.53	22.86	30.48
Estribo/Tirante 135°	5.72	7.62	9.53	11.43	15.24
Sísmico de estribo 135°	7.62	10.16	12.7	15.24	20.32

Nota. Fuente: propia

Para las consideraciones del programa REVIT se usa la siguiente configuración.

**Tabla 11**

*Configuración de longitudes de gancho para el uso en el programa Revit*

<i>Tipo de gancho</i>	<i>3/8"</i>	<i>1/2"</i>	<i>5/8"</i>	<i>3/4"</i>	<i>1"</i>
<i>Estándar 90°</i>	<i>15.24</i>	<i>20.32</i>	<i>25.4</i>	<i>30.48</i>	<i>40.64</i>
<i>Estándar 180°</i>	<i>10.31</i>	<i>11.58</i>	<i>12.85</i>	<i>15.24</i>	<i>20.32</i>
<i>Estribo/Tirante 90°</i>	<i>8.57</i>	<i>11.43</i>	<i>14.29</i>	<i>19.05</i>	<i>25.40</i>
<i>Estribo/Tirante 135°</i>	<i>8.57</i>	<i>11.43</i>	<i>14.29</i>	<i>19.05</i>	<i>25.40</i>
<i>Sísmico de estribo 135°</i>	<i>10.48</i>	<i>13.97</i>	<i>17.46</i>	<i>22.86</i>	<i>30.48</i>

*Nota.* Fuente: propia

Con tales consideraciones la configuración del acero de refuerzo, se realizará en el software Revit 2024.

### **3.2.1.1. Configuraciones de varilla de acero**

Realizar las configuraciones en el programa Revit es muy necesario para realizar correctamente un modelado de acero y todo bajo la norma E. 060.

#### **3.2.1.1.1. Acero de 3/8"**

Las siguientes figuras muestran los datos o valores necesarios en la configuración del acero de refuerzo de 3/8", así como el diámetro de doblado y las longitudes de gancho.



**Figura 24**

*Configuración de diámetro de doblado Ø3/8"*

Propiedades de tipo

Familia: Familia de sistema: Barra de armadura Cargar...

Tipo: Ø 3/8 Duplicar...

Cambiar nombre...

Parámetros de tipo

Parámetro	Valor	=
<b>Construcción</b>		
Deformación	Deformado	
Peso Nominal	0.560 kg/m	
<b>Gráficos</b>		
Subcategoría	Ninguno	
<b>Materiales y acabados</b>		
Material	<Por categoría>	
<b>Cotas</b>		
Diámetro de barra de modelo	0.0095 m	
Diámetro de barra	0.0095 m	
Diámetro de curvatura estándar	0.0572 m	
Diámetro de curvatura de gancho	0.0572 m	
Diámetro de curvatura de estribo	0.0381 m	
Longitudes de gancho	Editar...	
Radio máximo de curvatura	18.0000 m	

*Nota.* Parámetros y valores. Fuente: propia

**Figura 25**

*Configuración de Longitud de gancho Ø3/8"*

Rebar Hook Lengths

Rebar Bar: Ø 3/8 Rebar Bar: 0.0095 m

Rebar Hook Length can be automatically calculated based on the Rebar Hook Extension Multiplier property, or the Hook Length can be manually overridden here. The Offset Length is optional and is only used for scheduling

Rebar Hook Type	Auto Calculation	Hook Length	Tangent Length	Offset Length
<input checked="" type="checkbox"/> Rebar Hook 90	<input type="checkbox"/>	0.1524 m	0.1524 m	
<input checked="" type="checkbox"/> Standard - 90 deg.	<input type="checkbox"/>	0.1524 m	0.1524 m	
<input checked="" type="checkbox"/> Standard - 180 deg.	<input type="checkbox"/>	10.3386 m	10.3100 m	0.0790 m
<input checked="" type="checkbox"/> Stirrup/Tie - 90 deg.	<input type="checkbox"/>	0.0857 m	0.0857 m	
<input checked="" type="checkbox"/> Stirrup/Tie - 135 deg.	<input type="checkbox"/>	0.0847 m	0.0857 m	0.0557 m
<input checked="" type="checkbox"/> Stirrup/Tie Seismic - 13	<input type="checkbox"/>	0.1040 m	0.1050 m	0.0557 m

OK Cancel

*Nota.* Parámetros y valores. Fuente: propia

**3.2.1.1.2. Acero de 1/2"**

Las siguientes figuras muestran los datos o valores necesarios en la configuración del acero de refuerzo de 1/2", así como el diámetro de doblado y las longitudes de gancho.

**Figura 26**

*Configuración de diámetro de doblado Ø1/2"*

Propiedades de tipo

Familia: Barra de sistema: Barra de armadura Cargar...

Tipo: Ø 1/2 Duplicar... Cambiar nombre...

Parámetros de tipo

Parámetro	Valor
<b>Construcción</b>	
Deformación	Deformado
Peso Nominal	0.994 kg/m
<b>Gráficos</b>	
Subcategoría	Ninguno
<b>Materiales y acabados</b>	
Material	<Por categoría>
<b>Cotas</b>	
Diámetro de barra de modelo	0.0127 m
Diámetro de barra	0.0127 m
Diámetro de curvatura estándar	0.0762 m
Diámetro de curvatura de gancho	0.0762 m
Diámetro de curvatura de estribo	0.0508 m
Longitudes de gancho	Editar...
Radio máximo de curvatura	18.0000 m

*Nota.* Parámetros y valores. Fuente: propia

**Figura 27**

*Configuración de Longitud de gancho Ø1/2"*

Rebar Hook Lengths

Rebar Bar: Ø 1/2 Rebar Bar: 0.0127 m

Rebar Hook Length can be automatically calculated based on the Rebar Hook Extension Multiplier property, or the Hook Length can be manually overridden here. The Offset Length is optional and is only used for scheduling

Rebar Hook Type	Auto Calculation	Hook Length	Tangent Length	Offset Length
<input checked="" type="checkbox"/> Rebar Hook 90	<input type="checkbox"/>	0.2030 m	0.2030 m	
<input checked="" type="checkbox"/> Standard - 90 deg.	<input type="checkbox"/>	0.2030 m	0.2030 m	
<input checked="" type="checkbox"/> Standard - 180 deg.	<input type="checkbox"/>	0.1540 m	0.1160 m	0.1054 m
<input checked="" type="checkbox"/> Stirrup/Tie - 90 deg.	<input type="checkbox"/>	0.1140 m	0.1140 m	
<input checked="" type="checkbox"/> Stirrup/Tie - 135 deg.	<input type="checkbox"/>	0.1126 m	0.1140 m	0.0739 m
<input checked="" type="checkbox"/> Stirrup/Tie Seismic - 13	<input type="checkbox"/>	0.1386 m	0.1400 m	0.0739 m

OK Cancel

*Nota.* Parámetros y valores. Fuente: propia

### 3.2.1.1.3. Acero de 5/8"

Las siguientes figuras muestran los datos o valores necesarios en la configuración del acero de refuerzo de 5/8", así como el diámetro de doblado y las longitudes de gancho.

**Figura 28**

*Configuración de diámetro de doblado Ø5/8"*

Propiedades de tipo

Familia: Familia de sistema: Barra de armadura Cargar...

Tipo: Ø 5/8 Duplicar... Cambiar nombre...

Parámetros de tipo

Parámetro	Valor	=
<b>Construcción</b>		
Deformación	Deformado	
Peso Nominal	1.552 kg/m	
<b>Gráficos</b>		
Subcategoría	Ninguno	
<b>Materiales y acabados</b>		
Material	<Por categoría>	
<b>Cotas</b>		
Diámetro de barra de modelo	0.0159 m	
Diámetro de barra	0.0159 m	
Diámetro de curvatura estándar	0.0953 m	
Diámetro de curvatura de gancho	0.0953 m	
Diámetro de curvatura de estribo	0.0635 m	
Longitudes de gancho	Editar...	
Radio máximo de curvatura	18.0000 m	

*Nota.* Parámetros y valores. Fuente: propia

**Figura 29**

*Configuración de Longitud de gancho Ø5/8"*

Rebar Hook Lengths

Rebar Bar: Ø 5/8 Rebar Bar: 0.0159 m

Rebar Hook Length can be automatically calculated based on the Rebar Hook Extension Multiplier property, or the Hook Length can be manually overridden here. The Offset Length is optional and is only used for scheduling

Rebar Hook Type	Auto Calculation	Hook Length	Tangent Length	Offset Length
<input checked="" type="checkbox"/> Rebar Hook 90	<input type="checkbox"/>	0.2540 m	0.2540 m	
<input checked="" type="checkbox"/> Standard - 90 deg.	<input type="checkbox"/>	0.2540 m	0.2540 m	
<input checked="" type="checkbox"/> Standard - 180 deg.	<input type="checkbox"/>	0.1766 m	0.1290 m	0.1268 m
<input checked="" type="checkbox"/> Stirrup/Tie - 90 deg.	<input type="checkbox"/>	0.1430 m	0.1430 m	
<input checked="" type="checkbox"/> Stirrup/Tie - 135 deg.	<input type="checkbox"/>	0.1412 m	0.1430 m	0.0929 m
<input checked="" type="checkbox"/> Stirrup/Tie Seismic - 13	<input type="checkbox"/>	0.1732 m	0.1750 m	0.0929 m

OK Cancel

*Nota.* Parámetros y valores. Fuente: propia

### 3.2.1.1.4. Acero de 3/4"

Las siguientes figuras muestran los datos o valores necesarios en la configuración del acero de refuerzo de 3/4", así como el diámetro de doblado y las longitudes de gancho.

**Figura 30**

*Configuración de diámetro de doblado Ø3/4"*

The 'Propiedades de tipo' dialog box is shown with the following settings:

- Familia: Familia de sistema: Barra de armadura
- Tipo: Ø 3/4

**Parámetros de tipo**

Parámetro	Valor
<b>Construcción</b>	
Deformación	Deformado
Peso Nominal	2.235 kg/m
<b>Gráficos</b>	
Subcategoría	Ninguno
<b>Materiales y acabados</b>	
Material	<Por categoría>
<b>Cotas</b>	
Diámetro de barra de modelo	0.0191 m
Diámetro de barra	0.0191 m
Diámetro de curvatura estándar	0.1140 m
Diámetro de curvatura de gancho	0.1140 m
Diámetro de curvatura de estribo	0.1140 m
Longitudes de gancho	Editar...
Radio máximo de curvatura	18.0000 m

*Nota.* Parámetros y valores. Fuente: propia

**Figura 31**

*Configuración de Longitud de gancho Ø3/4"*

The 'Rebar Hook Lengths' dialog box shows the following configuration:

- Rebar Bar: Ø 3/4
- Rebar Bar: 0.0191 m

Rebar Hook Length can be automatically calculated based on the Rebar Hook Extension Multiplier property, or the Hook Length can be manually overridden here. The Offset Length is optional and is only used for scheduling

Rebar Hook Type	Auto Calculation	Hook Length	Tangent Length	Offset Length
<input checked="" type="checkbox"/> Rebar Hook 90	<input type="checkbox"/>	0.3050 m	0.3050 m	
<input checked="" type="checkbox"/> Standard - 90 deg.	<input type="checkbox"/>	0.3050 m	0.3050 m	
<input checked="" type="checkbox"/> Standard - 180 deg.	<input type="checkbox"/>	0.2090 m	0.1520 m	0.1532 m
<input checked="" type="checkbox"/> Stirrup/Tie - 90 deg.	<input type="checkbox"/>	0.1910 m	0.1910 m	
<input checked="" type="checkbox"/> Stirrup/Tie - 135 deg.	<input type="checkbox"/>	0.1957 m	0.1910 m	0.1170 m
<input checked="" type="checkbox"/> Stirrup/Tie Seismic - 13	<input type="checkbox"/>	0.2337 m	0.2290 m	0.1170 m

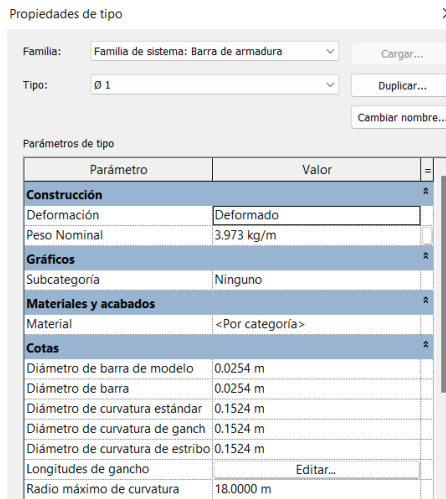
*Nota.* Parámetros y valores. Fuente: propia

### 3.2.1.1.5. Acero de 1"

Las siguientes figuras muestran los datos o valores necesarios en la configuración del acero de refuerzo de 1", así como el diámetro de doblado y las longitudes de gancho.

**Figura 32**

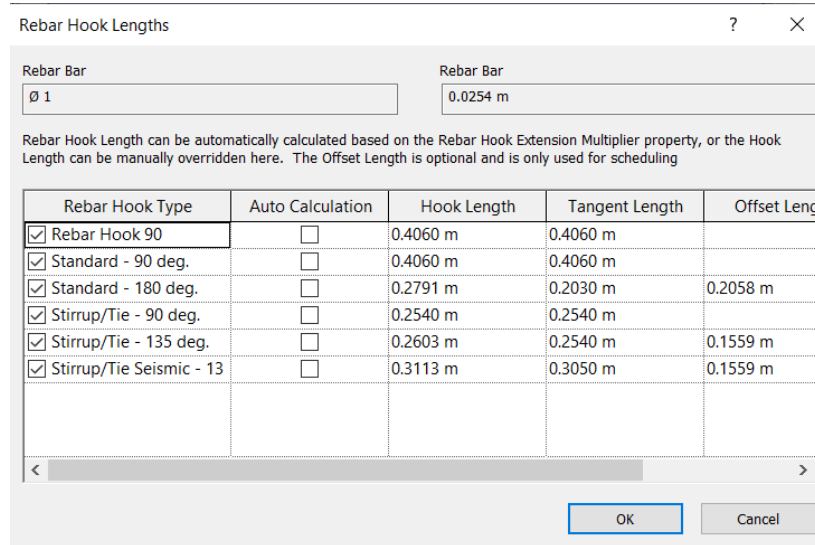
*Configuración de diámetro de doblado Ø3/8"*



*Nota.* Parámetros y valores. Fuente: propia

**Figura 33**

*Configuración de Longitud de gancho Ø1"*



*Nota.* Parámetros y valores. Fuente: propia

### 3.2.1.2. Patrones de color para cada tipo de acero

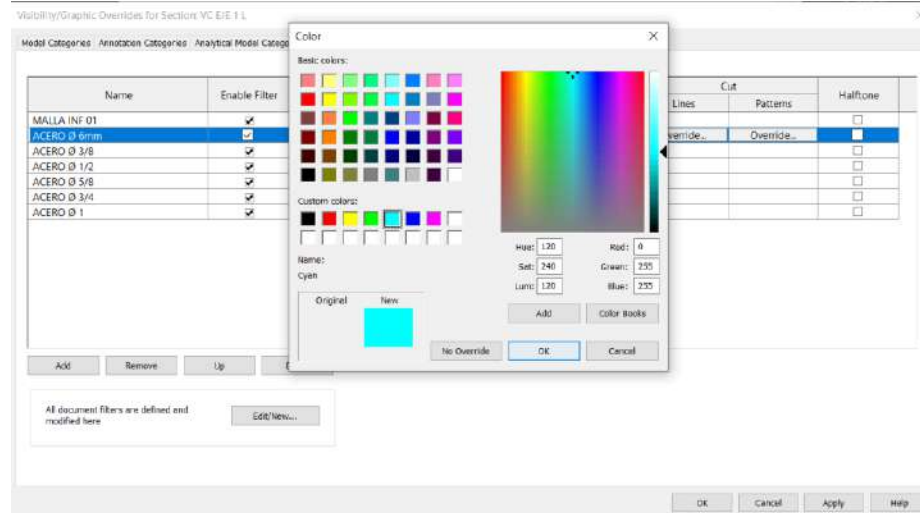
Definimos patrones de color para cada diámetro de acero comercial empleado en el proyecto, con la finalidad de visualizar con un detalle más alto y realizar un modelado ordenado.

### 3.2.1.2.1. Acero de 6mm

Para este tipo de barra de acero se usó el color cian, y la descripción del color según el software Revit 2024 es color RGB: 0, 255, 255. (Ver figura 34)

#### Figura 34

Configuración de color de acero de refuerzo Ø 6mm



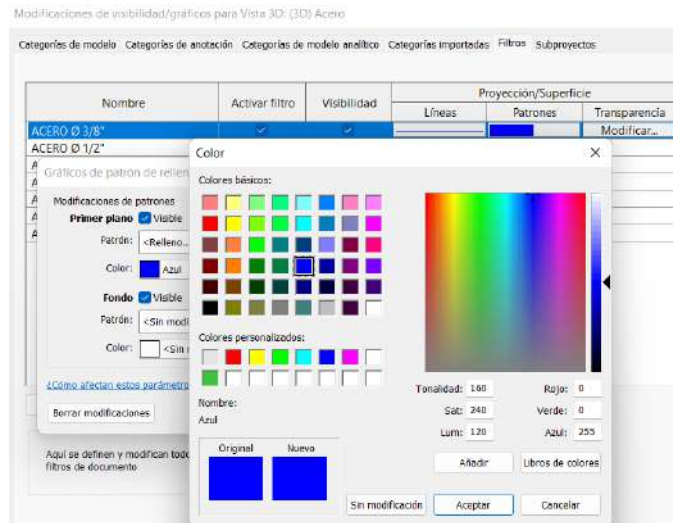
*Nota.* Visualización de colores. Fuente: propia

### 3.2.1.2.2. Acero de 3/8"

Para este tipo de barra de acero se usó el color azul, y la descripción del color según el software Revit 2024 es color RGB: 98,98,255. (Ver figura 35)

**Figura 35**

*Configuración de color de acero de refuerzo Ø3/8”*



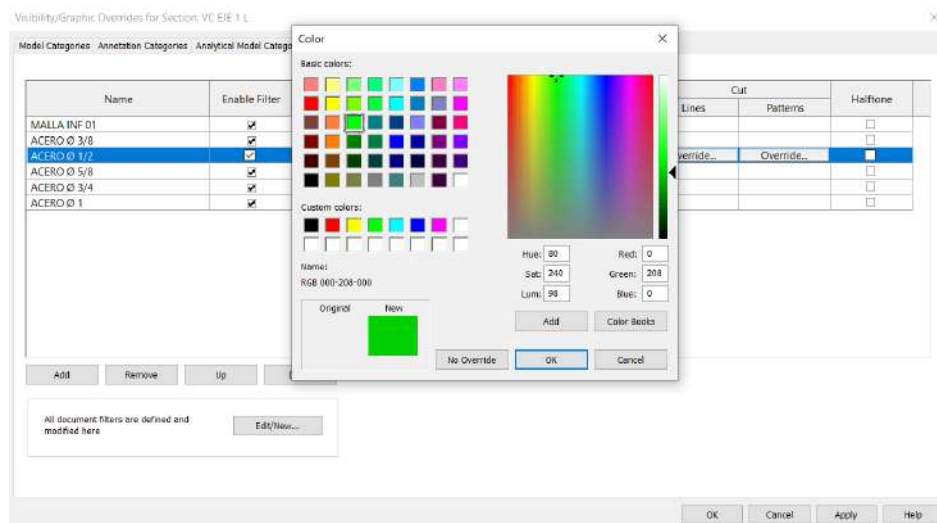
*Nota.* Visualización de colores. Fuente: propia

### 3.2.1.2.3. Acero de 1/2”

Para este tipo de barra de acero se usó el color verde, y la descripción del color según el software Revit 2024 es color RGB: 0, 255, 0. (Ver figura 36)

**Figura 36**

*Configuración de color de acero de refuerzo Ø1/2”*



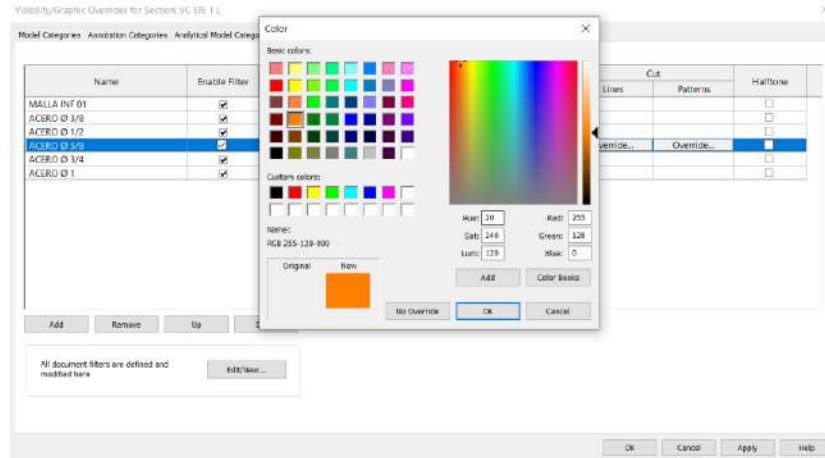
*Nota.* Visualización de colores. Fuente: propia

### 3.2.1.2.4. Acero de 5/8"

Para este tipo de barra de acero se usó el color naranja, y la descripción del color según el software Revit 2024 es color RGB: 255, 128, 0. (Ver figura 37)

**Figura 37**

*Configuración de color de acero de refuerzo Ø5/8"*



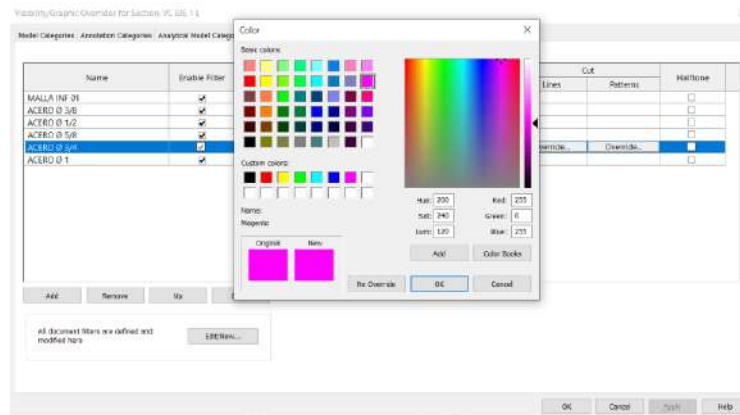
*Nota.* Visualización de colores. Fuente: propia

### 3.2.1.2.5. Acero de 3/4"

Para este tipo de barra de acero se usó el color magenta, y la descripción del color según el software Revit 2024 es color RGB: 255, 0, 255. (Ver figura 38)

**Figura 38**

*Configuración de color de acero de refuerzo Ø3/4"*



*Nota.* Visualización de colores. Fuente: propia

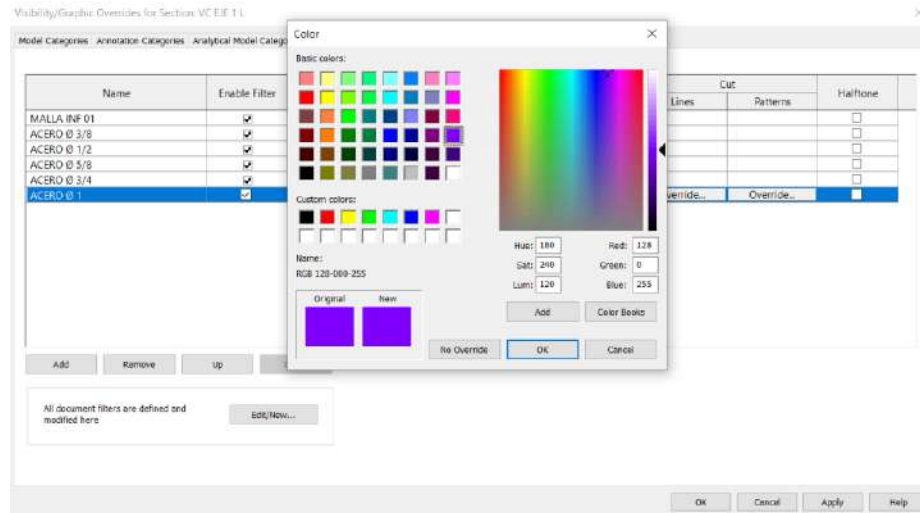


### 3.2.1.2.6. Acero de 1”

Para este tipo de barra de acero se usó el color violeta, y la descripción del color según el software Revit 2024 es color RGB: 128, 0, 255. (Ver figura 39)

#### Figura 39

*Configuración de color de acero de refuerzo Ø1”*



*Nota:* Visualización de colores. Fuente: propia

### 3.2.1.3. Configuración de parámetros

Seguidamente se crean parámetros para organizar la información y que facilite realizar los planos de detalle y despiece del acero.

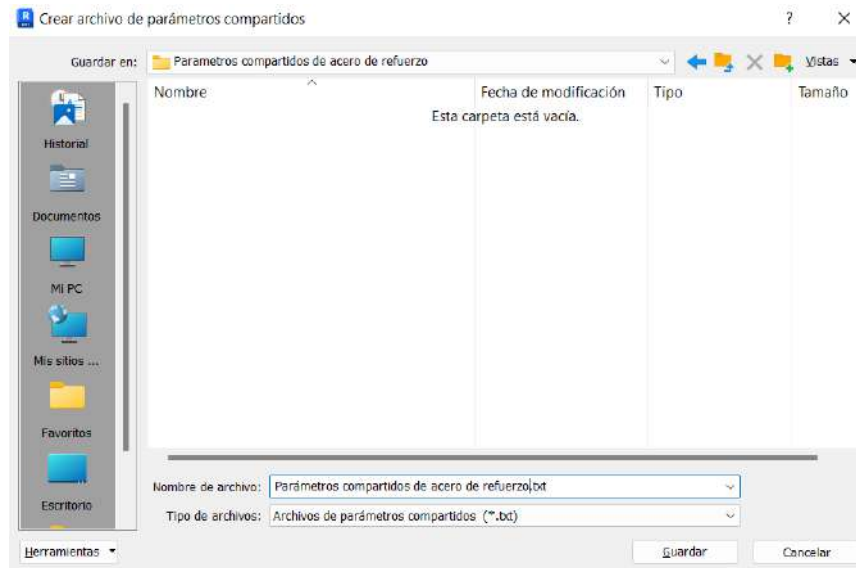
#### 3.2.1.3.1. Parámetros compartidos

Se crean parámetros compartidos para el acero que son comunes a todos los proyectos que se abren con el programa.

En primera instancia se crea un archivo en donde se guardará el para compartido, es muy importante ser ordenado al realizar el modelado en el programa Revit.

## Figura 40

### Creación de un archivo para el parámetro compartido

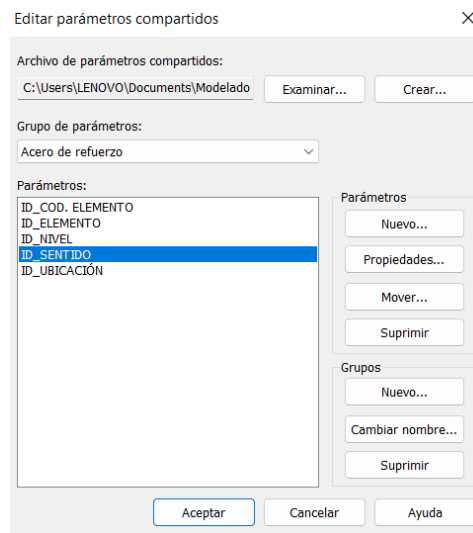


*Nota.* Elaboración propia

Se debe organizar un grupo de parámetros, con la finalidad de tener un orden para su fácil uso en el modelado.

## Figura 41

### Creación de parámetros dentro de un grupo de parámetro

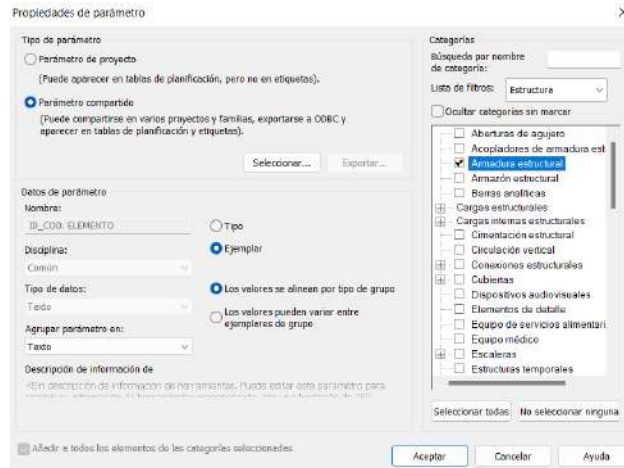


*Nota.* Elaboración propia

En la siguiente figura se muestra las propiedades de parámetro, en esta etapa se elige la ubicación del parámetro, para su fácil manejo en el interfaz del modelado.

**Figura 42**

*Configuración de propiedades de parámetro*

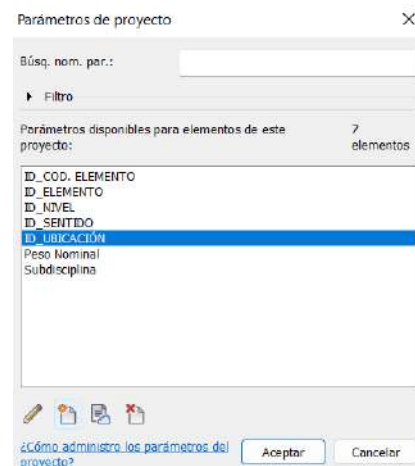


*Nota.* Elaboración propia

En esta figura a continuación se muestra los parámetros que se utilizaran en el modelado, cada uno de estas facilitaran en la organización de cuantificaciones, planos de detalle y otros.

**Figura 43**

*Parámetros empleados en el modelado*



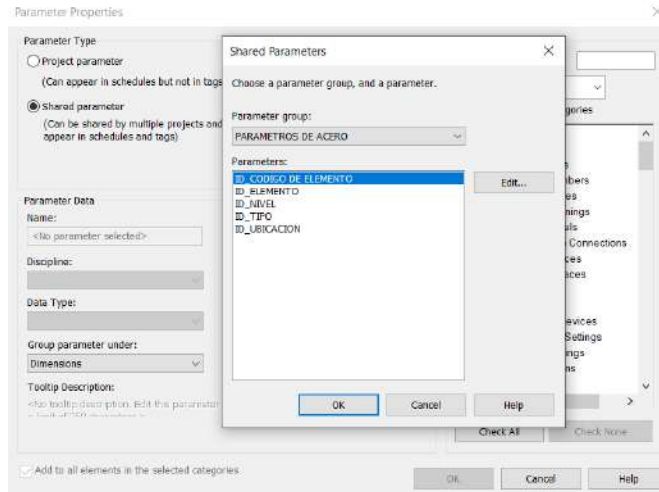
*Nota.* Elaboración propia

### 3.2.1.3.2. Parámetros de proyecto

Se crean parámetros de proyecto en la pestaña manage en base a los parámetros compartidos creados anteriormente.

**Figura 44**

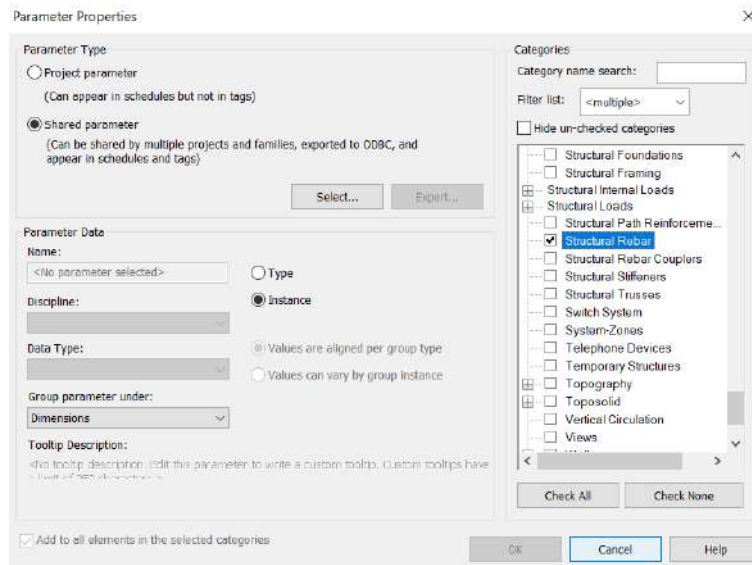
*Selección de parámetros de proyecto*



Nota. Elaboración propia

**Figura 45**

*Configuración de parámetros de proyecto*



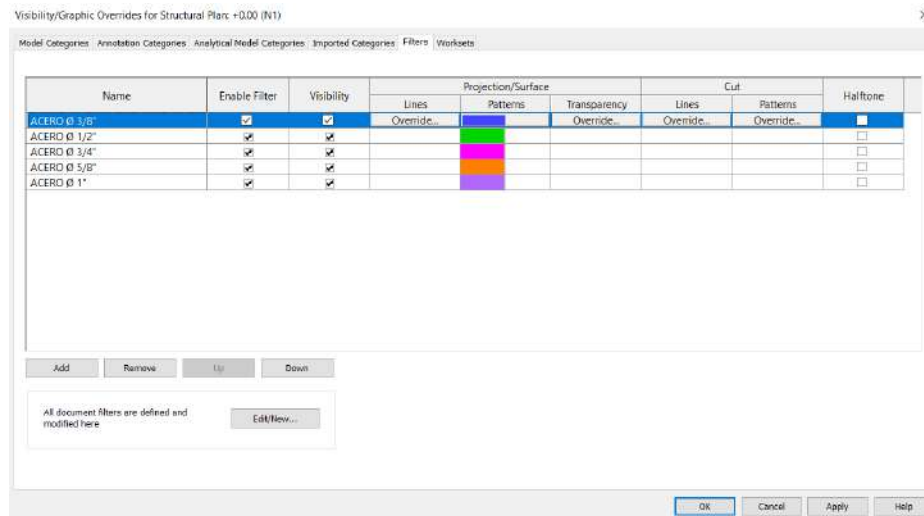
Nota. Elaboración propia

### 3.2.1.4. Configuración de filtros

Creamos filtros con el patrón de colores asignados a cada diámetro de varilla de acero de refuerzo. Con esta configuración se podrá visualizar el modelado de acero a mayor detalle. Además, será muy importante para la elaboración de planos de detalle.

#### Figura 46

*Asignación de filtro de color para cada tipo de acero de refuerzo*



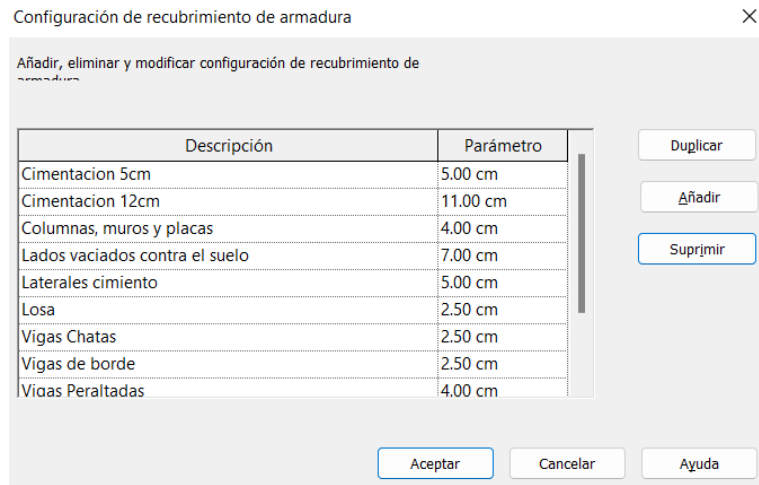
*Nota.* Elaboración propia

### 3.2.1.5. Configuración de recubrimientos

Se configura los recubrimientos para cada tipo de elemento estructural acorde a las especificaciones técnicas del proyecto.

**Figura 47**

*Configuración de recubrimiento para los elementos estructurales*



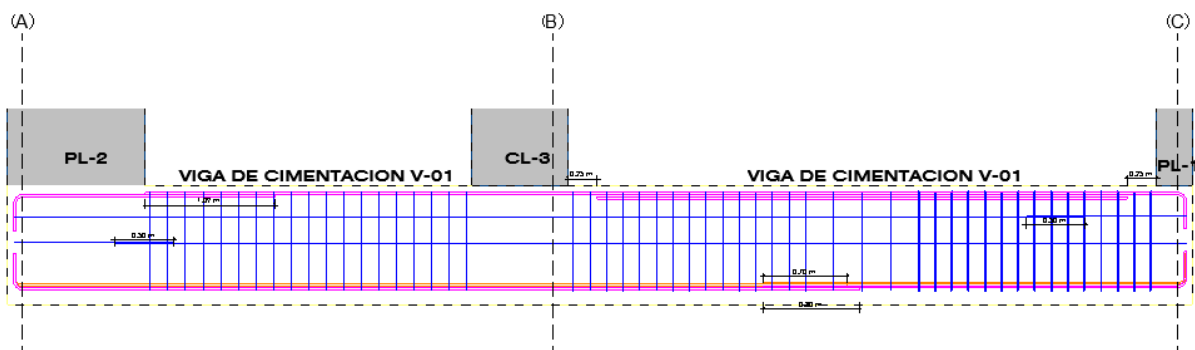
*Nota.* Elaboración propia

**3.2.1.6. Modelado de acero**

**3.2.1.6.1. Modelado de acero en vigas de cimentación**

**Figura 48**

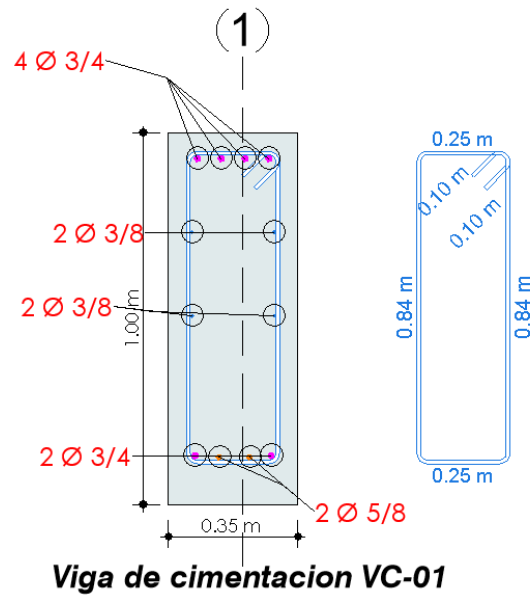
*Modelado de acero en vigas de cimentación*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 49**

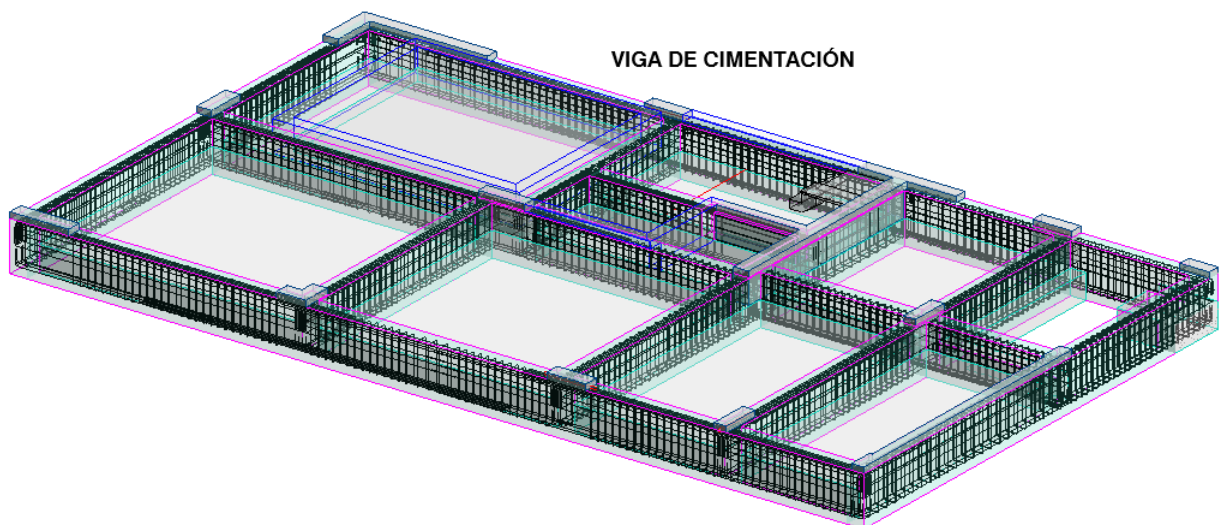
*Modelado de acero en viga de cimentación - sección transversal*



*Nota: Elaboración propia*

**Figura 50**

*Modelado de acero en viga de cimentación (global)*

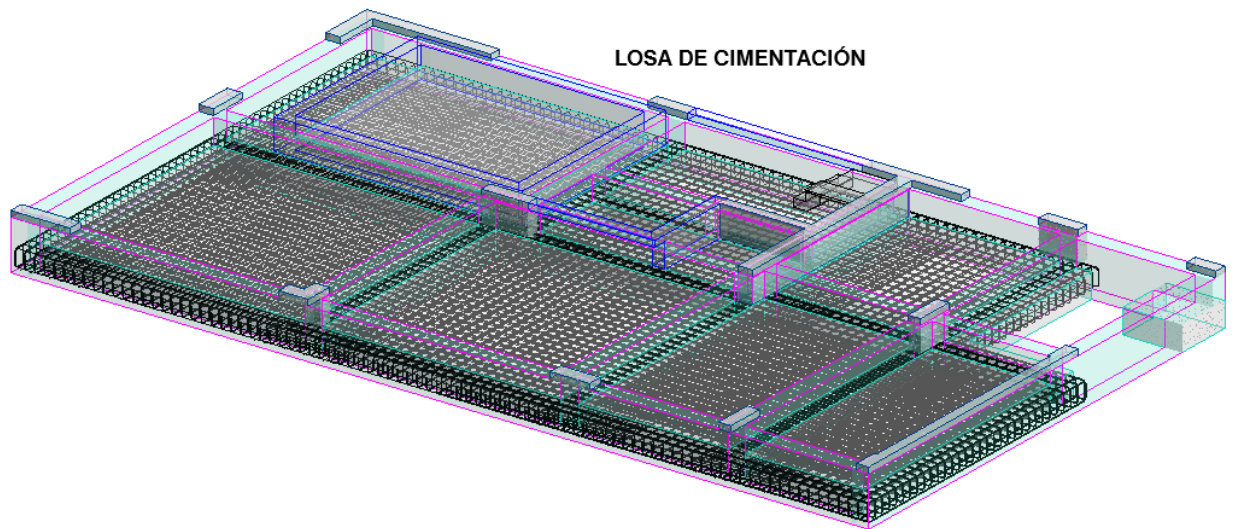


*Nota. Elaboración propia*

### 3.2.1.6.2. Modelado de acero en losa de cimentación

**Figura 51**

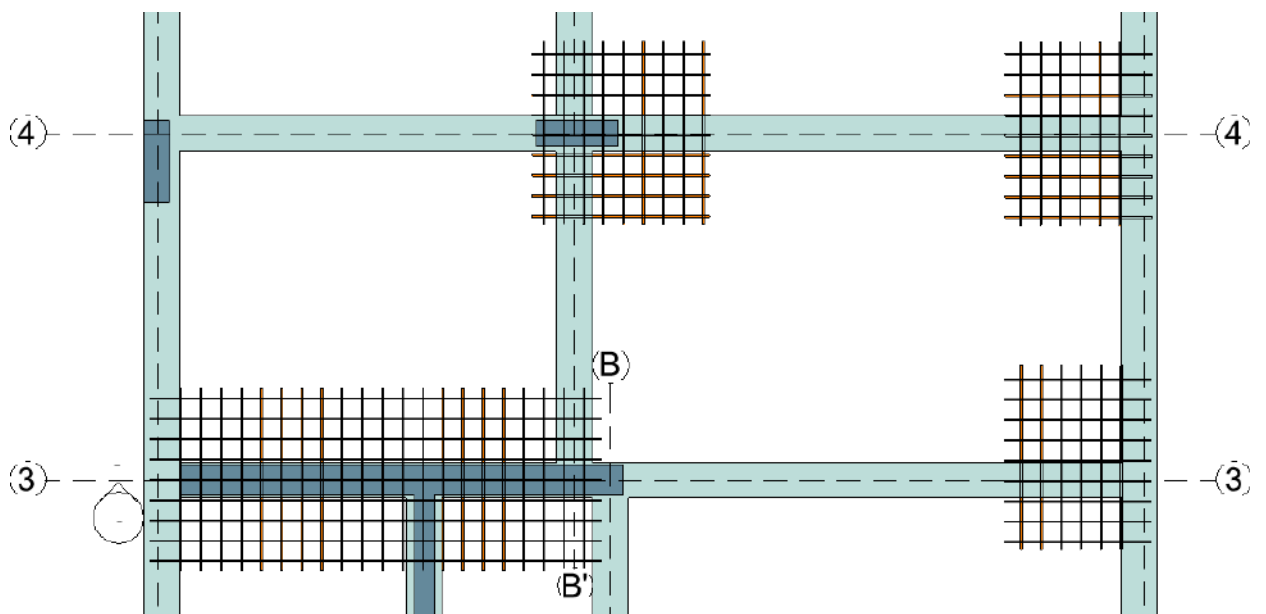
*Modelado de acero en losa de cimentación (global)*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 52**

*Modelado de losa de cimentación (Refuerzo de malla inferior)*

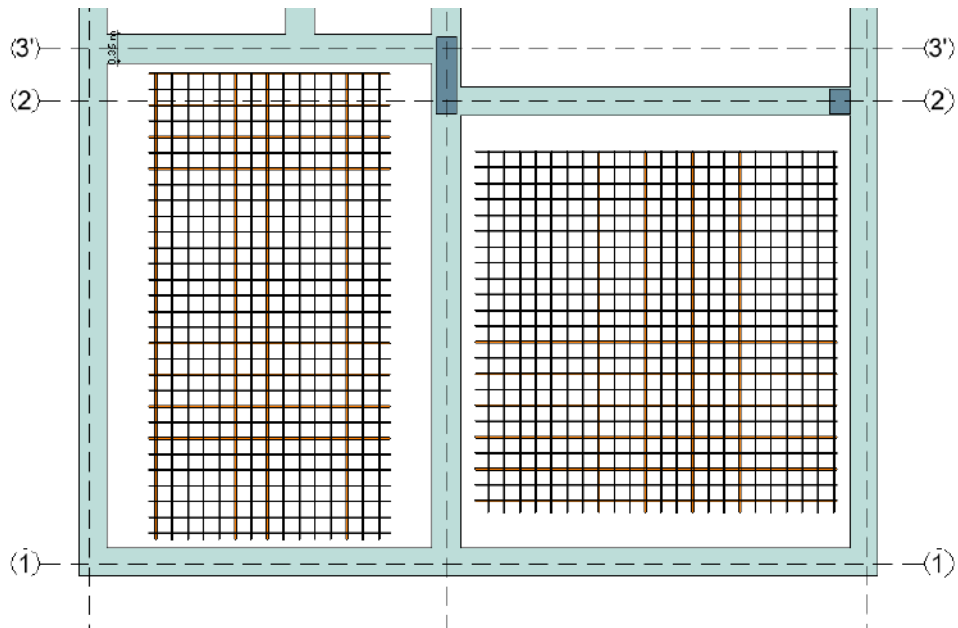


*Nota.* Elaboración propia



**Figura 53**

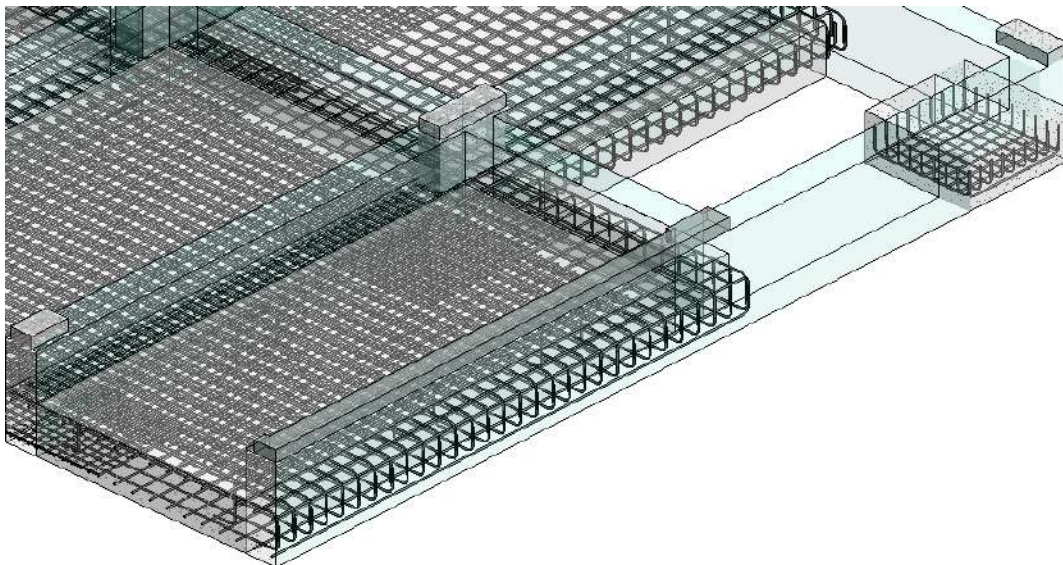
*Modelado de losa de cimentación (Refuerzo de malla superior)*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 54**

*Modelado de losa de cimentación (Detalle)*

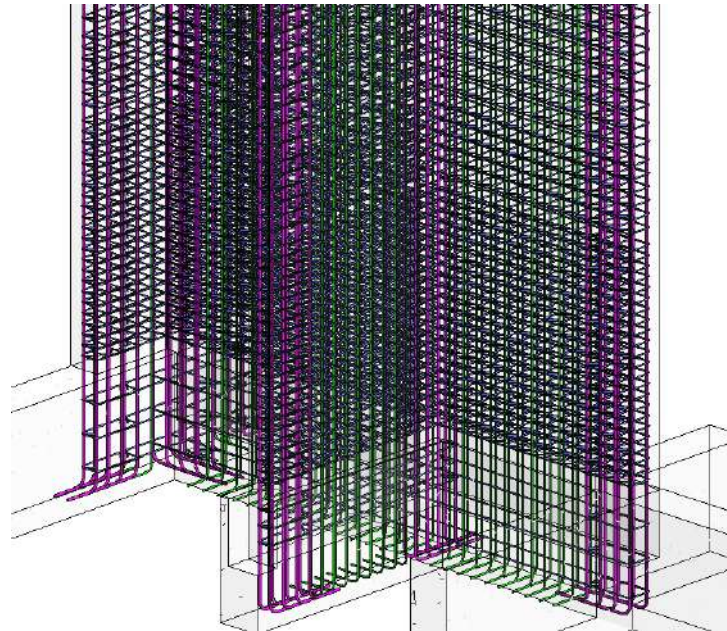


*Nota.* Elaboración propia

**3.2.1.6.3. Modelado de acero en placas**

**Figura 55**

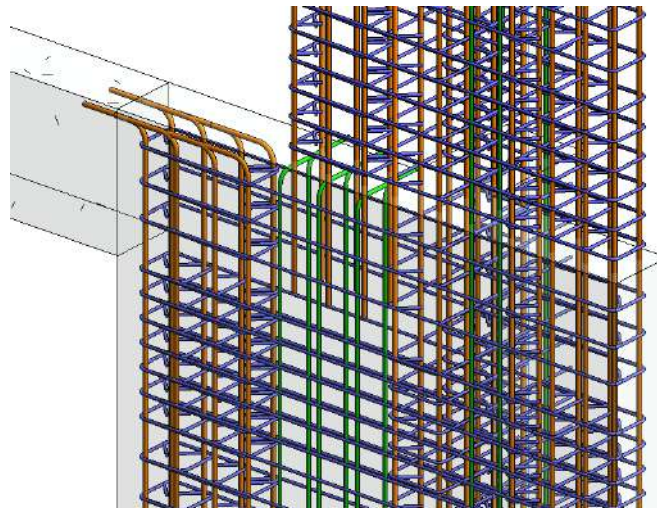
*Modelado de acero en placas (Detalle de barras longitudinales al inicio)*



*Nota. Elaboración propia*

**Figura 56**

*Modelado de acero en placas (Detalle de finalización de barra longitudinal)*

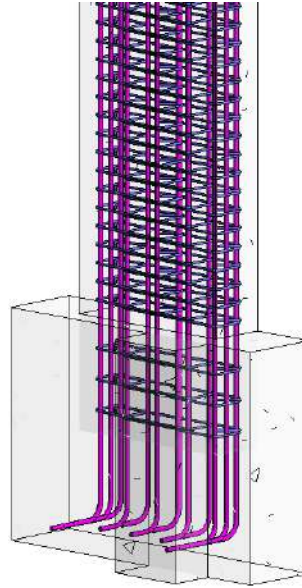


*Nota. Elaboración propia*

#### 3.2.1.6.4. Modelado de acero en columnas

**Figura 57**

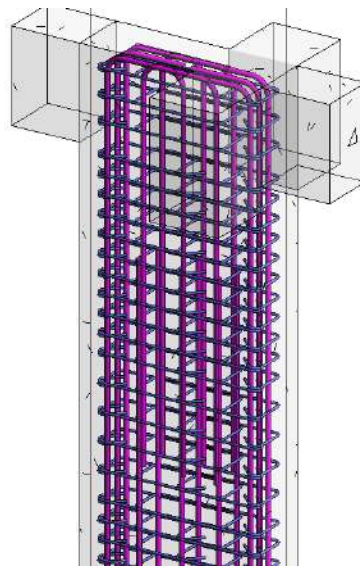
*Modelado de acero en columnas (Detalle de barras longitudinales al inicio)*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 58**

*Modelado de acero en columnas (Detalle de finalización de barra longitudinal)*

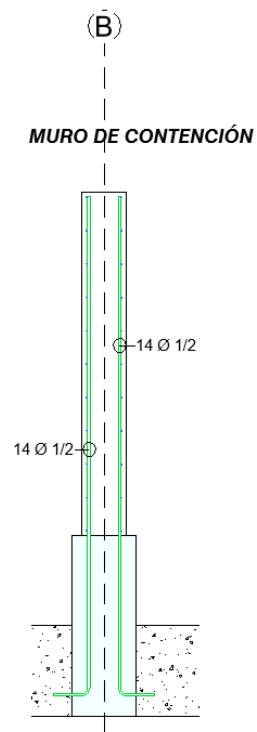


*Nota.* Elaboración propia

### 3.2.1.6.5. Modelado de acero en muro de contención

**Figura 59**

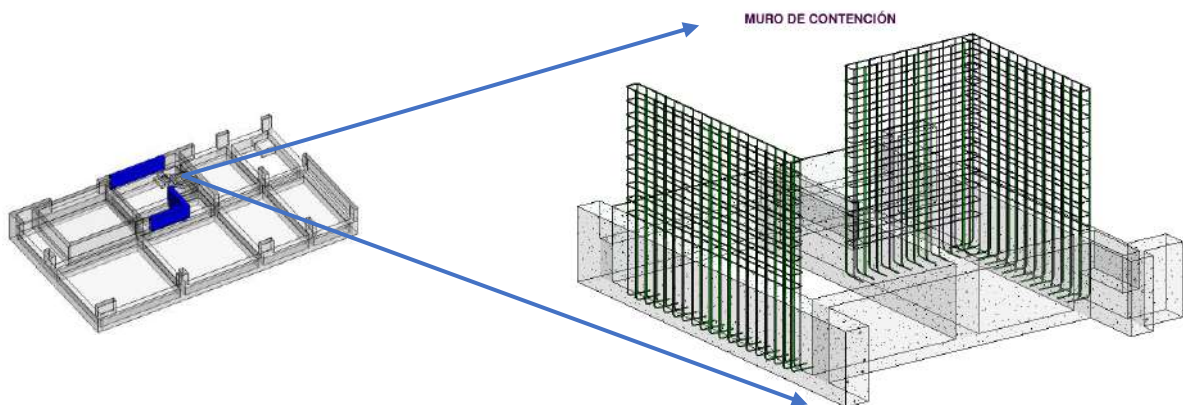
*Modelado de acero en muro de contención (detalle)*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 60**

*Modelado de acero en muro de contención (global)*

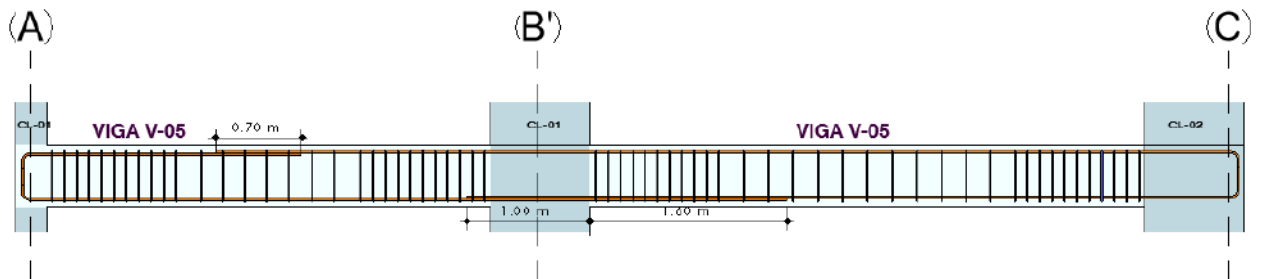


*Nota.* Elaboración propia

### 3.2.1.6.6. Modelado de acero en vigas

**Figura 61**

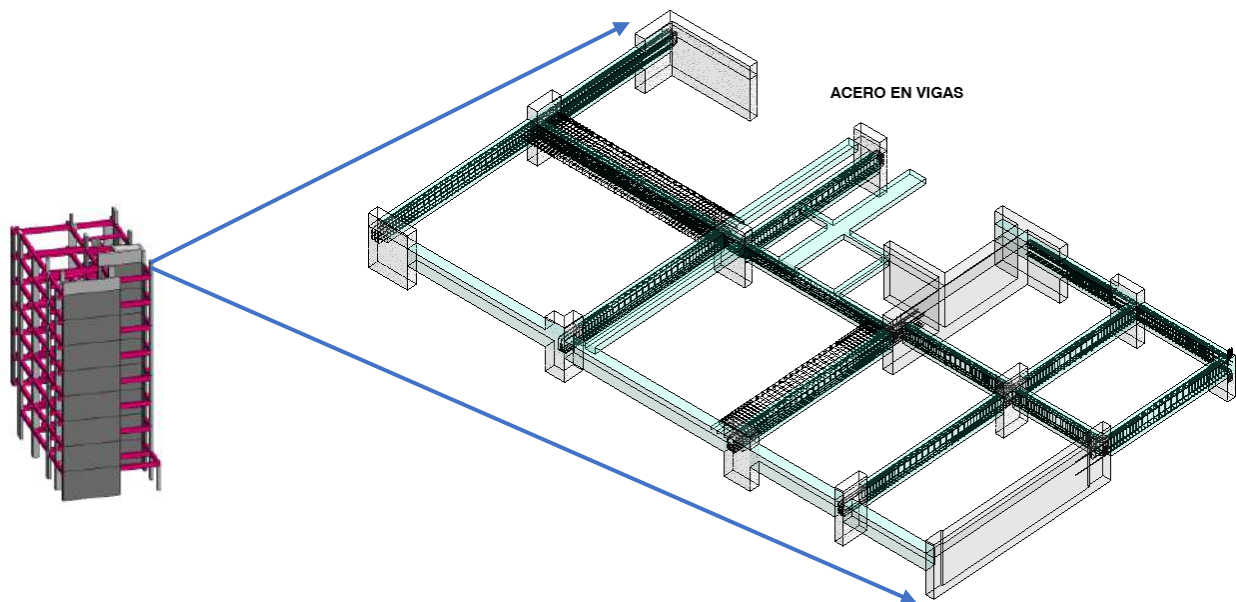
*Modelado de acero en vigas (Detalle)*



*Nota. Elaboración propia*

**Figura 62**

*Modelado de acero en vigas (global)*

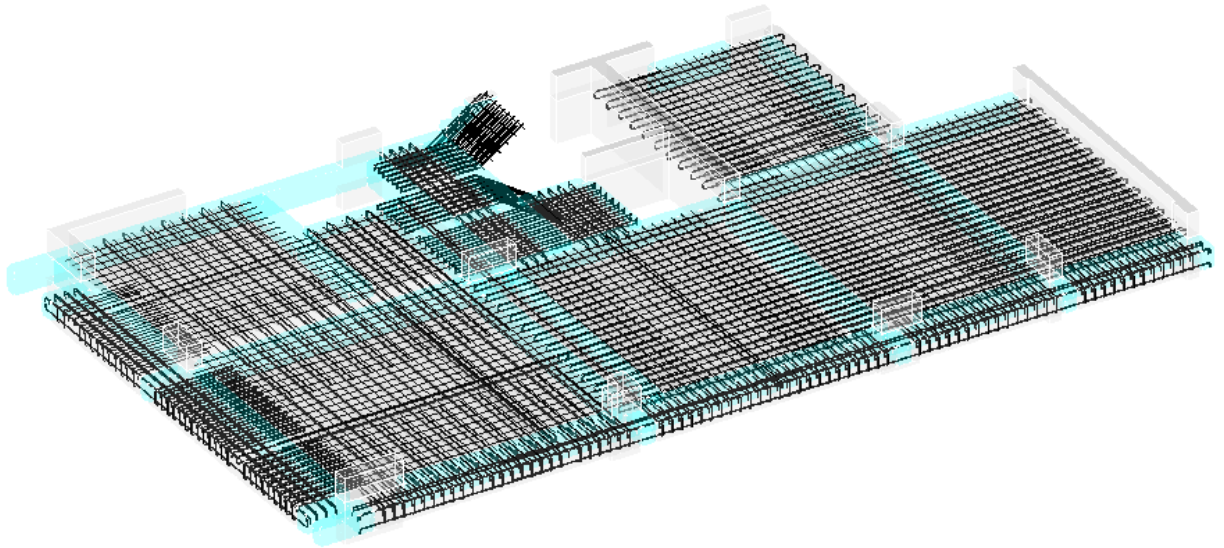


*Nota. Elaboración propia*

### 3.2.1.6.7. Modelado de acero en losa

**Figura 63**

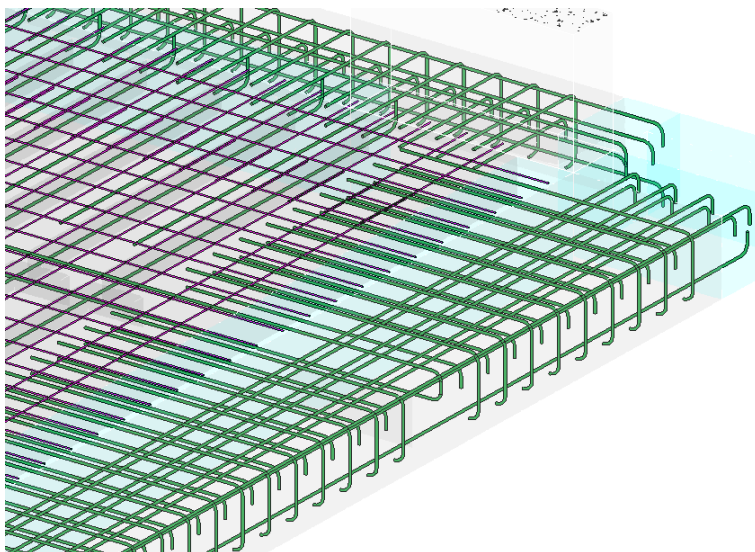
*Modelado de acero en losa (global)*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 64**

*Modelado de acero en losa (Detalle)*

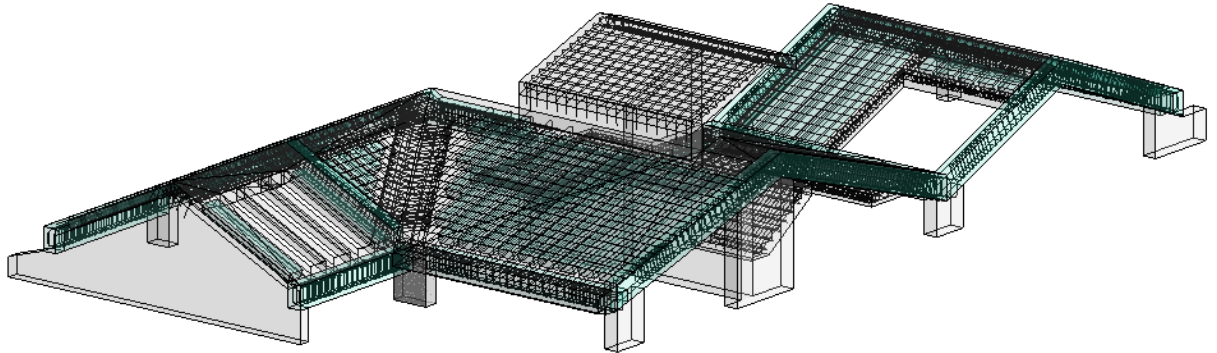


*Nota.* Elaboración propia

### 3.2.1.6.8. Modelado de acero en techo

**Figura 65**

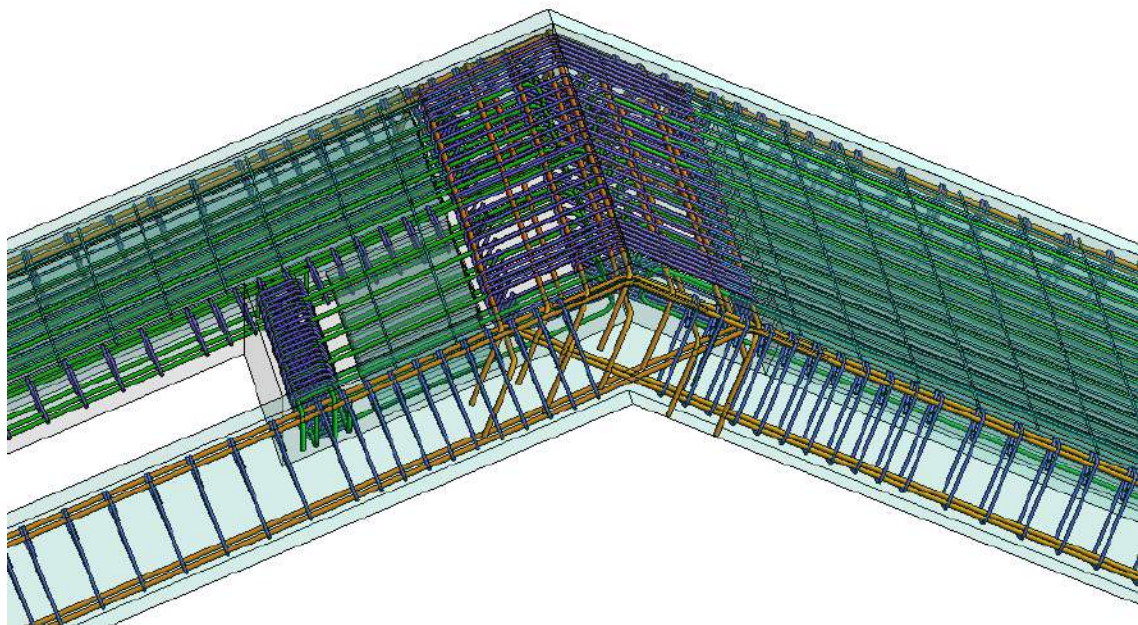
*Modelado de acero en techo (global)*



*Nota. Elaboración propia*

**Figura 66**

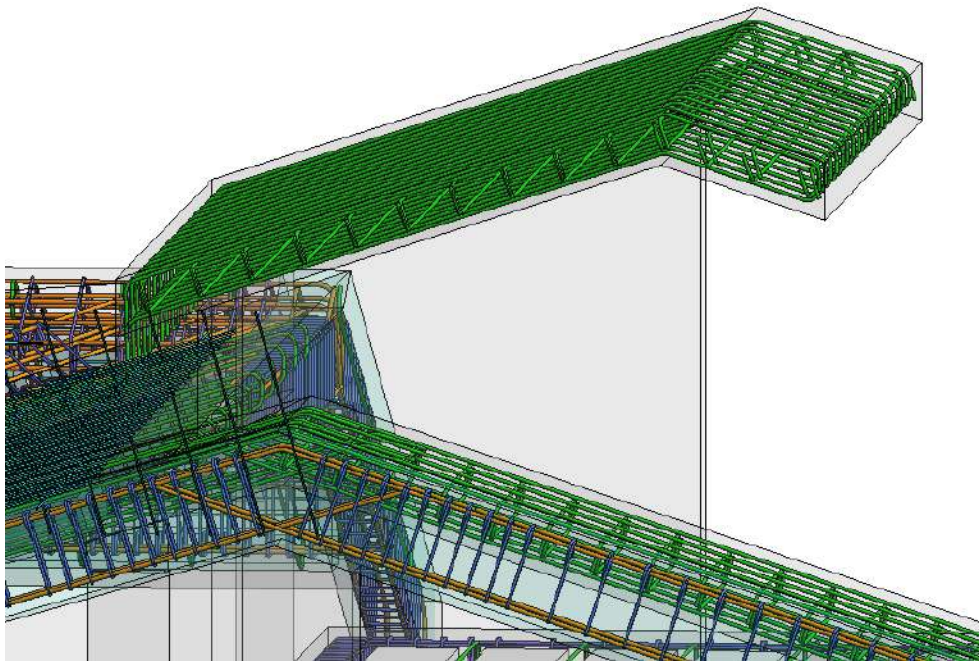
*Modelado de acero en techo (detalle de cumbrera)*



*Nota. Elaboración propia*

## Figura 67

*Modelado de acero en techo (detalle)*



*Nota.* Elaboración propia

### 3.2.1.7. Codificación de acero por elemento

La implementación del método de despiece pre ejecución requiere de una ingeniería a detalle en los planos estructurales que incluya la información necesaria para que la ejecución tenga la mínima variabilidad y se evite la falta de información que conlleve a reducir la productividad.

Este método también implica manejar una gran cantidad de inventario que consiste en piezas de diferentes dimensiones, esta lista de piezas, denominada lista de despiece debe estar adecuadamente codificada, y esta codificación debe ir señalada detalladamente en los planos estructurales a modo de un manual con la cual ensamblar todo el acero que van en los diferentes elementos estructurales. Esta codificación debe ser común a todos los elementos estructurales y tener una estructura única.



VC01 S1 B

**VC** → Elemento

**01** → Número de elemento o ubicación de elemento

**S1** → Ubicación de la pieza

**B** → Tipo de gancho de la pieza

**Elemento:** Se usa una abreviatura que ayuda a identificar el tipo de elemento, así se

tiene:

**VC:** Viga de cimentación

**LC:** Losa de cimentación

**C:** Columna

**PL:** Placa

**V:** Viga

**VCH:** Vigas chata

**LA:** Losa aligerada

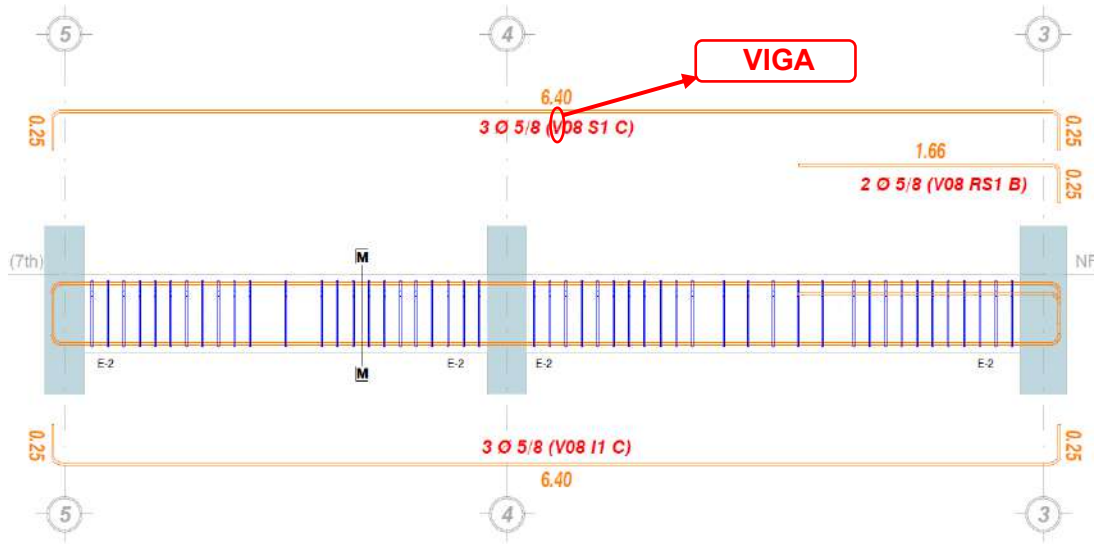
**LM:** Losa maciza

**ES:** Escalera

**TC:** Tanque cisterna

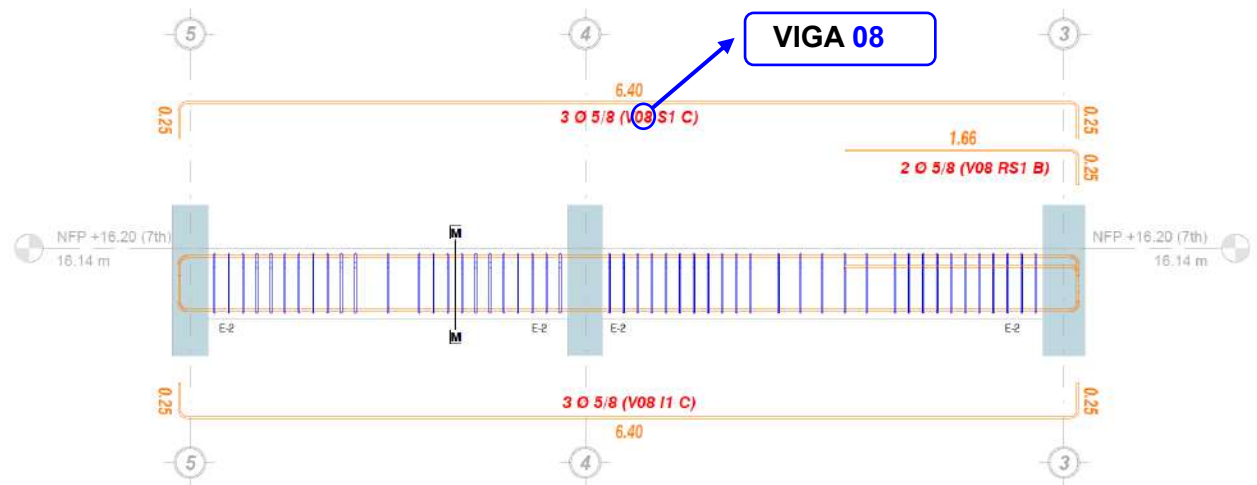
**RM:** Rampa

Ilustración gráfica de elemento:



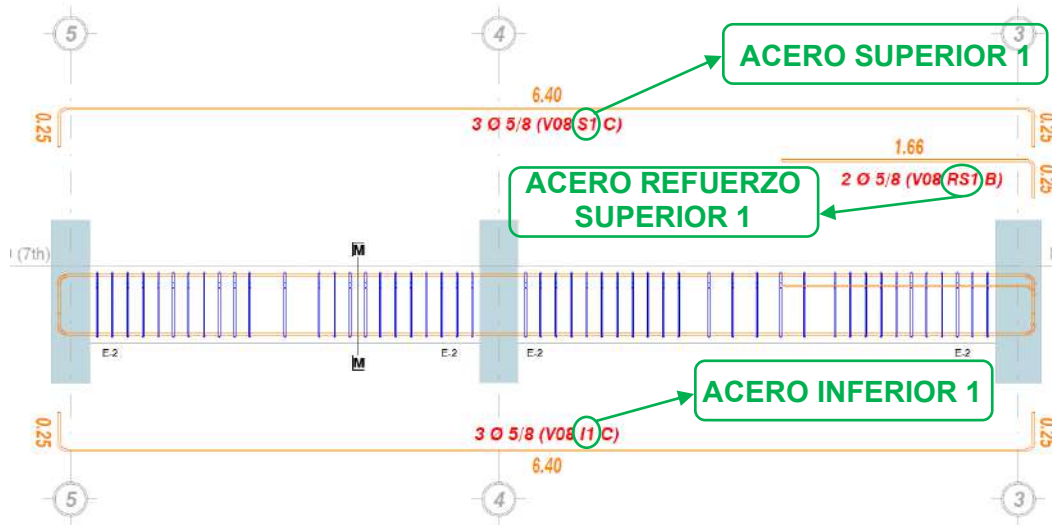
**Número de elemento:** Es el número que acompaña al elemento con la finalidad de diferenciar de otros elementos similares por ejemplo en caso de columnas se tiene, columna 01 (CL01), columna 02 (CL02), columna 03 (CL03), columna 04 (CL04).

Ilustración gráfica de elemento:



**Código de pieza:** Es una descripción alfanumérica que se emplea para localizar de manera precisa una pieza, esta también debe indicar la posición que ocupa pudiendo variar

dependiendo del tipo de elemento, este código alfanumérico consta de una letra que identifica la posición y un número que continúa (de un extremo a otro) dependiendo del número de piezas.



### 3.2.1.7.1. Codificación de ganchos de doblado de acero

Es una descripción alfabética que indica el tamaño de longitud de gancho, para ello se usaran las letras **A**, **B**, **C**, **D**, **E** y **F**.

**A:** Recto

Ø 3/4 - 4.77 m  
4.77

**B:** 1 Gancho normal



**C:** 2 Ganchos normales



**D:** Un gancho de 10 cm



E: Dos ganchos de 10 cm



F: Un gancho de 10 cm y un gancho normal



### 3.2.1.7.2. Descripción de codificación por cada tipo de elemento

#### Codificación de verticales

Para ello se dará el siguiente ejemplo de codificación:

**C01 V1 A**

C01: Columna 01

V1: Acero vertical 1

A: Tipo de doblez de acero

#### Codificación de viga

Para ello se dará el siguiente ejemplo de codificación:

**V04 S1 A**

V04: Viga 04

S1: Acero superior 1

A: Tipo de doblez de acero

#### Codificación de viga chata

Para ello se dará el siguiente ejemplo de codificación:

**VCH04 S1 A**

VCH04: Viga chata 04

S1: Acero superior 1

A: Tipo de doblez de acero

#### **Codificación de viga de cimentación**

Para ello se dará el siguiente ejemplo de codificación:

**VC04 S1 A**

VC04: Viga de cimentación 04

S1: Acero superior 1

A: Tipo de doblez de acero

#### **Codificación de muro de contención**

Para ello se dará el siguiente ejemplo de codificación:

**MC E1 V1 A**

MC E1: Muro de contención eje 1

V1: Acero vertical 1

A: Tipo de doblez de acero

#### **Codificación de losa aligerada**

**LA A S1 D**

LA A: Losa aligerada del sector A

S1: Acero superior 1

D: Tipo de doblez de acero

#### **Codificación de losa maciza**

**LM A S1 D**

LM A: Losa maciza del sector A

S1: Acero superior 1

D: Tipo de doblez de acero

#### **Codificación de losa de cimentación**

## LC X S1 B

LC X: Losa de cimentación en sentido X

S1: Acero superior 1

B: Tipo de doblez de acero

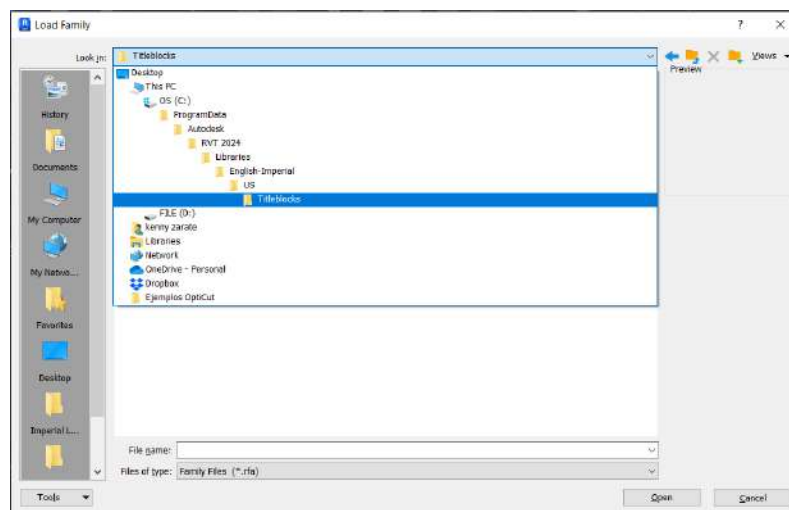
### 3.2.1.8. Desarrollo de planos de detalle

#### 3.2.1.8.1. Configuración de laminas

Para hacer uso de las láminas se busca en la biblioteca de familias de Revit, que se encuentra en la siguiente ubicación.

#### Figura 68

*Ubicación de las familias*



*Nota.* Elaboración propia

Se selecciona y se modifica la familia para colocar el rótulo y ajustes en el tamaño de lámina y contornos.

**Figura 69**

*Configuración de rótulo de lámina*



*Nota.* Elaboración propia

**3.2.1.8.2. Despiece de acero**

La lista de despiece es un resumen de la cantidad de piezas de diferentes tamaños y formas, esta se incluye en los planos de detalle, y para obtener este dato del programa Revit, se añade el campo de Bending Detail en la tabla de cuantificación de modo que se tenga.

**Figura 70**

*Lista de despiece*

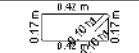
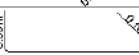
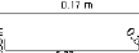
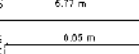
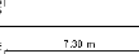

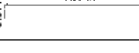

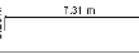
A	B	C	D	E	F	G
NIVEL	DIAMETRO	UBICACION	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA	FORMA
CIMENTACION	Ø 3/8	PL-03	P3 E0.17x0.42	46	1.33 m	Bending Detail
CIMENTACION	Ø 3/8	PL-03	P3 G0.17	68	0.34 m	Bending Detail
CIMENTACION	Ø 3/8	PL-03	P3 G5.77	34	5.94 m	Bending Detail
CIMENTACION	Ø 3/4	PL-03	P3 V1	4	6.91 m	Bending Detail
CIMENTACION	Ø 3/4	PL-03	P3 V2	4	7.56 m	Bending Detail
CIMENTACION	Ø 3/4	PL-03	P3 V3	4	6.91 m	Bending Detail
CIMENTACION	Ø 3/4	PL-03	P3 V4	4	7.56 m	Bending Detail
CIMENTACION	Ø 1/2	PL-03	P3 V5	24	7.48 m	Bending Detail
CIMENTACION	Ø 1/2	PL-03	P3 V6	24	6.53 m	Bending Detail

*Nota.* Elaboración propia

Esta tabla de cuantificación al ser añadida al plano nos muestra las formas con todas las dimensiones necesarias para que sean habilitados.

### Figura 71

*Lista de despiece con dimensiones en la forma*

NIVEL	DIA METRO	UBICACION	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA	FORMA
CIMENTACION	Ø 3/8	PL-03	P3 E0.17x0.42	46	1.33 m	
CIMENTACION	Ø 3/8	PL-03	P3 G0.17	68	0.34 m	
CIMENTACION	Ø 3/8	PL-03	P3 G5.77	34	5.94 m	
CIMENTACION	Ø 3/4	PL-03	P3 V1	4	6.91 m	
CIMENTACION	Ø 3/4	PL-03	P3 V2	4	7.56 m	
CIMENTACION	Ø 3/4	PL-03	P3 V3	4	6.91 m	
CIMENTACION	Ø 3/4	PL-03	P3 V4	4	7.56 m	
CIMENTACION	Ø 1/2	PL-03	P3 V5	24	7.48 m	
CIMENTACION	Ø 1/2	PL-03	P3 V6	24	6.53 m	

*Nota.* Elaboración propia

#### 3.2.1.8.3. Etiquetado de acero

Para el etiquetado de las piezas se hace uso de la familia de etiqueta de acero de refuerzo que se activa al ir al menú anotación, en etiqueta por categoría, se selecciona el elemento estructural y se modifica la familia para que nos muestre la información de interés.

### Figura 72

*Configuración de familia de etiqueta*

**Cantidad Nombre de tipo @Espaciado  
(ID\_CODIGO DE ELEMENTO)**

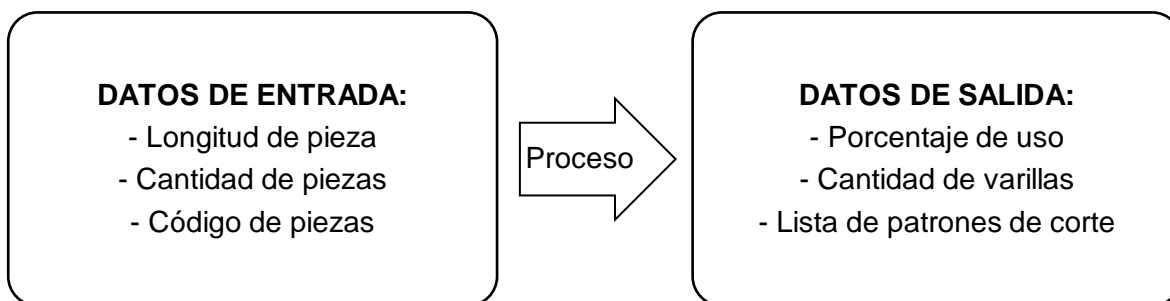
*Nota.* Elaboración propia



### 3.2.2 Procesamiento de datos con CutLogic 1D

Con la finalidad de alcanzar el objetivo se buscó la mejor forma de optimizar el uso de acero de refuerzo. Según investigaciones en campo se encontró métodos manuales, que consistían en reubicar las piezas de corte haciendo uso del programa Autocad, aunque siendo esta una buena alternativa no resulta factible debido al esfuerzo que involucra reacomodar las piezas de manera no automatizada. En busca de algoritmos que ayuden a reacomodar las piezas buscando maximizar su uso se encuentra el uso de operacionalización, siendo que hay programas que emplean estos algoritmos avanzados, para fines de la investigación se tomó la decisión de hacer uso del programa CutLogic 1D que reacomoda las piezas maximizando su uso por consiguiente reduciendo el desperdicio.

Los datos de entrada al programa deben estar bien estructuradas, datos que para esta investigación provienen directamente del programa Revit en donde se estructuró toda la información haciendo uso de parámetros, ayudando de esta manera automatizar los procesos. El programa CutLogic una vez ingresada los datos que son la longitud de la pieza, la cantidad y un código único que ayude a identificar las piezas, nos muestra como dato de salida una lista de gráficos con los patrones de corte para cada diámetro de varilla además la cantidad de varillas mínimas para lograr todas las piezas, esta cantidad va acompañada- de un porcentaje de uso de todas las varillas necesarias.



Mientras se tenga más piezas y variabilidad en las longitudes más posibilidades de optimización existen, sin embargo, el uso de este método genera inventario el cual debe organizarse para evitar desorden que causaría la reducción de la productividad. Se debe tener

en cuenta que el inventario es una forma de desperdicio según la filosofía Lean Construction por ende la forma en la que se organizan las piezas deben ser de acuerdo al proceso constructivo de los elementos estructurales con la finalidad de evitar acumular inventario. Para evitar la acumulación de inventario la optimización de piezas se debe realizar por niveles, agrupando el acero de refuerzo del mismo diámetro de diferentes elementos estructurales.

El programa CutLogic 1D una vez procesada la información nos muestra un gráfico con los patrones de corte. Tal como se muestra el siguiente gráfico.

### Figura 73

*Interfaz gráfica de resultados del programa CutLogic*

Patrones de corte			
Plan #13 - Default - 3/4 (9no)			21/08/2023
Nota 1	Porcentaje de utilización	Coste	1,600.00
Nota 2		Utilización	92.97% 288.00 m
Nota 3	Número de varillas	Util. bruta	92.97% 288.00 m
Nombre		Existencias	32 288.00 m
		Piezas	49 267.74 m
		Patrones	16
		Piezas sin cort	
Ancho del corte	Recorte izquierdo	Largo mín. de sobrante	
Pieza incremento	Recorte derecho	Almacén para sobrante - Default	

*Nota:* Elaboración propia

La figura 74 y 75 muestra los patrones de corte de todas las varillas requeridas, en este cada color representa un tipo de pieza y la parte achurada de color gris representa la longitud no utilizada (desperdicio).

**Figura 74**

*Lista de patrones de corte generadas por el programa CutLogic 1D*

Patrón	Exis. #	Largo	Restos	Repetir	Piezas
1	1	9.00 m		2x	6.60 m + 2.40 m
2	1	9.00 m	0.01 m	1x	6.60 m + 2.39 m
3	1	9.00 m	0.04 m	3x	6.77 m + 2.19 m
4	1	9.00 m	0.05 m	3x	8.95 m
5	1	9.00 m	0.18 m	3x	8.82 m
6	1	9.00 m	0.33 m	3x	6.68 m + 1.99 m
7	1	9.00 m	0.44 m	1x	3.56 m + 2 x 2.50 m

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**Figura 75**

*Lista de patrones de corte generadas por el programa CutLogic 1D*

Patrón	Exis. #	Largo	Restos	Repetir	Piezas
10	1	9.00 m	0.02 m	3x	8.98 m
11	1	9.00 m	0.02 m	3x	8.98 m
12	1	9.00 m	0.02 m	2x	8.98 m
13	1	9.00 m	0.03 m	2x	6.20 m + 2.77 m
14	1	9.00 m	0.05 m	1x	6.83 m + 2.12 m
15	1	9.00 m	0.05 m	1x	6.27 m + 2.68 m
16	1	9.00 m	0.05 m	1x	6.08 m + 2.87 m

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

### **3.2.3. Consideraciones para el habilitado de acero de refuerzo usando el método de despiece**

Para el habilitado de acero de refuerzo en obra se tuvo algunas consideraciones necesarias para su óptima realización como se muestra a continuación.

- Realizar el orden y limpieza del área de habilitado de acero de refuerzo.
- Delimitar el área de habilitado de acero de refuerzo y colocar cinta de seguridad en el perímetro.

- Tener los reportes de CutLogic en físico (Hojas A4). (Ver figura 76)

### **Figura 76**

*Reporte de CutLogic*



*Nota.* Fuente: fotografía propia

- Localizar una zona específica con su respectivo identificador (etiquetas) para cada tipo de elemento estructural. (Ver figura 77 y figura 78)

### **Figura 77**

*Localización de zonas para cada conjunto de piezas proyecto 01.*



*Nota.* Área de habilitado proyecto 01. Fuente: fotografía propia

## Figura 78

*Localización de zonas para cada conjunto de piezas proyecto 02*



*Nota.* Área de habilitado proyecto 02. Fuente: fotografía propia

- El personal debe tener los reportes de CutLogic para su fácil manejo en el habilitado.
- Antes de empezar con el habilitado de acero de refuerzo se dará una inducción por parte del personal técnico a cerca del uso del reporte de CutLogic. (Ver figura 79).

## Figura 79

*Inducción de trabajadores sobre el uso de los reportes de CutLogic*

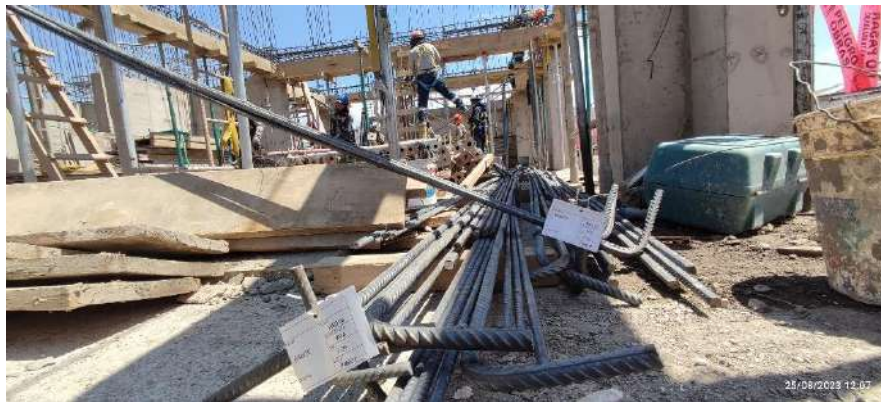


*Nota.* Fuente: fotografía propia

- La cuadrilla óptima para el habilitado de acero de refuerzo son un operario más dos ayudantes, el operario se encarga del doblado de las barras, y los ayudantes del corte y la ubicación de las piezas donde corresponde.
- A medida de tener todas las unidades de un tipo de pieza se debe empaquetar y etiquetar.
- El transporte del conjunto de piezas de acero de refuerzo hasta el lugar de su colocación deberá ir con su etiqueta para su fácil identificación. (Ver figura 80).

### **Figura 80**

#### *Etiquetado de conjunto de piezas*



*Nota.* Fuente: fotografía propia

- Para el colocado se debe tener los planos de detalle donde se señale la ubicación de cada pieza según su código.

## Figura 81

*Planos de detalle en colocado de acero de refuerzo*



*Nota.* Fuente: fotografía propia



## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Resultados de la investigación - proyecto 01

#### 4.1.1. Cantidad de ingreso de acero de refuerzo a obra

Se tiene el ingreso del acero de refuerzo  $f_y=4200 \text{ kg-f/cm}^2$  a la obra que se compró de la empresa Aceros Arequipa S.A. En paquetes que contienen una cantidad determinada dependiendo del diámetro, el mismo es enviado desde la planta central de fundición ubicada en Pisco en la carretera Panamericana Sur kilómetro 241 Paracas Pisco-Ica. La compra de acero se hace acorde al requerimiento en obra, siendo necesario compras a diferentes proveedores debido a la vaga estimación de la cantidad de varillas, siendo que solo se considera un porcentaje de desperdicio fijo. Las entradas se muestran en la tabla 12.

**Tabla 12**

*Ingreso de acero de refuerzo a obra*

<b>INGRESO DE ACERO - CONSTRUCTORA COPACABANA (JAZMINES)</b>				
FECHA	DETALLE	DIAMETRO	LONGITUD	CANTIDAD (vrl)
20/05/2023	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	1248
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	1/2	9m	470
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	5/8	9m	600
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	3/4	9m	216
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	1	9m	75
11/06/2023	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	1/2	9m	470
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	3/4	9m	102
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	5/8	9m	150
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	1	9m	65
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	416
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	6mm	9m	200
26/06/2023	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	6mm	9m	200
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	646
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	1/2	9m	235
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	3/4	9m	102
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	5/8	9m	150
08/07/2023	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	1/2	9m	470
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	3/4	9m	102
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	832
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	5/8	9m	150

	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	6mm	9m	200
11/07/2023	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	3/4	9m	60
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	1/2	9m	150
31/07/2023	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	832
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	1/2	9m	235
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	5/8	9m	150
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	3/4	9m	102
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	6mm	9m	200
15/08/2023	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	5/8	9m	50
17/08/2023	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	600
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	1/2	9m	120
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	5/8	9m	150
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	3/4	9m	50
23/08/2023	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	416
	BARRA DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615/A706 GRADO 60	1/2	9m	232

Nota. Elaboración propia

Al finalizar la etapa de casco estructural se verificó que hubo saldo de acero de refuerzo.

**Tabla 13**

Saldo de acero de refuerzo al término de obra

Tipo	Total (vrll)	Longitud (m)	Longitud Total (m)	Peso Nominal (kg/m)	Total (kg)
3/8	403	9	3627	0.56	2031.12
1/2	27	9	243	0.994	241.54
5/8	18	9	162	1.552	251.42
6mm	158	9	1422	0.222	315.68
<b>TOTAL</b>					<b>2839.77</b>

Nota. Elaboración propia

**Tabla 14**

Resumen de entrada de acero de refuerzo a obra

<b>RESUMEN DE USO DE ACERO EN KILOGRAMO</b>					
TIPO	TOTAL (vrll)	TOTAL (m)	Peso Nominal	TOTAL (kg)	TOTAL (Tn.)
1	140	1260	3.973	<b>5005.98</b>	5.01
3/4	734	6606	2.235	<b>14764.41</b>	14.76
5/8	1382	12438	1.552	<b>19303.78</b>	19.30
1/2	2355	21195	0.994	<b>21067.83</b>	21.07
3/8	4587	41283	0.56	<b>23118.48</b>	23.12
6mm	842	7578	0.222	<b>1682.32</b>	1.68
<b>TOTAL</b>				<b>84942.79</b>	<b>84.94</b>

Nota. Elaboración propia

A continuación, se muestra el kilogramo total de acero de refuerzo utilizado en la ejecución del proyecto.

<b>METRADO TOTAL DE ACERO UTILIZADO</b>	
<b>84942.79</b>	<i>kilogramos</i>

Del modelo elaborado se tiene el metrado total de acero de refuerzo, este mismo con todas las consideraciones de la norma E.060 (Concreto Armado) del RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), además de las recomendaciones de los boletines de Aceros Arequipa referidas a las longitudes, zonas de empalme y las longitudes de elongación, con todo esto se tiene el metrado como se muestra.

**Tabla 15**

*Metrado de acero de refuerzo en la cimentación*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
<i>Cimentación</i>	$\emptyset$ 1	2208.36
<i>Cimentación</i>	$\emptyset$ 3/4	3533.97
<i>Cimentación</i>	$\emptyset$ 5/8	8126.76
<i>Cimentación</i>	$\emptyset$ 1/2	2520.5
<i>Cimentación</i>	$\emptyset$ 3/8	2959.32

Nota: Elaboración propia

**Tabla 16**

*Metrado de acero de refuerzo en el nivel 01*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
<i>Nivel 01</i>	$\emptyset$ 1/2	86.72
<i>Nivel 01</i>	$\emptyset$ 3/8	1431.8

Nota: Elaboración propia

**Tabla 17***Metrado de acero de refuerzo en el nivel 02*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Nivel 02	Ø 1	850.12
Nivel 02	Ø 3/4	3149.27
Nivel 02	Ø 5/8	918.33
Nivel 02	Ø 1/2	2259.38
Nivel 02	Ø 3/8	2040.18
Nivel 02	6 mm	216.87

Nota: Elaboración propia

**Tabla 18***Metrado de acero de refuerzo en el nivel 03*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Nivel 03	Ø 3/4	589.8
Nivel 03	Ø 5/8	689.23
Nivel 03	Ø 1/2	1767.79
Nivel 03	Ø 3/8	2256.16
Nivel 03	6 mm	194.55

Nota: Elaboración propia

**Tabla 19***Metrado de acero de refuerzo en el nivel 04*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Nivel 04	Ø 1	2461.07
Nivel 04	Ø 3/4	645.12
Nivel 04	Ø 5/8	1887.64
Nivel 04	Ø 1/2	2301.07
Nivel 04	Ø 3/8	2094
Nivel 04	6 mm	194.55

Nota: Elaboración propia

**Tabla 20***Metrado de acero de refuerzo en el nivel 05*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Nivel 05	Ø 3/4	1507.48
Nivel 05	Ø 5/8	796.91
Nivel 05	Ø 1/2	1802.91
Nivel 05	Ø 3/8	1937.01

<i>Nivel 05</i>	<i>6 mm</i>	<i>194.55</i>
-----------------	-------------	---------------

Nota: Elaboración propia

### Tabla 21

*Metrado de acero de refuerzo en el nivel 06*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
<i>Nivel 06</i>	<i>Ø 3/4</i>	<i>1216.79</i>
<i>Nivel 06</i>	<i>Ø 5/8</i>	<i>1160.39</i>
<i>Nivel 06</i>	<i>Ø 1/2</i>	<i>1826.19</i>
<i>Nivel 06</i>	<i>Ø 3/8</i>	<i>2043.89</i>
<i>Nivel 06</i>	<i>6 mm</i>	<i>194.55</i>

Nota: Elaboración propia

### Tabla 22

*Metrado de acero de refuerzo en el nivel 07*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
<i>Nivel 07</i>	<i>Ø 3/4</i>	<i>578.61</i>
<i>Nivel 07</i>	<i>Ø 5/8</i>	<i>1536.47</i>
<i>Nivel 07</i>	<i>Ø 1/2</i>	<i>2425.19</i>
<i>Nivel 07</i>	<i>Ø 3/8</i>	<i>1922.96</i>
<i>Nivel 07</i>	<i>6 mm</i>	<i>183.01</i>

Nota: Elaboración propia

### Tabla 23

*Metrado de acero de refuerzo en el nivel 08*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
<i>Nivel 08</i>	<i>Ø 3/4</i>	<i>797.78</i>
<i>Nivel 08</i>	<i>Ø 5/8</i>	<i>722.36</i>
<i>Nivel 08</i>	<i>Ø 1/2</i>	<i>1849.9</i>
<i>Nivel 08</i>	<i>Ø 3/8</i>	<i>2054.78</i>
<i>Nivel 08</i>	<i>6 mm</i>	<i>183.01</i>

Nota: Elaboración propia

### Tabla 24

*Metrado de acero de refuerzo en el nivel 09*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
<i>Nivel 09</i>	<i>Ø 3/4</i>	<i>589.67</i>
<i>Nivel 09</i>	<i>Ø 5/8</i>	<i>789.9</i>
<i>Nivel 09</i>	<i>Ø 1/2</i>	<i>2220.39</i>

Nivel 09	Ø 3/8	1347.82
Nivel 09	6 mm	143.81

Nota. Elaboración propia

**Tabla 25**

*Metrado de acero de refuerzo en el techo*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Techo	Ø 5/8	820.46
Techo	Ø 1/2	1115.33
Techo	Ø 3/8	834.19
Techo	6 mm	88.99

Nota. Elaboración propia

Haciendo un recuento total de los metrados por niveles se tiene **76789.84** kilogramos y este valor se usará en el análisis de resultados.

#### 4.1.2. Resultados del procesamiento de datos con CutLogic 1D

Las siguientes tablas muestran el número de varillas y el porcentaje de uso de cada diámetro por nivel.

**Tabla 26**

*Cantidad de varillas requeridas y porcentaje de uso del acero de refuerzo Ø1”*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Barras a emplear</b>	<b>Metrado por Barra</b>	<b>%Uso</b>	<b>%Desperdicio por uso</b>
Cimentación	Ø1	73	2610.261	84.59	15.41
Nivel 2	Ø1	32	1144.224	74.29	25.71
Nivel 4	Ø1	32	1144.224	72.2	27.8

Nota. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27**

*Cantidad de varillas requeridas y porcentaje de uso del acero de refuerzo Ø3/4”*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Barras a emplear</b>	<b>Metrado por Barra</b>	<b>%USO</b>	<b>%Desperdicio por uso</b>
Cimentación	Ø3/4	213	4284.495	82.49	17.51
Nivel 2	Ø3/4	190	3821.85	82.4	17.6
Nivel 3	Ø3/4	33	663.795	88.85	11.15
Nivel 4	Ø3/4	36	724.14	89.08	10.92
Nivel 5	Ø3/4	83	1669.545	90.29	9.71

Nivel 6	Ø3/4	69	1387.935	87.68	12.32
Nivel 7	Ø3/4	32	643.68	89.89	10.11
Nivel 8	Ø3/4	42	844.83	94.45	5.55
Nivel 9	Ø3/4	33	663.795	88.83	11.17

Nota. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28**

*Cantidad de varillas requeridas y porcentaje de uso del acero de refuerzo Ø5/8"*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Barras a emplear</b>	<b>Metrado por Barra</b>	<b>%USO</b>	<b>%Desperdicio por uso</b>
CIMENTACIÓN	Ø5/8	637	8897.616	91.32	8.68
Nivel 2	Ø5/8	83	1159.344	79.2	20.8
Nivel 3	Ø5/8	52	726.336	94.87	5.13
Nivel 4	Ø5/8	140	1955.52	96.52	3.48
Nivel 5	Ø5/8	60	838.08	95.06	4.94
Nivel 6	Ø5/8	88	1229.184	94.39	5.61
Nivel 7	Ø5/8	127	1773.936	86.59	13.41
Nivel 8	Ø5/8	53	740.304	97.55	2.45
Nivel 9	Ø5/8	58	810.144	97.5	2.5
Techo	Ø5/8	62	866.016	94.74	5.26

Nota. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 29**

*Cantidad de varillas requeridas y porcentaje de uso del acero de refuerzo Ø1/2"*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Barras a emplear</b>	<b>Metrado por Barra</b>	<b>%USO</b>	<b>%Desperdicio por uso</b>
Cimentación	Ø1/2	328	2934.288	88.85	11.15
Nivel 2	Ø1/2	269	2406.474	93.89	6.11
Nivel 3	Ø1/2	199	1780.254	99.3	0.7
Nivel 4	Ø1/2	280	2504.88	98.25	1.75
Nivel 5	Ø1/2	203	1816.038	99.27	0.73
Nivel 6	Ø1/2	205	1833.93	99.57	0.43
Nivel 7	Ø1/2	273	2442.258	99.3	0.7
Nivel 8	Ø1/2	208	1860.768	99.42	0.58
Nivel 9	Ø1/2	250	2236.5	99.27	0.73
Techo	Ø1/2	126	1127.196	98.94	1.06

Nota. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 30**

*Cantidad de varillas requeridas y porcentaje de uso del acero de refuerzo Ø3/8"*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Barras a emplear</b>	<b>Metrado por Barra</b>	<b>%USO</b>	<b>%Desperdicio por uso</b>
Cimentación	Ø3/8	872	4394.88	99.9	0.1
Nivel 2	Ø3/8	405	2041.2	99.96	0.04
Nivel 3	Ø3/8	448	2257.92	99.93	0.07
Nivel 4	Ø3/8	416	2096.64	99.89	0.11
Nivel 5	Ø3/8	385	1940.4	99.84	0.16
Nivel 6	Ø3/8	406	2046.24	99.9	0.1
Nivel 7	Ø3/8	382	1925.28	99.89	0.11
Nivel 8	Ø3/8	408	2056.32	99.94	0.06
Nivel 9	Ø3/8	268	1350.72	99.84	0.16
Techo	Ø1/2	126	1127.196	98.94	1.06

Nota. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 31**

*Cantidad de varillas requeridas y porcentaje de uso del acero de refuerzo Ø6mm*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Barras a emplear</b>	<b>Metrado por Barra</b>	<b>%Uso</b>	<b>%Desperdicio por uso</b>
Nivel 2	Ø6mm	110	219.78	98.7	1.3
Nivel 3	Ø6mm	99	197.802	98.37	1.63
Nivel 4	Ø6mm	99	197.802	98.37	1.63
Nivel 5	Ø6mm	99	197.802	98.37	1.63
Nivel 6	Ø6mm	99	197.802	98.37	1.63
Nivel 7	Ø6mm	94	187.812	91.12	8.88
Nivel 8	Ø6mm	94	187.812	91.12	8.88
Nivel 9	Ø6mm	73	145.854	98.59	1.41
Techo	Ø6mm	46	91.908	97.6	2.4

Nota. Fuente: Elaboración propia

La aplicación del método de despiece pre ejecución se realizó del nivel seis hasta el nivel de techo.

#### **4.1.3. Rendimiento de mano de obra**

Como dato para determinar el rendimiento de la mano de obra se tiene los tareas diarios con los cuales se ensambla la curva de productividad que es una manera efectiva de medir el comportamiento de la productividad de la mano de obra.



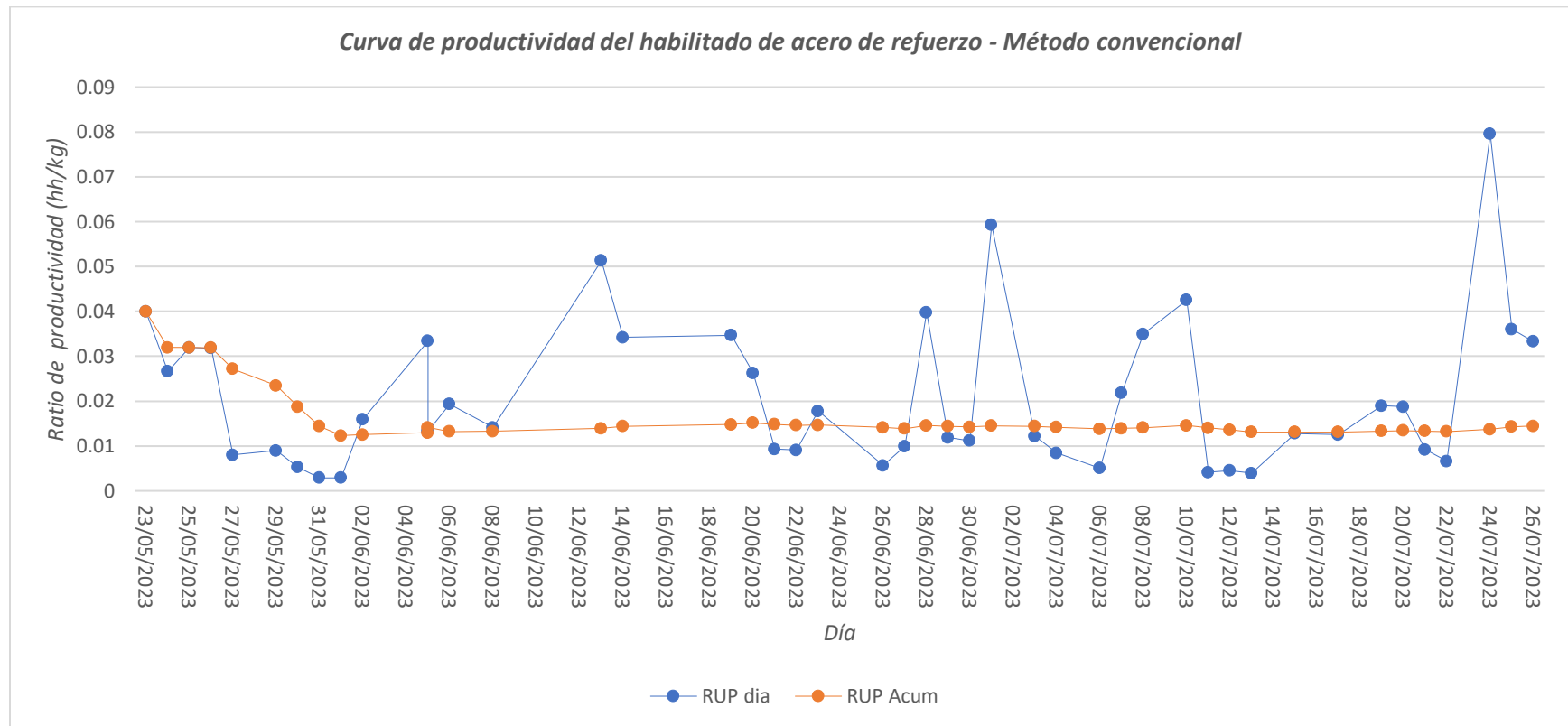
Para el gráfico de la curva de productividad se necesita determinar el Ratio Unitario de Productividad (RUP) diario y acumulado según relaciones mostradas el ítem 2.2.7.2. Se hizo una curva de productividad para el avance con el método convencional y otro para el avance con el método de despiece pre ejecución.

Es así que el rendimiento de mano de obra tendrá una gráfica de la relación de tiempo versus ratios unitarios de productividad con ello se analizará el comportamiento de la productividad de la mano de obra.

A continuación, se muestra las curvas de productividad de cada tipo de elemento y considerando el método usado.

### Gráfico 5

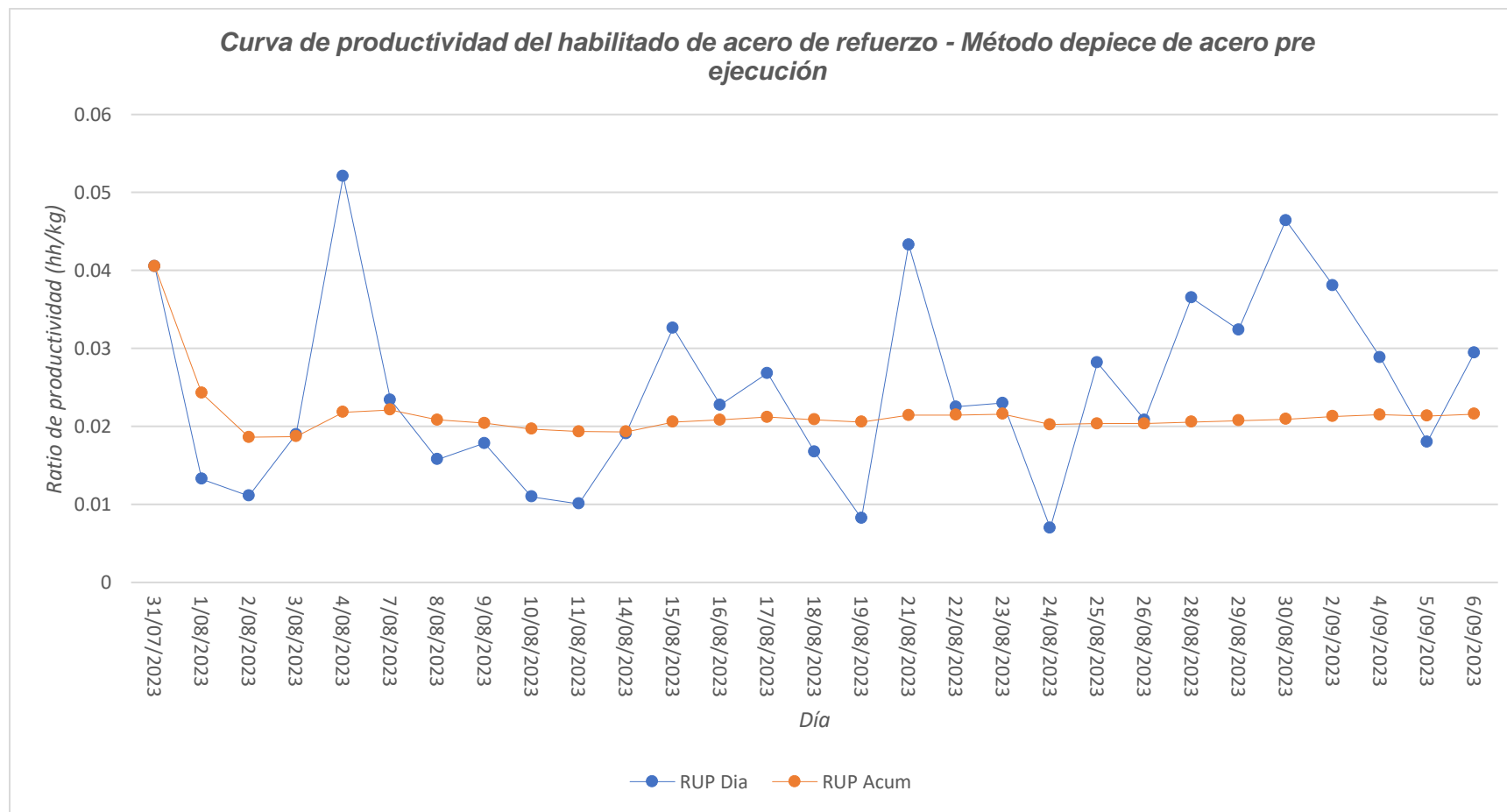
Curva de productividad del habilitado de acero de refuerzo por el método convencional



Nota. Fuente: Elaboración propia

### Gráfico 6

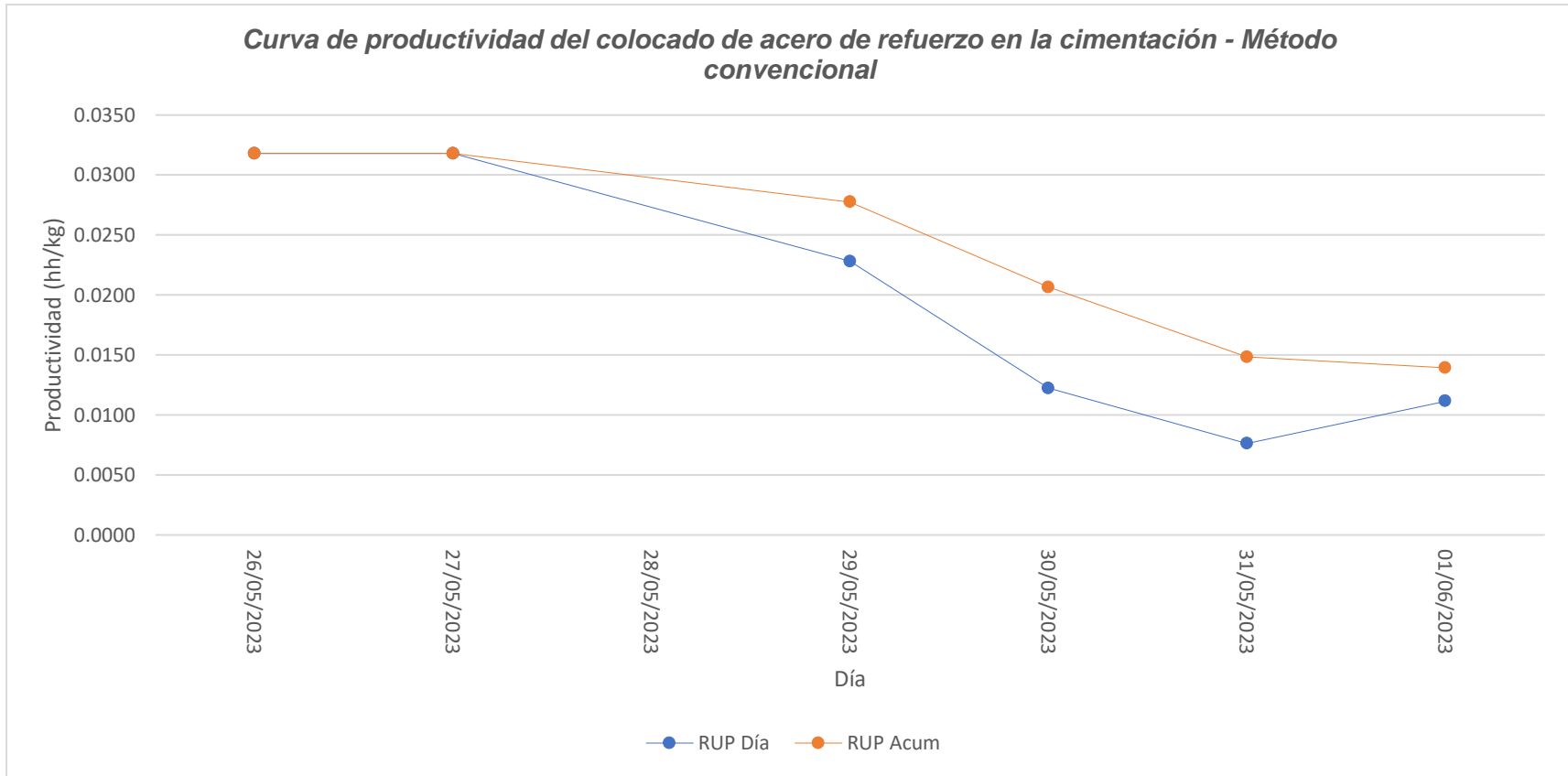
Curva de productividad del habilitado de acero de refuerzo por el método de despiece de acero pre ejecución



Nota. Fuente: Elaboración propia

### Gráfico 7

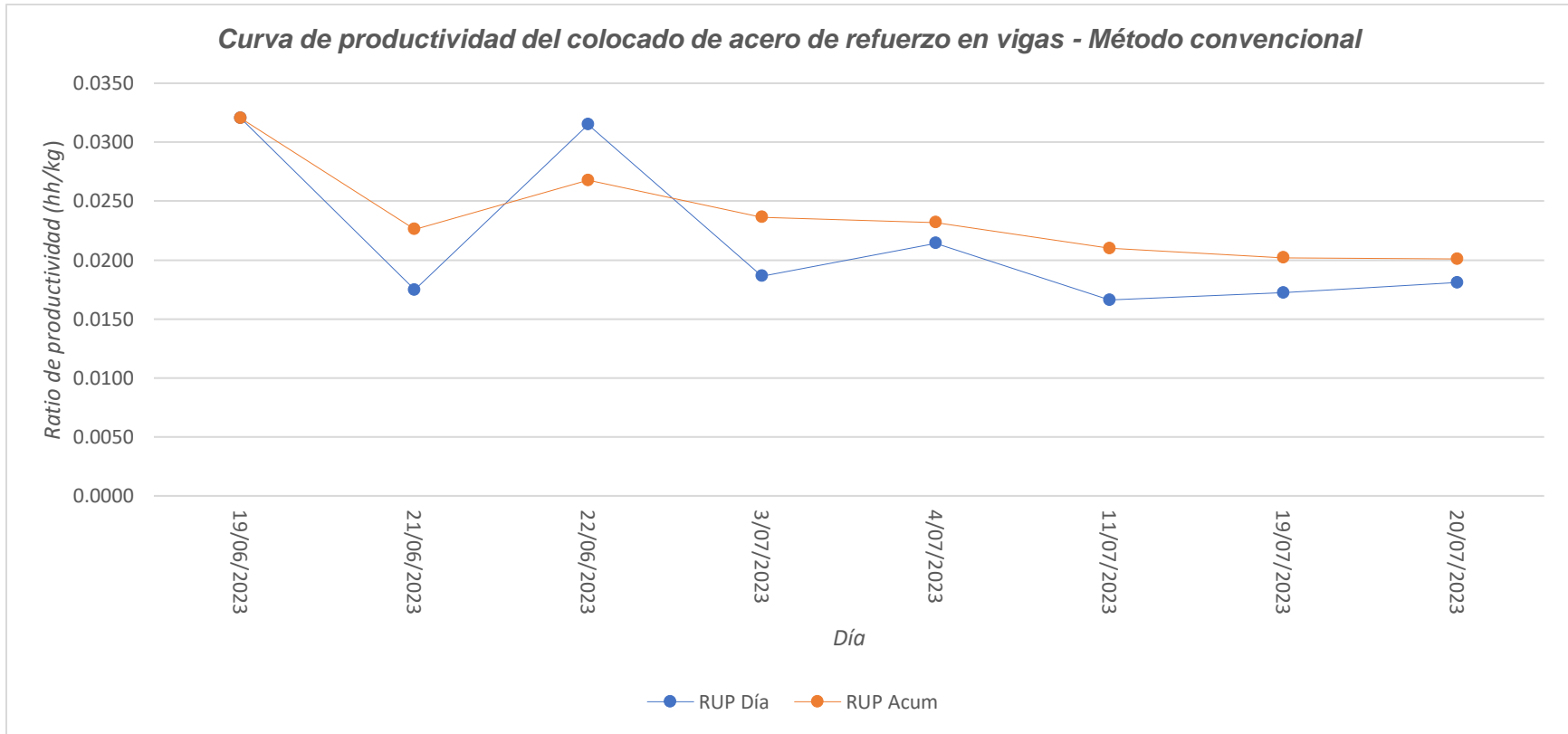
Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en la cimentación por el método convencional



Nota. Fuente: Elaboración propia

### Gráfico 8

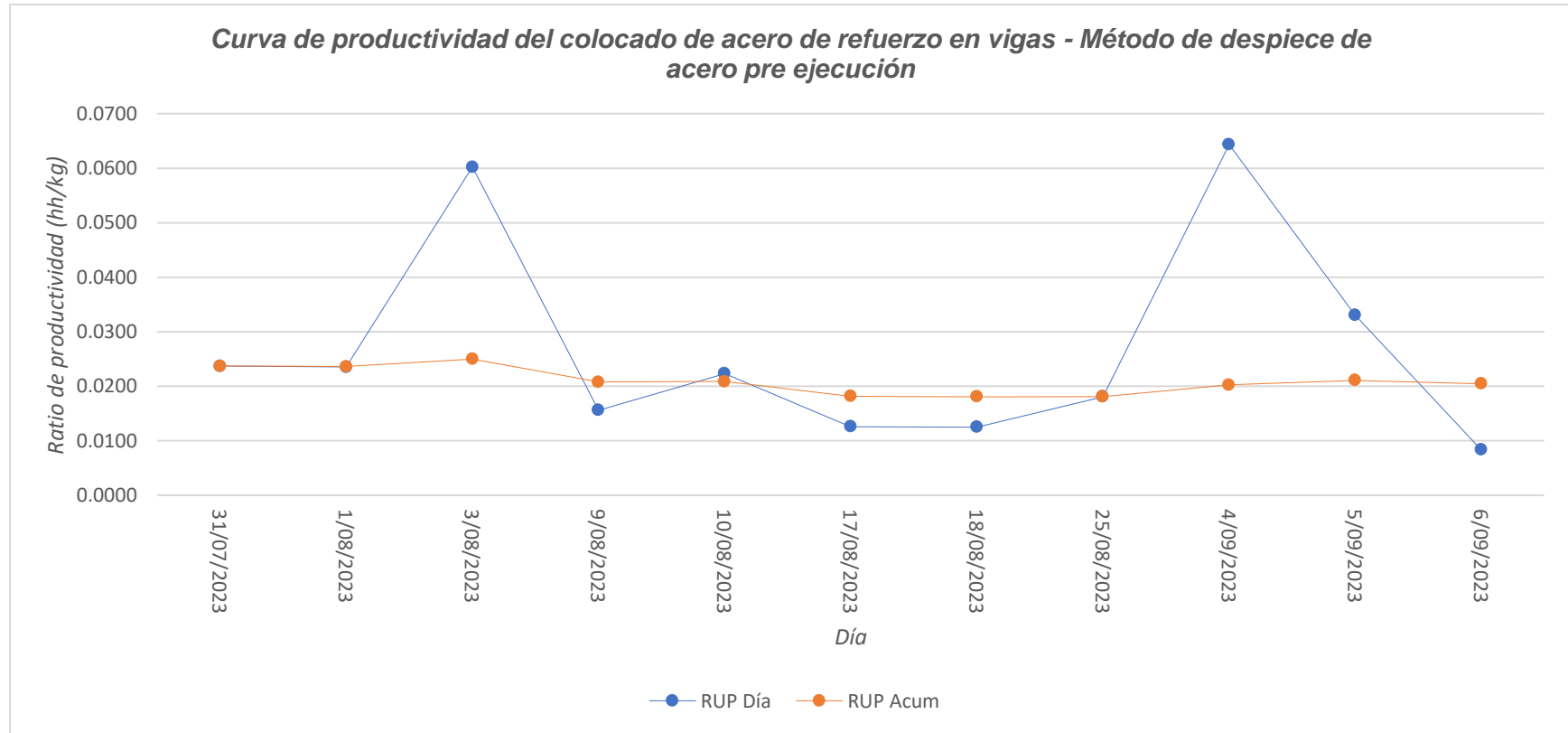
Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en las vigas por el método convencional



Nota. Fuente: Elaboración propia

### Gráfico 9

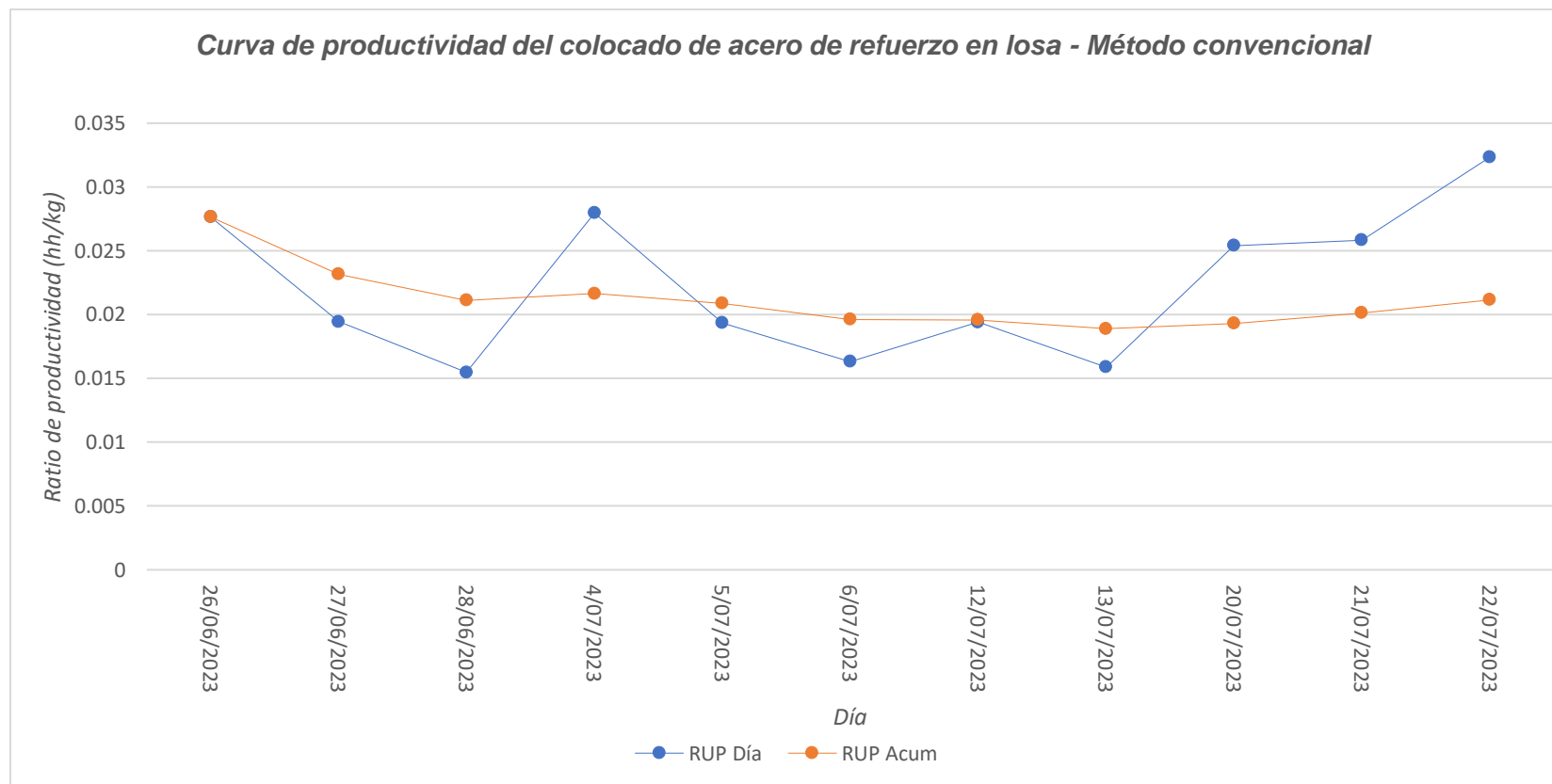
Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en las vigas por el método de despiece de acero pre ejecución



Nota. Fuente: Elaboración propia

### Gráfico 10

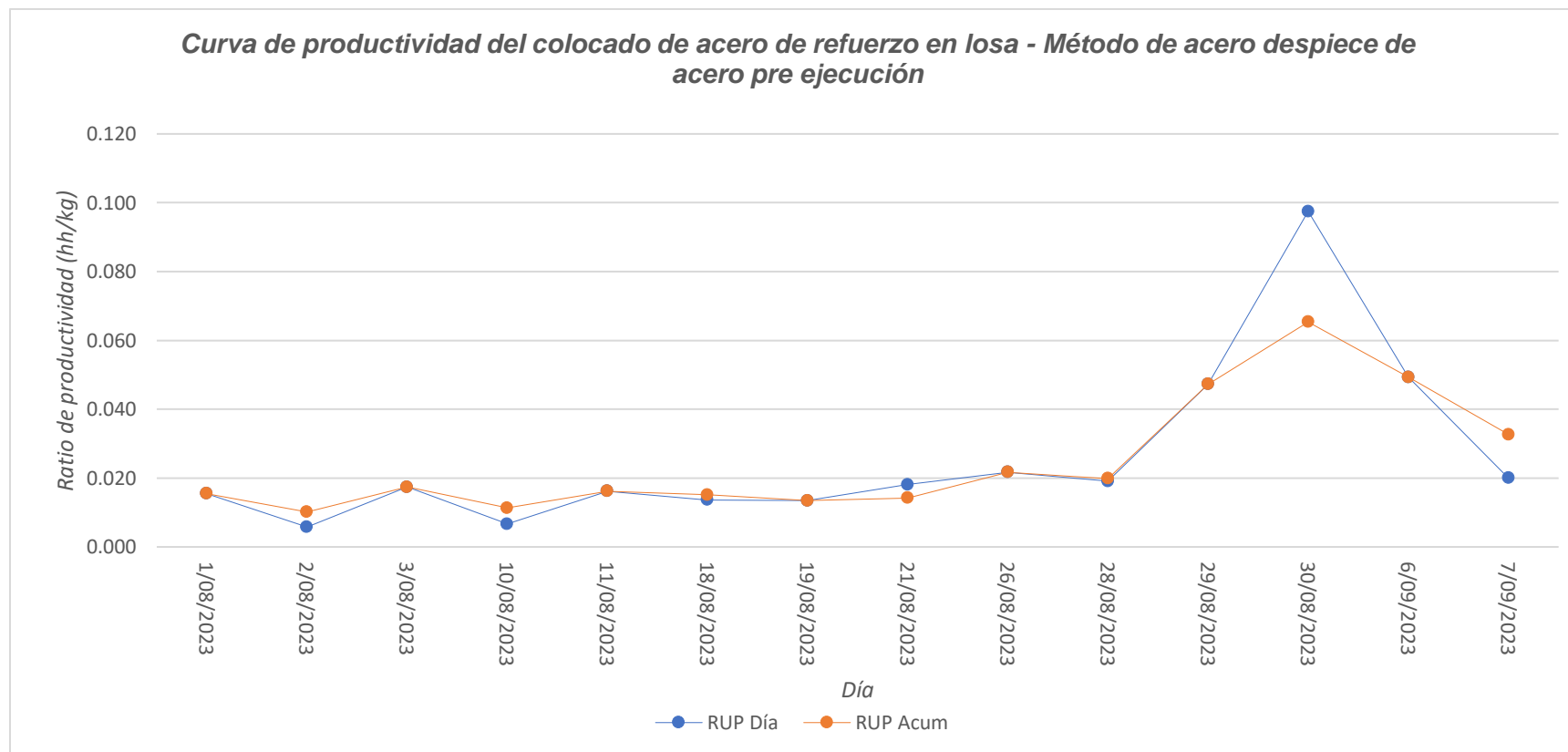
Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en los por el método convencional



Nota. Fuente: Elaboración propia

### Gráfico 11

Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en losa por el método de despiece de acero pre ejecución

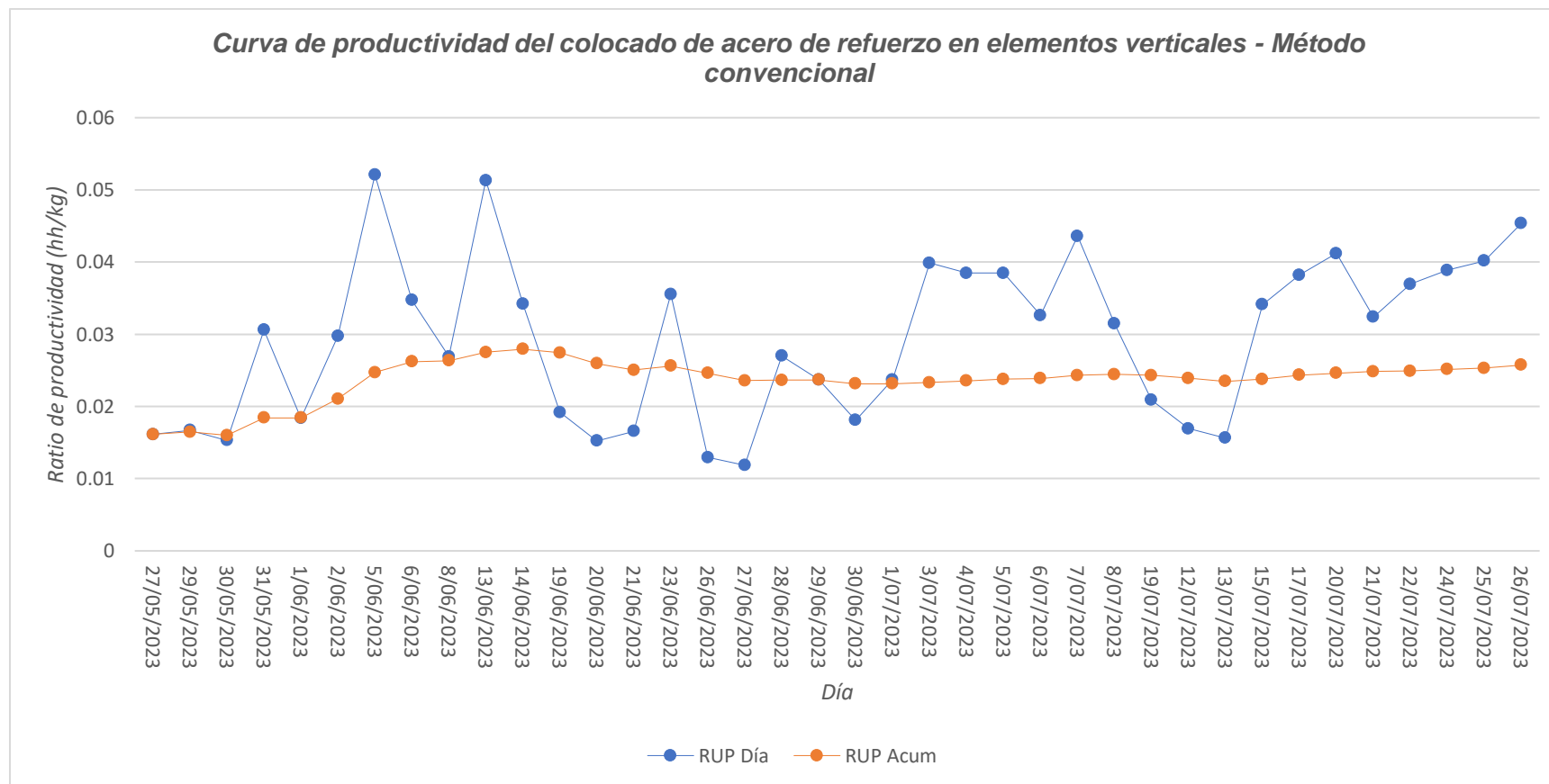


Nota. Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 12**

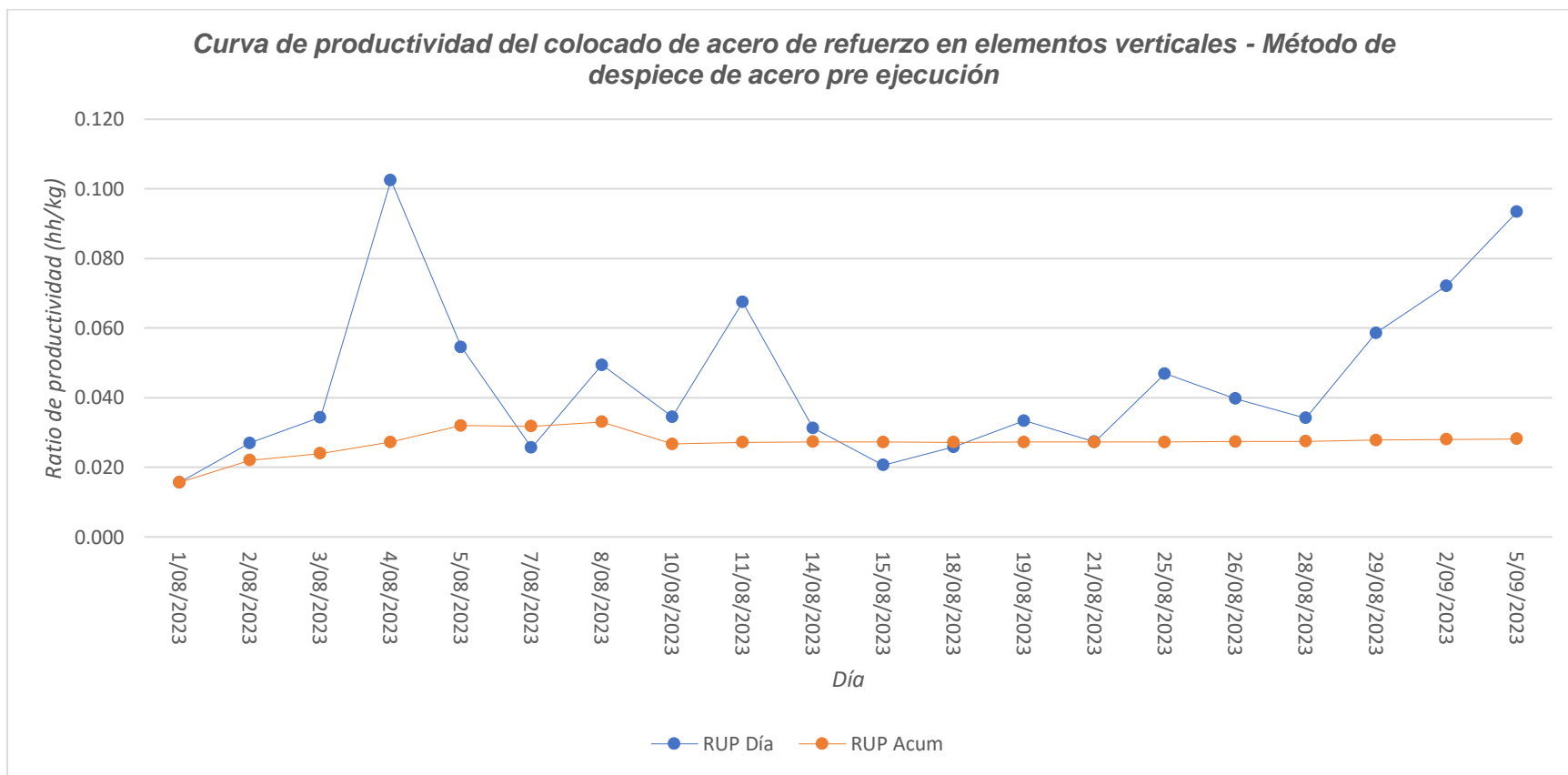
*Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en elementos verticales por el método convencional*



Nota. Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 13**

*Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en elementos verticales por el método de despiece de acero pre ejecución*



Nota. Fuente: Elaboración propia

Se tiene resumen de la cantidad de horas hombre empleadas por el método convencional y el método de despiece de acero pre ejecución en las diferentes actividades.

**Tabla 32**

*Resumen del total de horas hombre empleados por cada tipo de actividad*

<b>Actividad</b>	<b>Total de horas hombre (hh)</b>
<i>Habilitado de acero de refuerzo</i>	<b>1291.00</b>
<i>Colocado de acero en cimentación</i>	<b>149.50</b>
<i>Colocado de acero de refuerzo en vigas</i>	<b>397.60</b>
<i>Colocado de acero de refuerzo en losa</i>	<b>445.77</b>
<i>Colocado de acero de refuerzo en elementos verticales</i>	<b>907.53</b>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Para fines de la investigación todos los análisis se harán de en los niveles inferiores desde la cimentación hasta el nivel cinco, por ende, se tiene el recuento de horas hombre empleadas desde la cimentación hasta el nivel cinco.

**Tabla 33**

*Horas hombre empleadas desde la cimentación hasta el nivel cinco*

<b>Actividad</b>	<b>Total de horas hombre (hh)</b>
<i>Habilitado de acero de refuerzo</i>	<b>751.20</b>
<i>Colocado de acero en cimentación</i>	<b>149.50</b>
<i>Colocado de acero de refuerzo en vigas</i>	<b>343.60</b>
<i>Colocado de acero de refuerzo en losa</i>	<b>164.57</b>
<i>Colocado de acero de refuerzo en elementos verticales</i>	<b>620.73</b>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.4. Cotización de costos de acero de refuerzo**

Para alcanzar el objetivo específico relativo a las utilidades, se realizó las cotizaciones a la empresa Aceros Arequipa S.A. de las cuales se obtuvo el precio de cada varilla de acero de refuerzo según su diámetro, además se obtuvo el costo del acero dimensionado puesto en obra en la ciudad del Cusco. Los resultados de la cotización se muestran a continuación. (Ver tabla 34)

**Tabla 34**

Costo de varillas de acero de refuerzo según su diámetro

<b>ÍTEM</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>US\$/Var</b>
1	400022	BACO A615-G60 1" X 9M	32.07
4	400011	BACO A615-G60 1/2" X 9M	8.02
5	400007	BACO A615-G60 12MM" X 9M	7.15
6	400015	BACO A615-G60 3/4" X 9M	18.23
7	400005	BACO A615-G60 3/8" X 9M	4.47
8	400013	BACO A615-G60 5/8" X 9M	12.4
9	400000	BACO A615-G60 8MM" X 9M	3.23
10	400041	BACO A615-G60 6MM" X 9M	1.8
11	400392	CORRUGADO A496 4.7MM X 8.80M	1.08
12	400044	BACO A615-G60 6MM" X ROLLO	930

Nota. Fuente: Elaboración propia

La cotización se realizó a la fecha 06 de enero del 2024 con una validez de cinco días calendario para realizar el pedido, los costos no incluyen IGV y los precios están en dólares americanos además las barras de acero son puestos en obra sin estiba es decir no incluye el costo de la descarga del acero de refuerzo. Asimismo, el costo adicional del acero dimensionado de Aceros Arequipa (ACEDIM) son ochenta y cinco dólares americanos por tonelada (US\$ 85.00/Ton) y el tonelaje mínimo de acero de refuerzo desde el cual la empresa Aceros Arequipa atiende a provincias es de treinta y cuatro toneladas (34 ton).

Esta cotización será usada para el análisis de resultados del proyecto 01 y proyecto 02.

#### **4.1.5. Uso de del acero dimensionado en la ciudad de Cusco**

Este tipo de uso hace referencia que el habilitado en obra es casi nulo ya que la empresa que provee este tipo de acero generalmente es el Aceros Arequipa que es denominado como ACEDIM, la observación del empleo de uso de este tipo de acero dimensionado se realizó en la construcción de una edificación tipo hotel de 05 niveles más un sótano con un área techada de 1030.92 m<sup>2</sup>. De acuerdo en la observación de la obra se tuvo algunas consideraciones muy importantes y son los siguientes:

- La empresa de Aceros Arequipa (ACEDIM), en primera instancia pidió a la empresa constructora los planos estructurales generales del proyecto.

- Los equipos especializados de la empresa Aceros Arequipa en un plazo mínimo de dos semanas reenvía los planos estructurales ya con el despiece completo de acero dimensionado denominado “Entregables”, estos entregables son tipo manual en documentos pdf.
- Los entregables de acero dimensionado es de acuerdo a la programación de obra.
- Las descargas de acero se realizaban en horas de la noche, con la razón evitar congestiones vehiculares.
- La descarga de acero dimensionado era ayudada por un camión grúa.
- El área de descargue de acero dimensionado se debe planificar con anticipación por parte del equipo técnico del proyecto.
- El descargue de acero dimensionado se realizó por tipo de elementos considerando un respectivo orden, es decir de acuerdo en que nivel se encontraba el casco estructural.

## Figura 82

*Descarga de acero dimensionado*



*Nota.* Fuente: fotografía propia

- Cada despiece de acero dimensionado por elemento llegaba a la obra con su etiqueta respectivo (ver figura 83)

### Figura 83

*Etiqueta de acero dimensionado*



*Nota.* Fuente: fotografía propia

- El despiece de acero dimensionado de los estribos de menor dimensión era enviado en costales de rafia (ver figura 84)

### Figura 84

*Forma de equipaje de estribos de acero dimensionado*



*Nota.* Fuente: fotografía propia

- El etiquetado de acero dimensionado tenía dos tipos de colores para su fácil visualización en momento de realizar su colocado en los elementos estructurales. (ver figura 85)

## Figura 85

*Tipos de etiqueta de acero dimensionado*



*Nota.* Fuente: fotografía propia

- Para su colado de acero dimensionado en los elementos estructurales el personal encargado debe conocer la lectura de plano del manual entregado por parte de Aceros Arequipa.
- Antes de su colocado de acero dimensionado el personal debe ubicar el tipo de pieza de acero dimensionado de acuerdo código de barra. (Ver figura 86)

## Figura 86

*Búsqueda de pieza de acero dimensionado*

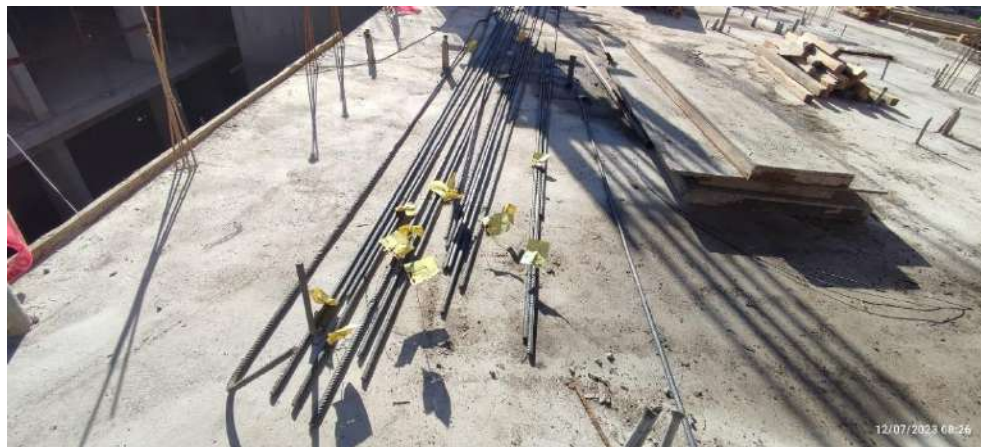


*Nota.* Fuente: fotografía propia

- Antes de su colocado de acero dimensionado en el elemento estructural el personal deberá ya tener listo todo tipo de pieza de acero dimensionado perteneciente al elemento estructural a colocar. (Ver figura 87)

## Figura 87

*Selección general de piezas de un elemento estructural de acero dimensionado*



*Nota.* Fuente: fotografía propia



## 4.2. Resultados de la investigación – proyecto 02

### 4.2.1. Cantidad de ingreso de acero de refuerzo a obra

Se tiene el ingreso del acero de refuerzo  $f_y=4200$  kg-f/cm<sup>2</sup> a la obra que se compró de la empresa Aceros Arequipa S.A. En paquetes que contienen una cantidad determinada dependiendo del diámetro, el mismo es enviado desde la planta central de fundición ubicada en Pisco en la carretera Panamericana Sur kilómetro 241 Paracas Pisco-Ica. La compra de acero se hace acorde al requerimiento en obra, siendo necesario compras a diferentes proveedores debido a la vaga estimación de la cantidad de varillas, siendo que solo se considera un porcentaje de desperdicio fijo. Las entradas se muestran en la tabla 35.

**Tabla 35**

*Ingreso de acero de refuerzo a obra por fecha*

<b>INGRESO DE ACERO - INMOBILIARIA COPACABANA (FRANCISCO)</b>					
<i>FECHA</i>	<i>DETALLE</i>	<i>DIÁMETRO</i>	<i>LONGITUD</i>	<i>CANTIDAD</i>	
07/11/2023	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	416	
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	416	
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	416	
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	416	
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	416	
01/12/2023	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	416	
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	1/2	9m	697	
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	5/8	9m	1350	
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/4	9m	510	
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	1	9m	75	
16/12/2023	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	1/2	9m	464	
04/01/2024	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	80	
13/01/2024	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	1248	
17/01/2024	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	5/8	9m	225	
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/4	9m	306	
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	1	9m	6	
20/01/2024	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	1/2	9m	928	
05/02/2024	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	6mm	9m	250	
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	1/2	9m	130	
17/02/2024	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	6mm	9m	516	
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	416	
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	1/2	9m	464	
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	5/8	9m	150	

	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/4	9m	102
24/02/2024	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	416
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	1/2	9m	464
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	5/8	9m	150
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/4	9m	102
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	6mm	9m	516
27/02/2024	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/4	9m	30
02/03/2024	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	832
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	1/2	9m	464
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	5/8	9m	150
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/4	9m	306
09/03/2024	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 60	3/8	9m	832
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 61	1/2	9m	464
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 62	5/8	9m	300
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 63	3/4	9m	204
20/03/2024	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 64	3/8	9m	832
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 65	5/8	9m	150
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 66	3/4	9m	357
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 67	1	9m	6
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 68	6mm	9m	516
10/04/2024	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 69	3/8	9m	832
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 70	1/2	9m	464
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 71	5/8	9m	150
	BARRA DE CONSTRUCCION ASTM A615/A706 GRADO 72	3/4	9m	306

Nota. Elaboración propia

Al finalizar la etapa de casco estructural se verificó que hubo saldo de acero de refuerzo.

(Ver tabla 36)

**Tabla 36**

Saldo de acero de refuerzo al término de obra

<b>TIPO</b>	<b>TOTAL (Vrll)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Longitud Total (m)</b>	<b>Peso Nominal (kg/m)</b>	<b>Total (kg)</b>
3/8	2	9	18	0.56	10.08
1/2	98	9	882	0.994	876.71
5/8	11	9	99	1.552	153.65
6mm	180	9	1620	0.222	359.64
			<b>TOTAL</b>		<b>1400.08</b>

Nota. Elaboración propia

**Tabla 37**

Resumen de entrada de acero de refuerzo a obra

<b>TOTAL DE USO EN OBRA</b>					
<i>TIPO</i>	<i>TOTAL (Vrll)</i>	<i>TOTAL (m)</i>	<i>P Nominal</i>	<i>TOTAL (kg)</i>	<i>TOTAL (Ton.)</i>
1	87	783	3.973	<b>3110.86</b>	3.11
3/4	2223	20007	2.235	<b>44715.65</b>	44.72
5/8	2614	23526	1.552	<b>36512.35</b>	36.51
1/2	4441	39969	0.994	<b>39729.19</b>	39.73
3/8	7982	71838	0.56	<b>40229.28</b>	40.23
6mm	1618	14562	0.222	<b>3232.76</b>	3.23
<b>TOTAL</b>				<b>167530.09</b>	<b>167.53</b>

Nota. Elaboración propia

A continuación, se muestra el kilogramo total de acero de refuerzo utilizado en la ejecución de proyecto.

<b>METRADO TOTAL DE ACERO UTILIZADO</b>	
167530.09	kilogramos

Del modelo elaborado se tiene el metrado total de acero de refuerzo, este mismo con todas las consideraciones de la norma E.060 (Concreto Armado) del RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), además de las recomendaciones de los boletines de Aceros Arequipa referidas a las longitudes, zonas de empalme y las longitudes de elongación, con todo esto se tiene el metrado como se muestra.

**Tabla 38**

Metrado de acero de refuerzo en la cimentación

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Cimentación	Ø 1	2120.00
Cimentación	Ø 3/4	7508.20
Cimentación	Ø 5/8	14629.48
Cimentación	Ø 1/2	8531.49
Cimentación	Ø 3/8	5106.86

Nota. Elaboración propia

**Tabla 39***Metrado de acero de refuerzo en el sótano*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Sótano	Ø 5/8	35.03
Sótano	Ø 1/2	1490.34
Sótano	Ø 3/8	1248.58

Nota. Elaboración propia

**Tabla 40***Metrado de acero de refuerzo en el semisótano*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Semisótano	Ø 1	169.49
Semisótano	Ø 3/4	4749.94
Semisótano	Ø 5/8	1907.44
Semisótano	Ø 1/2	6914.59
Semisótano	Ø 3/8	3220.29

Nota. Elaboración propia

**Tabla 41***Metrado de acero de refuerzo en el nivel 00*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Nivel 00	Ø 5/8	69.04
Nivel 00	Ø 1/2	561.17
Nivel 00	Ø 3/8	101.00

Nota. Elaboración propia

**Tabla 42***Metrado de acero de refuerzo en el nivel 01*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Nivel 01	Ø 3/4	994.30
Nivel 01	Ø 5/8	1298.46
Nivel 01	Ø 1/2	1559.53
Nivel 01	Ø 3/8	2805.60
Nivel 01	6mm	353.77

Nota. Elaboración propia

**Tabla 43***Metrado de acero de refuerzo en el nivel 02*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Nivel 02	Ø 1	157.33
Nivel 02	Ø 3/4	3461.79
Nivel 02	Ø 5/8	904.39
Nivel 02	Ø 1/2	2542.99
Nivel 02	Ø 3/8	2857.02
Nivel 02	6mm	296.47

Nota. Elaboración propia

**Tabla 44***Metrado de acero de refuerzo en el nivel 03*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Nivel 03	Ø 3/4	4002.38
Nivel 03	Ø 5/8	1552.60
Nivel 03	Ø 1/2	1712.57
Nivel 03	Ø 3/8	3056.49
Nivel 03	6mm	310.30

Nota. Elaboración propia

**Tabla 45***Metrado de acero de refuerzo en el nivel 04*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Nivel 04	Ø 1	157.33
Nivel 04	Ø 3/4	1851.15
Nivel 04	Ø 5/8	1305.53
Nivel 04	Ø 1/2	1520.29
Nivel 04	Ø 3/8	3282.08
Nivel 04	6mm	321.65

Nota. Elaboración propia

**Tabla 46***Metrado de acero de refuerzo en el nivel 05*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Nivel 05	Ø 3/4	3448.73
Nivel 05	Ø 5/8	1111.75
Nivel 05	Ø 1/2	1563.51
Nivel 05	Ø 3/8	3093.34
Nivel 05	6mm	326.33

*Nota. Elaboración propia***Tabla 47***Metrado de acero de refuerzo en el nivel 06*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Nivel 06	Ø 1	185.28
Nivel 06	Ø 3/4	3545.57
Nivel 06	Ø 5/8	1481.88
Nivel 06	Ø 1/2	1517.68
Nivel 06	Ø 3/8	3154.95
Nivel 06	6mm	326.37

*Nota. Elaboración propia***Tabla 48***Metrado de acero de refuerzo en el nivel 07*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Nivel 07	Ø 3/4	2069.90
Nivel 07	Ø 5/8	1083.23
Nivel 07	Ø 1/2	1605.66
Nivel 07	Ø 3/8	3107.29
Nivel 07	6mm	325.38

*Nota. Elaboración propia***Tabla 49***Metrado de acero de refuerzo en el nivel 08*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Nivel 08	Ø 3/4	2360.85
Nivel 08	Ø 5/8	1309.25
Nivel 08	Ø 1/2	1761.21
Nivel 08	Ø 3/8	3082.77
Nivel 08	6mm	325.34

Nota. Elaboración propia

**Tabla 50**

*Metrado de acero de refuerzo en el nivel 09*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Nivel 09	Ø 3/4	2414.21
Nivel 09	Ø 5/8	1523.14
Nivel 09	Ø 1/2	3100.55
Nivel 09	Ø 3/8	2658.84
Nivel 09	6mm	273.34

Nota. Elaboración propia

**Tabla 51**

*Metrado de acero de refuerzo en el nivel 10*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Nivel 10	Ø 3/4	386.21
Nivel 10	Ø 5/8	621.36
Nivel 10	Ø 1/2	636.71
Nivel 10	Ø 3/8	919.07
Nivel 10	6mm	69.18

Nota. Elaboración propia

**Tabla 52**

*Metrado de acero de refuerzo en el nivel techo*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Techo	Ø 3/4	493.78
Techo	Ø 5/8	819.31
Techo	Ø 1/2	1526.59
Techo	Ø 3/8	700.96
Techo	6mm	145.97

Nota. Elaboración propia

**Tabla 53**

*Metrado de acero de refuerzo en el nivel techo escalera*

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Metrado (kg)</b>
Techo escalera	Ø 3/4	59.95
Techo escalera	Ø 5/8	164.75
Techo escalera	Ø 1/2	190.62
Techo escalera	Ø 3/8	133.54

Techo escalera	6mm	21.57
----------------	-----	-------

Nota. Elaboración propia

Haciendo un recuento total de los metrados de acero por nivel se tiene **148312.88** kilogramos y este valor se usará en el análisis de resultados.

#### 4.2.2. Resultados del procesamiento de datos con CutLogic 1D

Las siguientes tablas muestran el número de varillas y el porcentaje de uso de cada diámetro por nivel.

**Tabla 54**

*Cantidad de Varillas requeridas y porcentaje de uso de acero de refuerzo Ø1”*

<i>Nivel</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Barras a emplear</i>	<i>Metrado por Barra</i>	<i>%USO</i>	<i>%Desperdicio</i>
Cimentación	Ø1	65	2324.205	<b>91.22</b>	<b>8.78</b>
Semisótano	Ø1	6	214.542	<b>79.00</b>	<b>21.00</b>
Nivel 2	Ø1	6	214.542	<b>73.33</b>	<b>26.67</b>
Nivel 4	Ø1	6	214.542	<b>73.33</b>	<b>26.67</b>
Nivel 6	Ø1	6	214.542	<b>86.33</b>	<b>13.67</b>

Nota. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 55**

*Cantidad de Varillas requeridas y porcentaje de uso de acero de refuerzo Ø3/4”*

<i>Nivel</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Barras a emplear</i>	<i>Metrado por Barra</i>	<i>%USO</i>	<i>%Desperdicio</i>
Cimentación	Ø3/4	418	8408.07	89.31	<b>10.69</b>
SEMISÓTANO	Ø3/4	261	5250.015	90.47	<b>9.53</b>
NIVEL 1	Ø3/4	56	1126.44	88.28	<b>11.72</b>
NIVEL 2	Ø3/4	187	3761.505	92.03	<b>7.97</b>
NIVEL 3	Ø3/4	218	4385.07	91.27	<b>8.73</b>
NIVEL 4	Ø3/4	105	2112.075	87.64	<b>12.36</b>
NIVEL 5	Ø3/4	189	3801.735	90.71	<b>9.29</b>
NIVEL 6	Ø3/4	198	3982.77	89.02	<b>10.98</b>
NIVEL 7	Ø3/4	115	2313.225	89.48	<b>10.52</b>
NIVEL 8	Ø3/4	127	640.08	92.42	<b>7.58</b>
NIVEL 9	Ø3/4	134	2695.41	89.58	<b>10.42</b>
Nivel 10	Ø3/4	22	307.296	87.26	<b>12.74</b>

Nota. Fuente: Elaboración propia



**Tabla 56**

Cantidad de Varillas requeridas y porcentaje de uso de acero de refuerzo Ø5/8"

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Barras a emplear</b>	<b>Metrado por Barra</b>	<b>%USO</b>	<b>%Desperdicio</b>
CIMENTACIÓN	Ø5/8	1108	15476.544	94.75	5.25
SEMISÓTANO	Ø5/8	146	2039.328	93.52	6.48
NIVEL 0	Ø5/8	5	69.84	98.77	1.23
NIVEL 1	Ø5/8	98	1368.864	94.85	5.15
NIVEL 2	Ø5/8	67	935.856	96.64	3.36
NIVEL 3	Ø5/8	117	1634.256	95.01	4.99
NIVEL 4	Ø5/8	108	1508.544	86.54	13.46
NIVEL 5	Ø5/8	84	1173.312	94.75	5.25
NIVEL 6	Ø5/8	120	1676.16	88.41	11.59
NIVEL 7	Ø5/8	80	1117.44	96.93	3.07
NIVEL 8	Ø5/8	97	1354.896	96.63	3.37
NIVEL 9	Ø5/8	117	1634.256	93.2	6.8
NIVEL 10	Ø5/8	47	656.496	94.64	5.36
TECHO	Ø5/8	75	1047.6	93.92	6.08

Nota. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 57**

Cantidad de Varillas requeridas y porcentaje de uso de acero de refuerzo Ø1/2"

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Barras a emplear</b>	<b>Metrado por Barra</b>	<b>%USO</b>	<b>%Desperdicio</b>
CIMENTACIÓN	Ø1/2	1161	10386.306	96.52	3.48
SEMISÓTANO	Ø1/2	960	8588.16	80.52	19.48
NIVEL 0	Ø1/2	65	581.49	96.52	3.48
NIVEL 1	Ø1/2	178	1592.388	97.94	2.06
NIVEL 2	Ø1/2	295	2639.07	96.36	3.64
NIVEL 3	Ø1/2	195	1744.47	98.19	1.81
NIVEL 4	Ø1/2	173	1547.658	98.24	1.76
NIVEL 5	Ø1/2	179	1601.334	97.66	2.34
NIVEL 6	Ø1/2	173	1547.658	98.09	1.91
NIVEL 7	Ø1/2	183	1637.118	98.1	1.9
NIVEL 8	Ø1/2	200	1789.2	98.47	1.53
NIVEL 9	Ø1/2	350	3131.1	99.03	0.97
NIVEL 10	Ø1/2	73	653.058	97.51	2.49
TECHO	Ø1/2	193	1726.578	99.43	0.57

Nota. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 58**

Cantidad de Varillas requeridas y porcentaje de uso de acero de refuerzo Ø3/8"

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Barras a emplear</b>	<b>Metrado por Barra</b>	<b>%USO</b>	<b>%Desperdicio</b>
CIMENTACIÓN	Ø3/8	1264	6370.56	99.87	0.13
SEMISÓTANO	Ø3/8	641	3230.64	99.89	0.11
NIVEL 0	Ø3/8	21	105.84	95.74	4.26
NIVEL 1	Ø3/8	559	2817.36	99.79	0.21
NIVEL 2	Ø3/8	569	2867.76	99.82	0.18
NIVEL 3	Ø3/8	608	3064.32	99.92	0.08
NIVEL 4	Ø3/8	653	3291.12	99.89	0.11
NIVEL 5	Ø3/8	616	3104.64	99.81	0.19
NIVEL 6	Ø3/8	628	3165.12	99.85	0.15
NIVEL 7	Ø3/8	619	3119.76	99.78	0.22
NIVEL 8	Ø3/8	614	3094.56	99.79	0.21
NIVEL 9	Ø3/8	530	2671.2	99.73	0.27
NIVEL 10	Ø3/8	183	922.32	99.81	0.19
TECHO	Ø3/8	166	836.64	99.82	0.18

Nota. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 59**

Cantidad de Varillas requeridas y porcentaje de uso de acero de refuerzo Ø6mm

<b>Nivel</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Barras a emplear</b>	<b>Metrado por Barra</b>	<b>%Uso</b>	<b>%Desperdicio</b>
NIVEL 1	Ø6mm	181	361.638	97.81	2.19
NIVEL 2	Ø6mm	152	303.696	97.63	2.37
NIVEL 3	Ø6mm	159	317.682	97.68	2.32
NIVEL 4	Ø6mm	165	329.67	97.57	2.43
NIVEL 5	Ø6mm	167	333.666	97.81	2.19
NIVEL 6	Ø6mm	167	333.666	97.82	2.18
NIVEL 7	Ø6mm	167	333.666	97.52	2.48
NIVEL 8	Ø6mm	167	333.666	97.51	2.49
NIVEL 9	Ø6mm	140	279.72	97.73	2.27
Nivel 10	Ø6mm	38	75.924	91.11	8.89
Techo	Ø6mm	85	169.83	98.64	1.36

Nota. Fuente: Elaboración propia

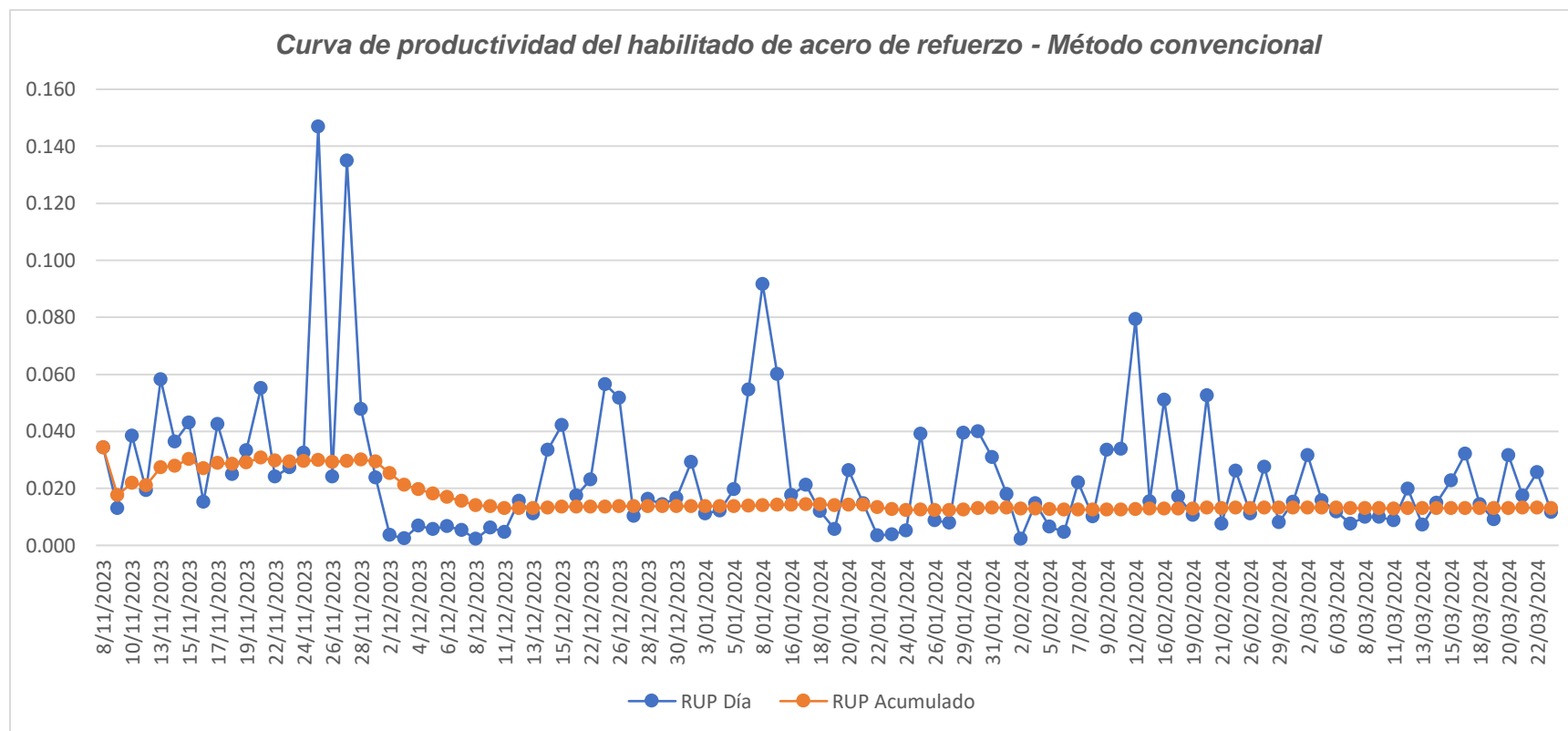
De estas la aplicación del método de despiece pre ejecución se realizó del nivel seis hasta el nivel de techo.

### **4.2.3. Rendimiento de mano de obra**

En este ítem se muestran las curvas de productividad de cada tipo de elemento y considerando el método usado.

**Gráfico 14**

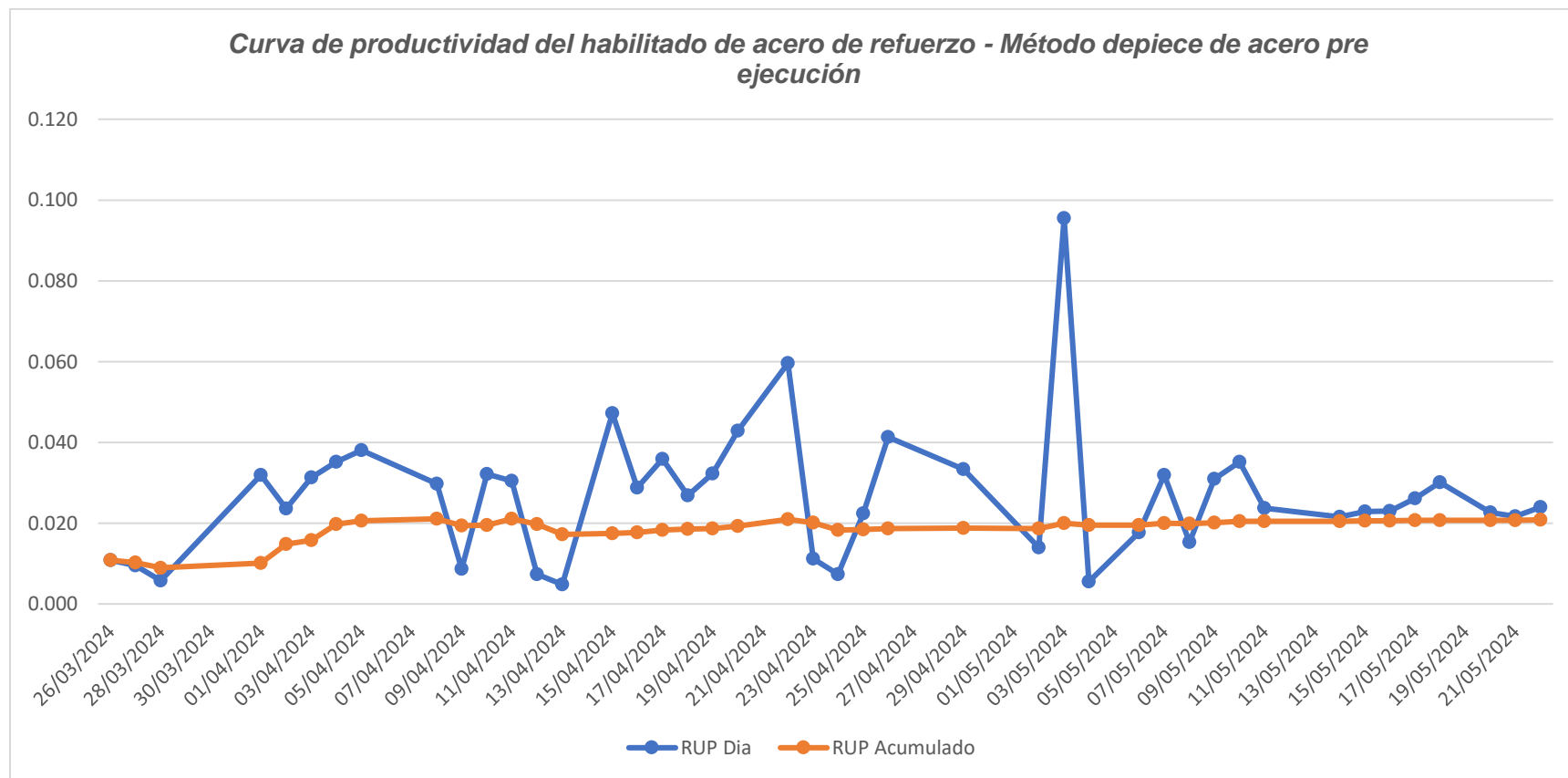
*Curva de productividad del habilitado de acero de refuerzo por el método convencional*



Nota. Fuente: Elaboración propia

### Gráfico 15

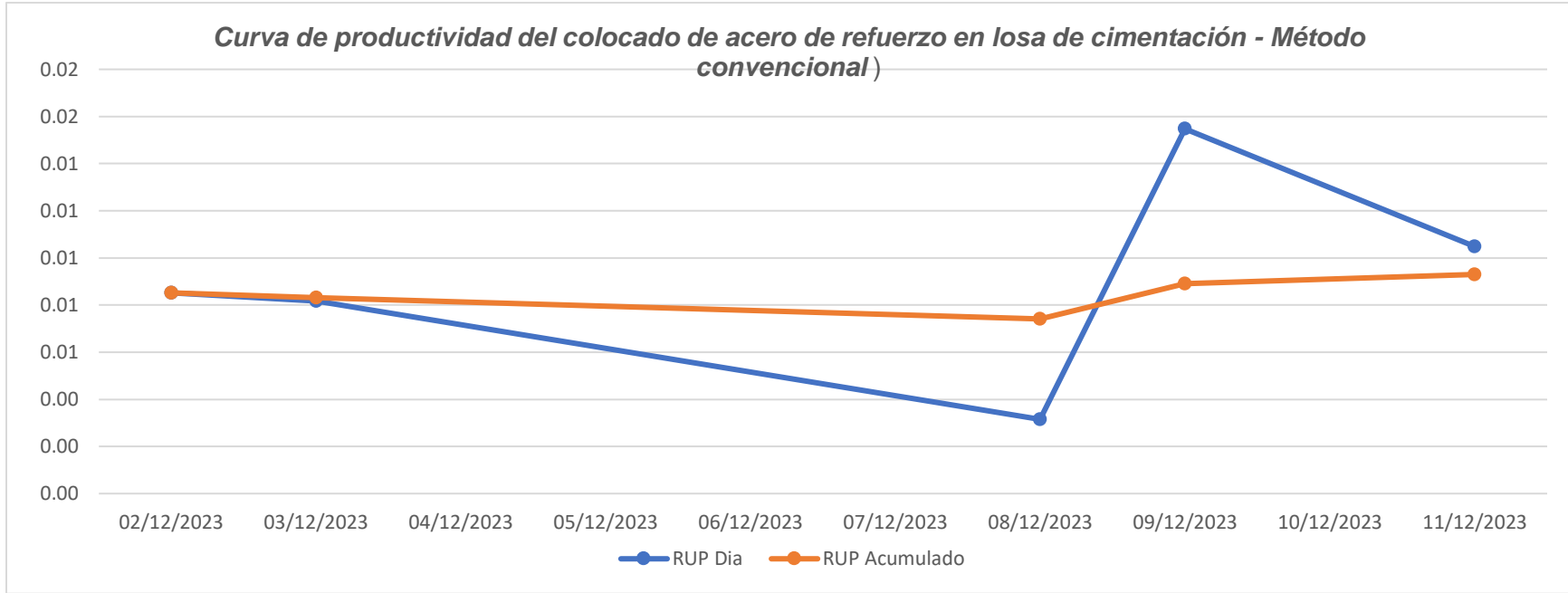
Curva de productividad del habilitado de acero de refuerzo por el método de despiece de acero pre ejecución



Nota. Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 16**

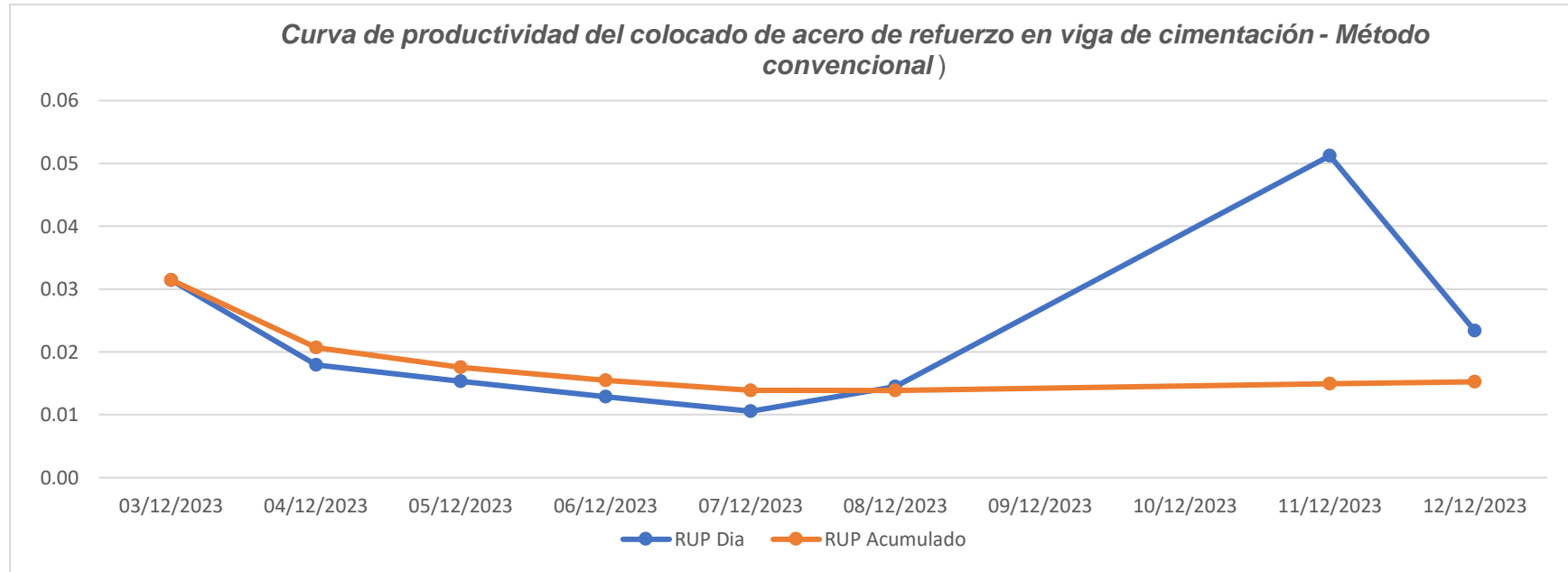
*Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en losa de cimentación por el método convencional*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia

### Gráfico 17

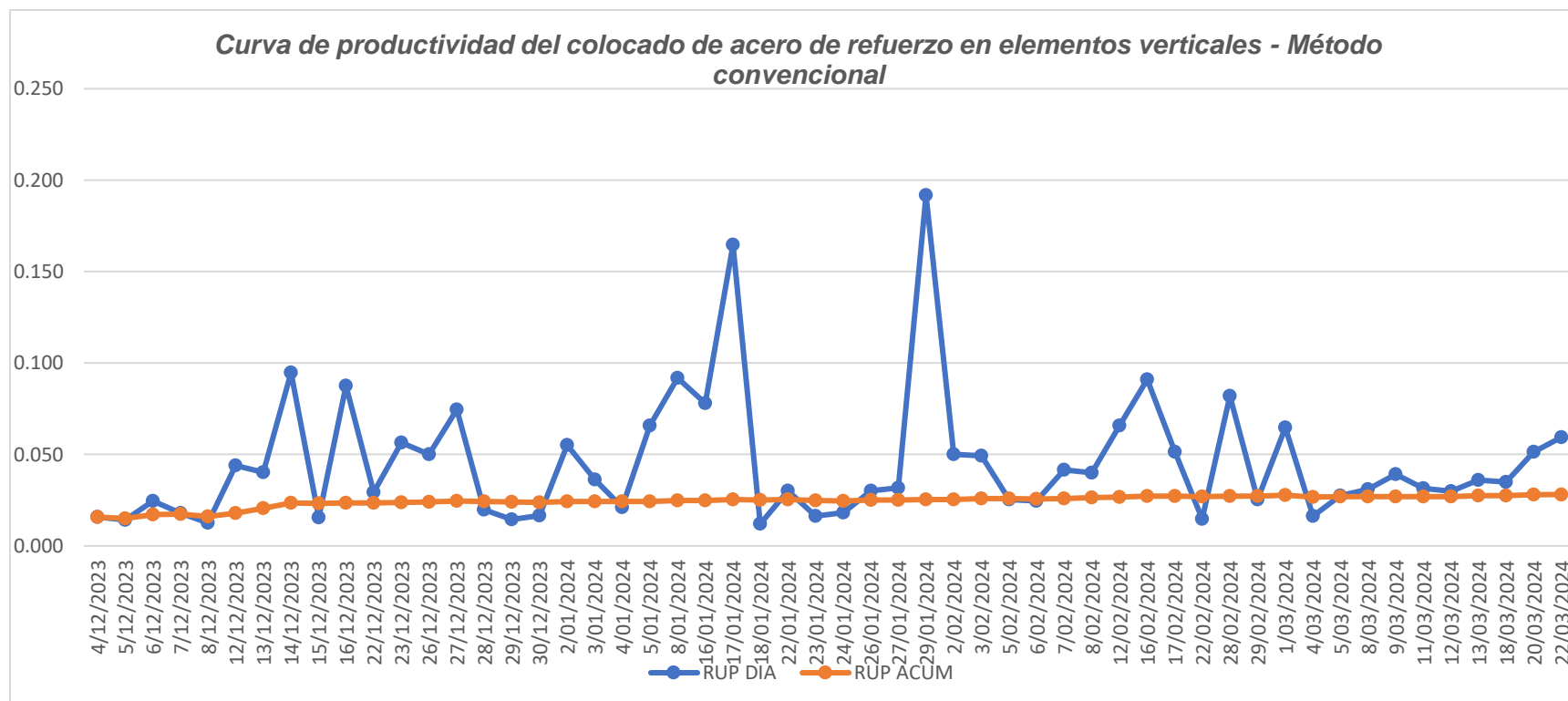
Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en viga de cimentación por el método convencional



Nota. Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 18**

*Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en elementos verticales por el método convencional*

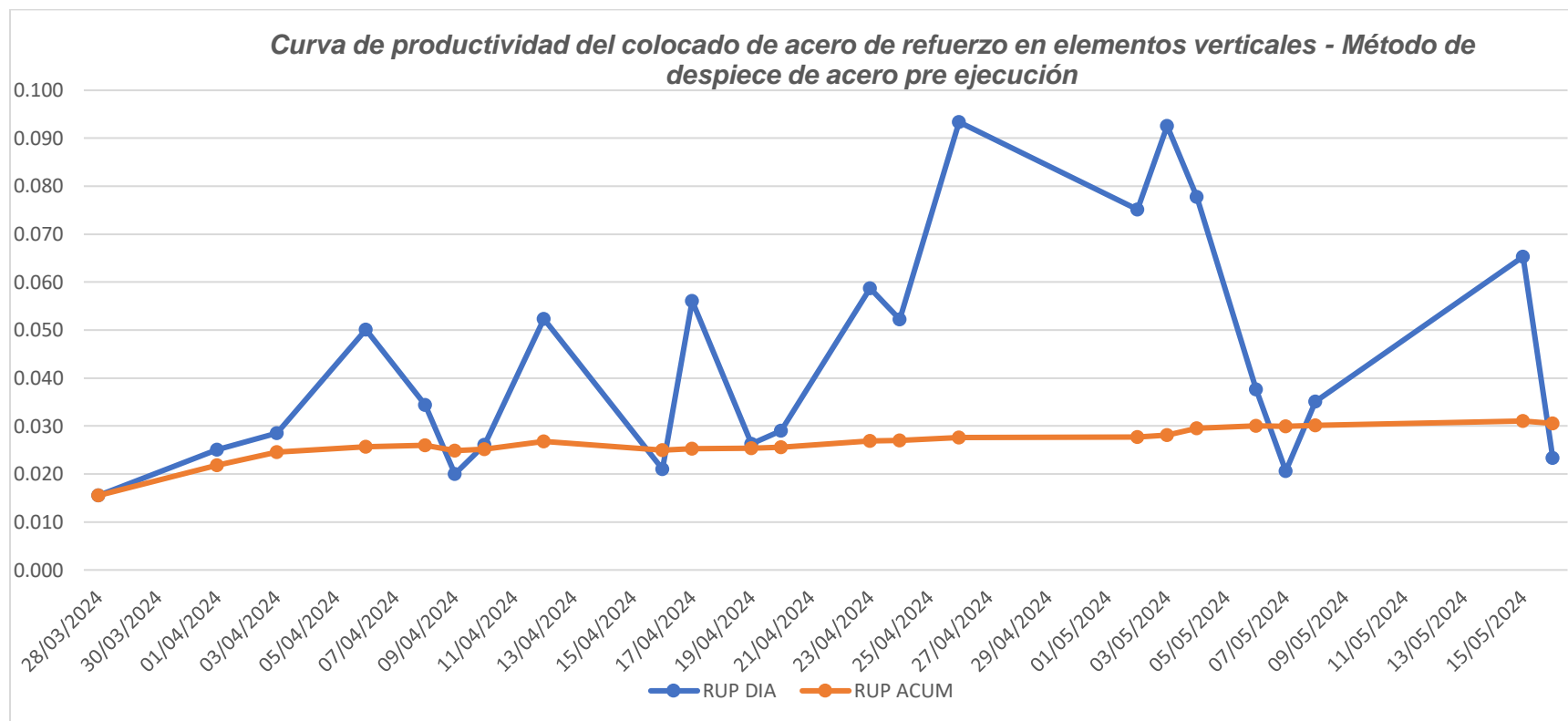


Nota. Fuente: Elaboración propia



### Gráfico 19

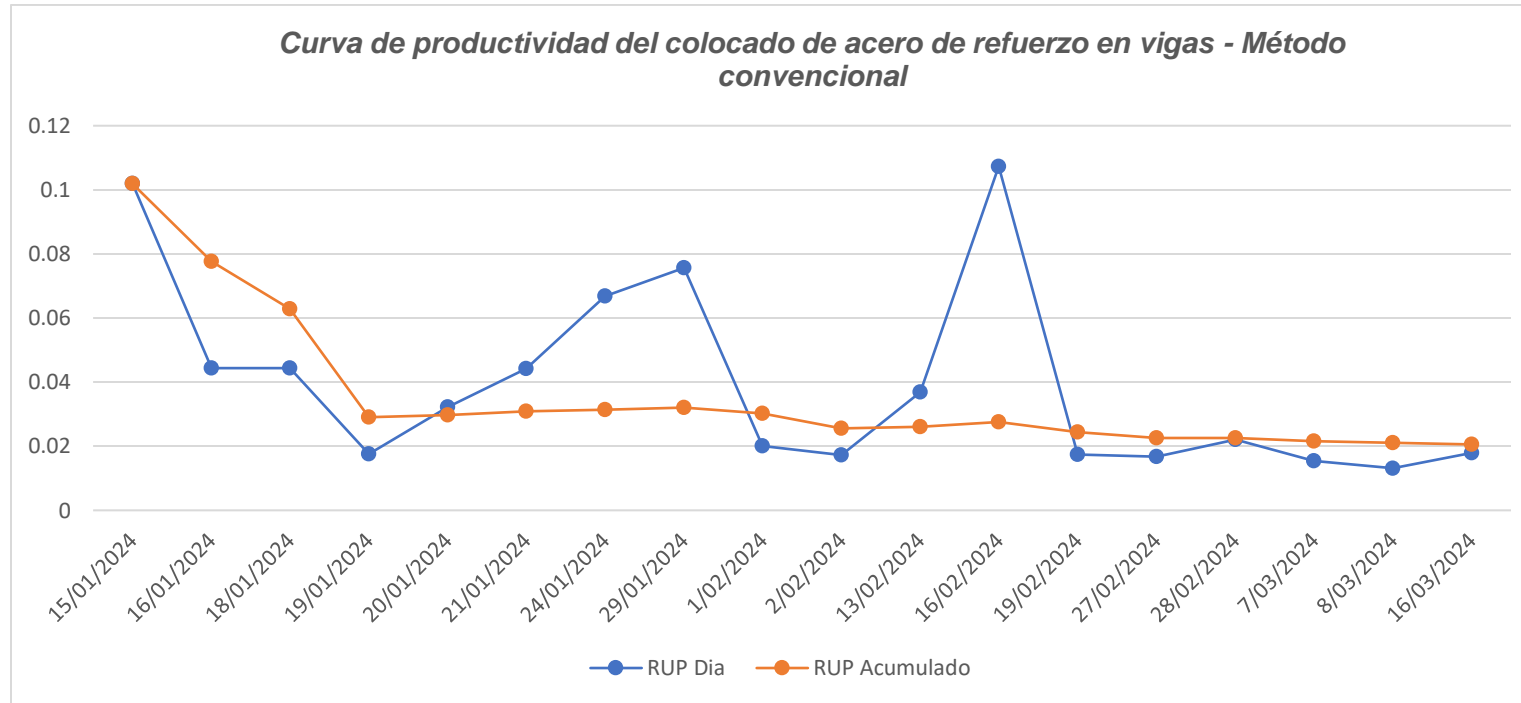
Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en elementos verticales por el método de despiece de acero pre ejecución



Nota. Fuente: Elaboración propia

### Gráfico 20

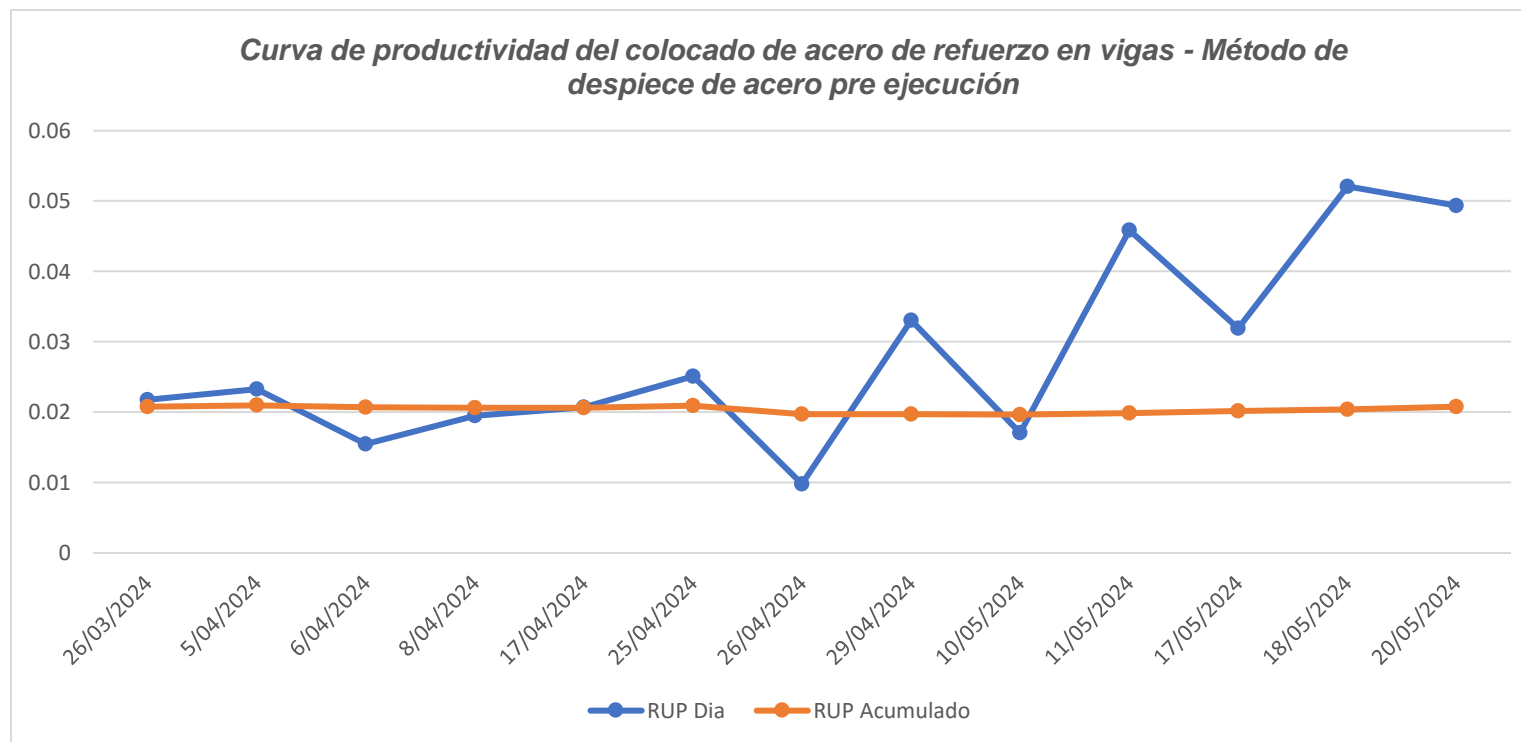
Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en vigas por el método convencional



Nota. Fuente: Elaboración propia

### Gráfico 21

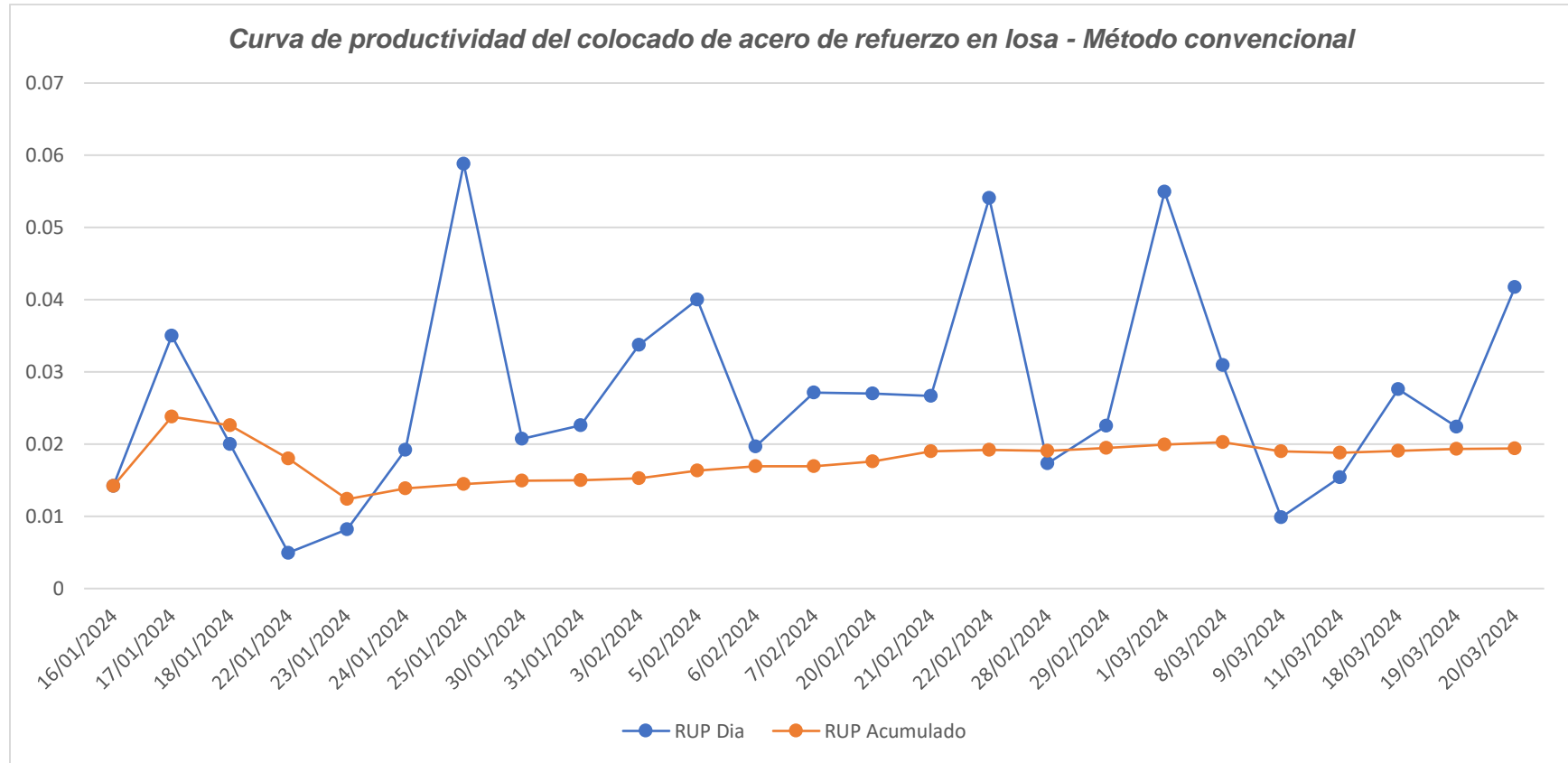
Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en vigas por el método de despiece de acero pre ejecución



Nota. Fuente: Elaboración propia

## Gráfico 22

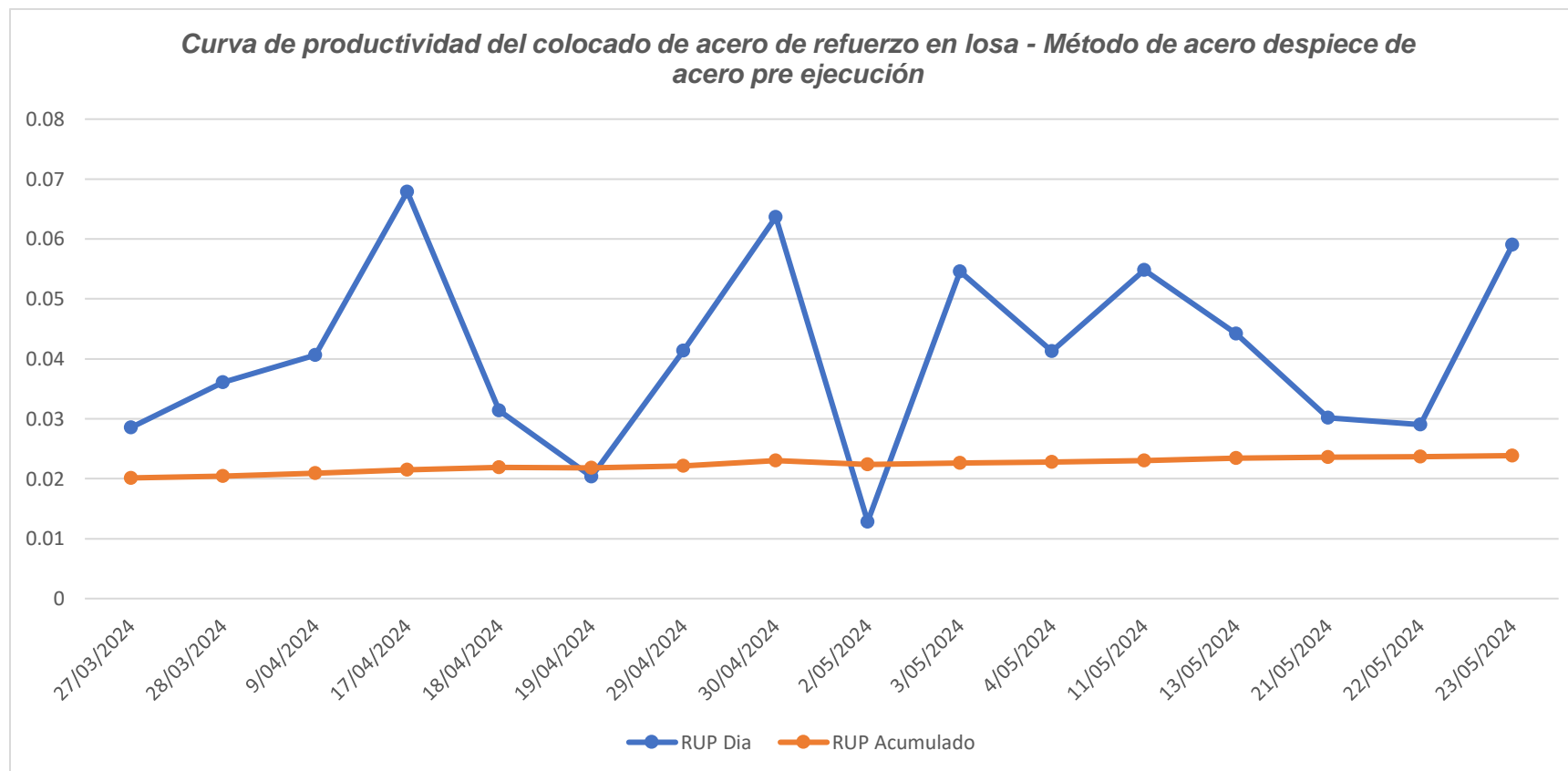
Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en losa por el método convencional



Nota. Fuente: Elaboración propia

### Gráfico 23

Curva de productividad del colocado de acero de refuerzo en losa por el método de acero despiece de acero pre ejecución



Nota. Fuente: Elaboración propia

Se tiene resumen de la cantidad de horas hombre empleadas por el método convencional y el método de despiece de acero pre ejecución en las diferentes actividades.

**Tabla 60**

*Resumen del total de horas hombre empleados por cada tipo de actividad*

<b>Actividad</b>	<b>Total de horas hombre (hh)</b>
<i>Habilitado de acero de refuerzo</i>	<b>2205.15</b>
<i>Colocado de acero en cimentación</i>	<b>244.52</b>
<i>Colocado de acero de refuerzo en vigas</i>	<b>822.86</b>
<i>Colocado de acero de refuerzo en losa</i>	<b>798.61</b>
<i>Colocado de acero de refuerzo en elementos verticales</i>	<b>1567.42</b>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Para fines de la investigación todos los análisis se harán de en los niveles inferiores desde la cimentación hasta el nivel cinco, por ende, se tiene el recuento de horas hombre empleadas desde la cimentación hasta el nivel cinco.

**Tabla 61**

*Horas hombre empleadas desde la cimentación hasta el nivel cinco*

<b>Actividad</b>	<b>Total de horas hombre (hh)</b>
<i>Habilitado de acero de refuerzo</i>	<b>1652.407</b>
<i>Colocado de acero en cimentación</i>	<b>244.52</b>
<i>Colocado de acero en elementos verticales</i>	<b>1062.667</b>
<i>Colocado de acero de refuerzo en vigas</i>	<b>432.28</b>
<i>Colocado de acero de refuerzo en losa</i>	<b>418.9433</b>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

### **4.3. Análisis de resultados**

#### **4.3.1. Análisis de resultados de la cantidad de acero de refuerzo empleado**

Se debe reconocer que hay dos tipos de desperdicio, el primero es el desperdicio visible (retazos de acero de refuerzo que ya no se pueden usar y que posteriormente será desechado como muestra la figura 88)

## Figura 88

### *Desperdicio de acero de refuerzo visible*



*Nota.* Fuente: fotografía propia

El segundo es el desperdicio no visible que es el acero de refuerzo en exceso que se coloca en los elementos estructurales, estos pueden ir en forma de mayor longitud de empalmes, longitudes de ganchos en exceso o mayor cantidad de acero de la que exige el plano estructural (ver figura 89) esto debido generalmente a la falta de información en los planos estructurales. Se debe entender que el hecho que en obra no se visualice desperdicio no significa que exista una buena optimización en el uso de acero ya que puede presentar el segundo tipo de desperdicio mencionado anteriormente. Por ende, la mejor forma de analizar el desperdicio total de acero de refuerzo es mediante la diferencia del metrado de acero con el ingreso o compra total de acero de refuerzo a obra.

## Figura 89

*Mayor longitud de empalme del requerido*



*Nota.* Fuente: fotografía propia

### **4.3.2. Análisis de resultados proyecto 01**

#### **4.3.2.1. Análisis de resultados de cantidad de material**

La cantidad de acero de refuerzo total empleado en la construcción del casco estructural según metrado fue de 76789.84 kilogramos y el ingreso total de acero de refuerzo a obra fue de 84942.79 kilogramos. En donde la diferencia de uso total de estas dos cantidades es de 8152.95 kilogramos representando un desperdicio porcentual neto de 10.62%, este primer desperdicio es el total al finalizar la etapa de casco estructural y es la suma del desperdicio generado empleando el método convencional que se empleó desde la cimentación hasta el nivel cinco y el método de despiece pre ejecución que se empleó desde el nivel seis hasta el techo, siendo necesario señalar el desperdicio generado por cada método empleado.



**Tabla 62**

*Comparación de cantidad de acero de refuerzo empleado en cada método*

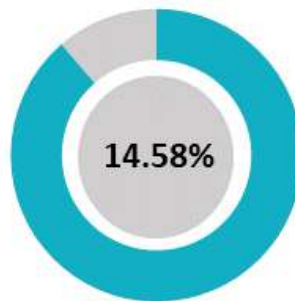
	<i>Convencional</i>	<i>Despiece pre ejecución</i>	<i>ACEDIM</i>
<b>Cantidad de acero (kg)</b>	57455.93	54625.59	50143.36

*Nota.* Fuente: fotografía propia

En los niveles desde la cimentación hasta el nivel cinco se tiene un metrado de 50 143.36 kg y un uso de acero de 57 455. 93 kg, teniendo un desperdicio de 7 312.57 kg representando un desperdicio porcentual del **14.58%** (Ver figura 90), en tanto el metrado desde el nivel seis hasta el nivel de techo es de 26 646.48 kg en estas se aplicó de método de despiece de acero pre ejecución resultando en un uso de 27 486.86 kg teniendo un desperdicio de 840.38 kg dejando un desperdicio porcentual del **3.15%** (Ver figura 91).

**Figura 90**

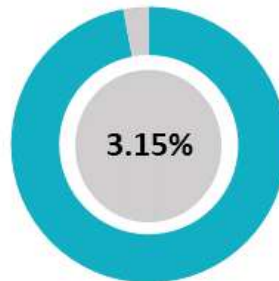
*Desperdicio de acero generado desde el nivel de cimentación a quinto nivel – Método convencional*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia

### Figura 91

*Desperdicio generado desde el nivel quinto a nivel de techo – Método de despiece de acero pre ejecución*

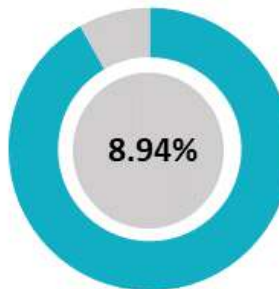


*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Para fines de la presente investigación se proyecta el uso del método de despiece pre ejecución en los niveles inferiores, es decir, desde la cimentación hasta el nivel cinco. Teniendo un uso de 54 625.59 kilogramos comparado con el metrado de 50143.36 kilogramos teniendo un desperdicio de 4482.23 kg dejando un desperdicio porcentual del **8.94%** (ver figura 92).

### Figura 92

*Desperdicio generado desde el nivel de cimentación a nivel cinco – Método de despiece de acero pre ejecución*



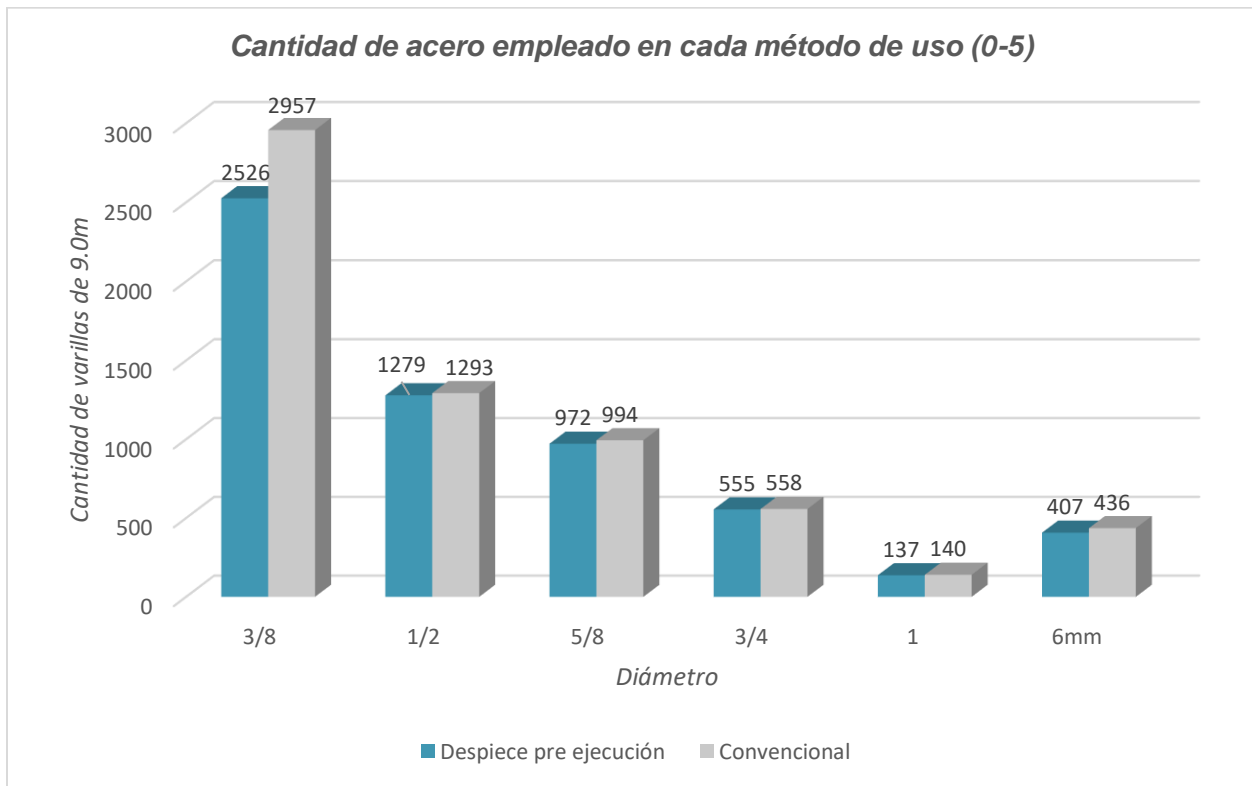
*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Finalmente se puede observar que con ello se llega a uno de los objetivos específicos de la investigación al reducir el desperdicio desde un 14.58% hasta un 8.94% para las condiciones dadas.

El siguiente gráfico muestra la cantidad de varillas de acero de refuerzo necesarios desde la cimentación hasta el quinto nivel por el método convencional, así como del método de despiece pre ejecución.

**Gráfico 24**

*Cantidad de varillas de acero empleado en cada método de uso*



*Nota.* Fuente: elaboración propia

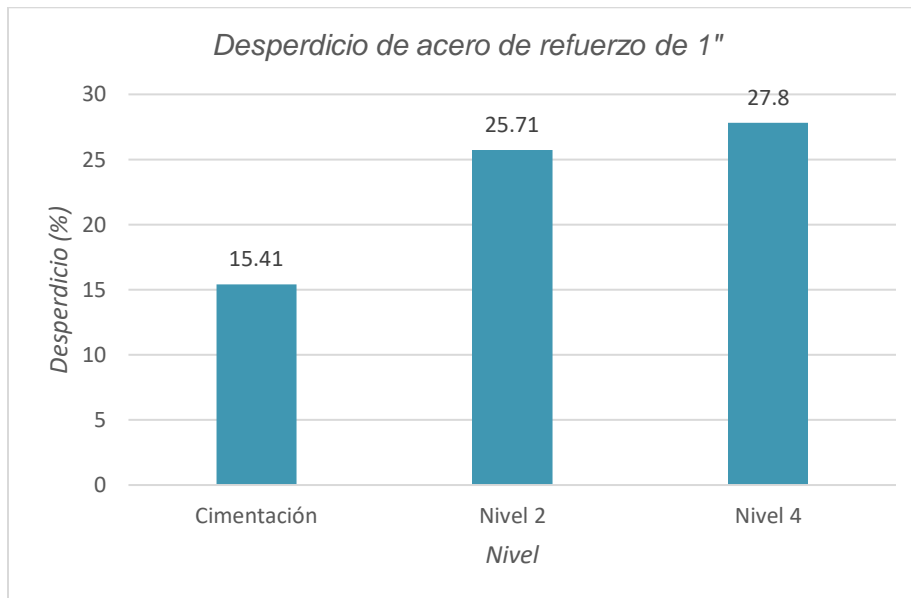
Se aprecia que se logra un menor uso de varillas haciendo uso del método de despiece de acero pre ejecución.

Adicionalmente se muestra el desperdicio de acero de refuerzo en cada nivel empleando el método de despiece pre ejecución en todos los niveles.

#### 4.3.2.1.1. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 1" usando el método de despiece pre ejecución

##### Gráfico 25

*Desperdicio de acero de refuerzo de 1" empleando el método de despiece de acero pre ejecución*



*Nota.* Fuente: elaboración propia

El desperdicio promedio para el acero de refuerzo de 1" es igual a 20.71% en comparación a la recomendación dada por CAPECO del 10%, este desperdicio proviene principalmente del acero de refuerzo en columnas y placas y es inevitable si es que se cumple la zona de empalme óptima según disposición de la norma E.060.

**Figura 93**

*Patrones de corte para acero de refuerzo de 1"*

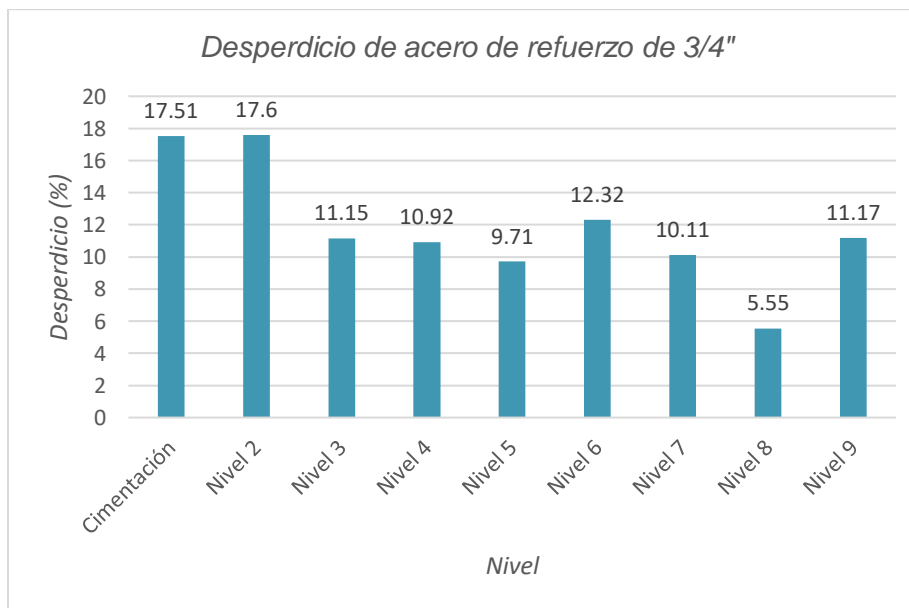
Patrón	Exis. #	Largo	Restos	Repeti.	Piezas
1	1	9.00 m	2.32 m	4x	6.68 m
2	1	9.00 m	2.42 m	6x	6.58 m
3	1	9.00 m	2.42 m	6x	6.58 m
4	1	9.00 m	2.42 m	4x	6.58 m
5	1	9.00 m	2.07 m	6x	6.33 m
6	1	9.00 m	2.67 m	6x	6.33 m

*Nota.* Fuente: elaboración propia

**4.3.2.1.2. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 3/4" usando el método de despiece pre ejecución**

**Gráfico 26**

*Desperdicio de acero de refuerzo de 3/4" empleando el método de despiece de acero pre ejecución*



*Nota.* Fuente: elaboración propia

De emplearse el método de despiece de acero pre ejecución desde la cimentación hasta el techo del noveno nivel se tiene que realizar respetando en plenitud las consideraciones de la norma E.060 relativas a la longitud y zona de empalme, longitud de ganchos y anclajes. Además, se tiene en promedio un desperdicio de 14.25% para las varillas de 3/4" de diámetro que difiere de la recomendación de CAPECO que considera un desperdicio de 8%, analizando las causas del desperdicio se tiene que los patrones de corte generadas por el programa CutLogic en donde se observa que casi la totalidad de desperdicio se genera en el acero de refuerzo de elementos verticales, por la altura de entrepiso y la zona de empalme. Considerando a este desperdicio como desperdicio inevitable.

**Figura 94**

*Patrones de corte para acero de refuerzo de 3/4"*

Patrón	Exis. #	Largo	Restos	Repetir	Piezas
58	1	9.00 m	2.09 m	4x	6.91 m
59	1	9.00 m	2.09 m	4x	6.91 m
60	1	9.00 m	2.09 m	2x	6.91 m
61	1	9.00 m	2.23 m	6x	6.77 m
62	1	9.00 m	3.67 m	2x	5.33 m
63	1	9.00 m	3.67 m	4x	5.33 m
64	1	9.00 m	4.08 m	2x	4.92 m

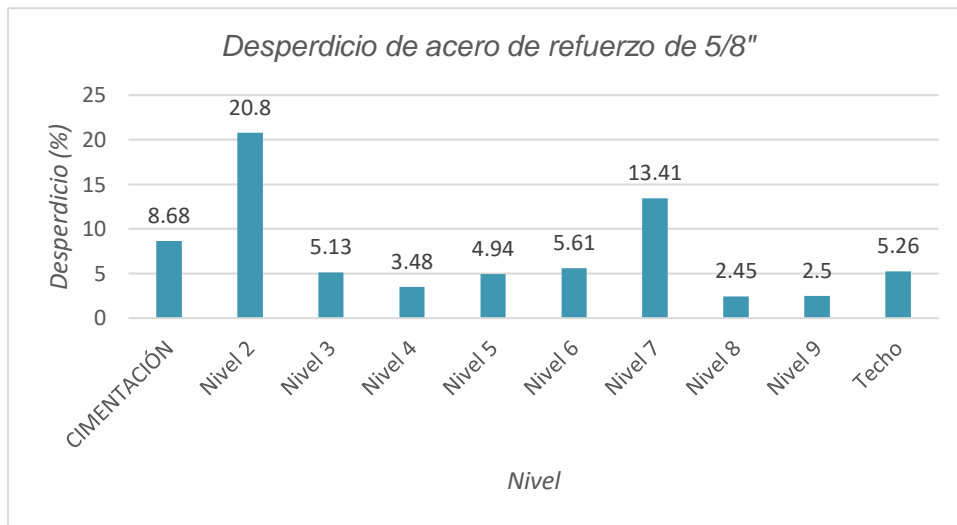
*Nota.* Fuente: elaboración propia

Se puede plantear hacer empalmes en cada entrepiso para tener retazos más grandes que sean posibles rehusarlos, sin embargo, el proceso de empalme por traslape de elementos verticales es un proceso que demanda una buena cantidad de horas hombre, por ende, esta alternativa trae consigo la reducción de la productividad.

#### 4.3.2.1.3. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 5/8" usando el método de despiece de acero pre ejecución

**Gráfico 27**

*Desperdicio de acero de refuerzo de 5/8" empleando el método de despiece de acero pre ejecución*

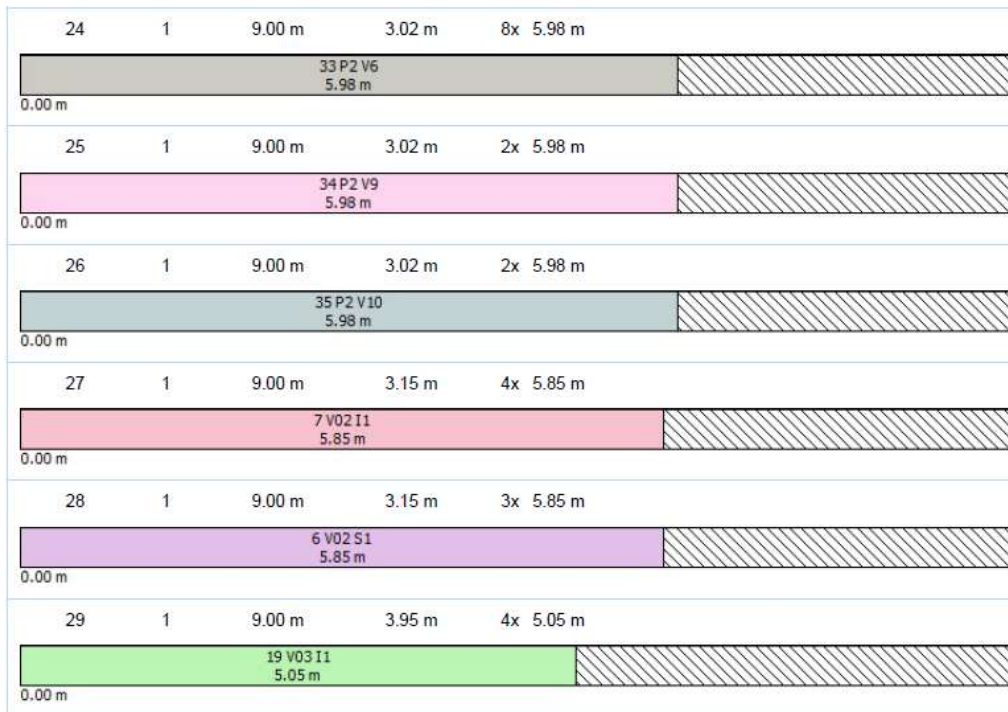


*Nota.* Fuente: elaboración propia

Analizando el desperdicio de las varillas de 5/8" según el método de despiece de acero pre ejecución, se tiene en promedio un desperdicio de 8.16% que difiere de la recomendación dada por CAPECO como desperdicio para varillas de 5/8 de 7%, sin embargo, la variación es menor, siendo que se alcanza el objetivo.

**Figura 95**

*Patrones de corte para acero de refuerzo de 5/8"*



*Nota.* Fuente: elaboración propia

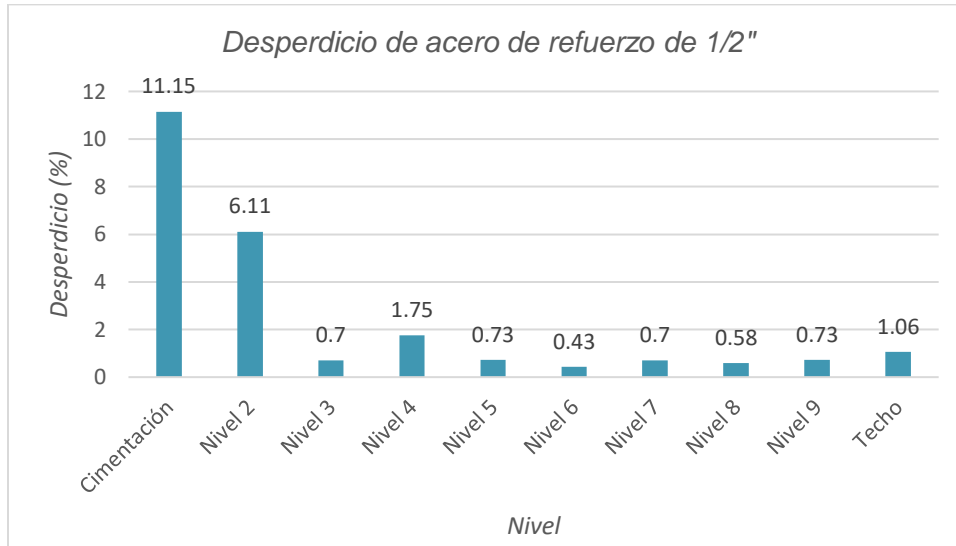
Analizando el desperdicio que se genera según los patrones de corte se tiene que los desperdicios se generan en vigas, sin embargo, los retazos que quedan producto de la optimización son longitudes grandes que fácilmente son reusables, a pesar que el inventario en exceso también es una forma de pérdida. Otra forma de considerar este desperdicio es generar empalmes intencionados en las zonas de empalme adecuados a manera de reducir aún más el porcentaje de desperdicio.

#### **4.3.2.1.4. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 1/2" usando el método de despiece de acero pre ejecución**



## Gráfico 28

*Desperdicio de acero de refuerzo de 1/2" empleando el método de despiece de acero pre ejecución*



*Nota.* Fuente: elaboración propia

El mayor porcentaje de desperdicio se genera en los elementos de cimentación, llegando a valores muy bajos en el resto de niveles, dando un promedio de 2.90% estando por debajo de la recomendación dada por CAPECO de 5% de desperdicio para el acero de refuerzo de 1/2".

Analizando los patrones de corte del nivel con mayor desperdicio se tiene.

**Figura 96**

*Patrones de corte para acero de refuerzo de 1/2"*

Patrón	Exis. #	Largo	Restos	Repetir	Piezas
58	1	9.00 m	2.47 m	15x	6.53 m
59	1	9.00 m	2.47 m	10x	6.53 m
60	1	9.00 m	2.47 m	8x	6.53 m
61	1	9.00 m	2.47 m	3x	6.53 m
62	1	9.00 m	2.47 m	1x	6.53 m
63	1	9.00 m	6.31 m	1x	2.69 m

*Nota.* Fuente: elaboración propia

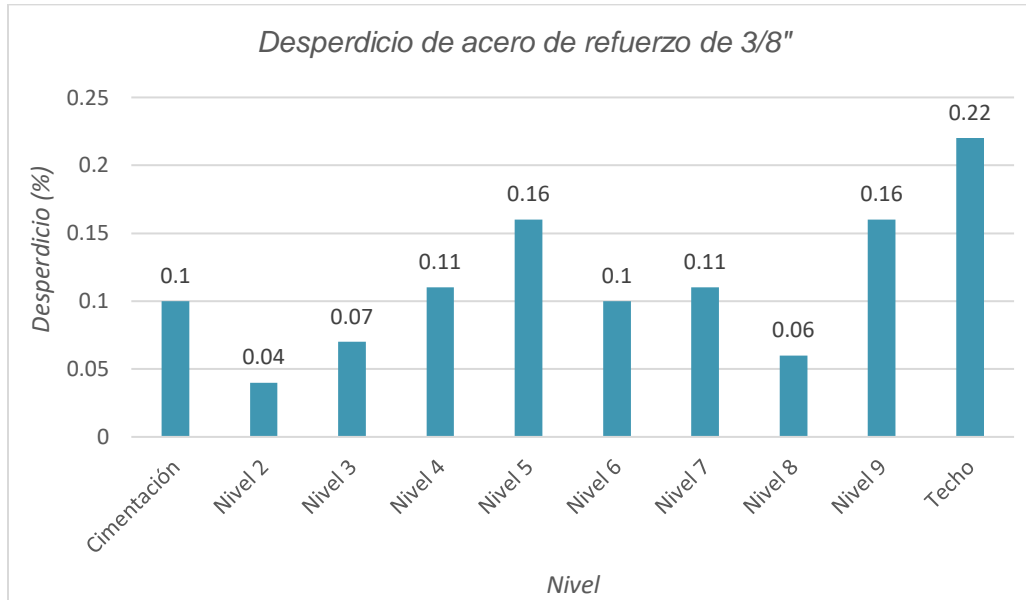
La mayor parte del desperdicio proviene de los elementos verticales (columnas y placas), dejando retazos reusables.

#### **4.3.2.1.5. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 3/8" usando el método de despiece pre ejecución**

Con los datos analizados el desperdicio total empleando el método de despiece pre ejecución, se tiene un desperdicio total de 0.10%, logrando el objetivo de reducción de desperdicio.

## Gráfico 29

*Desperdicio de acero de refuerzo de 3/8" empleando el método de despiece de acero pre ejecución*



*Nota.* Fuente: elaboración propia

### 4.3.2.2. Análisis de resultados del rendimiento de la mano de obra

De acuerdo a la curva de productividad del habilitado de acero de refuerzo por el método convencional se tiene una baja productividad al principio esto debido a que todas las horas hombre se destinan al habilitado de estribos, que requieren de varios dobleces, sin embargo, tienen poco metrado en peso (kg). El Ratio Unitario de Productividad acumulado es la forma más óptima de medir el promedio de la productividad de la mano de obra dando un total de 0.014 hh/kg empleando el método convencional y un Ratio Unitario de Productividad acumulado de 0.021 hh/kg en el habilitado de acero empleando el método de despiece pre ejecución. Se tiene una reducción de la productividad en el habilitado de acero con una variación porcentual de 45.77%, esto debido a que los cortes de acero se realizan de manera individual acorde a la lista de patrones de corte además que estas deben ser bien ubicadas y codificadas.

En cuanto al colocado de acero en elementos de la cimentación tales como las vigas de cimentación y la losa de cimentación, por limitaciones de la tesis solo se tiene el Ratio Unitario de Productividad empleando el método convencional con un valor de 0.014 hh/kg este ratio de productividad es debido a que en estos elementos el colocado de acero son en su mayoría de diámetros mayores.

En el colocado de acero de refuerzo en vigas se tiene un Ratio Unitario de Productividad de 0.02 hh/kg empleando el método convencional y un valor de 0.02 hh/kg empleado el método de despiece de acero pre ejecución no existiendo variación alguna.

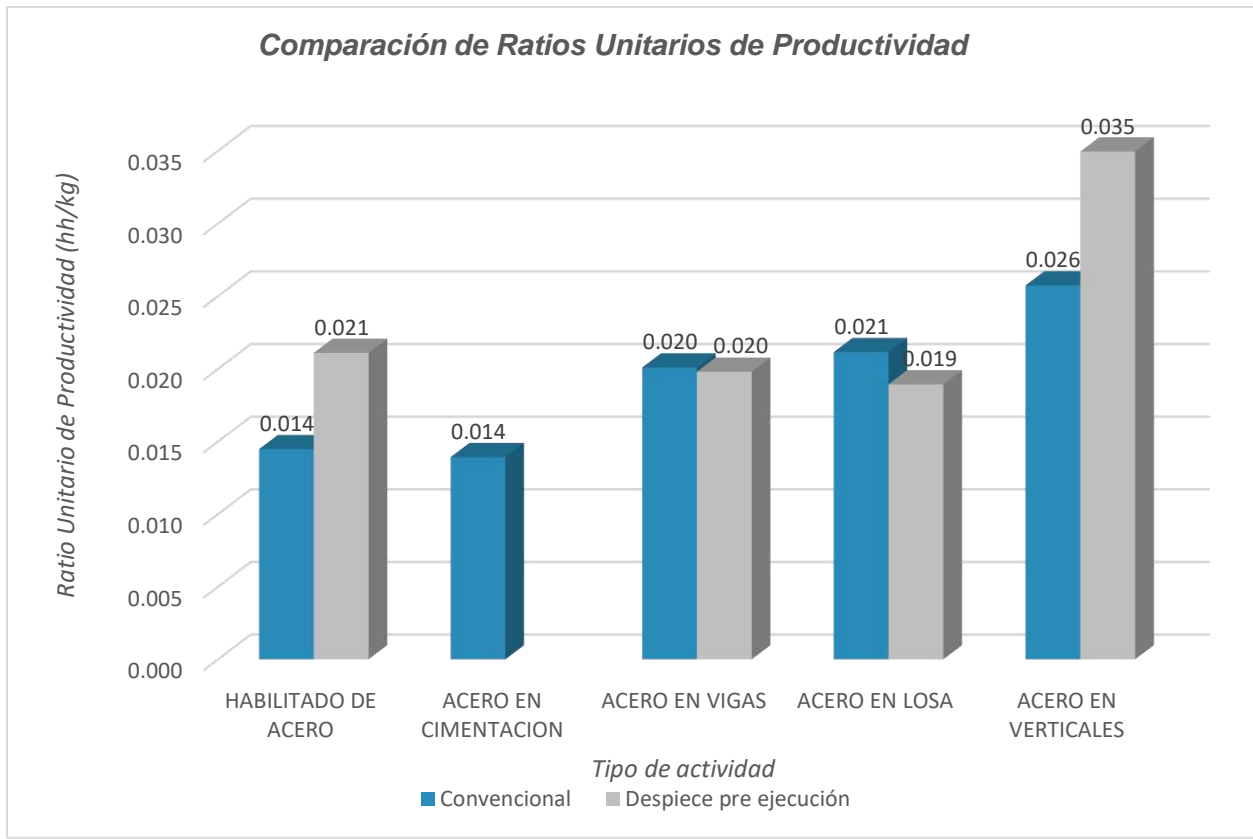
En el colocado de acero de refuerzo en elementos de losa da como resultado un Ratio Unitario de Productividad acumulado de 0.021 hh/kg, mientras un valor de 0.019 hh/kg empleando el método de despiece de acero pre ejecución, incrementando la productividad con una variación porcentual de 10.49% esto debido a que en una losa el método de despiece de acero pre ejecución ayuda a seleccionar grupos de piezas de acero para su facilidad en su colocación además una losa estructural es el elemento que contiene más piezas de diferente longitud con respecto a las demás.

Finalmente, en el colocado de acero de refuerzo en elementos verticales da como resultado un Ratio Unitario de Productividad de 0.026 hh/kg empleando el método convencional, mientras un valor de 0.035 hh/kg empleando el método de despiece de acero pre ejecución, reduciendo la productividad con una variación porcentual de 35.76%. Esta reducción en la productividad es debido a muchas causas entre ellas encontramos, el tiempo de transporte vertical, el complejo ensamblado del acero en el encuentro con el techo inclinado producto de la existencia de diferentes longitudes de piezas y por la baja presión en la velocidad de avance de obra.

En seguida se muestra un gráfico de la comparación de los Ratios Unitarios de Productividad empleando el método convencional y el método de despiece pre ejecución.

### Gráfico 30

Comparación de ratios de productividad empleando los dos métodos



Nota. Fuente: elaboración propia

#### 4.3.2.3. Análisis de resultados de costos y utilidad

##### 4.3.2.3.1. Material empleado

El análisis de costos se hace en los niveles desde la cimentación hasta el nivel cinco, el material total empleado es de 57 455.93 kilogramos.

Tomando datos de la cotización de varillas de acero de refuerzo (Aceros Arequipa da costos en dólares) y convirtiendo el número de varillas empleadas en costos tal como muestra la tabla 63.

**Tabla 63***Comparación de costo de acero de refuerzo*

<b>Diámetro</b>	<b>Varillas (Despiece)</b>	<b>Varillas (convencional)</b>	<b>Costo unitario/varilla (\$)</b>	<b>Costo (convencional) (\$)</b>	<b>Costo (Despiece) (\$)</b>
1	137	140	32.07	4489.80	4393.59
3/4	555	558	18.23	10172.34	10117.65
5/8	972	994	12.4	12325.60	12052.80
1/2	1279	1293	8.02	10369.86	10257.58
3/8	2526	2957	4.47	13217.79	11291.22
6mm	407	436	1.8	784.80	732.60
<b>TOTAL (\$)</b>				<b>51360.19</b>	<b>48845.44</b>

*Nota.* Fuente: elaboración propia

Como se muestra en la tabla 63 el método convencional tiene un costo total de acero de refuerzo en varillas de 51 360.19 dólares americanos y el método de despiece de acero pre ejecución tiene un costo total de 48 845.44 dólares americanos, esto significa una variación porcentual de 4.90%.

Asimismo, la cotización muestra el costo de acero dimensionado de **85 dólares** adicionales por tonelada (ton) con respecto al costo del acero convencional de cada varilla de acero. (Ver tabla 64)

**Tabla 64***Costo adicional del acero dimensionado*

<b>Metrado ACEDIM (Vrll)</b>	<b>Cotización Costo unitario/varilla (\$)</b>	<b>Costo Adicional Acedim (\$/Ton)</b>	<b>Pre Costo ACEDIM</b>	<b>Costo Adicional ACEDIM (\$/Ton)</b>	<b>Costo (ACEDIM) (\$)</b>
109.00	32.07	85	3495.63	330.21	3825.84
469.00	18.23	85	8549.87	801.18	9351.05
889.00	12.4	85	11023.60	1055.60	12079.20
1218.00	8.02	85	9768.36	926.08	10694.44
2524.00	4.47	85	11282.28	1081.07	12363.35
401.00	1.8	85	721.80	68.04	789.84
<b>TOTAL (\$)</b>					<b>49103.73</b>

*Nota.* Fuente: elaboración propia

Con estos datos se tiene el total del costo de material por los tres métodos

**Tabla 65**

*Costo de material usando los tres métodos*

<i>Diámetro</i>	<i>Costo (convencional) (\$)</i>	<i>Costo (Despiece) (\$)</i>	<i>Costo total ACEDIM (\$)</i>
1	4489.80	4393.59	3825.84
3/4	10172.34	10117.65	9351.05
5/8	12325.60	12052.80	12079.20
1/2	10369.86	10257.58	10694.44
3/8	13217.79	11291.22	12363.35
6mm	784.80	732.60	789.84
<b>TOTAL (\$)</b>	<b>51360.19</b>	<b>48845.44</b>	<b>49103.73</b>

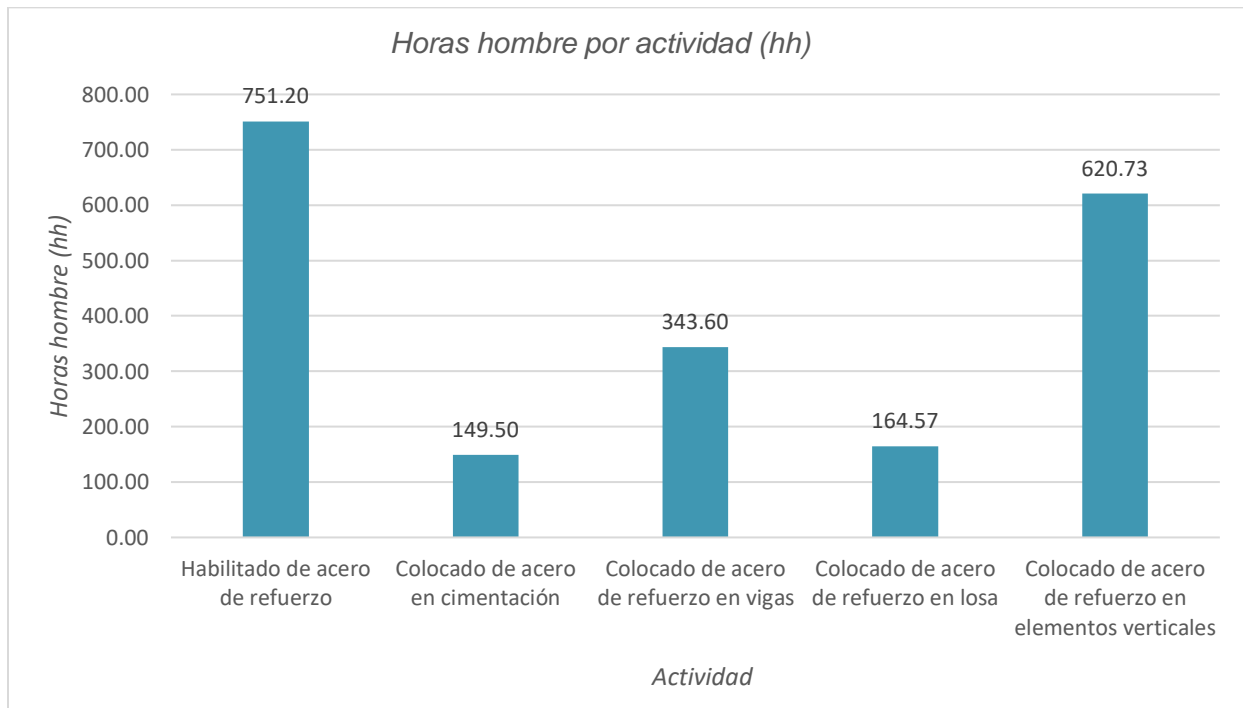
*Nota.* Fuente: elaboración propia

**4.3.2.3.2. Número de horas hombre empleados**

El número de horas hombre empleadas desde la cimentación hasta el nivel cinco se muestra resumida en el siguiente gráfico.

**Gráfico 31**

*Horas hombre empleadas para diferentes actividades haciendo uso del método convencional*



*Nota.* Fuente: elaboración propia

Se observa que el habilitado de acero de refuerzo para los diferentes elementos estructurales es el que mayor cantidad de horas hombre requiere.

La cuadrilla empleada para el habilitado de acero de refuerzo es un operario más un ayudante, siendo posible determinar el costo de mano de obra del habilitado.

Se tiene el Análisis de Precios Unitarios (APU) del subcontrato de mano de obra habilitado y colocado de acero de refuerzo en los diferentes elementos estructurales.

### Figura 97

#### Análisis de Precios Unitarios de la partida acero de refuerzo

Partida	02.03.02.02	ACERO DE REFUERZO f'y = 4200kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 225.0000	EQ. 225.0000	Costo unitario directo por : kg			1.15
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0356	15.00	0.53	
0147010003	PEON	hh	1.0000	0.0356	11.25	0.40	
						<b>0.93</b>	
	<b>Equipos</b>						
0202000007	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.93	0.03	
0203030048	AMOLADORA MECANICA PARA CORTE DE FIERRO	hm		0.0350	5.40	0.19	
						<b>0.22</b>	

Nota. Fuente: adaptada de la empresa.

Se tiene el ratio unitario de productividad de **habilitado** de acero de refuerzo desde el nivel de cimentación hasta el nivel de techo con un valor de 0.014 hh/kg.

$$RUP \text{ habilitado} = \frac{\text{Horas hombre de habilitado}}{\text{Metrado}}$$

$$\text{Horas hombre de habilitado} = RUP \text{ habilitado} * \text{Metrado}$$

$$\text{Horas hombre de habilitado} = \frac{0.014hh}{kg} * 57\,455.93 \text{ kg}$$

$$\text{Horas hombre de habilitado} = 831.88 \text{ hh}$$

Considerando una Jornada laboral de 8 horas diarias, el número de días necesarios para completar el habilitado de acero de refuerzo empleando el método convencional serían.

$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{\text{Horas hombre totales}}{\text{Jornada laboral de 8 horas} * N^{\circ} \text{ trabajadores}}$$



$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{831.88 \text{ horas}}{8 \text{ horas/día} * 2 \text{ trabajadores}}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = 51.99 \text{ días} \approx 52 \text{ días}$$

La cuadrilla de un operario más un ayudante requiere de 52 días para habilitar todo el acero necesario, este costo solo se tiene para el uso del acero de refuerzo por el método convencional y el método de despiece de acero pre ejecución, mas no empleando el acero dimensionado ya que esta no requiere habilitar en obra.

Para determinar el número de horas hombre empleando el método de despiece de acero pre ejecución se usa el ratio de productividad determinado desde el nivel seis hasta el nivel de techo con un valor de 0.021 hh/kg.

$$RUP \text{ habilitado} = \frac{\text{Horas hombre de habilitado}}{\text{Metrado}}$$

Para un metrado de 54 625.59 y un RUP de habilitado de 0.021 hh/kg se estima el número de horas hombre necesarios para el habilitado de acero de refuerzo usando el método de despiece de acero pre ejecución.

$$\text{Horas hombre de habilitado} = RUP \text{ habilitado} * \text{Metrado}$$

$$\text{Horas hombre de habilitado} = \frac{0.021 \text{hh}}{\text{kg}} * 54 \text{ 625.59 kg}$$

$$\text{Horas hombre de habilitado} = 1152.90 \text{ hh}$$

Determinando el número de días necesarios para habilitar el acero de refuerzo empleando el método de despiece de acero pre ejecución para habilitar acero de refuerzo empleando el método de despiece pre ejecución con una cuadrilla óptima de un operario más 1.5 ayudantes.

$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{\text{Horas hombre totales}}{\text{Jornada laboral de 8 horas} * N^{\circ} \text{ trabajadores}}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{1152.90 \text{ horas}}{8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 2.5 \text{ trabajadores}}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = 57.65 \text{ días} \approx 58 \text{ días}$$

Se necesita de 58 días de trabajo de la cuadrilla de habilitado de acero de refuerzo empleando el método de despiece de acero pre ejecución (1 operario + 1.5ayudante).

Con este número de días necesarios para habilitar el acero de refuerzo se determina el costo que representa la mano de obra en cada caso.

Asimismo, para el cálculo de los costos se tiene el costo por día del jornal para operario y ayudante de 120 soles y 90 soles respectivamente.

**Tabla 66**

*Costo de mano de obra del habilitado de acero de refuerzo*

	<i>Convencional</i>	<i>Despiece pre ejecución</i>	<i>ACEDIM</i>
<i>Cuadrilla</i>	<i>1 operario + 1 ayudante</i>	<i>1 operario + 1.5 ayudantes</i>	<i>1 ayudante</i>
<i>Costo por día (S/.)</i>	210	255	90
<i>Días necesarios para habilitado</i>	52	58	90
<i>Costo total de mano de obra para habilitado de acero (S/.)</i>	<b>10920.00</b>	<b>14790.00</b>	<b>8100.00</b>

*Nota.* Fuente: elaboración propia

Para determinar la diferencia en el costo de **colocado** de acero de refuerzo se empleará las ratios de productividad para ambos métodos, se tomará el ratio de productividad del método de despiece de acero pre ejecución para el ratio de productividad del colocado del acero dimensionado, esto debido a las limitaciones de la presente investigación.

Se tiene el metrado con un valor de 57455.93 kg y un ratio unitario de productividad de 0.022 hh/kg empleando el método convencional, también se empleará el Ratio Unitario de Productividad del colocado de acero para determinar el número de horas hombre para el colocado del acero de refuerzo empleando el método de despiece pre ejecución con un valor de 0.026 hh/kg y un metrado de 54 625.59 kg.

$$\text{Horas hombre de colocado} = \text{RUP habilitado} * \text{Metrado}$$

$$\text{Horas hombre de colocado} = \frac{0.022hh}{kg} * 57455.93 kg$$

$$\text{Horas hombre de colocado} = 1259.02 hh$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{\text{Horas hombre totales}}{\text{Jornada laboral de 8 horas} * N^{\circ} \text{ trabajadores}}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{1259.02 \text{ horas}}{8 \text{ horas/día} * 2 \text{ trabajadores}}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = 78.69 \text{ días} \approx 79 \text{ días}$$

Se necesita de 79 días de trabajo de la cuadrilla de colocado de acero de refuerzo empleando el método convencional (1 operario + 1ayudante).

A continuación, se calcula el número de días de trabajo de la cuadrilla de colocado de acero empleando el método de despiece pre ejecución

$$\text{RUP colocado} = \frac{\text{Horas hombre de colocado}}{\text{Metrado}}$$

$$\text{Horas hombre de colocado} = \text{RUP colocado} * \text{Metrado}$$

$$\text{Horas hombre de colocado} = 0.026 \frac{hh}{kg} * 54625.59kg$$

$$\text{Horas hombre de colocado} = 1430.42 \text{ horas hombre}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{\text{Horas hombre totales}}{\text{Jornada laboral de 8 horas} * N^{\circ} \text{ trabajadores}}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{1430.42 \text{ horas}}{8 \text{ horas/día} * 2 \text{ trabajadores}}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = 89.40 \text{ días} \approx 90 \text{ días}$$

Con estos días se determina el costo de la mano de obra en el colocado de acero de refuerzo en cada uno de los elementos estructurales.

**Tabla 67**

*Comparación de costos en el colocado de acero de refuerzo por métodos*

	<b>Convencional</b>	<b>Despiece pre ejecución</b>	<b>ACEDIM</b>
<i>Cuadrilla</i>	<i>1 operario + 1 ayudante</i>	<i>1 operario + 1 ayudante</i>	<i>1 operario + 1 ayudante</i>
<i>Costo por día (S/.)</i>	210	210	210
<i>Días necesarios para colocado</i>	79	90	90
<i>Costo total de mano de obra para colocado de acero (S/.)</i>	<b>16590.00</b>	<b>18900.00</b>	<b>18900.00</b>

*Nota.* Fuente: elaboración propia

Con estos datos se realiza el cuadro comparativo final donde se determina el costo que implica el uso de cada una de las metodologías.

**Tabla 68**

*Cuadro comparativo de costo total empleando los tres métodos de uso*

	<b>Convencional</b>	<b>Despiece pre ejecución</b>	<b>ACEDIM</b>
<i>Costo de material (S/.)</i>	192600.71	183170.40	184138.97
<i>Costo de habilitado (S/.)</i>	10920.00	12495.00	8100.00
<i>Costo de Colocado (S/.)</i>	16590.00	18900.00	18900.00
<b>TOTAL (S/.)</b>	<b>220110.71</b>	<b>214565.40</b>	<b>211138.97</b>

*Nota.* Fuente: elaboración propia

En resumen, se tiene el costo total del colocado de acero de refuerzo de acuerdo a los tres métodos en donde el método convencional tiene un costo de 220 110.71 soles, el método de despiece de acero pre ejecución tiene un costo de 214565.40 soles y el acero dimensionado (ACEDIM) tiene un costo de 211138.97 soles, haciendo la comparación de estas se tiene los siguientes resultados.

**Tabla 69**

*Comparación de costos entre el método de despiece pre ejecución vs el método convencional*

	<b>Despiece</b>	<b>Convencional</b>	<b>Variación</b>	<b>Variación porcentual (%)</b>
<i>Costo (S/.)</i>	214565.40	220110.71	5545.31	1.48%

*Nota.* Fuente: elaboración propia

Se observa que usando el método convencional resulta más caro que el método de despiece de acero pre ejecución en un porcentaje de 1.48%.

**Tabla 70**

*Comparación de costos entre el método convencional vs el método de acero dimensionado (ACEDIM)*

	<b>Convencional</b>	<b>ACEDIM</b>	<b>Variación</b>	<b>Variación porcentual (%)</b>
<i>Costo (S/.)</i>	220110.71	211138.97	8971.74	4.08%

*Nota.* Fuente: elaboración propia

Se observa que usando el método convencional resulta más caro que el método de acero dimensionado en un porcentaje de 4.08%.

**Tabla 71**

*Comparación de costos entre el método de despiece pre ejecución vs el método de acero dimensionado*

	<b>Despiece</b>	<b>ACEDIM</b>	<b>Variación</b>
<i>Costo (S/.)</i>	216860.40	211138.97	5721.43

De acuerdo a la tabla de resultados el costo empleado en el método de despiece de acero pre ejecución es menor que en el método convencional en un valor de 5 545.31 soles. Asimismo, el costo empleado en el método de despiece de acero pre ejecución es mayor al del método de acero dimensionado (ACEDIM) en un valor de 5721.43 soles. Finalmente, el costo empleado en el método convencional es mayor al del método de acero dimensionado (ACEDIM) en un valor de 8 971.74 soles.

Se observa que el uso de acero dimensionado (ACEDIM) tiene una gran ventaja en costos con respecto al método convencional y el método de despiece pre ejecución, pero en la etapa del proceso constructivo existen algunos detalles a considerar a cerca del uso del acero dimensionado (ACEDIM):

- El tonelaje mínimo requerido desde la cual Aceros Arequipa provee de acero dimensionado es de 34 toneladas
- El cronograma de entrega de acero es estricto, es decir se debe recepcionar en la fecha acordada.
- Su almacenaje requiere una gran extensión de área, esto debido a que la llegada de acero dimensionado contiene diferentes piezas pertenecientes a diferentes elementos estructurales.
- El mal manejo en la recepción de la descarga de acero dimensionado amerita a un desorden de piezas que conlleva a reducir en gran medida la productividad en el colocado de acero de refuerzo. (ver figura 98)

### **Figura 98**

*Desorden en la descarga de acero dimensionado (ACEDIM)*



*Nota.* Fuente: fotografía propia

### 4.3.3. Análisis de resultados proyecto 02

#### 4.3.3.1. Análisis de resultados de cantidad de material

La cantidad de acero de refuerzo total empleado en la construcción del casco estructural según metrado fue de 148 312.88 kilogramos y el ingreso total de acero de refuerzo a obra fue de 167 530.09 kilogramos. En donde la diferencia de uso total de estas dos cantidades es de 19 217.06 kilogramos representando un desperdicio neto de 12.96%, este primer desperdicio es el total al finalizar la etapa de casco estructural y es la suma del desperdicio generado empleando el método convencional que se empleó desde la cimentación hasta el nivel cinco y el método de despiece pre ejecución que se empleó desde el nivel seis hasta el nivel de techo, siendo necesario señalar el desperdicio generado por cada método empleado.

Comparación de cantidad de acero de refuerzo empleado en cada método

**Tabla 72**

*Comparación de cantidad de acero de refuerzo total empleado en cada método*

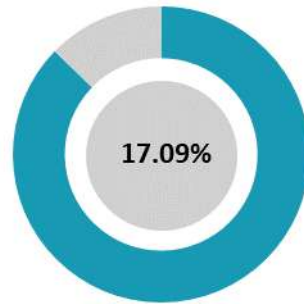
	<i>Convencional</i>	<i>Despiece pre ejecución</i>	<i>ACEDIM</i>
<b><i>Cantidad de acero (kg)</i></b>	<i>167530.09</i>	<i>156709.467</i>	<i>148312.88</i>

*Nota.* Fuente: fotografía propia

En los niveles desde la cimentación hasta el nivel cinco se tiene un metrado de 104 210.62 kg y un uso de acero de 122 019.37 kg, teniendo un desperdicio de 17 808.752 kg representando un desperdicio porcentual del 17.09 % (Ver figura 99), en tanto el metrado desde el nivel seis hasta el nivel de techo es de 44 102.26 kg en estas se aplicó de método de despiece de acero pre ejecución resultando en un uso de 45 510.71 kg, teniendo un desperdicio de 1408.45 kg representando un desperdicio porcentual del 3.19% (Ver figura 100).

### Figura 99

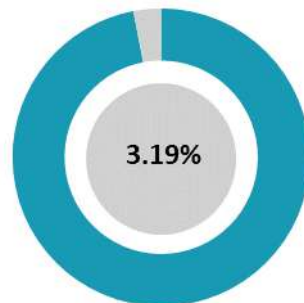
*Desperdicio de acero generado desde el nivel de cimentación a quinto nivel – Método convencional*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia

### Figura 100

*Desperdicio generado desde el nivel quinto a nivel de techo – Método de despiece de acero pre ejecución*



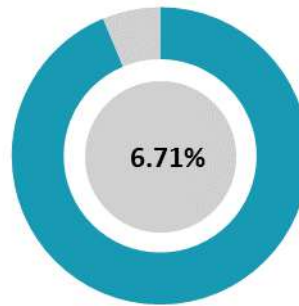
*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Para fines de la presente investigación se proyecta el uso del método de despiece pre ejecución en los niveles inferiores, es decir, desde la cimentación hasta el nivel cinco. Teniendo un uso de 111 198.75 kilogramos comparado con el metrado de 104210.62 kilogramos teniendo un desperdicio de 6988.13 kilogramos dejando un desperdicio porcentual del 6.71% (ver figura 101)



### Figura 101

*Desperdicio generado desde el nivel de cimentación a nivel cinco – Método de despiece de acero pre ejecución*



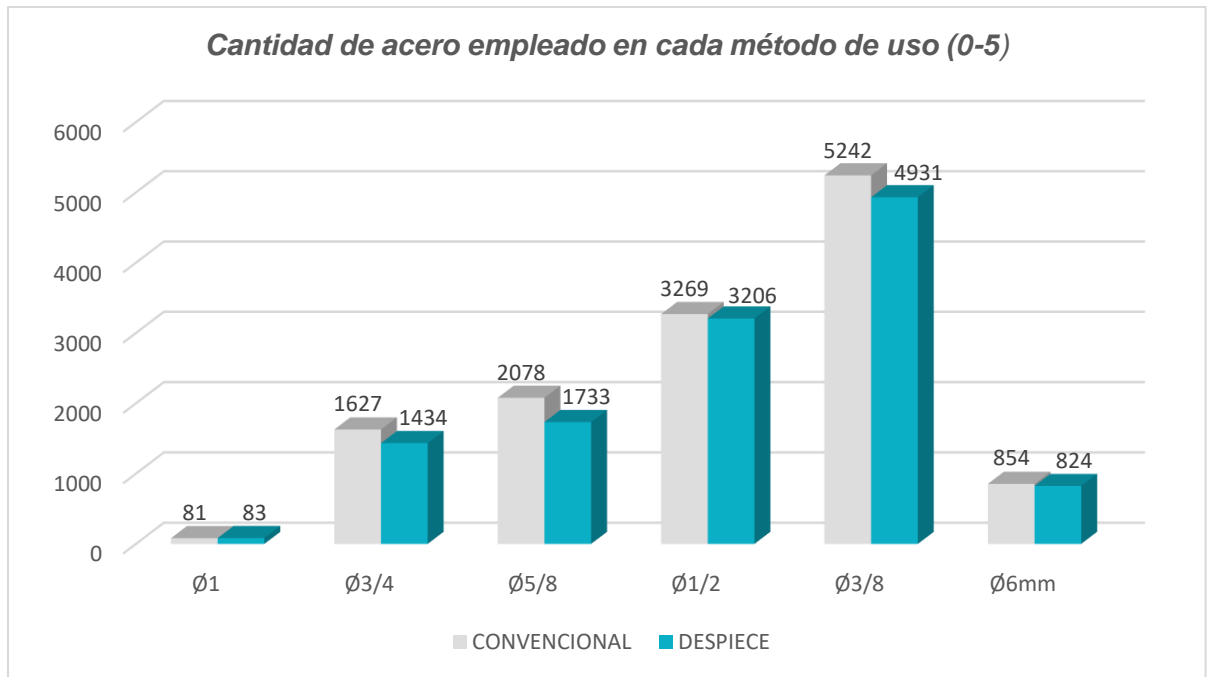
*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Finalmente se puede observar que con ello se llega a uno de los objetivos específicos de la investigación al reducir el desperdicio desde un 17.09% hasta un 6.71% para las condiciones dadas.

El siguiente gráfico muestra la cantidad de varillas de acero de refuerzo necesarios desde la cimentación hasta el quinto nivel por el método convencional, así como del método de despiece pre ejecución.

### Gráfico 32

Cantidad de varillas de acero empleado en cada método de uso



Nota. Fuente: elaboración propia

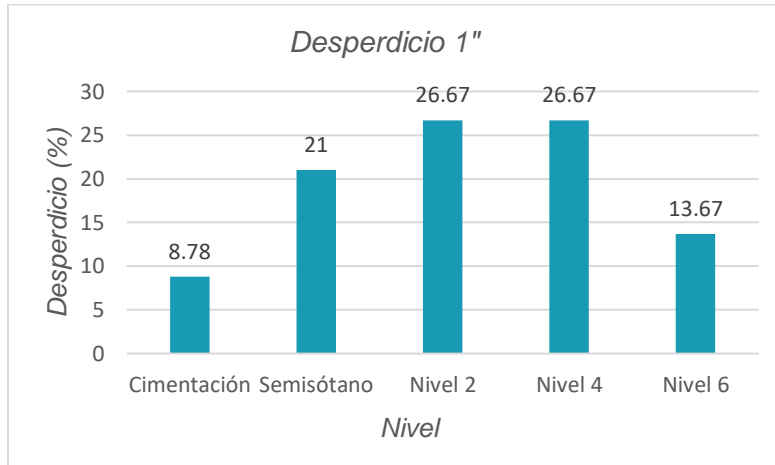
Se aprecia que se logra un menor uso de varillas haciendo uso del método de despiece de acero pre ejecución

Adicionalmente se muestra el desperdicio de acero de refuerzo en cada nivel a emplear con el método de despiece pre ejecución en todos los niveles.

#### 4.3.3.1.1. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 1" usando el método de despiece pre ejecución

### Gráfico 33

*Desperdicio de acero de refuerzo de 1" empleando el método de despiece de acero pre ejecución*



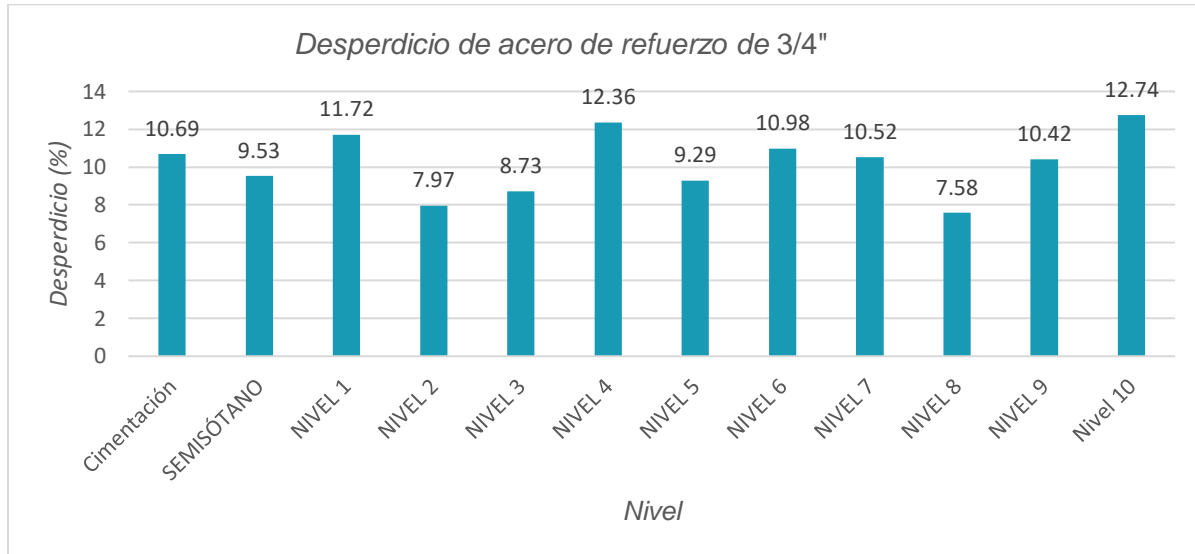
*Nota.* Fuente: elaboración propia

El desperdicio promedio ponderado para el acero de refuerzo de 1" es igual a 12.35% en comparación a la recomendación dada por CAPECO del 10%, este desperdicio proviene principalmente del acero de refuerzo en columnas y placas y es inevitable si es que se cumple la zona de empalme óptima según disposición de la norma E.060.

#### **4.3.3.1.2. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 3/4" usando el método de despiece pre ejecución**

### Gráfico 34

*Desperdicio de acero de refuerzo de 3/4" empleando el método de despiece de acero pre ejecución*



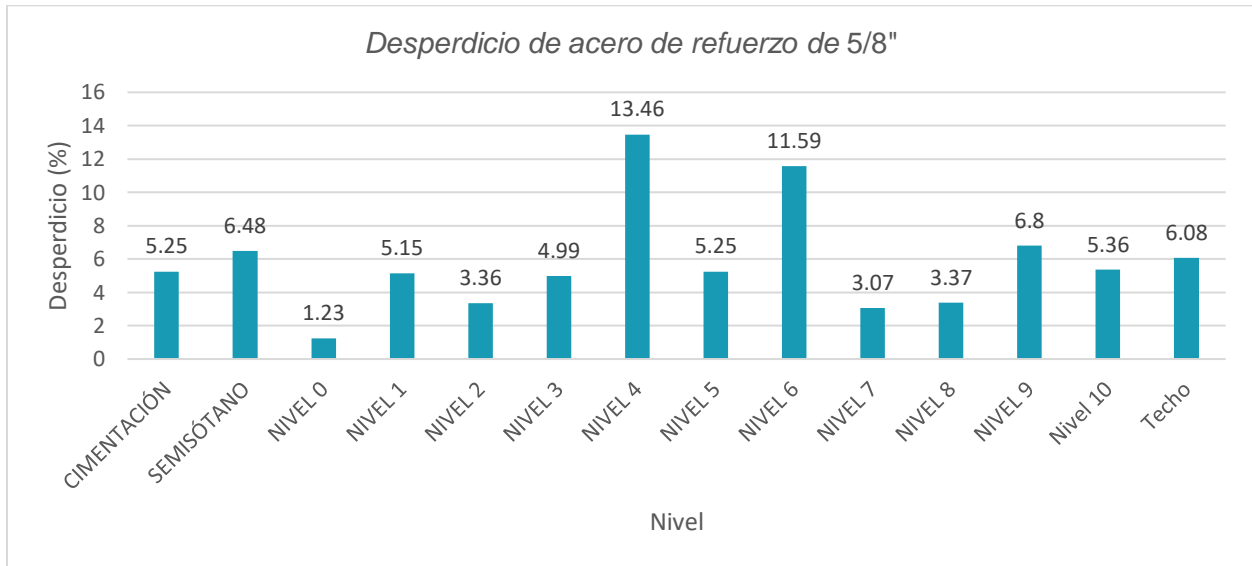
*Nota.* Fuente: elaboración propia

De emplearse el método de despiece de acero pre ejecución desde la cimentación hasta el nivel de techo se tiene que realizar respetando en plenitud las consideraciones de la norma E.060 relativas a la longitud y zona de empalme, longitud de ganchos y anclajes. Además, se tiene en promedio ponderado un desperdicio de 10.00% para las varillas de 3/4" de diámetro que difiere de la recomendación de CAPECO que considera un desperdicio de 8%, analizando las causas del desperdicio se tiene que los patrones de corte generadas por el programa CutLogic en donde se observa que casi la totalidad de desperdicio se genera en el acero de refuerzo de elementos verticales, por la altura de entrepiso y la zona de empalme. Considerando a este desperdicio como desperdicio inevitable.

#### 4.3.3.1.3. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 5/8" usando el método de despiece de acero pre ejecución

**Gráfico 35**

*Desperdicio de acero de refuerzo de 5/8" empleando el método de despiece de acero pre ejecución*



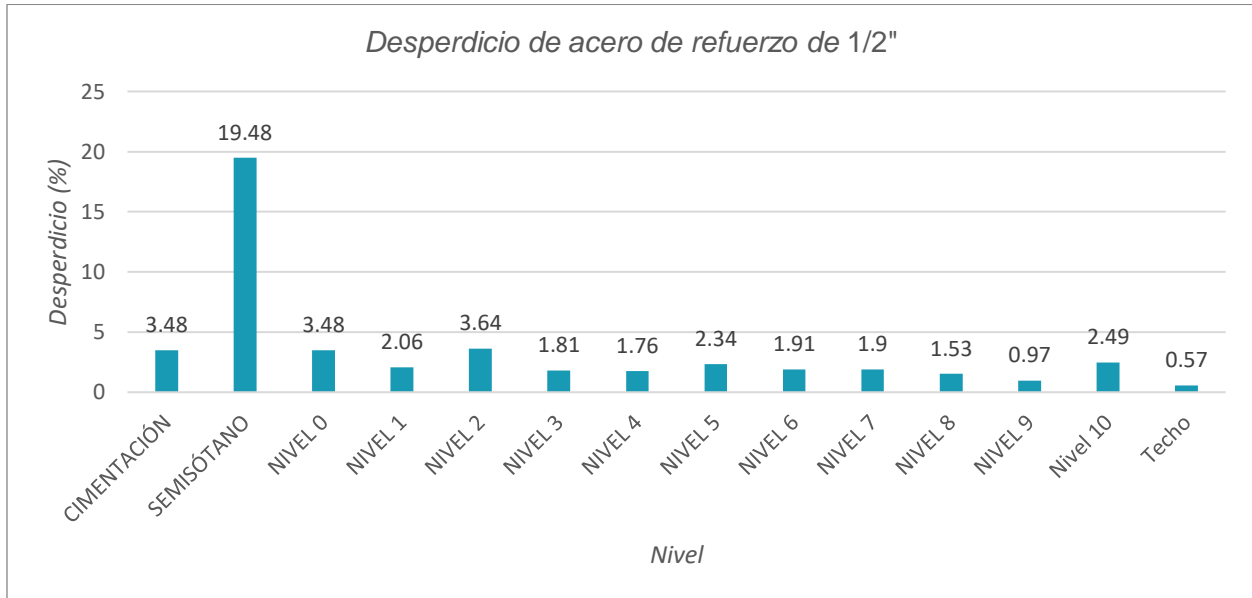
*Nota.* Fuente: elaboración propia

Analizando el desperdicio de las varillas de 5/8" según el método de despiece de acero pre ejecución, se tiene en promedio ponderado un desperdicio de 5.93% que difiere de la recomendación dada por CAPECO como desperdicio para varillas de 5/8" de 7%, sin embargo, la variación es menor, siendo que se alcanza el objetivo.

#### 4.3.3.1.4. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 1/2" usando el método de despiece de acero pre ejecución

### Gráfico 36

Desperdicio de acero de refuerzo de 1/2" empleando el método de despiece de acero pre ejecución



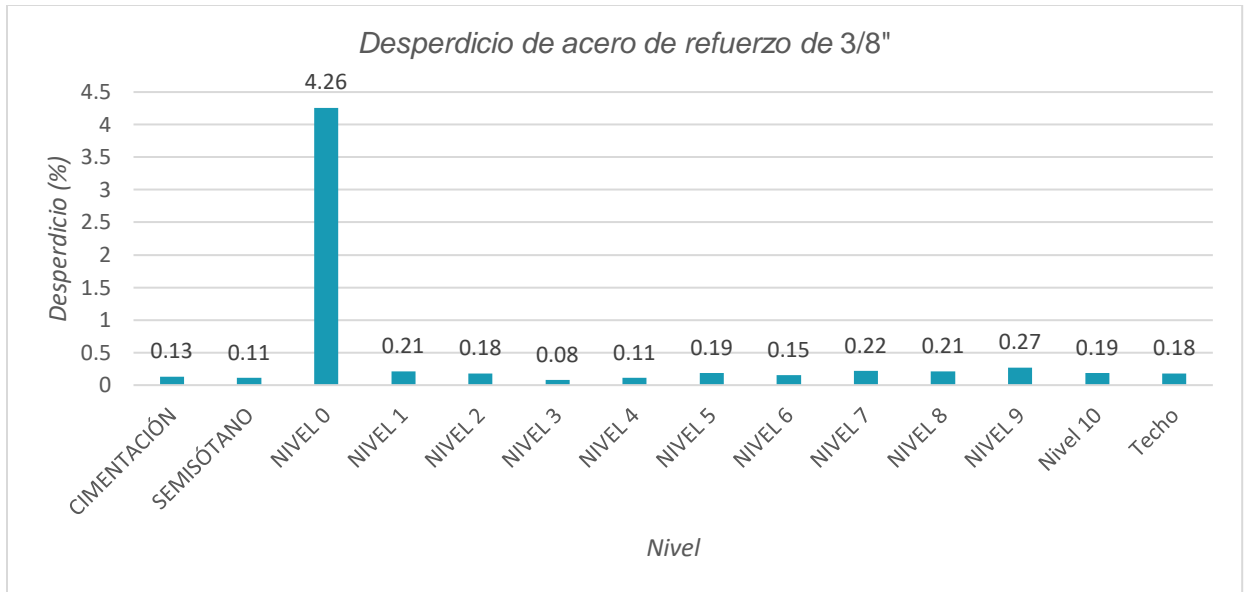
Nota. Fuente: elaboración propia

El mayor porcentaje de desperdicio se genera en la losa maciza del semisótano, llegando a valores muy bajos en el resto de niveles, dando un promedio de 6.19% estando ligeramente por encima de la recomendación dada por CAPECO de 5% de desperdicio para el acero de refuerzo de 1/2".

#### 4.3.3.1.5. Análisis de desperdicio de acero de refuerzo de 3/8" usando el método de despiece pre ejecución

### Gráfico 37

Desperdicio de acero de refuerzo de 3/8" empleando el método de despiece de acero pre ejecución



*Nota.* Fuente: elaboración propia

Con los datos analizados el desperdicio total empleando el método de despiece pre ejecución, se tiene un desperdicio total de 0.18% en comparación con el desperdicio dado por CAPECO de 3%, logrando el objetivo de reducción de desperdicio.

#### **4.3.3.2. Análisis de resultados del rendimiento de la mano de obra**

De acuerdo a la curva de productividad del habilitado de acero de refuerzo por el método convencional se tiene una baja productividad al principio esto debido a que todas las horas hombre se destinan al habilitado de estribos, que requieren de varios dobleces, sin embargo, tienen poco metrado en peso (kg). El Ratio Unitario de Productividad acumulado es la forma más óptima de medir el promedio de la productividad de la mano de obra dando un total de 0.013 hh/kg empleando el método convencional y un Ratio Unitario de Productividad acumulado de 0.021 hh/kg en el habilitado de acero empleando el método de despiece pre ejecución. Se tiene una reducción de la productividad en el habilitado de acero con una variación porcentual de 37.09%, esto debido a que los cortes de acero se realizan de manera individual acorde a la lista de patrones de corte además que estas deben ser bien ubicadas y codificadas.

En cuanto al colocado de acero en elementos de la cimentación tales como las vigas de cimentación y la losa de cimentación, por limitaciones de la tesis solo se tiene el Ratio Unitario de Productividad empleando el método convencional con un valor de 0.012 hh/kg esta ratio de productividad es debido a que en estos elementos el colocado de acero son en su mayoría de diámetros mayores.

En el colocado de acero de refuerzo en vigas se tiene un Ratio Unitario de Productividad de 0.021 hh/kg empleando el método convencional y un valor de 0.021 hh/kg empleado el método de despiece de acero pre ejecución no existiendo variación alguna.

En el colocado de acero de refuerzo en elementos de losa da como resultado un Ratio Unitario de Productividad acumulado de 0.022 hh/kg, mientras un valor de 0.026 hh/kg empleando el método de despiece de acero pre ejecución, reduciendo la productividad con una variación porcentual de 15.17% esto debido a la losa proyecto analizado en comparación con el proyecto 01 es más complejo.

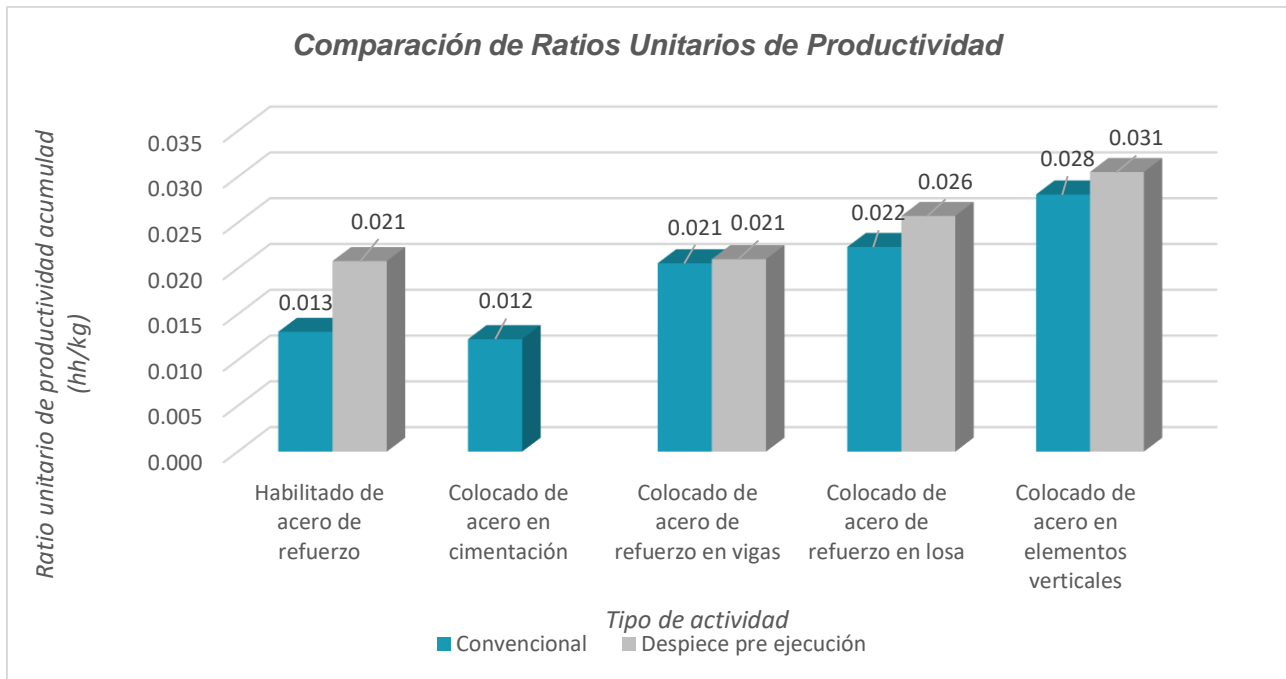
Finalmente, en el colocado de acero de refuerzo en elementos verticales da como resultado un Ratio Unitario de Productividad de 0.028 hh/kg empleando el método convencional, mientras un valor de 0.031 hh/kg empleando el método de despiece de acero pre ejecución, reduciendo la productividad con una variación porcentual de 8.71%. Esta reducción en la productividad es debido a muchas causas entre ellas encontramos, el tiempo de transporte vertical y el complejo ensamblado del acero en el encuentro con el techo inclinado producto de la existencia de diferentes longitudes de piezas.

En seguida, se muestra un gráfico de la comparación de los Ratios Unitarios de Productividad empleando el método convencional y el método de despiece pre ejecución.



### Gráfico 38

Comparación de ratios de productividad empleando los dos métodos



Nota. Fuente: elaboración propia

#### 4.3.3.3. Análisis de resultados de costos y utilidad

##### 4.3.3.3.1. Material empleado

El análisis de costos se hace en los niveles desde la cimentación hasta el nivel cinco, el material total empleado es de 122 019.37 kilogramos.

Tomando datos de la cotización de varillas de acero de refuerzo (Aceros Arequipa da costos en dólares) y convirtiendo el número de varillas empleadas en costos tal como muestra la tabla 73.

**Tabla 73***Comparación de costo de acero de refuerzo*

<b>Diámetro</b>	<b>Varillas (Despiece)</b>	<b>Varillas (convencional)</b>	<b>Costo unitario/varilla (\$)</b>	<b>Costo (convencional) (\$)</b>	<b>Costo (Despiece) (\$)</b>
1	83	81	32.07	2597.67	2661.81
3/4	1434	1627	18.23	29660.21	26141.82
5/8	1733	2078	12.4	25767.20	21489.2
1/2	3206	3269	8.02	26217.38	25712.12
3/8	4931	5242	4.47	23431.74	22041.57
6mm	824	854	1.8	1537.20	1483.2
<b>TOTAL (\$)</b>				<b>109211.40</b>	<b>99529.72</b>

*Nota.* Fuente: elaboración propia

Como se muestra en la tabla 73 el método convencional tiene un costo total de acero de refuerzo en varillas de 109 211.40 dólares americanos y el método de despiece de acero pre ejecución tiene un costo total de 99529.72 dólares americanos, esto significa una variación porcentual de 8.87%.

Asimismo, la cotización muestra el costo de acero dimensionado de **85 dólares** adicionales por tonelada (Tn.) con respecto al costo del acero convencional de cada varilla de acero. (Ver tabla 74)

**Tabla 74***Costo adicional del acero dimensionado*

<b>Metrado ACEDIM (Vrll)</b>	<b>Cotización Costo unitario/varilla (\$)</b>	<b>Costo Adicional Acedim (\$/Tn.)</b>	<b>Pre Costo ACEDIM</b>	<b>Costo Adicional ACEDIM (\$/Tn.)</b>	<b>Costo (ACEDIM) (\$)</b>
73.00	32.07	85	2341.11	221.35	2562.46
1293.00	18.23	85	23571.39	2211.40	25782.79
1633.00	12.4	85	20249.20	1939.17	22188.37
2951.00	8.02	85	23667.02	2243.70	25910.72
4915.00	4.47	85	21970.05	2105.56	24075.61
805.00	1.8	85	1449.00	136.72	1585.72
<b>TOTAL (\$)</b>					<b>102105.67</b>

*Nota.* Fuente: elaboración propia

Con estos datos se tiene el total del costo de material por los tres métodos

**Tabla 75**

*Costo de material usando los tres métodos*

<i>Diámetro</i>	<i>Costo (convencional) (\$)</i>	<i>Costo (Despiece) (\$)</i>	<i>Costo total ACEDIM (\$)</i>
1	2597.67	2661.81	2562.46
3/4	29660.21	26141.82	25782.79
5/8	25767.20	21489.2	22188.37
1/2	26217.38	25712.12	25910.72
3/8	23431.74	22041.57	24075.61
6mm	1537.20	1483.2	1585.72
<b>TOTAL (\$)</b>	<b>109211.40</b>	<b>99529.72</b>	<b>102105.67</b>

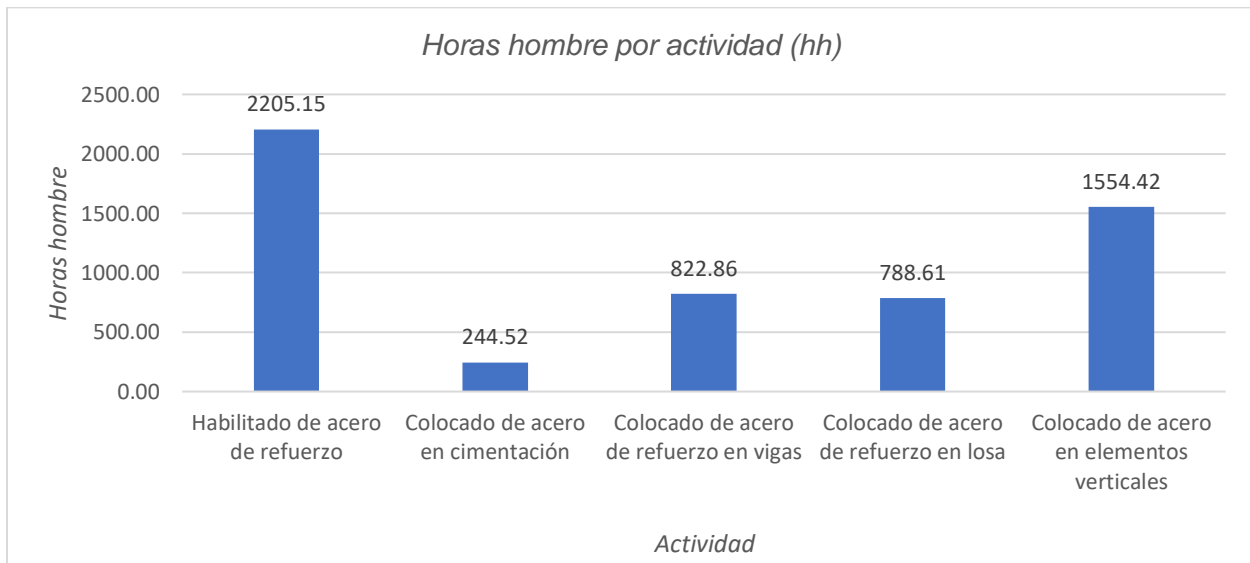
*Nota.* Fuente: elaboración propia

**4.3.3.3.2. Número de horas hombre empleados**

El número de horas hombre empleadas desde la cimentación hasta el nivel cinco se muestra resumida en el siguiente gráfico.

**Gráfico 39**

*Horas hombre empleadas para diferentes actividades haciendo uso del método convencional*



*Nota.* Fuente: elaboración propia

Se observa que el habilitado de acero de refuerzo para los diferentes elementos estructurales es el que mayor cantidad de horas hombre requiere.

La cuadrilla empleada para el habilitado de acero de refuerzo es un operario más un ayudante, siendo posible determinar el costo de mano de obra del habilitado.

Se tiene el Análisis de Precios Unitarios (APU) del subcontrato de mano de obra habilitado y colocado de acero de refuerzo en los diferentes elementos estructurales.

### Figura 102

#### Análisis de Precios Unitarios de la partida acero de refuerzo

Partida	02.03.02.02	ACERO DE REFUERZO f'y = 4200kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 225.0000	EQ. 225.0000	Costo unitario directo por : kg			1.15
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0356	15.00	0.53	
0147010003	PEON	hh	1.0000	0.0356	11.25	0.40	
						<b>0.93</b>	
	<b>Equipos</b>						
0202000007	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.93	0.03	
0203030048	AMOLADORA MECANICA PARA CORTE DE FIERRO	hm		0.0350	5.40	0.19	
						<b>0.22</b>	

*Nota.* Fuente: adaptada de la empresa.

Se tiene el ratio unitario de productividad de **habilitado** de acero de refuerzo desde el nivel de cimentación hasta el nivel de techo con un valor de 0.013 hh/kg.

$$RUP \text{ habilitado} = \frac{\text{Horas hombre de habilitado}}{\text{Metrado}}$$

$$\text{Horas hombre de habilitado} = RUP \text{ habilitado} * \text{Metrado}$$

$$\text{Horas hombre de habilitado} = \frac{0.013hh}{kg} * 122\ 019.37 \text{ kg}$$

$$\text{Horas hombre de habilitado} = 1597.30 \text{ hh}$$

Considerando una Jornada laboral de 8 horas diarias, el número de días necesarios para completar el habilitado de acero de refuerzo empleando el método convencional serían.

$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{\text{Horas hombre totales}}{\text{Jornada laboral de 8 horas} * N^{\circ} \text{ trabajadores}}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{1597.30 \text{ horas}}{8 \text{ horas/día} * 2 \text{ trabajadores}}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = 99.83 \text{ días} \approx 100 \text{ días}$$

La cuadrilla de un operario más un ayudante requiere de 100 días para habilitar todo el acero necesario, este costo solo se tiene para el uso del acero de refuerzo por el método convencional y el método de despiece de acero pre ejecución, mas no empleando el acero dimensionado ya que esta no requiere habilitar en obra.

Para determinar el número de horas hombre empleando el método de **despiece** de acero pre ejecución se usa el ratio de productividad determinado desde el nivel seis hasta el nivel de techo con un valor de 0.021 hh/kg.

$$RUP \text{ habilitado} = \frac{\text{Horas hombre de habilitado}}{\text{Metrado}}$$

Para un metrado de 111198.75 kg y un RUP de habilitado de 0.021 hh/kg se estima el número de horas hombre necesarios para el habilitado de acero de refuerzo usando el método de despiece de acero pre ejecución.

$$\text{Horas hombre de habilitado} = RUP \text{ habilitado} * \text{Metrado}$$

$$\text{Horas hombre de habilitado} = \frac{0.021 \text{ hh}}{\text{kg}} * 111198.75 \text{ kg}$$

$$\text{Horas hombre de habilitado} = 2313.83 \text{ hh}$$

Determinando el número de días necesarios para habilitar el acero de refuerzo empleando el método de despiece de acero pre ejecución para habilitar acero de refuerzo empleando el método de despiece pre ejecución con una cuadrilla óptima de un operario más dos ayudantes.

$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{\text{Horas hombre totales}}{\text{Jornada laboral de 8 horas} * N^{\circ} \text{ trabajadores}}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{2313.83 \text{ horas}}{8 \text{ horas/día} * 2.5 \text{ trabajadores}}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = 115.69 \text{ días} \approx 116 \text{ días}$$

Se necesita de 116 días de trabajo de la cuadrilla de habilitado de acero de refuerzo empleando el método de despiece de acero pre ejecución (1 operario + 1.5ayudante).

Con este número de días necesarios para habilitar el acero de refuerzo se determina el costo que representa la mano de obra en cada caso.

**Tabla 76**

*Costo de mano de obra del habilitado de acero de refuerzo*

	<i>Convencional</i>	<i>Despiece pre ejecución</i>	<i>ACEDIM</i>
<i>Cuadrilla</i>	<i>1 operario + 1 ayudante</i>	<i>1 operario + 1.5 ayudantes</i>	<i>1 ayudante</i>
<i>Costo por día (S/.)</i>	210	255	90
<i>Días necesarios para habilitado</i>	100	116	182
<i>Costo total de mano de obra para habilitado de acero (S/.)</i>	<b>21000.00</b>	<b>29580.00</b>	<b>16380.00</b>

*Nota.* Fuente: elaboración propia

Para determinar la diferencia en el costo de **colocado** de acero de refuerzo se empleará las ratios de productividad para ambos métodos, se tomará el ratio de productividad del método de despiece de acero pre ejecución para el ratio de productividad del colocado del acero dimensionado, esto debido a las limitaciones de la presente investigación.

Se tiene el metrado con un valor de 122019.37 kg y un ratio unitario de productividad de 0.024 hh/kg empleando el método convencional, también se empleará el Ratio Unitario de Productividad del colocado de acero para determinar el número de horas hombre para el colocado del acero de refuerzo empleando el método de despiece pre ejecución con un valor de 0.026 hh/kg y un metrado de 111198.75 kg.

Por el método convencional:

$$\text{Horas hombre de colocado} = \text{RUP habilitado} * \text{Metrado}$$

$$\text{Horas hombre de colocado} = \frac{0.024hh}{kg} * 122019.37 kg$$

$$\text{Horas hombre de colocado} = 2884.46 hh$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{\text{Horas hombre totales}}{\text{Jornada laboral de 8 horas} * N^{\circ} \text{ trabajadores}}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{2884.46 \text{ horas}}{8 \text{ horas/día} * 2 \text{ trabajadores}}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = 180.28 \text{ días} \approx 181 \text{ días}$$

Se necesita de 181 días de trabajo de la cuadrilla de colocado de acero de refuerzo empleando el método convencional (1 operario + 1ayudante).

A continuación, se calcula el número de días de trabajo de la cuadrilla de colocado de acero empleando el método de despiece pre ejecución.

Por el método de despiece pre ejecución:

$$\text{RUP colocado} = \frac{\text{Horas hombre de colocado}}{\text{Metrado}}$$

$$\text{Horas hombre de colocado} = \text{RUP colocado} * \text{Metrado}$$

$$\text{Horas hombre de colocado} = 0.026 \frac{hh}{kg} * 111198.75 kg$$

$$\text{Horas hombre de colocado} = 2910.39 \text{ horas hombre}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{\text{Horas hombre totales}}{\text{Jornada laboral de 8 horas} * N^{\circ} \text{ trabajadores}}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = \frac{2910.39 \text{ horas}}{8 \text{ horas/día} * 2 \text{ trabajadores}}$$

$$N^{\circ} \text{ de días} = 181.90 \text{ días} \approx 182 \text{ días}$$

Con estos días se determina el costo de la mano de obra en el colocado de acero de refuerzo en cada uno de los elementos estructurales.

**Tabla 77***Comparación de costos en el colocado de acero de refuerzo por métodos*

	<b>Convencional</b>	<b>Despiece pre ejecución</b>	<b>ACEDIM</b>
<i>Cuadrilla</i>	<i>1 operario + 1 ayudante</i>	<i>1 operario + 1 ayudante</i>	<i>1 operario + 1 ayudante</i>
<i>Costo por día (S/.)</i>	210	210	210
<i>Días necesarios para colocado</i>	181	182	182
<i>Costo total de mano de obra para colocado de acero (S/.)</i>	<b>38010.00</b>	<b>38220.00</b>	<b>38220.00</b>

*Nota.* Fuente: elaboración propia

Con estos datos se realiza el cuadro comparativo final donde se determina el costo que implica el uso de cada una de las metodologías.

**Tabla 78***Cuadro comparativo de costo total empleando los tres métodos de uso*

	<b>Convencional</b>	<b>Despiece pre ejecución</b>	<b>ACEDIM</b>
<i>Costo de material (S/.)</i>	409542.75	373236.45	382896.27
<i>Costo de habilitado (S/.)</i>	21000.00	29580.00	16380.00
<i>Costo de Colocado (S/.)</i>	38010.00	38220.00	38220.00
<b>TOTAL (S/.)</b>	<b>468552.75</b>	<b>441036.45</b>	<b>437496.27</b>

*Nota.* Fuente: elaboración propia

En resumen, se tiene el costo total del colocado de acero de refuerzo de acuerdo a los tres métodos en donde el método convencional tiene un costo de 468552.75 soles, el método de despiece de acero pre ejecución tiene un costo de 441036.45 soles y el acero dimensionado (ACEDIM) tiene un costo de 437496.27 soles, haciendo la comparación de estas se tiene los siguientes resultados.



**Tabla 79**

*Comparación de costos entre el método de despiece pre ejecución vs el método convencional*

	<b>Despiece</b>	<b>Convencional</b>	<b>Variación</b>	<b>Variación porcentual (%)</b>
<i>Costo (S/.)</i>	441 036.45	468 552.75	27 516.30	5.87%

*Nota.* Fuente: elaboración propia

Se observa que usando el método convencional resulta más caro que el método de despiece pre ejecución en un porcentaje de 5.87%

**Tabla 80**

*Comparación de costos entre el método convencional vs el método de acero dimensionado (ACEDIM)*

	<b>Convencional</b>	<b>ACEDIM</b>	<b>Variación</b>	<b>Variación porcentual (%)</b>
<i>Costo (S/.)</i>	468 552.75	437 496.27	31 056.48	6.63%

*Nota.* Fuente: elaboración propia

Se observa que usando el método convencional resulta mas caro que el método de acero dimensionado en un porcentaje de 6.63%

**Tabla 81**

*Comparación de costos entre el método de despiece pre ejecución vs el método de acero dimensionado (ACEDIM)*

	<b>Despiece</b>	<b>ACEDIM</b>	<b>Variación</b>	<b>Variación porcentual (%)</b>
<i>Costo (S/.)</i>	441 036.45	437 496.27	3 540.18	0.80%

*Nota.* Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla de resultados el costo empleado en el método de despiece de acero pre ejecución es menor que en el método convencional en un valor de 27 516.30 soles. Asimismo, el costo empleado en el método de despiece de acero pre ejecución es mayor al del método de acero dimensionado (ACEDIM) en un valor de 3 540.18 soles. Finalmente, el costo empleado en

el método convencional es mayor al del método de acero dimensionado (ACEDIM) en un valor de 31 056.48 soles.

Se observa que el uso de acero dimensionado (ACEDIM) tiene una gran ventaja en costos con respecto al método convencional y con respecto al método de despiece pre ejecución es ligeramente menor.

## CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con los resultados obtenidos se hace una validación parcial de la hipótesis general planteada que establece que el método de despiece de acero pre ejecución reduce los desperdicios del acero de refuerzo en mano de obra y materiales empleado en edificaciones multifamiliares de la ciudad del Cusco, 2023.

Con respecto a la cantidad de material empleado usando el método de despiece de acero pre ejecución se logró la reducción de desperdicio del material desde un valor de 50143.36 kg hasta un valor de 54625.59 kg con respecto al método convencional representando en un 8.94% en el proyecto 01 y desde un valor de 104210.62 kg hasta un valor de 111198.75 kg con respecto al método convencional representando en un 6.71% para el proyecto 02.

Haciendo una comparativa de estos resultados con las presentadas por Castro Atau (2010) en donde encontró un desperdicio de acero del orden del 20%, se encuentra una coincidencia parcial ya que en la presente investigación se determinó un desperdicio de 14.58% en el proyecto 01 y 17.09% en el proyecto 02 usando el método convencional. Además, los resultados presentados por Soriano Santiago, Kevin Maycol (2016) están en orden 4.29%, 5.72%, 3.83% y 2.65% que son parcialmente menores en comparación con el método de despiece de acero pre ejecución, en la presente investigación se determinó un desperdicio de 14.58% y 17.09% usando el método convencional y usando el método de despiece de acero pre ejecución se tuvo 8.94% y 6.71%. Asimismo, los valores dados por Soriano Santiago, Kevin Maycol (2016) solo es posible con una perfecta gestión de piezas, sería bueno conocer qué métodos usan la cuadrilla de acero para llegar a ese desperdicio.

Con respecto a la productividad de la mano de obra usando el método de despiece de acero pre ejecución frente al método convencional incrementó desde un valor de 0.014 hh/kg hasta un valor de 0.021 hh/kg para el habilitado de acero de refuerzo, desde 0.022 hh/kg hasta 0.026 hh/kg para el colocado de acero de refuerzo en el proyecto 01. También incrementó desde

un valor de 0.013 hh/kg hasta un valor de 0.021 hh/kg para el habilitado de acero de refuerzo, desde 0.024 hh/kg hasta 0.026 hh/kg para el colocado de acero de refuerzo en el proyecto 02. Este incremento del ratio unitario de productividad lo que involucra que se necesitan más horas hombre por cada kilogramo de acero de refuerzo colocado se entiende entre otras razones por factores de altura, siendo cada vez más complicado el transporte vertical, condiciones de seguridad, así también la influencia de la dificultad para el manejo de la diversidad de piezas planteadas por el método de despiece de acero pre ejecución.

Se determina también que el armado de acero de refuerzo es parte de la ruta crítica por ende tiene predecesoras y sucesoras y parte de la reducción de la productividad se debe a una mala gestión en la partida de encofrado y concreto en elementos estructurales,

No se encontró investigaciones que detallen de manera disgregada los ratios unitarios de productividad de habilitado independientemente del armado en diferentes elementos estructurales, solo se cuenta con los ratios propuestos por CAPECO en el análisis de precios unitarios con 0.035 hh/kg, llegando a la conclusión que la productividad de la mano de obra empleando el método de despiece pre ejecución es superior a la productividad media del mercado.

Con respecto al incremento de la utilidad de las empresas usando el método de despiece de acero pre ejecución en el proyecto 01 incrementa la utilidad en 3 250.31 soles en un porcentaje de 1.48% con respecto al método convencional. En tanto usando el método de acero dimensionado incrementa la utilidad en 8 971.74 soles en un porcentaje de 4.08% con respecto al método convencional. En el proyecto 02 usando el método de despiece de acero pre ejecución incrementa la utilidad en 27 516.30 soles en un porcentaje de 5.87% con respecto al método convencional. En tanto usando el método de acero dimensionado incrementa la utilidad en 31056.48 soles en un porcentaje de 6.63% con respecto al método convencional.

Haciendo una comparativa de estos resultados con las presentadas por Ttica Gonzales (2021) en donde encontró un desperdicio de acero del orden de 9.18%, 8.38% y 9.21% en donde

esto en promedio representa 15 449.18 soles, no se encuentra una coincidencia ya que en la presente investigación se determinó un desperdicio de 14.58% en el proyecto 01 y 17.09% en el proyecto 02 en donde esto en promedio representa 22 630.09 soles.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1. En esta investigación el uso del método de despiece pre ejecución en la cantidad de material en el proyecto 01 se redujo de 14.58% a 8.94% y en el proyecto 02 se redujo de 17.09% a 6.71%, logrando un resultado positivo en la cantidad de material empleado sin embargo la productividad de mano de obra en el proyecto 01 en el habilitado de acero se reduce de 0.014 hh/kg a 0.021 hh/kg y en el colocado de acero se reduce de 0.022 hh/kg a 0.026 hh/kg, en tanto en el proyecto 02 en el habilitado de acero se reduce de 0.013 hh/kg a 0.021 hh/kg y en el colocado de acero se reduce de 0.024 hh/kg a 0.026 hh/kg.
2. Se comparó que la cantidad de material empleado en el proyecto 01 usando el método de despiece de acero pre ejecución frente el acero dimensionado fue mayor en 4482.23 kg y menor frente al método convencional en 2830.34 kg. En tanto en el proyecto 02 usando el método de despiece de acero pre ejecución frente el acero dimensionado fue mayor en 6 988.13 kg y menor frente al método convencional en 10 820.62 kg.
3. Se determinó que la productividad de la mano de obra en el proyecto 01 en la actividad de habilitado de acero usando el método de despiece de acero pre ejecución fue de 0.021 hh/kg y usando el método el método convencional fue de 0.014 hh/kg en seguida para la actividad de colocado de acero usando el método de despiece de acero pre ejecución fue de 0.026 hh/kg y usando el método el método convencional fue de 0.022 hh/kg. En tanto en el proyecto 02 en la actividad de habilitado de acero usando el método de despiece de acero pre ejecución fue de 0.021 hh/kg y usando el método el método convencional fue de 0.013 hh/kg en seguida para la actividad de colocado de acero usando el método de despiece de acero pre ejecución fue de 0.026 hh/kg y usando el método el método convencional fue de 0.024 hh/kg. En este sentido no se valida la hipótesis específica 02.

4. Se midió el incremento de la utilidad de la empresa del proyecto 01 usando el método de despiece de acero pre ejecución frente al método convencional en una cantidad de 3250.31 soles y frente al ACEDIM se midió la disminución de la utilidad en 5721.43 soles. En tanto en el proyecto 02 usando el método de despiece de acero pre ejecución frente al método convencional en una cantidad de 27516.30 soles y frente al ACEDIM se midió la disminución de la utilidad en 3540.18 soles. En este sentido la hipótesis específica 03 se valida parcialmente ya que la utilidad es mayor con respecto al método convencional y menor al método de acero dimensionado.

## CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y conclusiones de la presente investigación se recomienda a los lectores, investigadores, profesionales del rubro de la construcción e interesados en el tema estudiado las siguientes recomendaciones:

1. Las empresas constructoras de edificaciones deben evaluar el uso de acero dimensionado debido a las ventajas económicas que tiene.
2. Las empresas constructoras deben acelerar la incorporación de la metodología BIM para el intercambio de información y control de proyectos en todas las etapas del proyecto.
3. Al usar el método de despiece de acero pre ejecución todas las piezas deben estar bien etiquetadas.
4. Al usar el método de despiece pre ejecución se debe tener un área específica para cada paquete de piezas.
5. Las empresas constructoras de edificaciones deben usar camión grúa para la descarga de acero y mini grúa estacionaria para el transporte vertical del acero de refuerzo, esto con la finalidad de incrementar la productividad de mano de obra.
6. Continuar con las investigaciones del uso de acero dimensionado a nivel de construcción y corroborar resultados obtenidos en la presente investigación, tanto en rendimiento de mano de obra, cantidad de acero de refuerzo empleado y sus dificultades.



## CAPITULO VIII: REFERENCIAS

- Aceros Arequipa. (2009). *Acero Dimensionado*. Presentacion CONEIC UNI.
- Aceros Arequipa. (2020). *Construye seguro (Manual del maestro constructor)*. Obtenido de <https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-constructor>
- Aceros Arequipa. (2021). *ACEDIM MANUAL DE PROCESO*. Obtenido de <https://www.webdes.acerosarequipa.com/pe/es/acedim>
- Aceros Arequipa. (2021). *Proceso de produccion del acero*. Obtenido de <https://acerosarequipa.com/co/es/procesos-de-produccion>
- ACI 318S-05. (2005). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05) (Version en español y en sistema métrico)*. USA: Primera edición, Producido por el Comité ACI 318.
- ACI 318S-08. (2008). *REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318S-08) Y COMENTARIO*. USA: Versión en español y en sistema métrico.
- Almendariz Rodríguez, C. E., & Ortiz Aguirre, I. J. (2022). Determinación de porcentaje de desperdicios del acero estructural de refuerzo en diversos elementos de hormigón armado perteneciente a la estructura de una vivienda de 2 plantas. *Saberes del Conocimiento*. Guayaquil, Ecuador.
- BIM FORUM. (28 de 12 de 2023). Obtenido de <https://bimforum.org/resource/lod-level-of-development-lod-specification/>
- BIM GOB LATAM. (2023). *Estrategias BIM de los países miembros de la Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos*.
- Botero Botero, L. F., & Álvarez Villa, M. E. (2003). Identificación de Pérdidas en el Proceso Productivo de la Construcción. *Universidad EAFI*, 66.
- Briones Lazo, C. (23 de Junio de 2017). *PlanBim*. (CORFO) Obtenido de La Revolucion del BIM en la coordinacion de proyectos: [https://cchc.cl/uploads/evento/archivos/Plan\\_BIM.pdf](https://cchc.cl/uploads/evento/archivos/Plan_BIM.pdf)

- BUILDING INFORMATION MODELING MARKET. (2023). Obtenido de [https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/building-information-modeling-market-95037387.html?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiAkp6tBhB5EiwANTCx1Dln-5Jj8IH8zljtX04w5xtM0CcRwo8hnueZfpL9KJw-Uo9GnpCvdBoCAuAQAvD\\_BwE](https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/building-information-modeling-market-95037387.html?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAkp6tBhB5EiwANTCx1Dln-5Jj8IH8zljtX04w5xtM0CcRwo8hnueZfpL9KJw-Uo9GnpCvdBoCAuAQAvD_BwE)
- Castro Atau, Y. (2010). *Sistematización de detalles, habilitación y armado de aceros ASTM A615 para construcciones de concreto armado: Impacto técnico, económico y ambiental*. Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga.
- Eastman et al. (2018).
- et, E. (2018).
- Ewe Chye, L. (1996). *THE ANALYSIS OF PRODUCTIVITY IN BUILDING CONSTRUCTION [Tesis Doctoral, Loughborough University]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/2134/7150>
- Fernández Huaccani , C., & Loarte Pérez , J. (2022). *BENEFICIOS DE IMPLEMENTAR EL BUILDING INFORMATION MODELING*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ (PUCP).
- Formoso, C., De Cesare, C., V. Lantelme, E., & Soibelman, L. (1998). *As Perdas Na Construção Civil: Conceitos, Classificações e Seu Papel Na Melhoria Do Setor*.
- Ghio Castillo, V. (2001). *Productividad en obras de construcción. Diagnóstico, crítica y propuesta*. Lima: Pontificia Universitaria del Perú.
- Gil, T. G., & Arana, A. C. (2010). *Introducción al análisis de datos en investigación cualitativa: Tipos de análisis y proceso de codificación (II)*. NURE investigación: Revista Científica de enfermería.
- Harmsen Gómez de la Torre, T. E. (2022). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
- Herrera, J. (2012). *PRODUCTIVIDAD*. Palibro.

- Lezama Briceño, L. (2019). *Influencia de la Ingeniería de Detalle en la Programación de la etapa de estructuras en un proyecto de edificación*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Mamani Candia, E. (2022). *Propuesta de implementación de la metodología BIM para la optimización de recursos y minimizar las deficiencias de diseño en ingeniería de detalle para la industrialización de armaduras en proyectos de construcción*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- McKinsey & Company. (Diciembre de 2015). *DIGITAL AMERICA: A TALE OF THE HAVES AND HAVE - MORES*. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/technology%20media%20and%20telecommunications/high%20tech/our%20insights/digital%20america%20a%20tale%20of%20the%20haves%20and%20have%20mores/digital%20america%20full%20report%20december%202015.pdf>
- NBS. (2020). *10TH ANNUAL BIM REPORT*.
- Norma E.060 Concreto Armado. (2020). Lima.
- Norma E.060 Concreto Armado. (2020).
- Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M. R., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Palomino Silva, J., Hennings Otoy, J., & Chevarría Alvarado, V. (2017). ANÁLISIS MACROECONÓMICO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ. *Quipukamayoc*, 96.
- Ramos Salazar, J. (2003). *Costos y Presupuestos en Edificación*. Lima: CAPECO.
- Real Academia Española. (2022). *Despiece*. En Diccionario de la Lengua Española (Edición del Tricentenario). Obtenido de <https://dle.rae.es/despiece>

- Senent Martínez, E., Sánchez Romero, M., & González Cruz, M. (2000). *Cuadernos de Ingeniería de Proyectos II del diseño de detalle a la realización*. Valencia: edUPV.  
doi:<https://doi.org/10.4995/REA.2023.658401>
- Serpell B., A. (1993). *ADMINISTRACION DE OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN*. Chile: Alfaomega.
- Shingo, S. (1909). *A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint*. Japon: Re-translated into English by Productivity, Inc.
- Soibelman, L. (2000). Material de desperdicio en la industria de la construcción: Incidencia y control. (*Artículo de investigación*). Consejo Directivo de Fundación ICA, México.
- Souza, U. (2006). *Como aumentar a eficiência das mão de obra: manual de Gestão da Produtividade na Construção Civil*. São Paulo: Editora Pini.
- TMachines evolutionary software. (2023).
- Ttica Gonzalez, R. (2021). *ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ACERO POST EJECUCIÓN FRENTE AL MODELADO BIM DE ACERO CON REVIT Y CUTLOGIC CONSIDERANDO VARIACIONES IMPLÍCITAS EN EL HABILITADO*. Universidad Andina del Cusco, Cusco.
- Zamora Inga, Á. A., & Polar Chávez, L. G. (2022). Análisis del sector construcción en el Perú para el periodo 2012-2021 y el impacto que tuvo por el Covid-19, los casos de corrupción, entre otros. [*Trabajo de Investigación para optar el Grado de Master*]. Universidad De Piura, Lima.
- Choclán Gámez, F., Soler Severino, M., & González Márquez, R. J. (s.f.). *INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA BIM*.

## **CAPITULO IX: ANEXOS**

## Anexo 1

### Matriz de consistencia

<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Tipo de investigación</b>	<b>Nivel de investigación</b>	<b>Población y muestra</b>
<b>P.G:</b> ¿El método de despiece de acero pre ejecución reduce los desperdicios del acero estructural en mano de obra y materiales empleado en edificaciones multifamiliares de la ciudad del Cusco, 2023?	<b>O.G:</b> Reducir los desperdicios del acero estructural en mano de obra empleando el método de despiece de acero pre ejecución en edificaciones multifamiliares de la ciudad del Cusco, 2023.	<b>H.G:</b> El método de despiece de acero pre ejecución reduce los desperdicios del acero estructural en mano de obra y materiales empleado en edificaciones multifamiliares de la ciudad del Cusco, 2023.	<b>Variables Independientes:</b> -Despiece de acero -Mano de obra	Aplicada	Esta investigación es de nivel experimental debido a que se aplica un nuevo sistema.	<b>Población:</b> Obras de edificación en la ciudad del Cusco. <b>Muestra:</b> Edificio multifamiliar A (proyecto 01), Edificio multifamiliar B (proyecto 02)
<b>P.E.01:</b> ¿Qué cantidad de acero corrugado se puede ahorrar haciendo uso el método de despiece de acero pre ejecución en comparación al uso del acero dimensionado y método convencional?	<b>O.E.01:</b> Comparar la cantidad de material empleado usando el método de despiece de acero pre ejecución, acero dimensionado y método convencional.	<b>H.E.01:</b> La cantidad de acero corrugado que se ahorra haciendo uso del acero dimensionado es mayor que la cantidad que se ahorra usando el método de despiece de acero pre ejecución, pero los costos son mayores. En tanto el uso convencional es el que menos recursos optimiza.				

**P.E.02:** ¿Cuánto es la productividad de las cuadrillas de habilitado y colocación del acero corrugado empleando el método de despiece de acero pre ejecución en comparación al método convencional?

**O.E.02:** Determinar la productividad de la mano de obra usando el método de despiece de acero pre ejecución y método convencional.

**H.E.02:** La productividad de las cuadrillas de habilitado y colocación del acero corrugado empleando el método de despiece de acero pre ejecución es mayor en comparación al rendimiento usando el método convencional.

Variables dependientes:  
-Diferencia de cantidad de acero  
-Diferencia de productividad  
-Utilidad

**P.E.03:** ¿En cuánto pueden incrementar su utilidad las empresas constructoras de edificios multifamiliares haciendo uso del método de despiece de acero pre ejecución en comparación al uso del acero dimensionado y método convencional?

**O.E.03:** Medir el incremento de la utilidad de las empresas constructoras de edificaciones haciendo uso del método de despiece de acero pre ejecución, acero dimensionado y método convencional.

**H.E.03:** El incremento de la utilidad de las empresas constructoras de edificios multifamiliares haciendo uso del método de despiece de acero pre ejecución es mayor en comparación con la utilidad usando acero dimensionado y método convencional.

## **Fotografias**



## Anexo 2

### Descarga de acero - proyecto 01



Nota. Fuente: fotografía propia

## Anexo 3

### Descarga de acero - proyecto 02



Nota. Fuente: fotografía propia

## Anexo 4

### *Habilitado de estribos*



*Nota.* Fuente: fotografía propia

## Anexo 5

### *Preparación de separadores de madera para el método de despiece de acero pre ejecución*



*Nota.* Fuente: fotografía propia

## **Anexo 6**

*Fijación de separadores de madera para el método de despiece de acero pre ejecución*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## **Anexo 7**

*Etiquetado de separadores de madera para el método de despiece de acero pre ejecución*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## **Anexo 8**

*Habilitado de acero y su ubicación dentro de los separadores*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## **Anexo 9**

*Habilitado de acero y su ubicación dentro de los separadores guiado con el reporte de CutLogic*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## Anexo 10

*Personal de habilitado de acero por el método de despiece de acero – proyecto 02*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## Anexo 11

*Personal de habilitado de acero por el método de despiece de acero – proyecto 01*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## Anexo 12

*Colocado de acero por el método de despiece - proyecto 01*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## Anexo 13

*Colocado de acero por el método de despiece - proyecto 02*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## **Anexo 14**

*Colocado de acero en vigas por el método de despiece - proyecto 02*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## **Anexo 15**

*Colocado de acero en losa por el método de despiece - proyecto 01*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## Anexo 16

*Colocado de acero en losa por el método de despiece - proyecto 02*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## Anexo 17

*Finalización de casco estructural proyecto 01 - personal técnico y tesis*



*Nota. Fuente: fotografía propia*



## **Anexo 18**

*Finalización de casco estructural proyecto 01 - personal fierrero y tesistas*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## **Anexo 19**

*Finalización de casco estructural proyecto 02 - personal fierrero y tesistas*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## Anexo 20

*Almacenaje de acero dimensionado en obra – acero longitudinal*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## Anexo 21

*Almacenaje de acero dimensionado en obra – estribos*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## **Anexo 22**

*Almacenaje de acero dimensionado en obra – acero longitudinal y estribos*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## **Anexo 23**

*Selección de piezas de estribos - acero dimensionado*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## **Anexo 24**

*Colocado de acero - acero dimensionado*



*Nota. Fuente: fotografía propia*

## **Anexo 25**

*Selección de piezas de acero longitudinal - acero dimensionado*

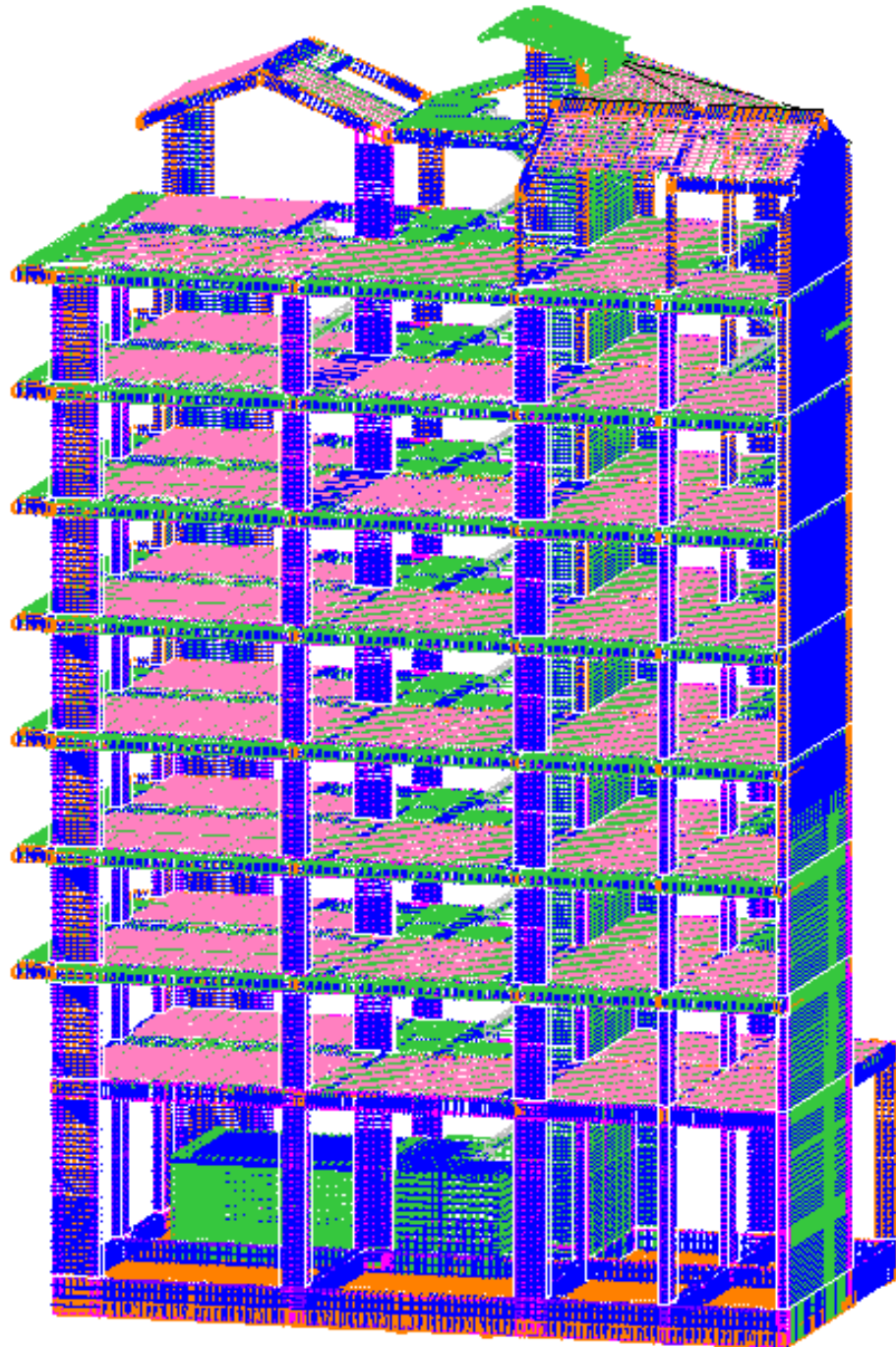


*Nota. Fuente: fotografía propia*

## **Modelado de acero de refuerzo**

## Anexo 26

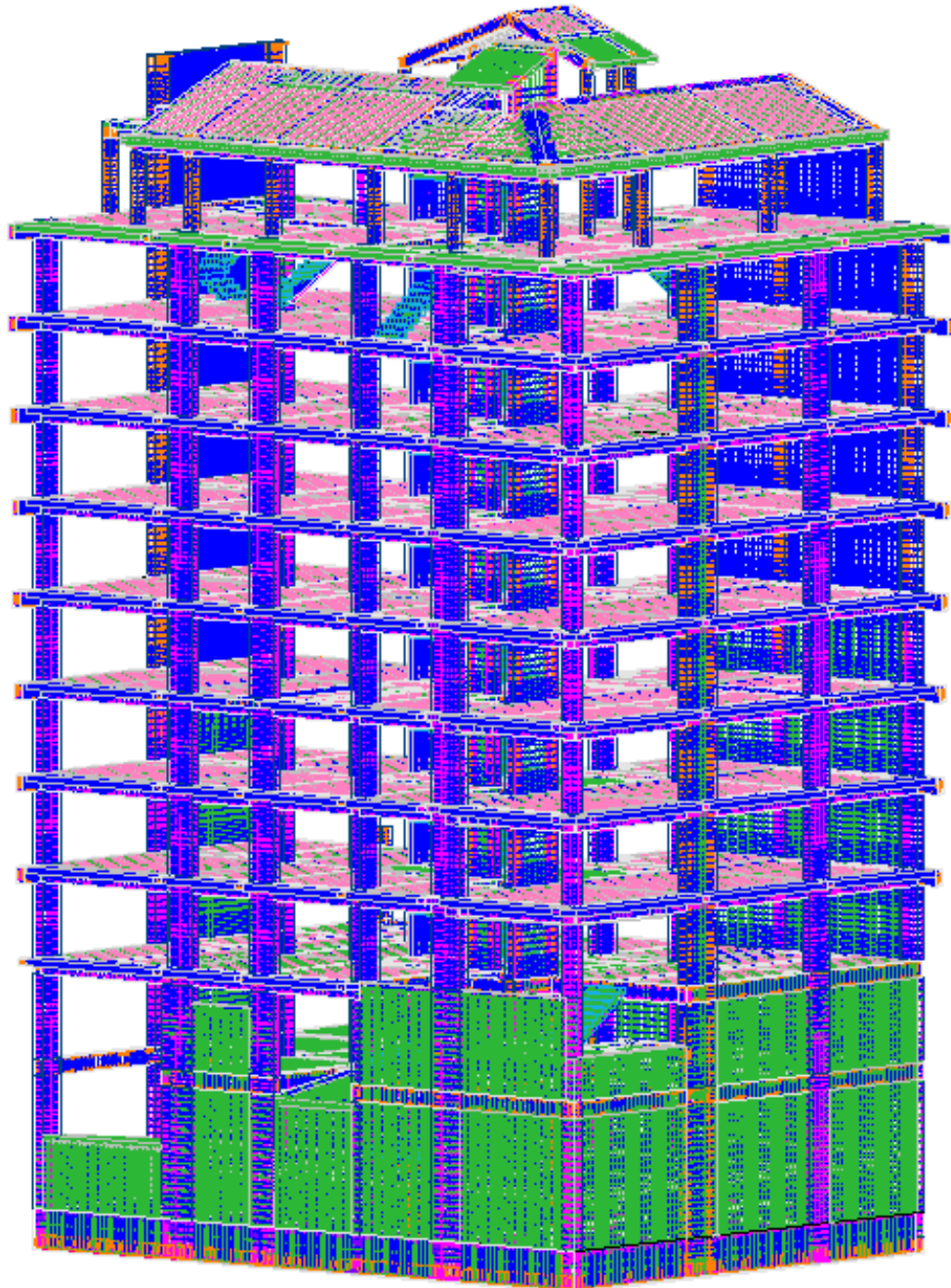
### Modelado de acero - proyecto 01



Nota. Fuente: propia

## Anexo 27

### Modelado de acero - proyecto 02



Nota. Fuente: propia

## Anexo 28

### Carta de aceptación de la empresa para la realización de toma de datos



INVERSIONES COPACABANA REG. SRL.  
RUC 20563876094

Cusco 01 de agosto 2023

Sres.

KENNY BORIS ZARATE CHILQUETUMA

ANDRES CHINO QUISPE

Presente. –

REFERENCIA: RESOLUCION N°1019-2023-D-FIC-UNSAAC/

**“APROBACION PLAN DE TESIS: ANALISIS COMPARATIVO DEL METODO DE ESPECIE DE ACERO PRE EJECUCION FRENTE AL ACERO DIMENSIONADO Y USO CONVENCIONAL DEL ACERO CORRUGADO EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE CUSCO 2023”**

**Carta Facultad de ingeniería Civil – UNSAAC - 29 de mayo 2023**

Estimados Sres.

Visto los documentos de la referencia la empresa Inversiones Copacabana REG SRL acepta la carta de presentación cursada por su facultad y acepta brindar las facilidades necesarias para el desarrollo y elaboración de la tesis de investigación que ha sido aprobada por su facultad.

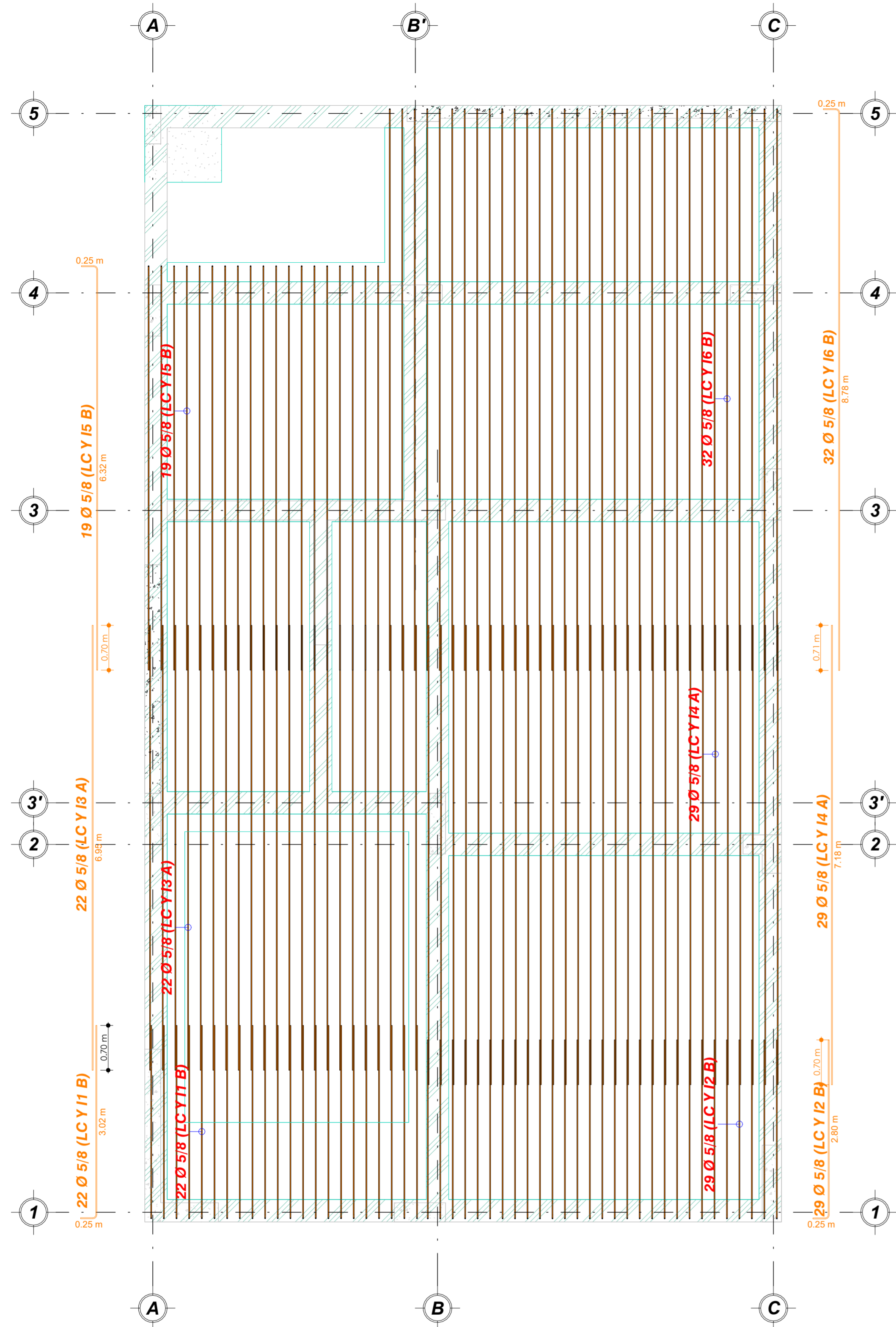
Durante el proceso de la misma, el acceso a nuestras instalaciones se realizará tomando en cuenta las medidas de seguridad que nuestra institución tiene implementadas y los seguros SCTR que uds. deben presentar vigentes al ingreso a nuestro local, durante el desarrollo de su trabajo de investigación.

Agradecemos su atención

INVERSIONES COPACABANA REG. SRL.  
  
Mayra A. Romero Molero  
GERENTE GENERAL



## **Planos**



MALLA INFERIOR Y

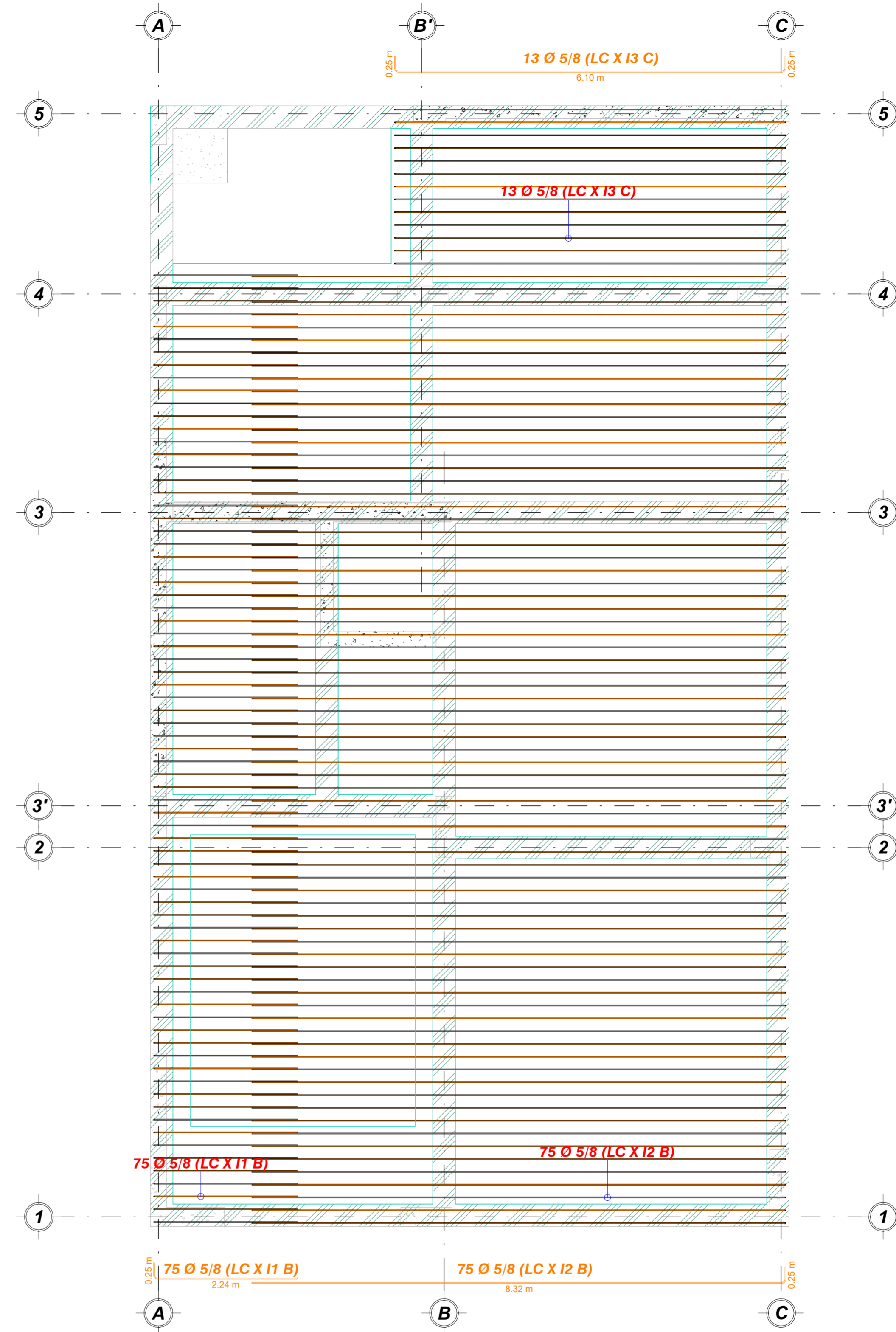
1 : 50

LISTA DE DESPIECE LOSA DE CIMENTACIÓN - MALLA INFERIOR Y

NIVEL	DIAMETRO	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
CIMENTACION	Ø 5/8	LC Y 11 B	22	3.24 m
CIMENTACION	Ø 5/8	LC Y 12 B	29	3.01 m
CIMENTACION	Ø 5/8	LC Y 13 A	22	6.95 m
CIMENTACION	Ø 5/8	LC Y 14 A	29	7.18 m
CIMENTACION	Ø 5/8	LC Y 15 B	19	6.54 m
CIMENTACION	Ø 5/8	LC Y 16 B	32	8.99 m

LISTA DE DESPIECE LOSA DE CIMENTACIÓN - MALLA INFERIOR X

NIVEL	DIAMETRO	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
CIMENTACION	Ø 5/8	LC X 11 B	75	2.45 m
CIMENTACION	Ø 5/8	LC X 12 B	75	8.53 m
CIMENTACION	Ø 5/8	LC X 13 C	13	6.53 m



MALLA INFERIOR X

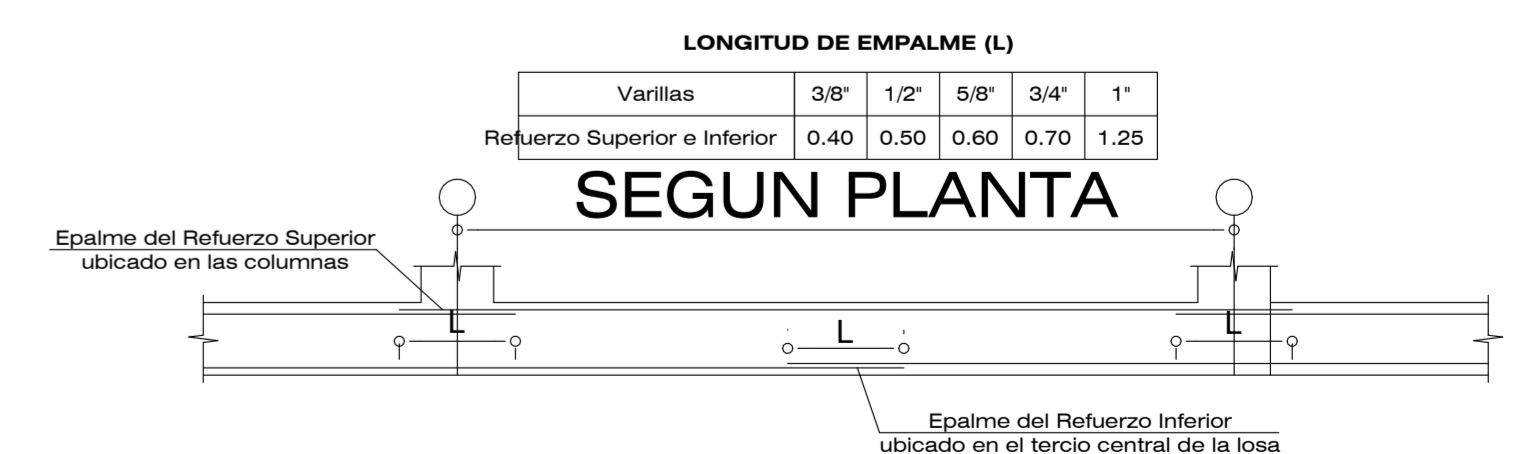
1 : 50

LEYENDA DE COLORES DE ACERO DE REFUERZO

- Morado : Ø1"
- Magenta : Ø3/4"
- Naranja : Ø5/8"
- Verde : Ø1/2"
- Azul : Ø3/8"
- Cian : Ø6mm

CONDICIONES DE CIMENTACION	
<b>DATOS GENERALES:</b>	
PROFESIONAL RESPONSABLE:	Ing. Abelardo Abarca Ancori
TIPO DE CIMENTACION:	Losas de cimentación
ESTRATO DE APOYO:	Arena arcillosa con grava (SC)
PROF. DE LA NAPA FREATICA:	No se detectó nivel freático
<b>PARAMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACION</b>	
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION:	-3.00 m desde N.P.T.
PRESION ADMISIBLE:	$\sigma_1 = 2.25 \text{ Kg/cm}^2$
F.S. POR CORTE:	3
ASENTAMIENTO DIFERENCIAL MÁX. ACEPTABLE:	2.067 cm
<b>PARAMETROS SISMICOS DEL SUELO:</b>	
ZONA SISMICA:	2
TIPO DE PERFIL DEL SUELO:	S2
FACTOR DEL SUELO (S):	1.2
PERIODO TP (s):	0.6
PERIODO TL (s):	2.0
<b>AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION:</b> NO	
<b>PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACION:</b>	
LICUACION:	NO
COLAPSO:	NO
EXPANSION:	NO

EMPALME DE REFUERZO EN LOSA DE CIMENTACION



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

TESIS:  
"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO DE DESPIECE DE ACERO PRE EJECUCIÓN FRENTE AL ACERO DIMENSIONADO Y USO CONVENCIONAL DEL ACERO CORRUGADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023"

REALIZADO POR:  
Andrés Chino Quispe & Kenny Boris Zarate Chilquequetuma

PROYECTO:  
RES. JAZMINES DE COPACABANA

PLANO DE PROYECTO:  
LOSA DE CIMENTACIÓN - MALLA INFERIOR

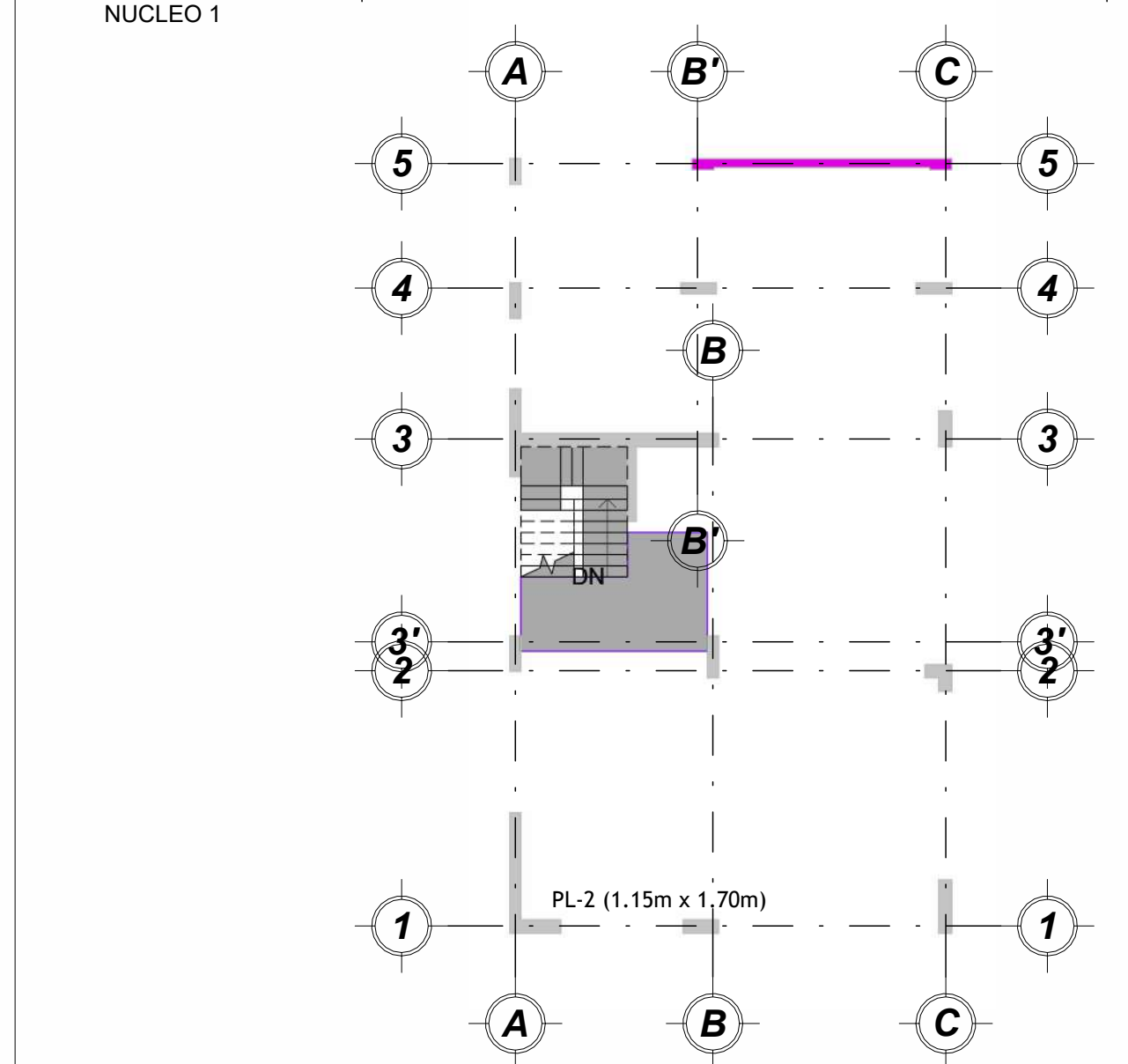
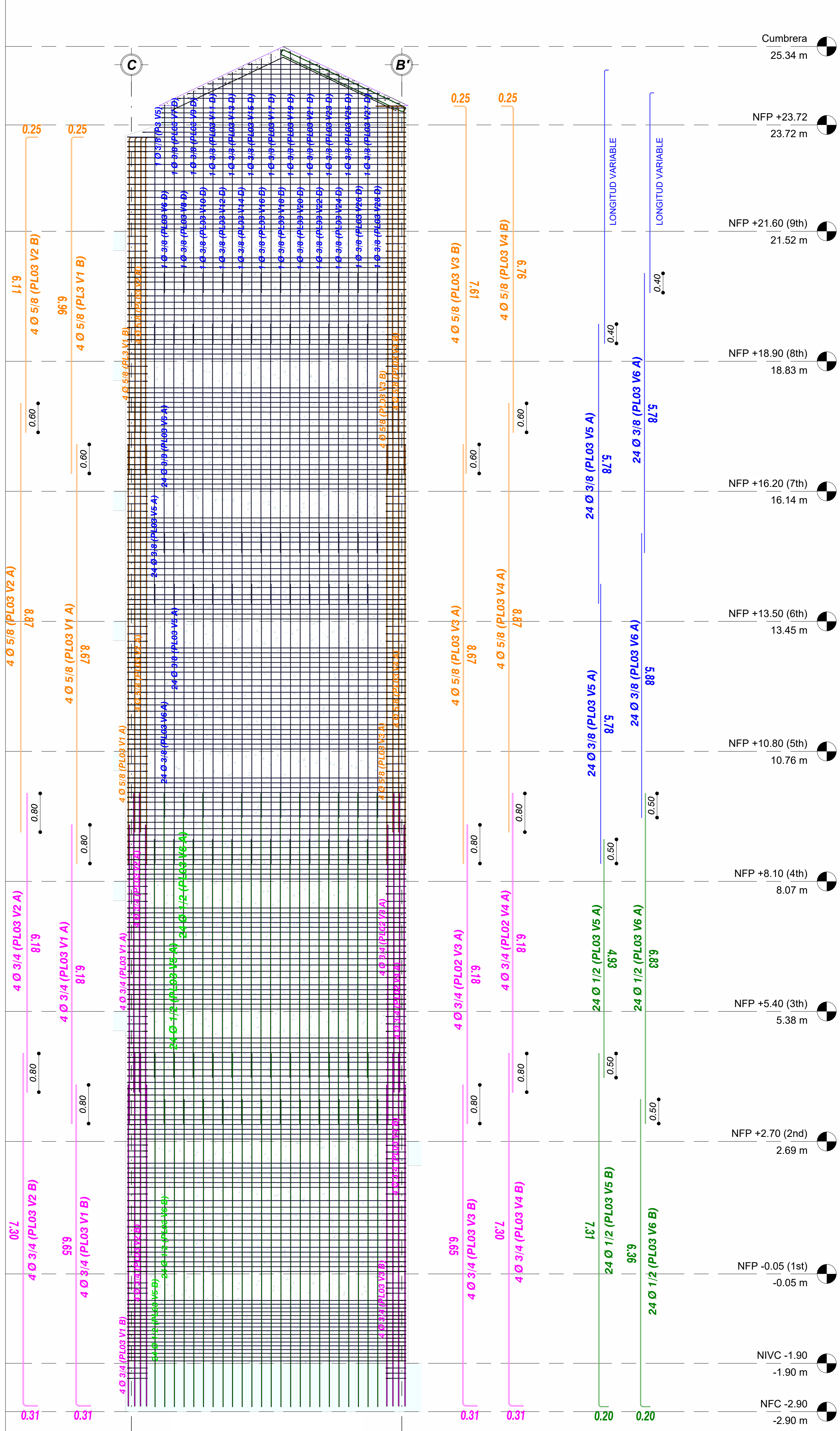
UBICACIÓN EN EL PROYECTO:  
URB. LA FLORIDA A V LAS GARDENIAS Y J R LOS JAZMINES

REVISADO Y APROBADO POR:  
Ing. Fernando Romero Quispeingá

REVISADO Y APROBADO POR:  
Mgt. Ing. Ivan Molina Porcel

UBICACIÓN:  
DEPARTAMENTO : Cusco  
PROVINCIA : Cusco  
DISTRITO : Wanchaq

ESCALA: Como se indica  
FECHA: 01/22/24  
PLANO: E-01



NIVEL	DIAMETRO	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
CIMENTACION	Ø 3/8	P3 E0.17x0.42	46	1.33 m
CIMENTACION	Ø 3/8	P3 G0.17	68	0.34 m
CIMENTACION	Ø 3/8	P3 G5.77	34	5.94 m
CIMENTACION	Ø 3/4	PL03 V1 B	4	6.91 m
CIMENTACION	Ø 3/4	PL03 V2 B	4	7.56 m
CIMENTACION	Ø 3/4	PL03 V3 B	4	6.91 m
CIMENTACION	Ø 3/4	PL03 V4 B	4	7.56 m
CIMENTACION	Ø 1/2	PL03 V5 B	24	7.48 m
CIMENTACION	Ø 1/2	PL03 V6 B	24	6.53 m
NIVEL 01	Ø 3/8	P3 E0.17x0.42	46	1.33 m
NIVEL 01	Ø 3/8	P3 G0.17	80	0.34 m
NIVEL 01	Ø 3/8	P3 G5.77	39	5.94 m
NIVEL 02	Ø 3/8	P3 E0.17x0.42	44	1.33 m
NIVEL 02	Ø 3/8	P3 G0.17	76	0.34 m
NIVEL 02	Ø 3/8	P3 G5.77	38	5.94 m
NIVEL 02	Ø 3/4	PL02 V3 A	4	6.18 m
NIVEL 02	Ø 3/4	PL02 V4 A	4	6.18 m
NIVEL 02	Ø 3/4	PL03 V1 A	4	6.18 m
NIVEL 02	Ø 3/4	PL03 V2 A	4	6.18 m
NIVEL 02	Ø 1/2	PL03 V5 A	24	4.93 m
NIVEL 02	Ø 1/2	PL03 V6 A	24	6.83 m
NIVEL 03	Ø 3/8	P3 E0.17x0.42	44	1.33 m
NIVEL 03	Ø 3/8	P3 G0.17	76	0.34 m
NIVEL 03	Ø 3/8	P3 G5.77	38	<varia>
NIVEL 04	Ø 3/8	P3 E0.17x0.42	44	1.33 m
NIVEL 04	Ø 3/8	P3 G0.17	76	0.34 m
NIVEL 04	Ø 3/8	P3 G5.77	38	5.94 m
NIVEL 04	Ø 5/8	PL03 V1 A	4	8.67 m
NIVEL 04	Ø 5/8	PL03 V2 A	4	8.67 m
NIVEL 04	Ø 5/8	PL03 V3 A	4	8.67 m
NIVEL 04	Ø 5/8	PL03 V4 A	4	8.67 m
NIVEL 04	Ø 3/8	PL03 V5 A	24	5.78 m
NIVEL 04	Ø 3/8	PL03 V6 A	24	5.88 m
NIVEL 05	Ø 3/8	P3 E0.17x0.42	44	1.33 m
NIVEL 05	Ø 3/8	P3 G0.17	76	0.34 m
NIVEL 05	Ø 3/8	P3 G5.77	38	5.94 m
NIVEL 06	Ø 3/8	P3 E0.17x0.42	44	1.33 m
NIVEL 06	Ø 3/8	P3 G0.17	76	0.34 m
NIVEL 06	Ø 3/8	P3 G5.77	38	5.94 m
NIVEL 06	Ø 3/8	PL03 V5 A	24	5.78 m
NIVEL 06	Ø 3/8	PL03 V6 A	24	5.78 m
NIVEL 07	Ø 3/8	P3 E0.17x0.42	44	1.33 m
NIVEL 07	Ø 3/8	P3 G0.17	76	0.34 m
NIVEL 07	Ø 3/8	P3 G5.77	38	5.94 m
NIVEL 07	Ø 5/8	PL3 V1 B	4	7.18 m
NIVEL 07	Ø 5/8	PL03 V2 B	4	6.33 m
NIVEL 07	Ø 5/8	PL03 V3 B	4	7.82 m
NIVEL 07	Ø 5/8	PL03 V4 B	4	6.97 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 E0.17x0.42	44	1.33 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 G0.17	76	0.34 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 G5.77	38	5.94 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V5	1	4.51 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V29	1	3.46 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V30	1	5.07 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V31	1	4.05 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V32	1	5.19 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V33	1	4.24 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V34	1	5.38 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V35	1	4.43 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V36	1	5.58 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V37	1	4.62 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V38	1	5.76 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V39	1	4.81 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V40	1	5.95 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V41	1	5.00 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V42	1	6.15 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V43	1	5.05 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V44	1	6.01 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V45	1	4.86 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V46	1	5.82 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V47	1	4.67 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V48	1	5.63 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V49	1	4.48 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V50	1	5.44 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V51	1	4.29 m
NIVEL 08	Ø 3/8	P3 V52	1	5.25 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V6 D	1	4.02 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V7 D	1	5.10 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V8 D	1	4.14 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V9 D	1	5.29 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V10 D	1	4.33 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V11 D	1	5.48 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V12 D	1	4.53 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V13 D	1	5.67 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V14 D	1	4.71 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V15 D	1	5.86 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V16 D	1	4.90 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V17 D	1	6.05 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V18 D	1	5.10 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V19 D	1	6.10 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V20 D	1	4.96 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V21 D	1	5.91 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V22 D	1	4.77 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V23 D	1	5.72 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V24 D	1	4.58 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V25 D	1	5.53 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V26 D	1	4.39 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V27 D	1	5.34 m
NIVEL 08	Ø 3/8	PL03 V28 D	1	4.20 m
TECHO	Ø 3/8	P3 E0.17x0.42	16	<varia>
TECHO	Ø 3/8	P3 G0.17	35	1.33 m
TECHO	Ø 3/8	P3 G5.77	70	0.34 m
TECHO	Ø 3/8	P3 G5.77	46	<varia>

LEYENDA DE COLORES DE ACERO DE REFUERZO

Morado : Ø1"

Magenta : Ø3/4"

Naranja : Ø5/8"

Verde : Ø1/2"

Azul : Ø3/8"

Cian : Ø6mm

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
COLUMNAS Y PLACAS	
<b>NORMAS:</b> R.N.E.: E-020, E-030, E-050, E-060	<b>DETALLES DEL REFUERZO</b>
<b>CEMENTO:</b> Portland Tipo I, IP	<b>LONGITUD DE DESARROLLO A COMPRESION (m)</b>
<b>CONCRETO ARMADO:</b> f'c = 280 kgf/cm2	Varillas 3/8" 1/2" 5/8" 3/4" 1"
<b>PLACAS:</b> f'c = 280 kgf/cm2	Longitud de Desarrollo 0.25 0.35 0.40 0.50 0.65
<b>ACERO DE REFUERZO:</b> Acero Grado 60 fy = 4200 kgf/cm2	<b>LONGITUD DE EMPALME A COMPRESION (m)</b>
<b>RECUBRIMIENTOS LIBRES</b>	Varillas 3/8" 1/2" 5/8" 3/4" 1"
<b>COLUMNAS:</b> 4 cm al estribo	Longitud de Empalme 0.40 0.50 0.60 0.80 1.20
<b>PLACAS:</b> 4 cm al estribo	

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO**

**REALIZADO POR:**  
Andrés Chino Quispe & Kenny Boris Zarate Chilquetuma

**PROYECTO:**  
RES. JAZMINES DE COPACABANA

**PLANO DE PROYECTO:**  
PLACA

**UBICACIÓN EN EL PROYECTO:**  
URB. LA FLORIDA A. Y LAS GARDENIAS Y J.R LOS JAZMINES

**LOTE:** K-10

**REVISADO Y APROBADO POR:**  
Ing. Fernando Romero Quispeinga

**REVISADO Y APROBADO POR:**  
Mgt. Ing. Ivan Molina Porcel

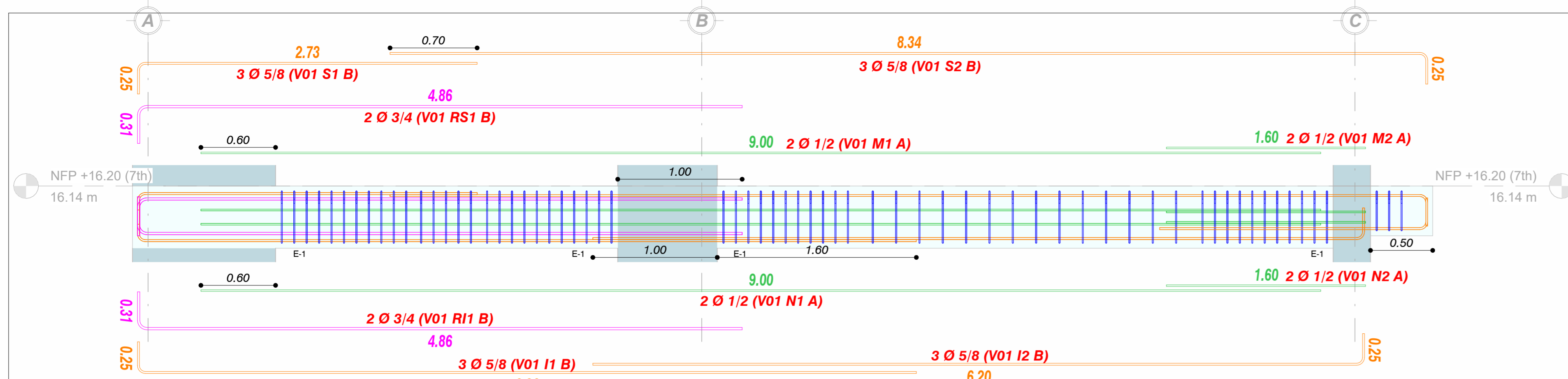
**UBICACIÓN:**  
DEPARTAMENTO : Cusco  
PROVINCIA : Cusco  
DISTRITO : Wanchaq

**ESCALA:** Como se indica

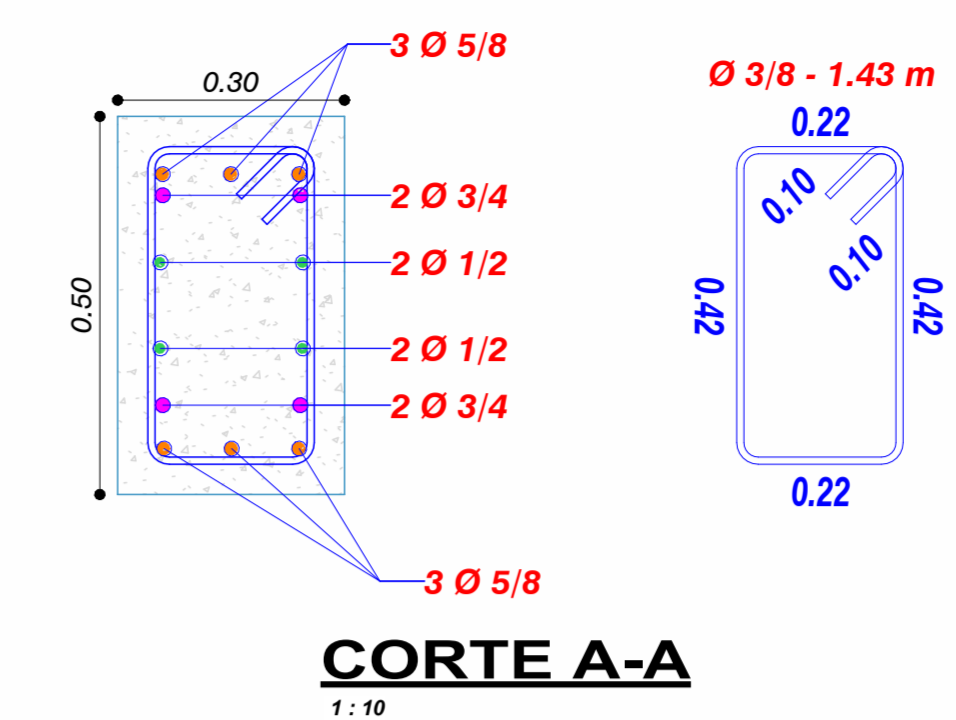
**FECHA:** 01/01/24

**PLANO:** E-02

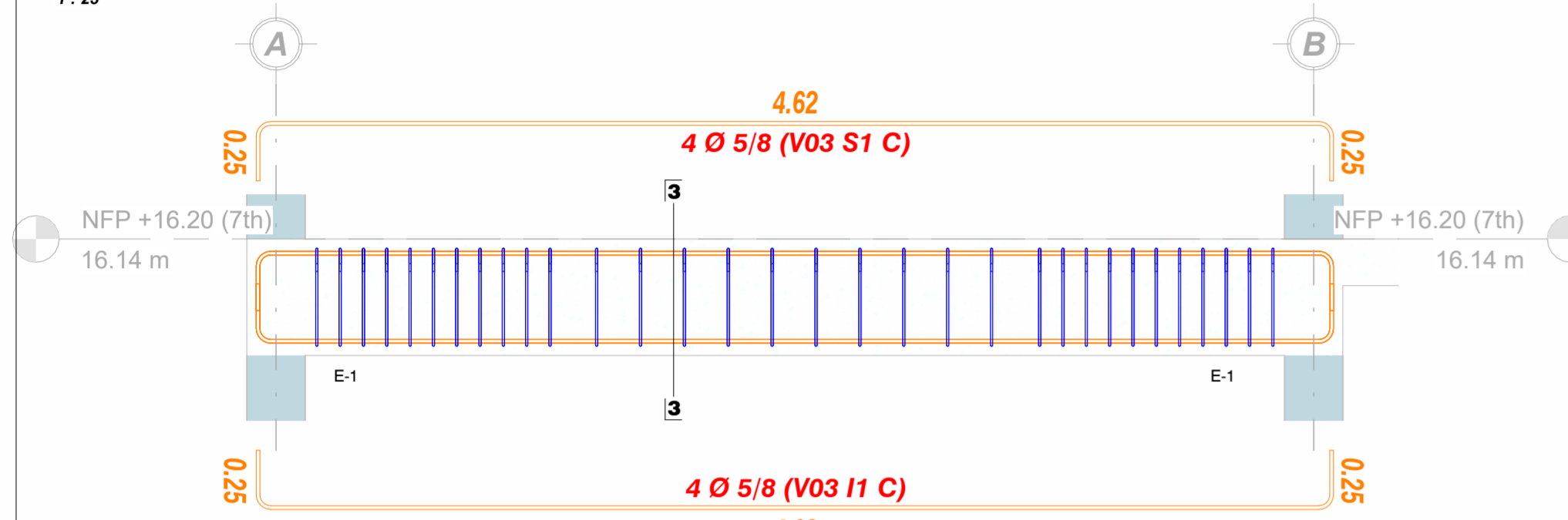




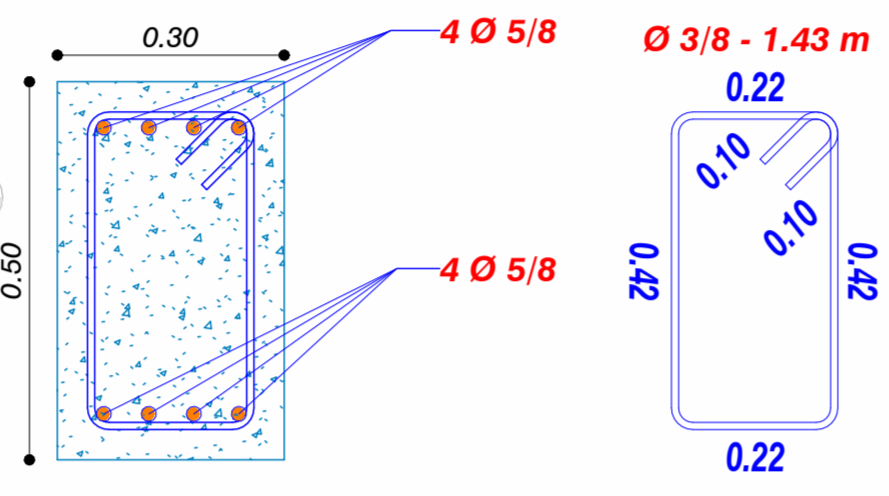
**VIGA-01 N07**  
1:25



NIVEL	DIAMETRO	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
NIVEL 07	Ø 3/8	V01 E32x22 3	3	1.23 m
NIVEL 07	Ø 3/8	V01 E42x22 1	27	1.43 m
NIVEL 07	Ø 3/8	V01 E42x22 2	36	1.43 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V01 I1 B	3	6.47 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V01 I2 B	3	6.42 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V01 I3 B	2	2.37 m
NIVEL 07	Ø 1/2	V01 M1 A	2	9.00 m
NIVEL 07	Ø 1/2	V01 M2 A	2	1.60 m
NIVEL 07	Ø 1/2	V01 N1 A	2	9.00 m
NIVEL 07	Ø 1/2	V01 N2 A	2	1.60 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V01 R1 B	2	5.12 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V01 RS1 B	2	5.12 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V01 S1 B	3	2.94 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V01 S2 B	3	8.55 m



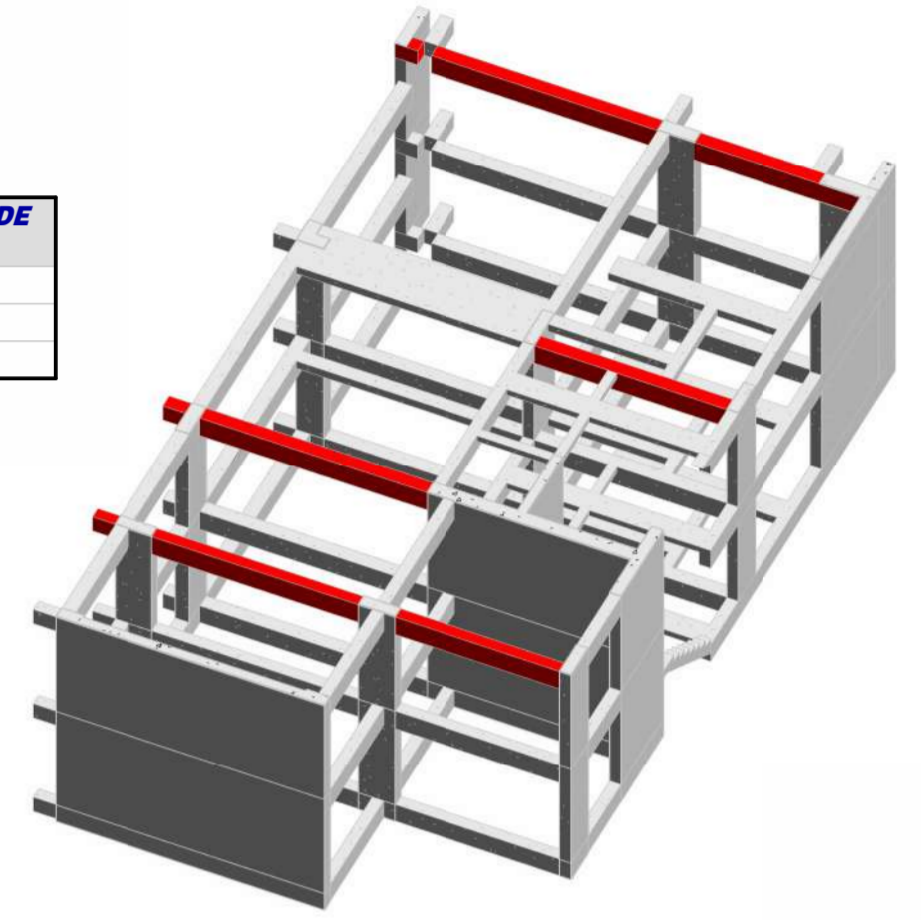
**VIGA-03 N07**  
1:25



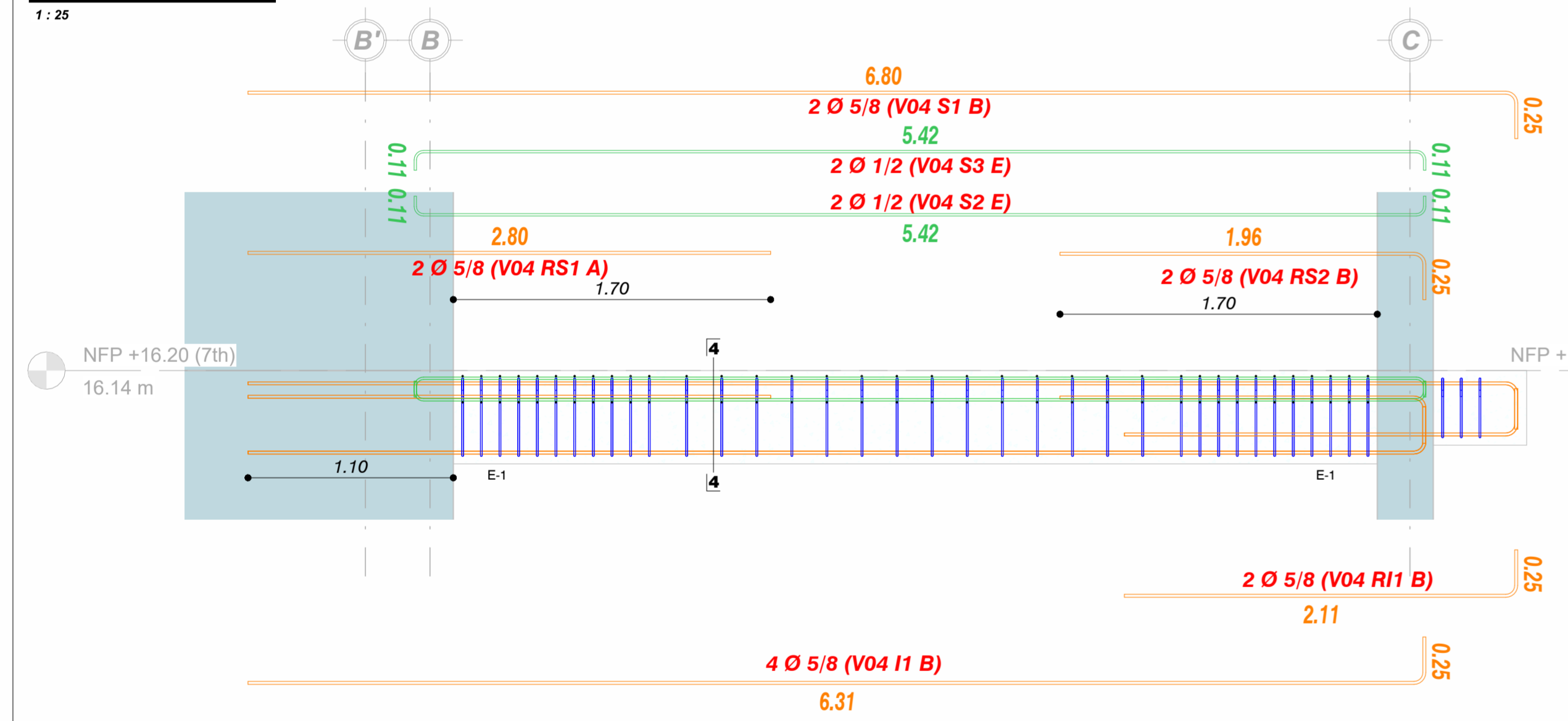
**CORTE B-B**  
1:10

NIVEL	DIAMETRO	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
NIVEL 07	Ø 3/8	V04 E15x75 2	36	1.95 m
NIVEL 07	Ø 3/8	V04 E32x22 1	3	1.23 m
NIVEL 07	Ø 3/8	V04 E42x22 1	36	1.43 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V04 I1 B	4	6.52 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V04 R1 B	2	2.32 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V04 RS1 A	2	2.80 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V04 RS2 B	2	2.17 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V04 S1 B	2	7.02 m
NIVEL 07	Ø 1/2	V04 S2 E	2	5.57 m
NIVEL 07	Ø 1/2	V04 S3 E	2	5.57 m

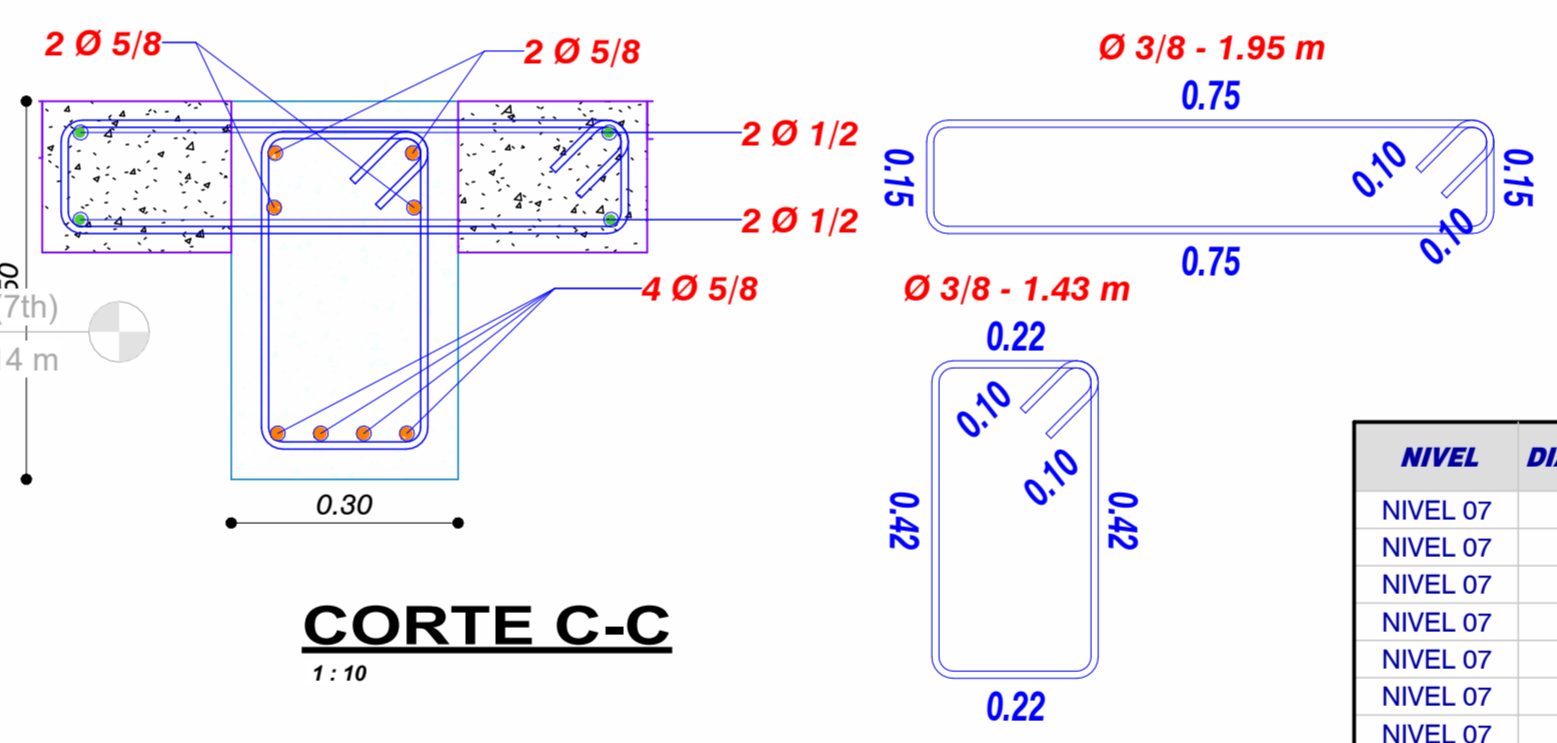
NIVEL	DIAMETRO	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
NIVEL 07	Ø 3/8	V03 E42x22 1	32	1.43 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V03 I1 C	4	5.05 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V03 S1 C	4	5.05 m



**001-ISOMÉTRICO GENERAL REFERENCIAL**

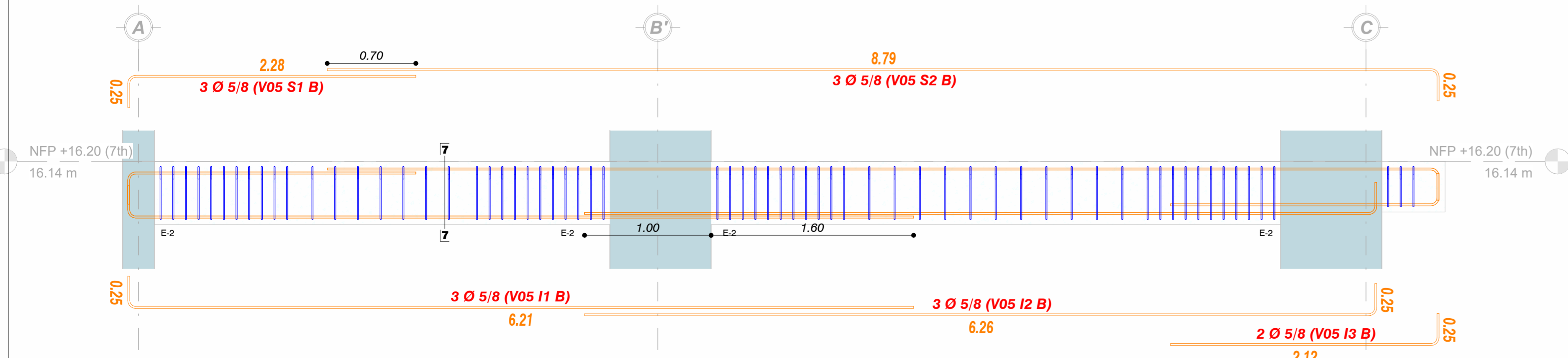


**VIGA-04 N07**  
1:25

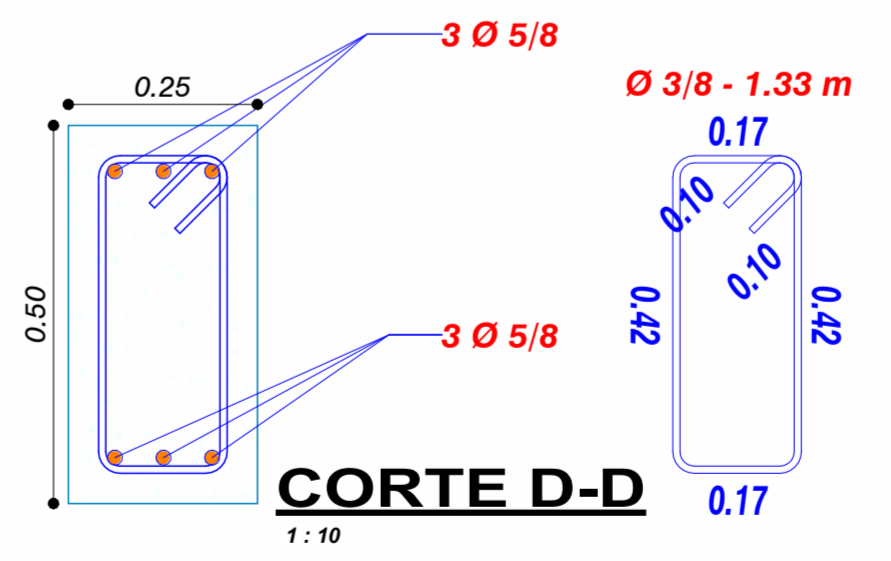


**CORTE C-C**  
1:10

NIVEL	DIAMETRO	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
NIVEL 07	Ø 3/8	V05 E0.32x0.17 3	3	1.13 m
NIVEL 07	Ø 3/8	V05 E0.42x0.17 1	29	1.33 m
NIVEL 07	Ø 3/8	V05 E0.42x0.17 2	33	1.33 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V05 I1 B	3	6.42 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V05 I2 B	3	6.47 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V05 I3 B	2	2.34 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V05 S1 B	3	2.49 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V05 S2 B	3	9.00 m



**VIGA-05 N07**  
1:25



**CORTE D-D**  
1:10

LEYENDA DE COLORES DE ACERO DE REFUERZO

- Morado : Ø1"
- Magenta : Ø3/4"
- Naranja : Ø5/8"
- Verde : Ø1/2"
- Azul : Ø3/8"
- Cian : Ø6mm

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

VIGAS Y LOSAS

NORMAS: R.N.E.: E-020, E-030, E-050, E-060

MATERIALES  
 CEMENTO: Portland Tipo I, IP  
 CONCRETO ARMADO: f'c = 210 kgf/cm<sup>2</sup>  
 Vigas: f'c = 210 kgf/cm<sup>2</sup>  
 Losas: f'c = 210 kgf/cm<sup>2</sup>  
 ACERO DE REFUERZO: Acero Grado 60: fy = 4200 kgf/cm<sup>2</sup>

RECUBRIMIENTOS LIBRES  
 VIGAS PERALTADAS: 4 cm al estribo  
 VIGAS CHATAS: 2.5 cm al estribo  
 VIGAS DE BORDE: 2.5 cm al estribo  
 LOSAS: 2.5 cm al refuerzo

ANCLAJE MÍNIMO CON GANCHOS ESTANDAR EN TRACCIÓN (m)

Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
Long. de anclaje con estribo (L <sub>an</sub> )	0.14	0.19	0.24	0.29	0.39
Extensión recta gancho (L <sub>ext</sub> )	0.11	0.15	0.19	0.23	0.30

DIAMETROS DE DOBLADO (D)

Ø	Diam. Doblado (D)
3/8" a 1"	6db
1 1/8" a 1 3/8"	8db

EN BARRAS LONGITUDINALES: 4db > 6.5 cm

EN ESTRIBOS: 10db

DETALLES DEL REFUERZO

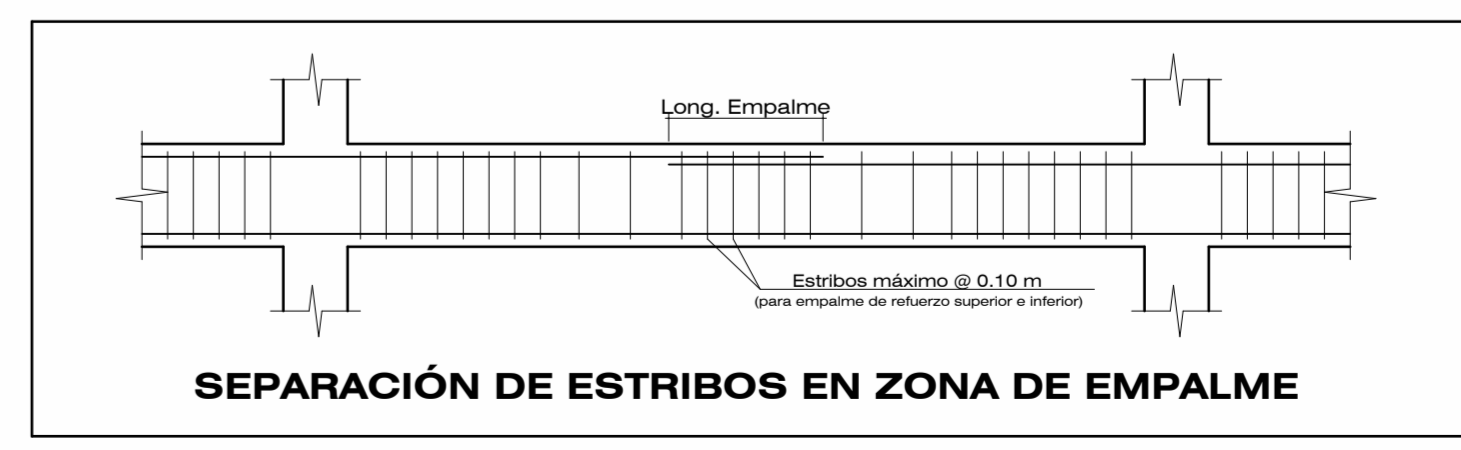
LONGITUD DE DESARROLLO A TRACCIÓN (m)

Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
Refuerzo Superior	0.40	0.50	0.60	0.70	1.25
Refuerzo Inferior	0.30	0.35	0.40	0.55	1.00

LONGITUD DE EMPALME A TRACCIÓN (m)

Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
Refuerzo Sup. e Inf. (zona estribos bajos)	0.40	0.50	0.60	0.70	1.25
Refuerzo Sup. e Inf. (zona estribos altos)	0.50	0.65	0.80	0.90	1.60

NOTA: No empalmar más del 50% del área total de Ø en una misma sección.



**CUADRO DE ESTRIBOS**

TIPO	Ø	SEPARACIÓN	DIMENSIONES
E-1	3/8"	1@0.05 10@0.10 r@0.20	0.22 0.10 0.42
E-2	3/8"	1@0.05 10@0.10 r@0.20	0.17 0.10 0.42



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

TESIS:  
"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO DE DESPIECE DE ACERO PRE EJECUCIÓN FRENTE AL ACERO DIMENSIONADO Y USO CONVENCIONAL DEL ACERO CORRUGADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023"

REALIZADO POR:  
Andrés Chino Quispe & Kenny Boris Zarate Chilququetuma

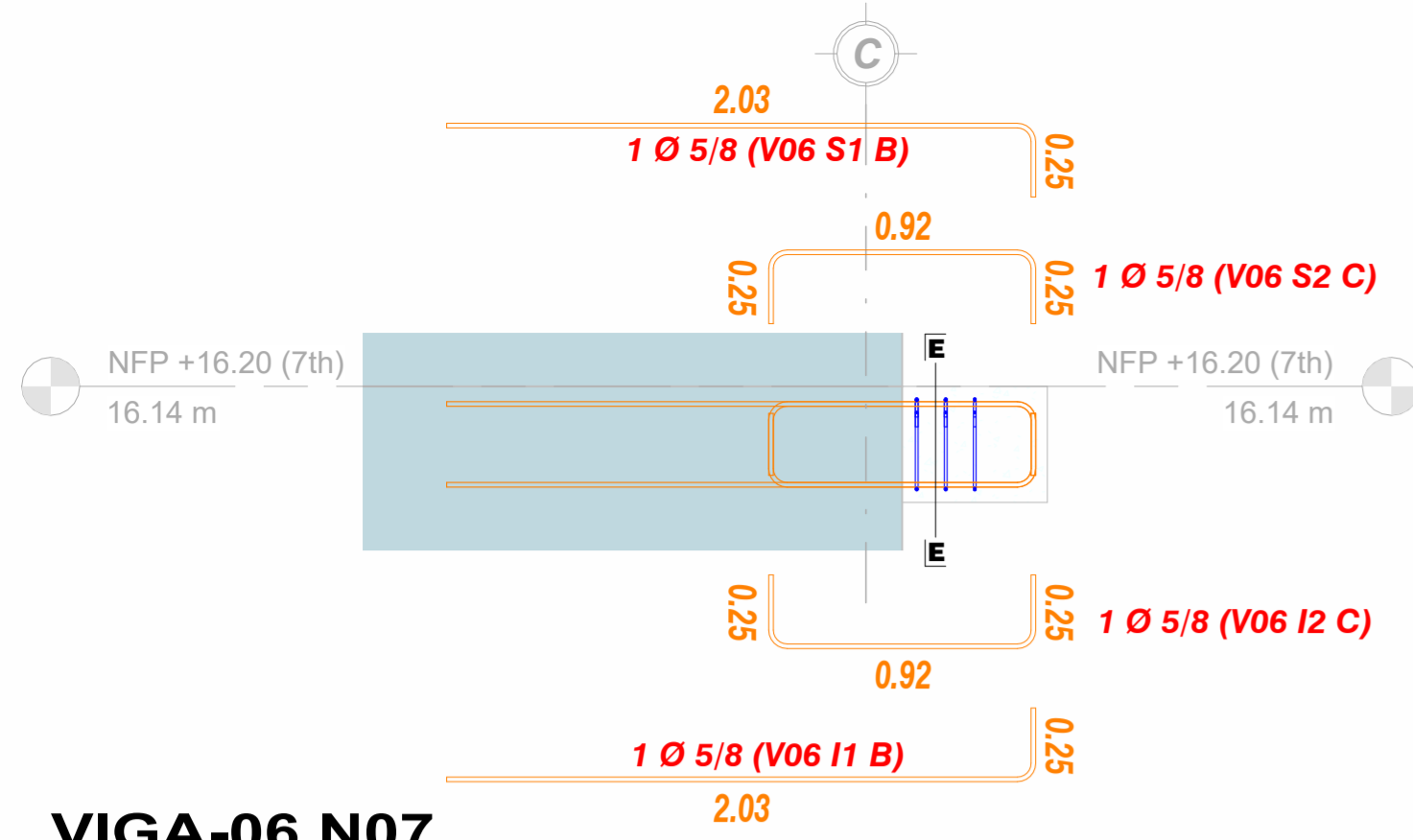
PROYECTO:  
RES. JAZMINES DE COPACABANA

PLANO DE PROYECTO:  
001-VIGA NIVEL 07  
UBICACIÓN EN EL PROYECTO:  
URB. LA FLORIDA A V LAS GARDENIAS Y J R LOS JAZMINES

REVISADO Y APROBADO POR:  
Ing. Fernando Romero Quispeingá  
Mgt. Ing. Ivan Molina Porcel

UBICACIÓN:  
DEPARTAMENTO : Cusco  
PROVINCIA : Cusco  
DISTRITO : Wanchaq

ESCALA: Como se indica  
FECHA: 07/17/24  
PLANO: E-04



**CORTE E-E**  
1:10

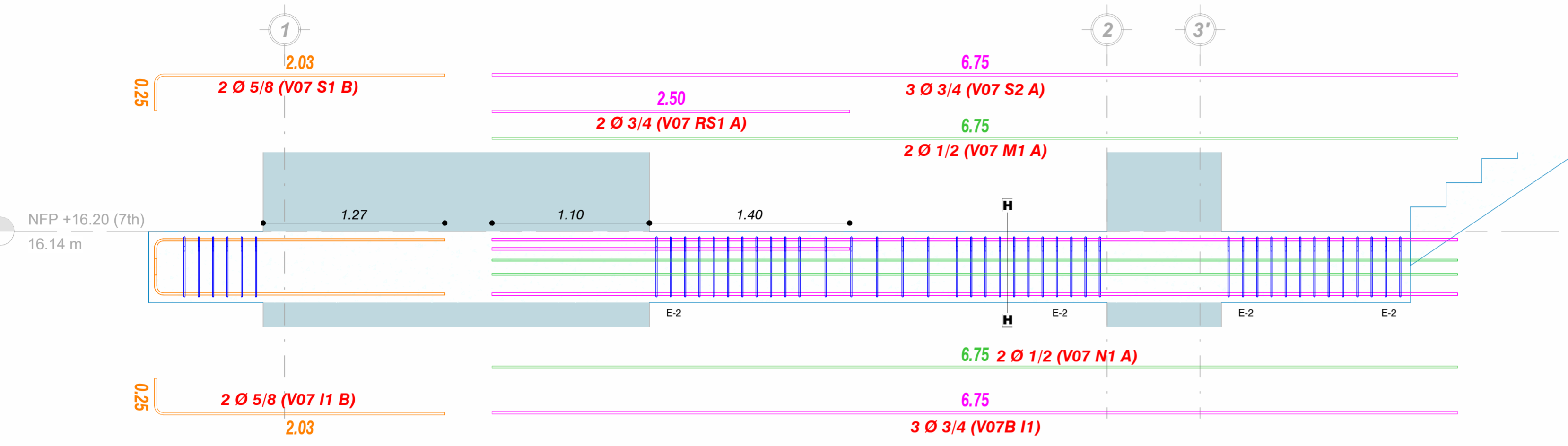
NIVEL	DIAMETRO	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
NIVEL 07	Ø 3/8	E32x17 1	3	1.13 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V06 I1 B	1	2.24 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V06 I2 C	1	1.35 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V06 S1 B	1	2.24 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V06 S2 C	1	1.35 m

NIVEL	DIAMETRO	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
NIVEL 07	Ø 3/8	E42x17 1	16	1.33 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V07 I1 B	3	3.69 m
NIVEL 07	Ø 1/2	V07 M1 A	2	3.44 m
NIVEL 07	Ø 1/2	V07 N1 A	2	3.44 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V07 RS1 A	2	2.50 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V07 S1 B	3	3.70 m

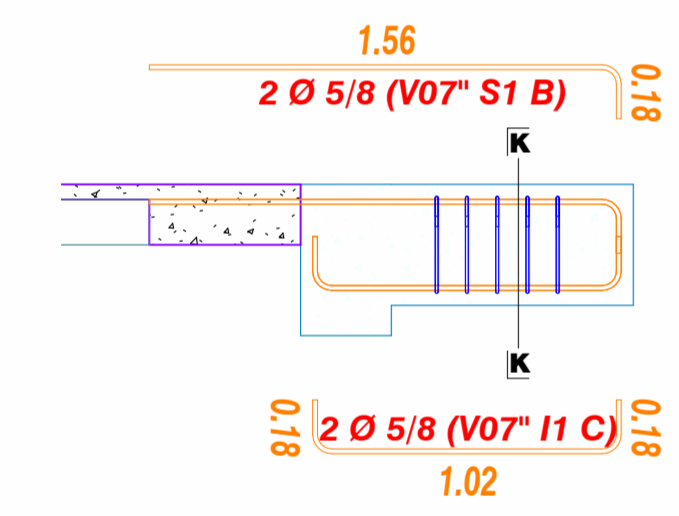
NIVEL	DIAMETRO	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
NIVEL 07	Ø 3/8	V07 E0.42x17	6	1.33 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V07 I1 B	2	2.24 m
NIVEL 07	Ø 1/2	V07 M1 A	2	6.75 m
NIVEL 07	Ø 1/2	V07 N1 A	2	6.75 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V07 RS1 A	2	2.50 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V07 S1 B	2	2.24 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V07 S2 A	3	6.75 m
NIVEL 07	Ø 3/8	V07B E0.42x0.17 1	13	1.33 m
NIVEL 07	Ø 3/8	V07B E0.42x0.17 2	27	1.33 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V07B I1	3	6.75 m

NIVEL	DIAMETRO	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
NIVEL 07	Ø 5/8	V07 I1 C	2	1.30 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V07 S1 B	2	1.70 m
NIVEL 07	Ø 3/8	V07 E32x22	5	1.23 m

NIVEL	DIAMETRO	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
NIVEL 07	Ø 3/8	V08 E0.42x0.17 1	23	1.33 m
NIVEL 07	Ø 3/8	V08 E0.42x0.17 2	27	1.33 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V08 I1 C	3	6.83 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V08 RS1 B	2	1.87 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V08 S1 C	3	6.83 m

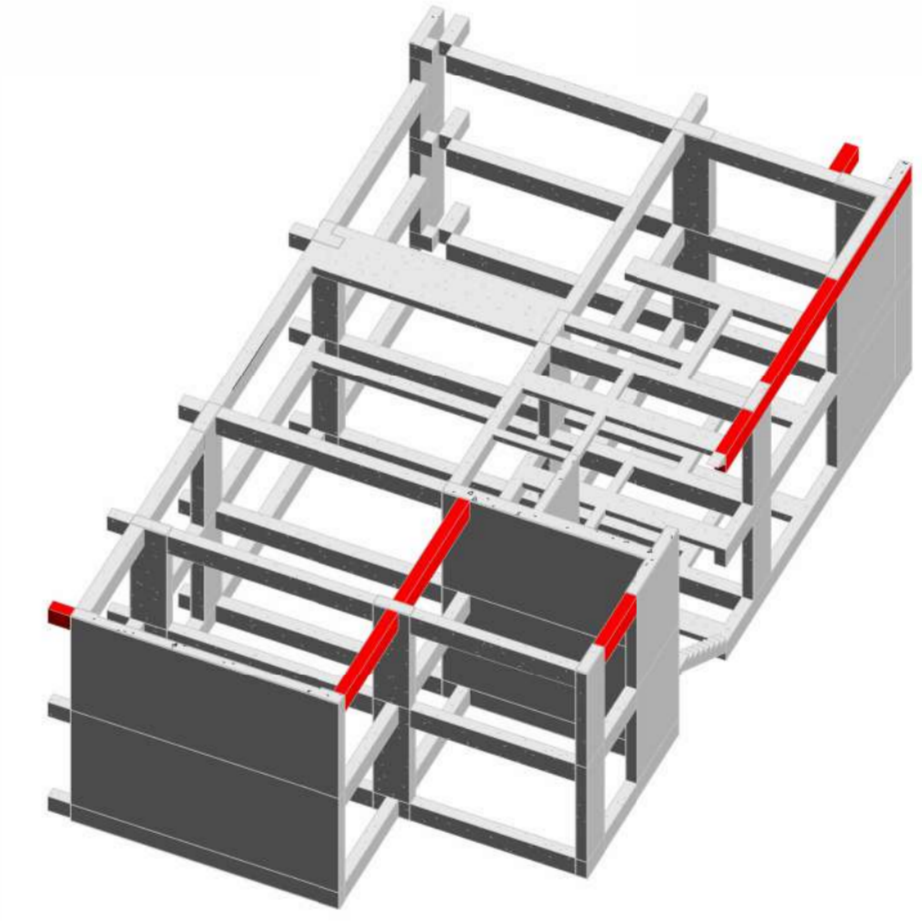
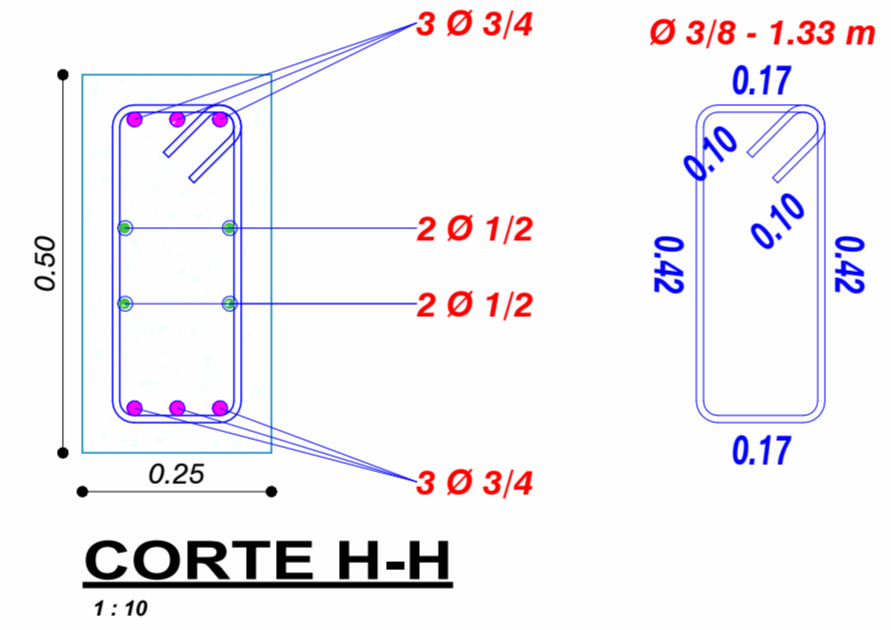


**VIGA-07 - VIGA 07' N07**  
1:25

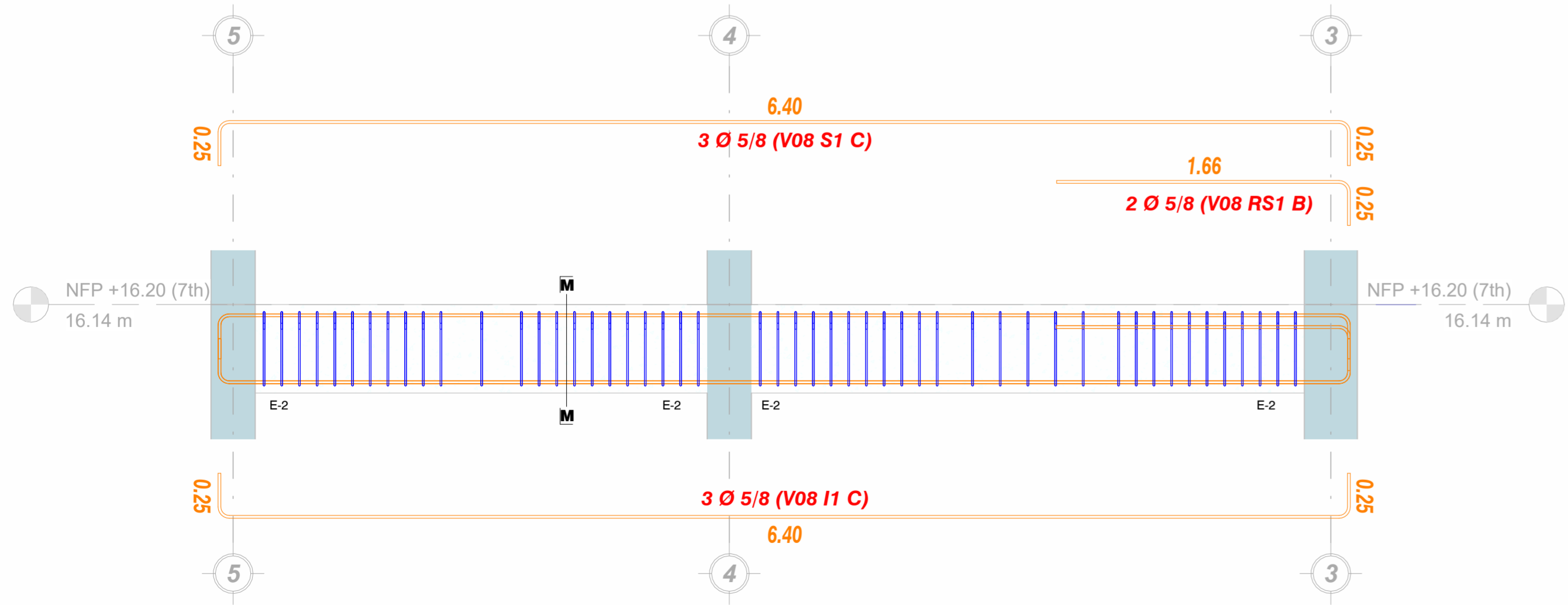


**VIGA-07'' N07**  
1:25

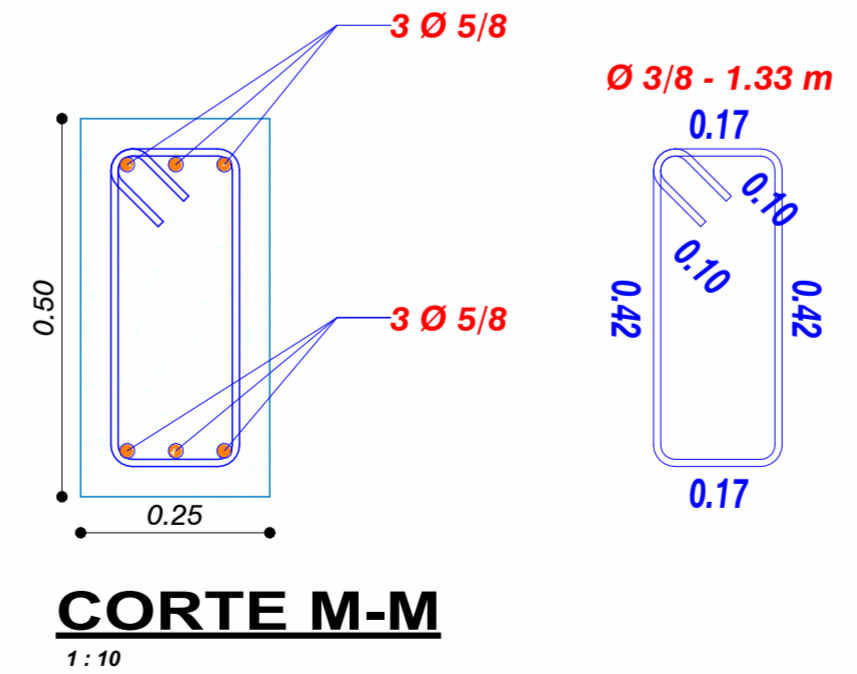
**CORTE K-K**  
1:10



**002-ISOMÉTRICO GENERAL REFERENCIAL**



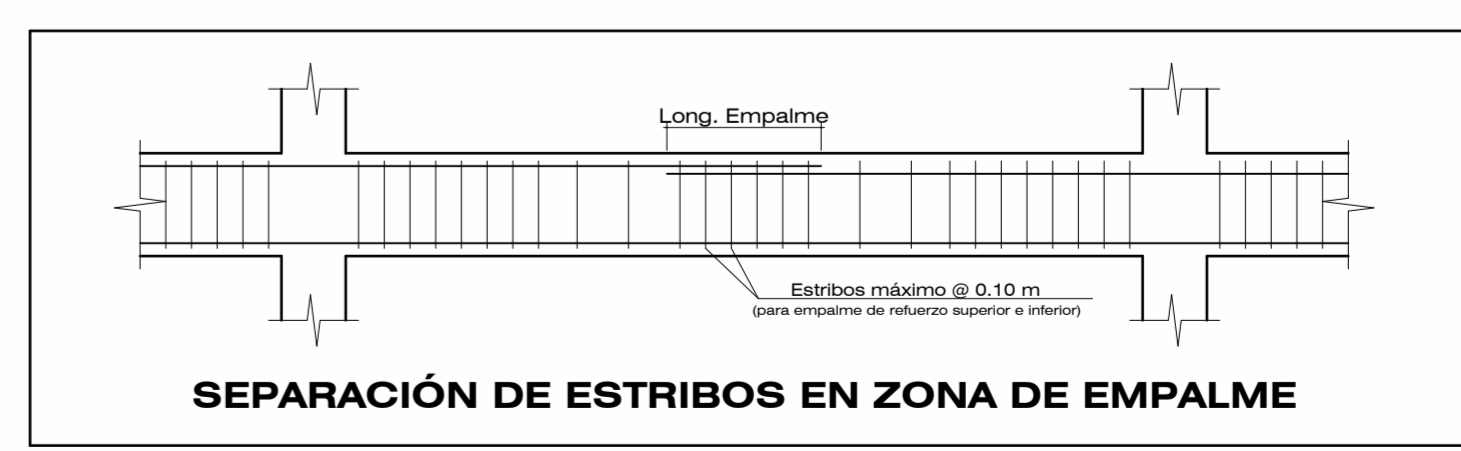
**VIGA-08 N07**  
1:25



LEYENDA DE COLORES DE ACERO DE REFUERZO

- Morado : Ø1"
- Magenta : Ø3/4"
- Naranja : Ø5/8"
- Verde : Ø1/2"
- Azul : Ø3/8"
- Cian : Ø6mm

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
VIGAS Y LOSAS	
NORMAS: R.N.E.: E-020, E-030, E-050, E-060	
MATERIALES	RECUBRIMIENTOS LIBRES
CEMENTO: Portland Tipo I, IP	VIGAS PERALTADAS: 4 cm al estribo
CONCRETO ARMADO:	VIGAS CHATAS: 2.5 cm al estribo
Vigas: f <sub>c</sub> = 210 kgf/cm <sup>2</sup>	VIGAS DE BORDE: 2.5 cm al estribo
Losas: f <sub>c</sub> = 210 kgf/cm <sup>2</sup>	LOSAS: 2.5 cm al refuerzo
ACERO DE REFUERZO:	
Acero Grado 60: f <sub>y</sub> = 4200 kgf/cm <sup>2</sup>	
ANCLAJE MÍNIMO CON GANCHOS ESTANDAR EN TRACCIÓN (m)	
Varillas	3/8" 1/2" 5/8" 3/4" 1"
Long. de anclaje con gancho (L <sub>dg</sub> )	0.14 0.19 0.24 0.29 0.39
Extensión recta gancho (12db)	0.11 0.15 0.19 0.23 0.30
DIAMETROS DE DOBLADO (D)	
EN BARRAS LONGITUDINALES	EN ESTRIBOS
φ	φ
Doblado (D)	Doblado (D)
3/8" a 1"	6db
1 1/8" a 1 3/8"	8db
	10db
4db > 6.5 cm	
3/8" a 5/8"	4db
	3/4" a 6db
DETALLES DEL REFUERZO	
LONGITUD DE DESARROLLO A TRACCIÓN (m)	
Varillas	3/8" 1/2" 5/8" 3/4" 1"
Refuerzo Superior	0.40 0.50 0.60 0.70 1.25
Refuerzo Inferior	0.30 0.35 0.40 0.55 1.00
LONGITUD DE EMPALME A TRACCIÓN (m)	
Varillas	3/8" 1/2" 5/8" 3/4" 1"
Refuerzo Sup. e Int. (zona esfuerzos bajos)	0.40 0.50 0.60 0.70 1.25
Refuerzo Sup. e Int. (zona esfuerzos altos)	0.50 0.65 0.80 0.90 1.60
NOTA: No empalmar más del 50% del área total de φ en una misma sección.	



CUADRO DE ESTRIBOS			
TIPO	φ	SEPARACIÓN	DIMENSIONES
E-1	3/8"	1@0.05 10@0.10 r@0.20	
E-2	3/8"	1@0.05 10@0.10 r@0.20	



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

TESIS:  
"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO DE DESPIECE DE ACERO PRE EJECUCIÓN FRENTE AL ACERO DIMENSIONADO Y USO CONVENCIONAL DEL ACERO CORRUGADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023"

REALIZADO POR:  
Andres Chino Quispe & Kenny Boris Zarate Chilququetuma

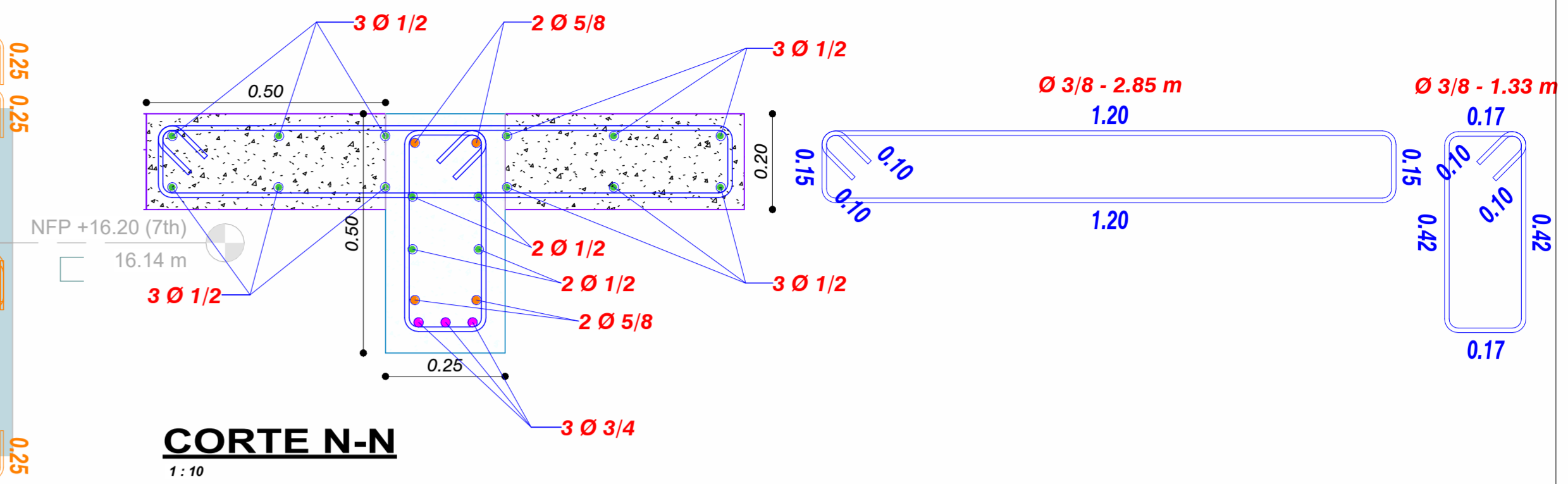
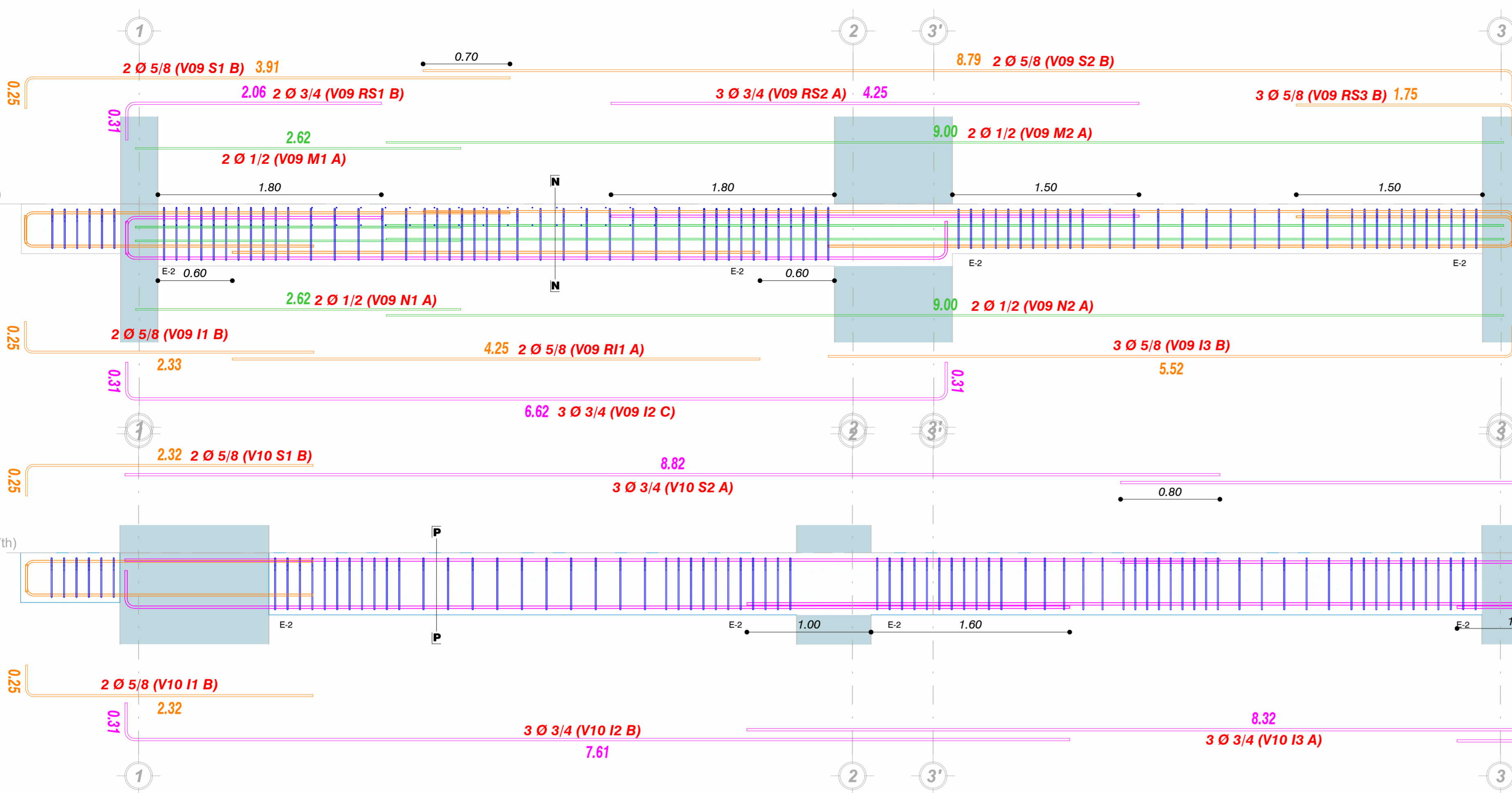
PROYECTO:  
RES. JAZMINES DE COPACABANA

PLANO DE PROYECTO:  
002-VIGA NIVEL 07  
UBICACIÓN EN EL PROYECTO:  
URB. LA FLORIDA A V LAS GARDENIAS Y J R LOS JAZMINES

REVISADO Y APROBADO POR:  
Ing. Fernando Romero Quispeja  
Mgt. Ing. Ivan Molina Porcel

UBICACIÓN:  
DEPARTAMENTO : Cusco  
PROVINCIA : Cusco  
DISTRITO : Wanchaq  
ESCALA: Como se indica  
FECHA: 07/18/24  
PLANO: E-05

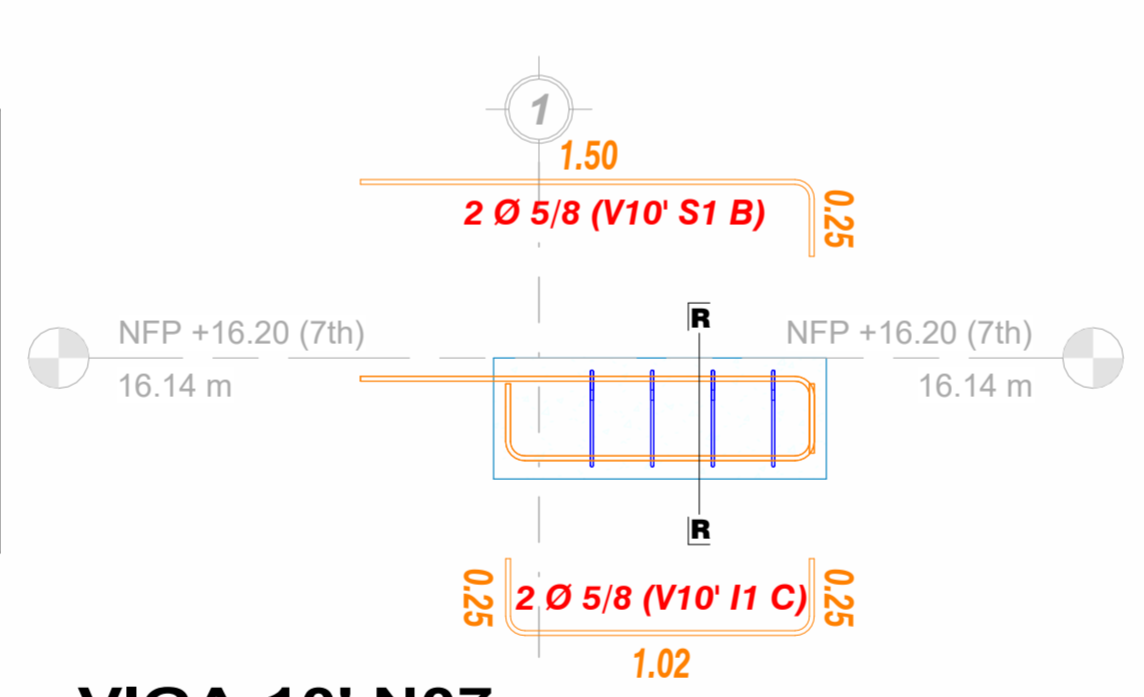
**VIGA-09 N07**  
1:25



**VIGA-10 N07**  
1:25

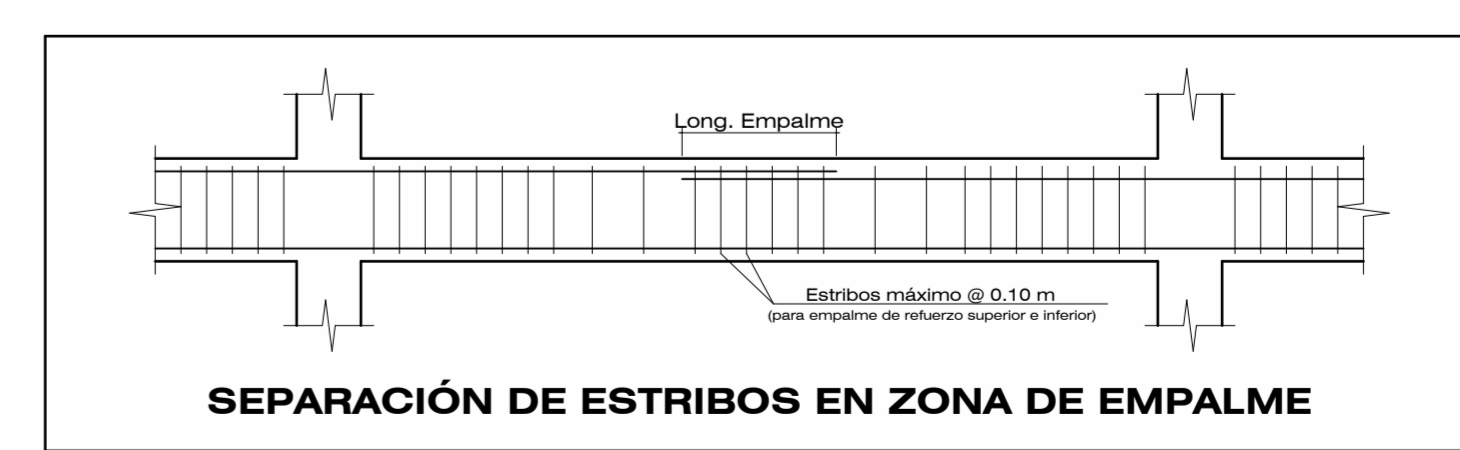
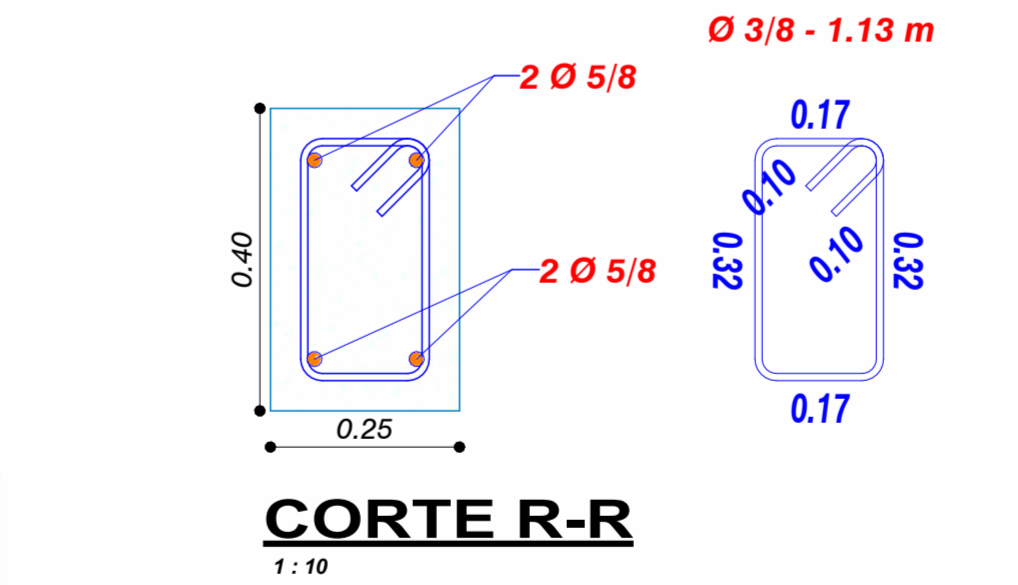
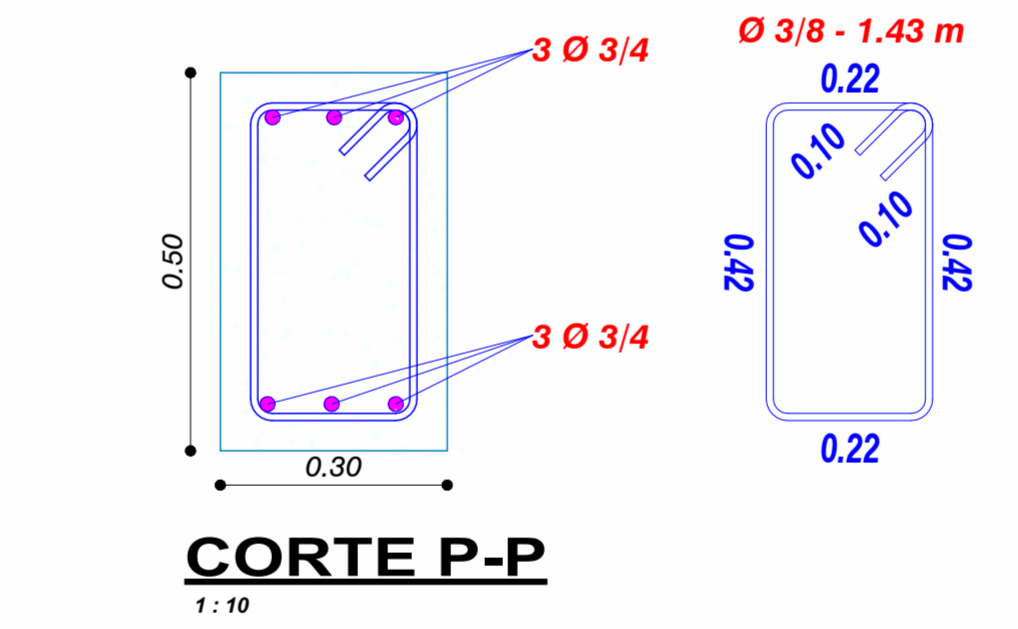
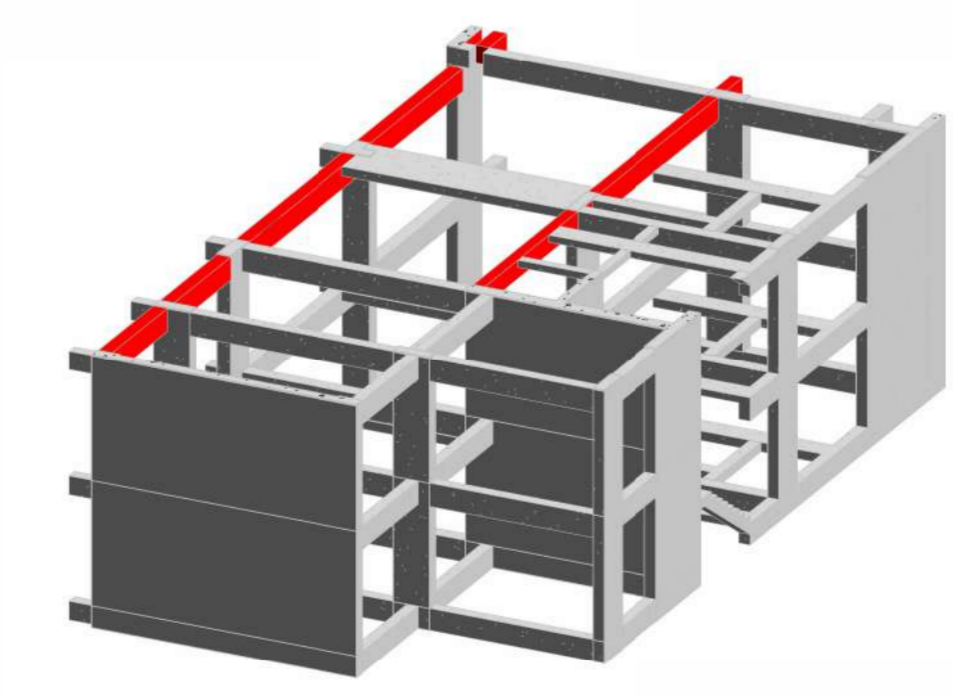
NIVEL	DIAMETRO	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
NIVEL 07	Ø 3/8	V09 E15x68	3	1.81 m
NIVEL 07	Ø 3/8	V09 E15x120	35	2.85 m
NIVEL 07	Ø 3/8	V09 E32x17	38	1.13 m
NIVEL 07	Ø 3/8	V09 E42x17	42	1.33 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V09 I1 B	2	2.54 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V09 I2 C	3	7.13 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V09 I3 B	3	5.74 m
NIVEL 07	Ø 1/2	V09 M1 A	2	2.62 m
NIVEL 07	Ø 1/2	V09 M2 A	2	9.00 m
NIVEL 07	Ø 1/2	V09 N1 A	2	2.62 m
NIVEL 07	Ø 1/2	V09 N2 A	2	9.00 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V09 R1 A	2	4.25 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V09 RS1 B	2	2.32 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V09 RS2 A	3	4.25 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V09 RS3 B	3	1.97 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V09 S1 B	2	4.12 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V09 S2 B	2	9.00 m
NIVEL 07	Ø 1/2	V09 VL D	12	6.12 m

NIVEL	DIAMETRO	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
NIVEL 07	Ø 3/8	V10 E32x22	6	1.23 m
NIVEL 07	Ø 3/8	V10 E42x22	122	1.43 m
NIVEL 07	Ø 3/8	V10 I1 B	2	2.53 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V10 I2 B	3	7.87 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V10 I3 A	3	8.32 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V10 I3 A	3	6.90 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V10 S1 B	2	2.53 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V10 S2 A	3	8.82 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V10 S3 A	3	8.29 m
NIVEL 07	Ø 3/4	V10 S4 B	3	2.12 m



**VIGA-10' N07**  
1:25

NIVEL	DIAMETRO	CODIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
NIVEL 07	Ø 3/8	V10' E32x17	4	1.13 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V10' S1 B	2	1.71 m
NIVEL 07	Ø 5/8	V10' I1 C	2	1.45 m



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS																			
<b>VIGAS Y LOSAS</b>																			
NORMAS: R.N.E.: E-020, E-030, E-050, E-060																			
MATERIALES	RECURRIMIENTOS LIBRES																		
CEMENTO: Portland Tipo I, IP	VIGAS PERALTADAS: 4 cm al estribo																		
CONCRETO ARMADO:	VIGAS CHATAS: 2.5 cm al estribo																		
Vigas: f'c = 210 kgf/cm <sup>2</sup>	LOSAS: 2.5 cm al refuerzo																		
Losas: f'c = 210 kgf/cm <sup>2</sup>																			
ACERO DE REFUERZO:																			
Acero Grado 60: fy = 4200 kgf/cm <sup>2</sup>																			
ANCLAJE MÍNIMO CON GANCHOS ESTÁNDAR EN TRACCIÓN (m)																			
<table border="1"> <tr><th>Varillas</th><th>3/8"</th><th>1/2"</th><th>5/8"</th><th>3/4"</th><th>1"</th></tr> <tr><td>Long. de anclaje con gancho (L<sub>dg</sub>)</td><td>0.14</td><td>0.19</td><td>0.24</td><td>0.29</td><td>0.39</td></tr> <tr><td>Extensión recta gancho (12db)</td><td>0.11</td><td>0.15</td><td>0.19</td><td>0.23</td><td>0.30</td></tr> </table>		Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	Long. de anclaje con gancho (L <sub>dg</sub> )	0.14	0.19	0.24	0.29	0.39	Extensión recta gancho (12db)	0.11	0.15	0.19	0.23	0.30
Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"														
Long. de anclaje con gancho (L <sub>dg</sub> )	0.14	0.19	0.24	0.29	0.39														
Extensión recta gancho (12db)	0.11	0.15	0.19	0.23	0.30														
DIAMETROS DE DOBLADO (D)																			
EN BARRAS LONGITUDINALES	EN ESTRIBOS																		
<table border="1"> <tr><th>φ</th><th>Diam. Doblado (D)</th></tr> <tr><td>3/8" a 1"</td><td>6db</td></tr> <tr><td>1 1/8" a 1 3/8"</td><td>8db</td></tr> </table>	φ	Diam. Doblado (D)	3/8" a 1"	6db	1 1/8" a 1 3/8"	8db	<table border="1"> <tr><th>φ</th><th>Diam. Doblado (D)</th></tr> <tr><td>3/8" a 5/8"</td><td>4db</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>6db</td></tr> </table>	φ	Diam. Doblado (D)	3/8" a 5/8"	4db	3/4"	6db						
φ	Diam. Doblado (D)																		
3/8" a 1"	6db																		
1 1/8" a 1 3/8"	8db																		
φ	Diam. Doblado (D)																		
3/8" a 5/8"	4db																		
3/4"	6db																		
DETALLES DEL REFUERZO																			
LONGITUD DE DESARROLLO A TRACCIÓN (m)																			
<table border="1"> <tr><th>Varillas</th><th>3/8"</th><th>1/2"</th><th>5/8"</th><th>3/4"</th><th>1"</th></tr> <tr><td>Refuerzo Superior</td><td>0.40</td><td>0.50</td><td>0.60</td><td>0.70</td><td>1.25</td></tr> <tr><td>Refuerzo Inferior</td><td>0.30</td><td>0.35</td><td>0.40</td><td>0.55</td><td>1.00</td></tr> </table>		Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	Refuerzo Superior	0.40	0.50	0.60	0.70	1.25	Refuerzo Inferior	0.30	0.35	0.40	0.55	1.00
Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"														
Refuerzo Superior	0.40	0.50	0.60	0.70	1.25														
Refuerzo Inferior	0.30	0.35	0.40	0.55	1.00														
LONGITUD DE EMPALME A TRACCIÓN (m)																			
<table border="1"> <tr><th>Varillas</th><th>3/8"</th><th>1/2"</th><th>5/8"</th><th>3/4"</th><th>1"</th></tr> <tr><td>Refuerzo Sup. e inf. (zona esfuerzos bajos)</td><td>0.40</td><td>0.50</td><td>0.60</td><td>0.70</td><td>1.25</td></tr> <tr><td>Refuerzo Sup. e inf. (zona esfuerzos altos)</td><td>0.50</td><td>0.65</td><td>0.80</td><td>0.90</td><td>1.60</td></tr> </table>		Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	Refuerzo Sup. e inf. (zona esfuerzos bajos)	0.40	0.50	0.60	0.70	1.25	Refuerzo Sup. e inf. (zona esfuerzos altos)	0.50	0.65	0.80	0.90	1.60
Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"														
Refuerzo Sup. e inf. (zona esfuerzos bajos)	0.40	0.50	0.60	0.70	1.25														
Refuerzo Sup. e inf. (zona esfuerzos altos)	0.50	0.65	0.80	0.90	1.60														
NOTA: No empalmar más del 50% del área total de φ en una misma sección.																			

CUADRO DE ESTRIBOS			
TIPO	φ	SEPARACIÓN	DIMENSIONES
E-1	3/8"	160.05 100@0.10 rg@0.20	
E-2	3/8"	160.05 100@0.10 rg@0.20	

LEYENDA DE COLORES DE ACERO DE REFUERZO

**Morado** : Ø1"

**Magenta** : Ø3/4"

**Naranja** : Ø5/8"

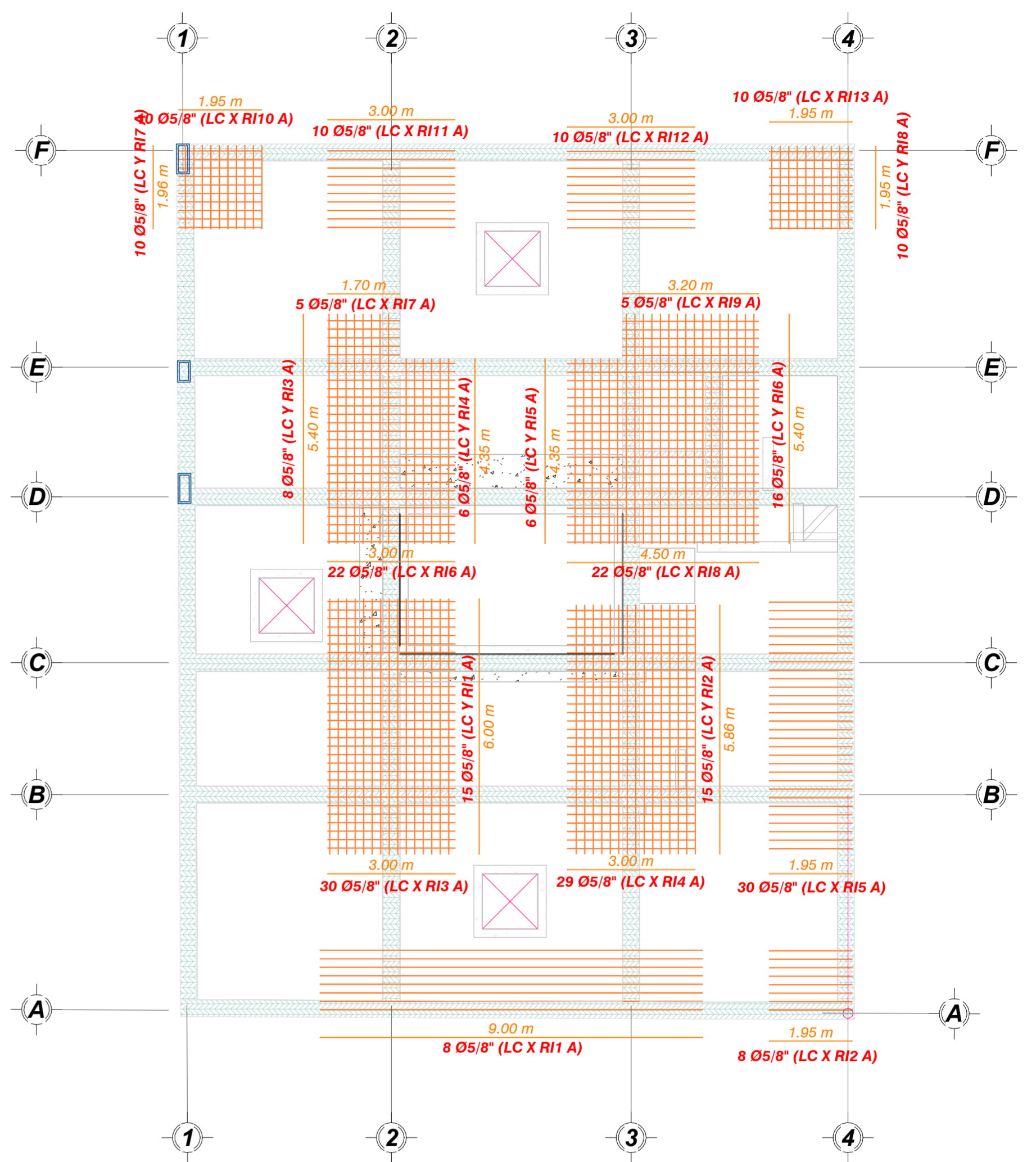
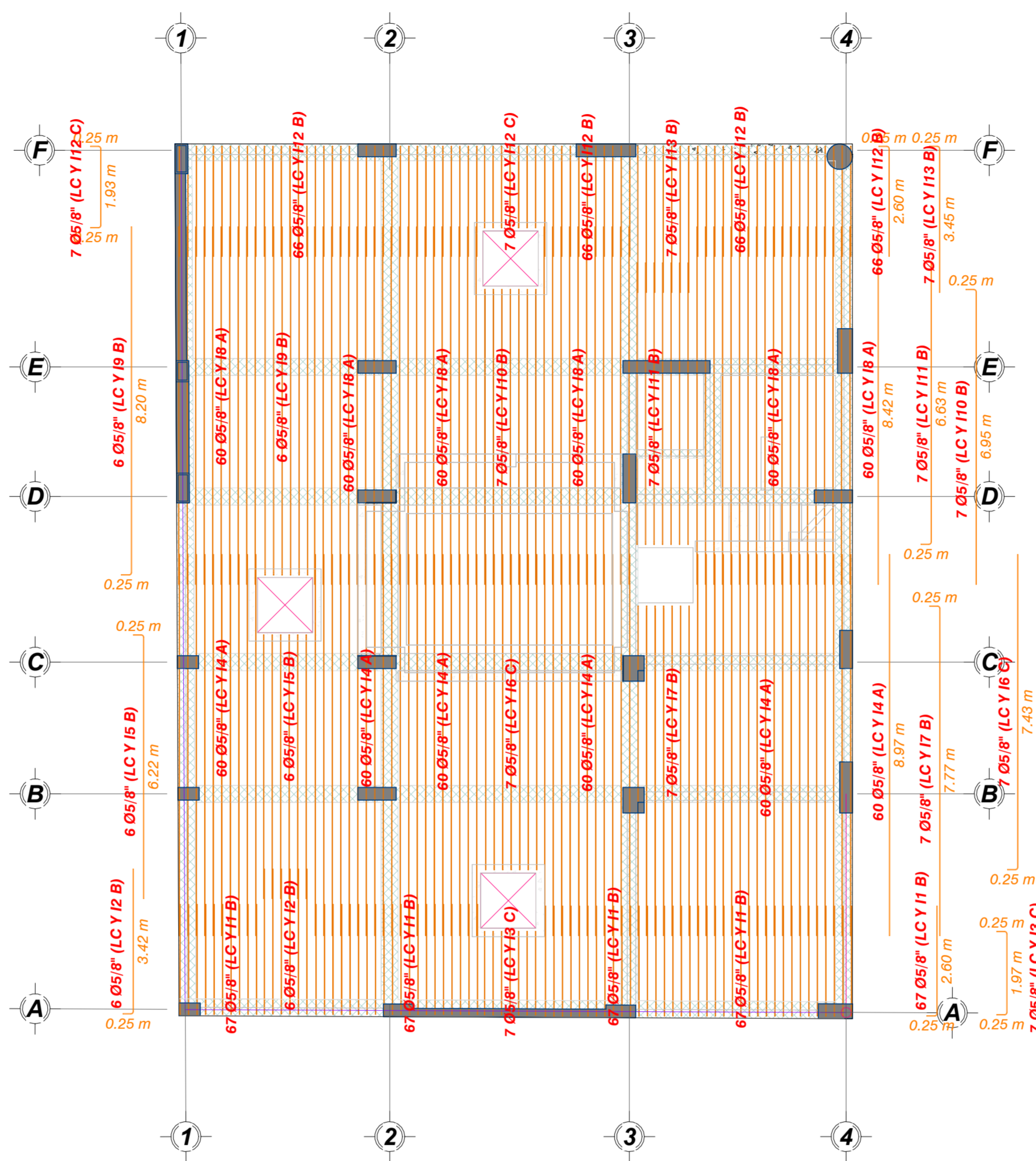
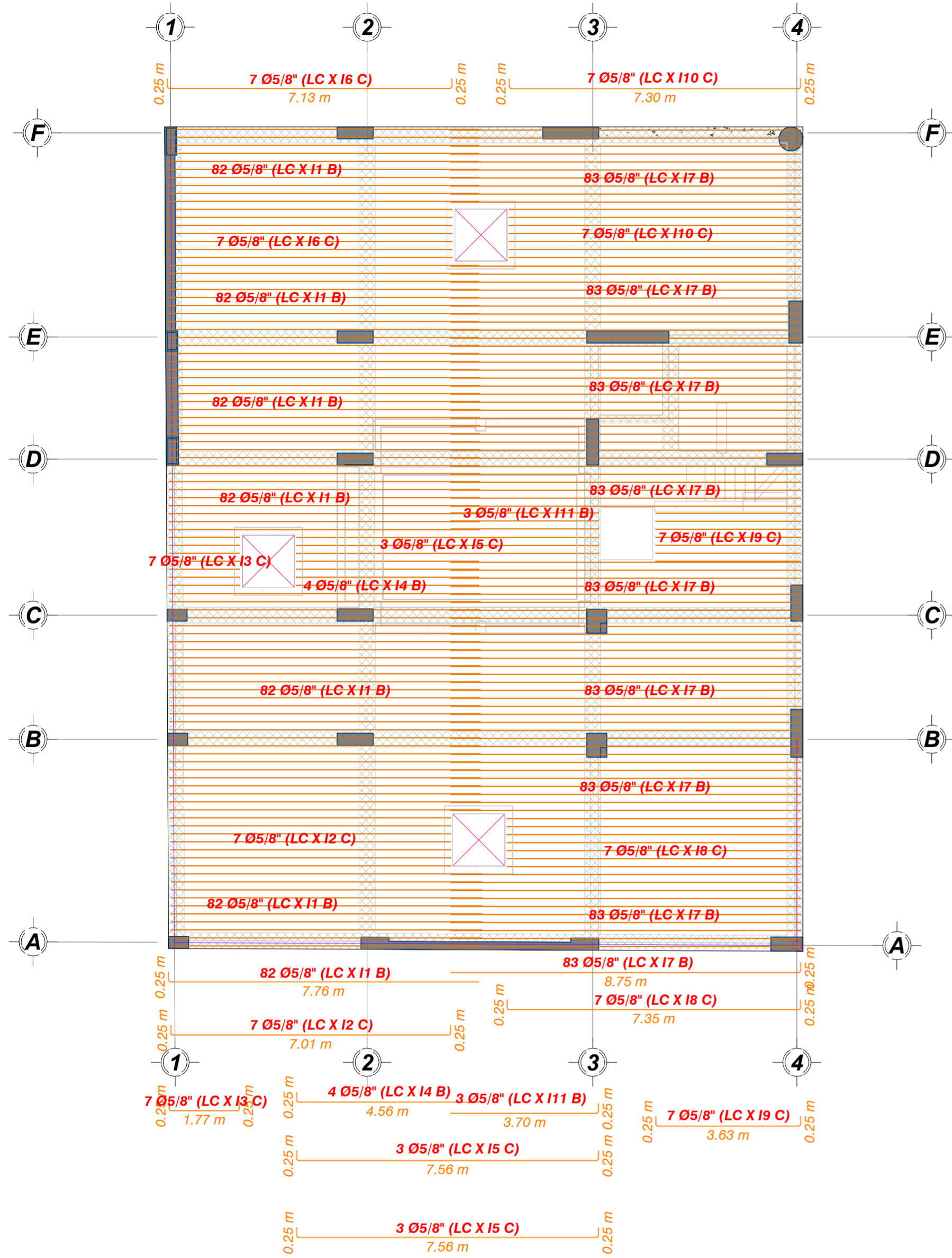
**Verde** : Ø1/2"

**Azul** : Ø3/8"

**Cian** : Ø6mm

**003-ISOMÉTRICO GENERAL REFERENCIAL**

**E.T. VIGAS Y LOSAS**  
1:100



CIM-MALLA INFERIOR X  
1:100

CIM-MALLA INFERIOR Y  
1:100

CIM-REF INFERIOR  
1:100

LEYENDA DE COLORES DE ACERO DE REFUERZO

- Morado : Ø1"
- Magenta : Ø3/4"
- Naranja : Ø5/8"
- Verde : Ø1/2"
- Azul : Ø3/8"
- Cian : Ø6mm

**MALLA INFERIOR (SENTIDO X)**

VV	ID TIPO	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC X 12 C	7	7.43 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC X 18 C	7	7.77 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC X 110 C	7	7.72 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC X 16 C	7	7.55 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC X 13 C	7	2.19 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC X 14 B	4	4.77 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC X 19 C	7	4.05 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC X 15 C	3	7.98 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC X 17 B	83	8.96 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC X 11 B	82	7.97 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC X 11 B	3	3.91 m

**MALLA INFERIOR (SENTIDO Y)**

VV	ID TIPO	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC Y 11 B	67	2.81 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC Y 14 A	60	8.97 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC Y 18 A	60	8.42 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC Y 112 B	66	2.81 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC Y 112 C	7	2.35 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC Y 13 C	7	2.40 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC Y 16 C	7	7.64 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC Y 17 B	7	7.98 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC Y 111 B	7	6.84 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC Y 113 B	7	3.66 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC Y 15 B	6	6.43 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC Y 12 B	6	3.63 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC Y 19 B	6	8.41 m
CIMENTACION	MALLA INFERIOR	5/8"	LC Y 110 B	7	7.16 m

**MALLA REFUERZO INFERIOR**

VV	ID TIPO	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC X RH10 A	10	1.95 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC X RH11 A	10	3.00 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC X RH12 A	10	3.00 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC X RH13 A	10	1.95 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC Y R18 A	10	1.95 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC X R16 A	22	3.00 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC X R18 A	22	4.50 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC X R17 A	5	1.70 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC Y R16 A	16	5.40 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC Y R15 A	6	4.35 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC Y R14 A	6	4.35 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC Y R13 A	8	5.40 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC X R13 A	30	3.00 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC X R14 A	29	3.00 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC Y R12 A	15	5.86 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC Y R11 A	15	6.00 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC X R15 A	30	1.95 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC X R11 A	8	9.00 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC X R12 A	8	1.95 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC X R19 A	5	3.20 m
CIMENTACION	REF INFERIOR	5/8"	LC Y R17 A	10	1.96 m

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**CIMENTACIÓN**

NORMAS: R.N.E.: E-020, E-030, E-050, E-060

**MATERIALES**

**CONCRETO SIMPLE:**  
 Cimientos Corridos: f<sub>c</sub> = 100 kgf/cm<sup>2</sup> + 30% P.G.  
 Sobrecimientos: f<sub>c</sub> = 140 kgf/cm<sup>2</sup> + 25% P.M.  
 Solados: f<sub>c</sub> = 100 kgf/cm<sup>2</sup>  
 Calzaduras: f<sub>c</sub> = 140 kgf/cm<sup>2</sup> + 30% P.G.

**CONCRETO ARMADO:**  
 Losa de cimentación: f<sub>c</sub> = 280 kgf/cm<sup>2</sup>  
 Vigas de Cimentación: f<sub>c</sub> = 280 kgf/cm<sup>2</sup>

**ACERO DE REFUERZO:**  
 Acero Grado 60 f<sub>y</sub> = 4200 kgf/cm<sup>2</sup>

**RECUBRIMIENTOS LIBRES**  
 Lados vaciados contra el suelo: 7 cm  
 Lados vaciados con encofrado: 5 cm



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

TESIS:  
"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO DE DESPIECE DE ACERO PRE EJECUCIÓN FRENTE AL ACERO DIMENSIONADO Y USO CONVENCIONAL DEL ACERO CORRUGADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023"

REALIZADO POR:  
Andrés Chino Quispe & Kenny Boris Zarate Chilquequetuma

PROYECTO:  
RESIDENCIAL FRANCISCO DE COPACABANA

PLANO DE PROYECTO:  
LOSA DE CIMENTACIÓN - MALLA INFERIOR ok  
UBICACIÓN EN EL PROYECTO:  
ESQUINA JR. LIBERTAD Y CALLE HONOR, MZ. J

LOTE: 11

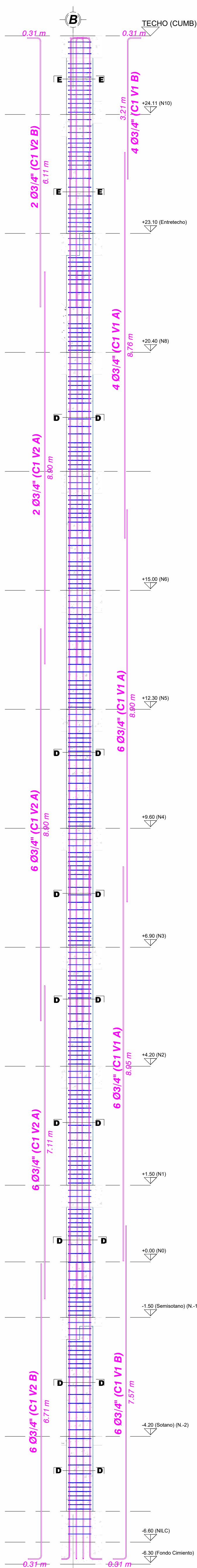
REVISADO Y APROBADO POR:  
Ing. Fernando Romero Quispeinga

REVISADO Y APROBADO POR:  
Ing. Ivan Molina Porcel

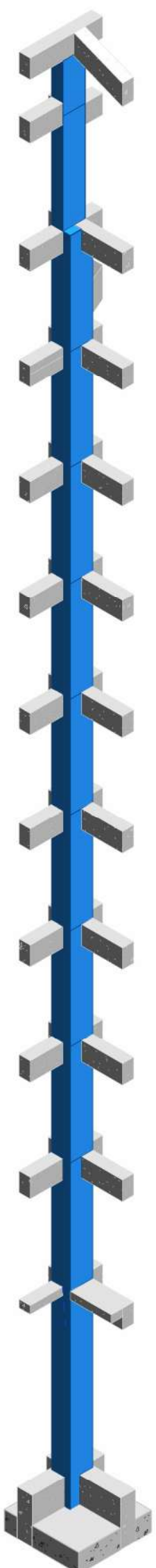
UBICACIÓN:  
DEPARTAMENTO : CUSCO  
PROVINCIA : CUSCO  
DISTRITO : WANCHAO

ESCALA: Como se indica  
FECHA: 12/10/23  
PLANO: E-01

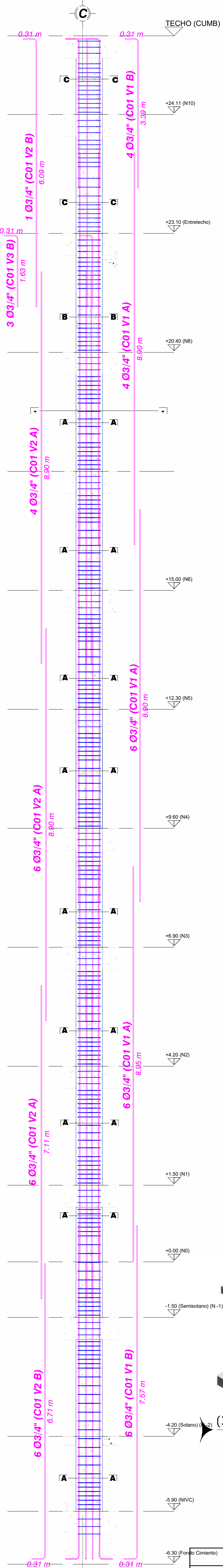
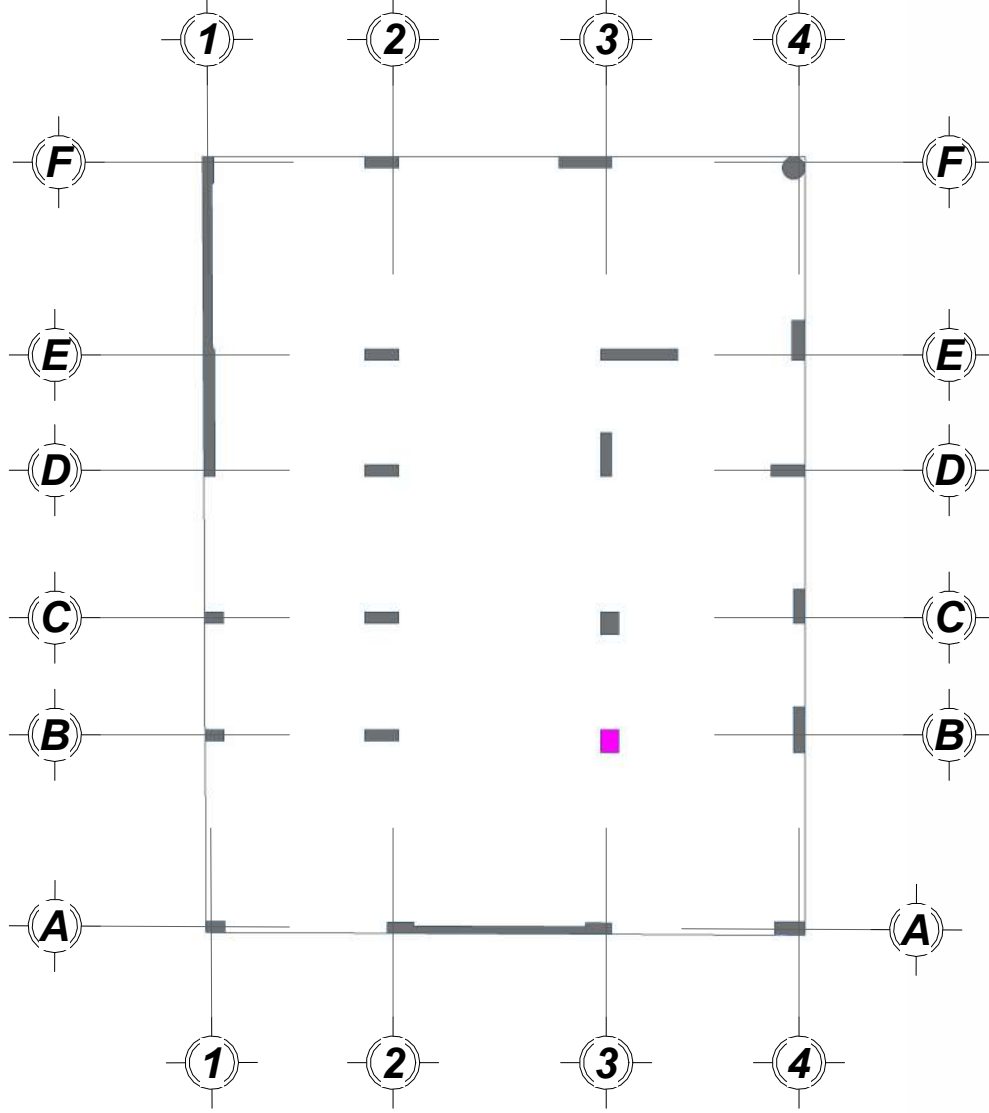




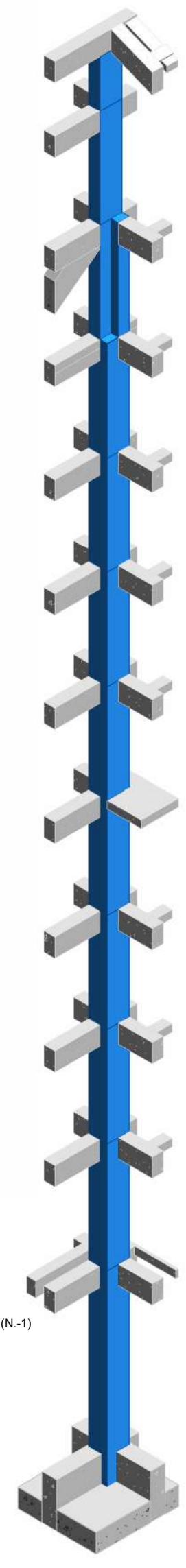
NIVEL	ID_TIPO	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
SEMISOTANO	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	19	1.38 m
SEMISOTANO	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	22	2.02 m
SEMISOTANO	C-01	3/8"	C01 G0.52	38	0.68 m
SEMISOTANO	C-01	3/4"	C1 V1 A	6	8.95 m
SEMISOTANO	C-01	3/4"	C1 V2 A	6	7.11 m
NIVEL 10	C-01	3/8"	C01 E0.52x0.22	15	1.60 m
NIVEL 9	C-01	3/8"	C01 E0.52x0.22	18	1.60 m
NIVEL 9	C-01	3/4"	C1 V1 B	4	3.47 m
NIVEL 8	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	18	1.38 m
NIVEL 8	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	21	2.02 m
NIVEL 8	C-01	3/8"	C01 G0.52	36	0.68 m
NIVEL 8	C-01	3/4"	C1 V2 B	2	6.37 m
NIVEL 8	C-01	3/4"	C1 V3 A	4	1.85 m
NIVEL 7	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	18	1.38 m
NIVEL 7	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	21	2.02 m
NIVEL 7	C-01	3/8"	C01 G0.52	36	0.68 m
NIVEL 6	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	18	1.38 m
NIVEL 6	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	21	2.02 m
NIVEL 6	C-01	3/8"	C01 G0.52	36	0.68 m
NIVEL 6	C-01	3/4"	C1 V1 A	4	8.76 m
NIVEL 6	C-01	3/4"	C1 V3 A	2	7.10 m
NIVEL 5	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	18	1.38 m
NIVEL 5	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	21	2.02 m
NIVEL 5	C-01	3/8"	C01 G0.52	36	0.68 m
NIVEL 5	C-01	3/4"	C1 V2 A	2	8.90 m
NIVEL 5	C-01	3/4"	C1 V3 A	4	8.90 m
NIVEL 4	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	18	1.38 m
NIVEL 4	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	21	2.02 m
NIVEL 4	C-01	3/8"	C01 G0.52	36	0.68 m
NIVEL 3	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	18	1.38 m
NIVEL 3	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	21	2.02 m
NIVEL 3	C-01	3/8"	C01 G0.52	36	0.68 m
NIVEL 3	C-01	3/4"	C1 V1 A	6	8.90 m
NIVEL 2	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	18	1.38 m
NIVEL 2	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	21	2.02 m
NIVEL 2	C-01	3/8"	C01 G0.52	36	0.68 m
NIVEL 2	C-01	3/4"	C1 V2 A	6	8.90 m
NIVEL 1	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	18	1.38 m
NIVEL 1	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	21	2.02 m
NIVEL 1	C-01	3/8"	C01 G0.52	36	0.68 m
CIMENTACION	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	26	1.38 m
CIMENTACION	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	32	2.02 m
CIMENTACION	C-01	3/8"	C01 G0.52	52	0.68 m
CIMENTACION	C-01	3/4"	C1 V1 B	6	7.83 m
CIMENTACION	C-01	3/4"	C1 V2 B	6	6.97 m



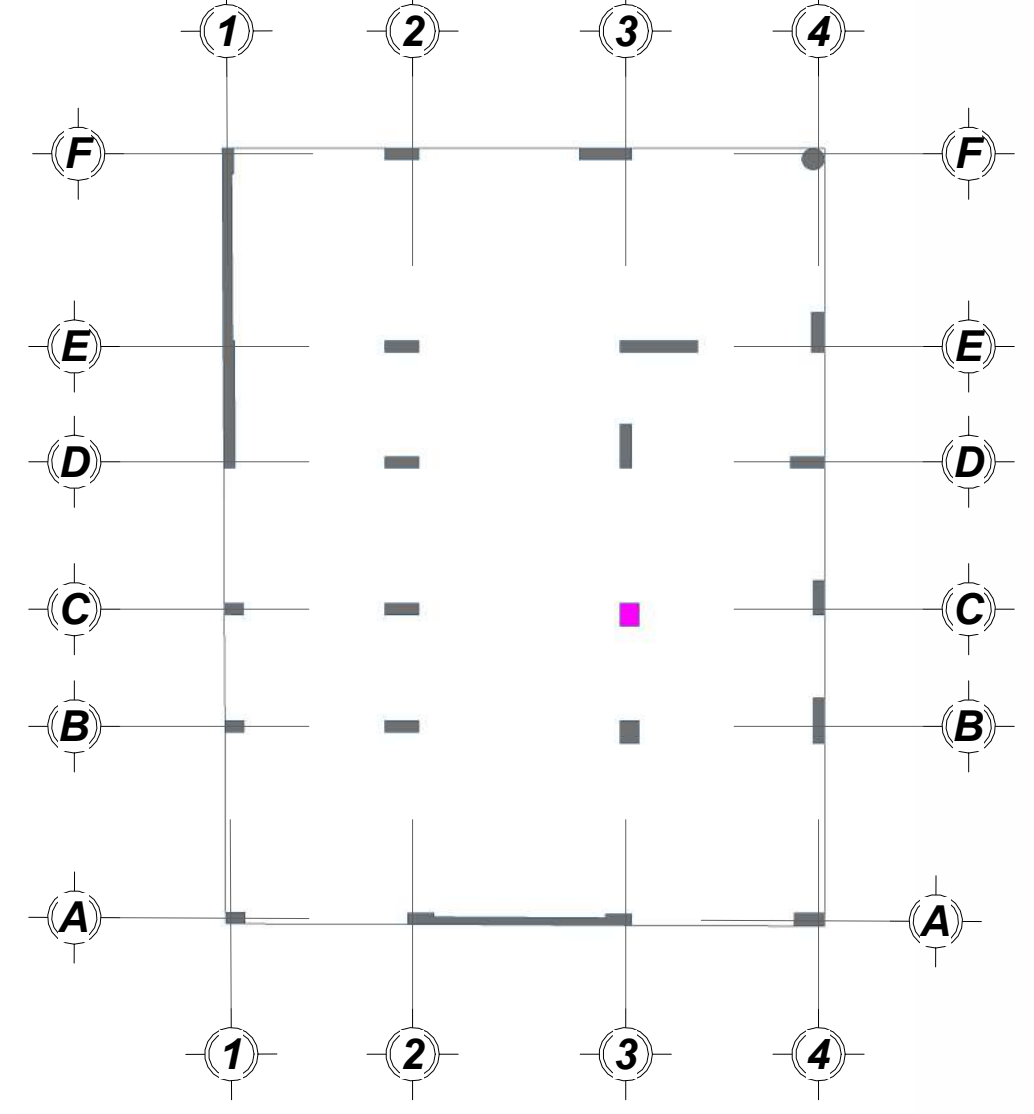
CORTE	FORMA	BENDING DETAIL
D-D		
E-E		



NIVEL	ID_TIPO	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
SEMISOTANO	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	19	1.38 m
SEMISOTANO	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	22	2.02 m
SEMISOTANO	C-01	3/8"	C01 G0.52	38	0.68 m
SEMISOTANO	C-01	3/4"	C1 V1 A	6	8.95 m
SEMISOTANO	C-01	3/4"	C1 V2 A	6	7.11 m
NIVEL 10	C-01	3/8"	C01 E0.52x0.22	15	1.60 m
NIVEL 9	C-01	3/8"	C01 E0.52x0.22	20	1.60 m
NIVEL 9	C-01	3/4"	C01 V1 B	4	3.65 m
NIVEL 9	C-01	3/4"	C01 V2 C	1	5.39 m
NIVEL 8	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.22	21	1.40 m
NIVEL 8	C-01	3/8"	C01 E0.52x0.22	21	1.60 m
NIVEL 8	C-01	3/4"	C01 V2 B	1	6.35 m
NIVEL 8	C-01	3/4"	C01 V3 B	3	1.89 m
NIVEL 7	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	18	1.38 m
NIVEL 7	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	21	2.02 m
NIVEL 7	C-01	3/8"	C01 G0.52	36	0.68 m
NIVEL 6	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	18	1.38 m
NIVEL 6	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	21	2.02 m
NIVEL 6	C-01	3/8"	C01 G0.52	36	0.68 m
NIVEL 6	C-01	3/4"	C01 V1 A	4	8.90 m
NIVEL 6	C-01	3/4"	C01 V2 B	1	7.26 m
NIVEL 6	C-01	3/4"	C01 V3 B	1	4.54 m
NIVEL 5	C-01	3/4"	C01 V3 B	2	7.26 m
NIVEL 5	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	18	1.38 m
NIVEL 5	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	21	2.02 m
NIVEL 5	C-01	3/8"	C01 G0.52	36	0.68 m
NIVEL 5	C-01	3/4"	C01 V2 A	4	8.90 m
NIVEL 4	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	18	1.38 m
NIVEL 4	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	21	2.02 m
NIVEL 4	C-01	3/8"	C01 G0.52	36	0.68 m
NIVEL 3	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	18	1.38 m
NIVEL 3	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	21	2.02 m
NIVEL 3	C-01	3/8"	C01 G0.52	36	0.68 m
NIVEL 3	C-01	3/4"	C01 V1 A	6	8.90 m
NIVEL 2	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	18	1.38 m
NIVEL 2	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	21	2.02 m
NIVEL 2	C-01	3/8"	C01 G0.52	36	0.68 m
NIVEL 2	C-01	3/4"	C01 V2 A	6	8.90 m
NIVEL 1	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	18	1.38 m
NIVEL 1	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	21	2.02 m
NIVEL 1	C-01	3/8"	C01 G0.52	36	0.68 m
CIMENTACION	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.20	26	1.38 m
CIMENTACION	C-01	3/8"	C01 E0.42x0.52	32	2.02 m
CIMENTACION	C-01	3/8"	C01 G0.52	52	0.68 m
CIMENTACION	C-01	3/4"	C01 V1 B	6	7.83 m
CIMENTACION	C-01	3/4"	C01 V2 B	6	6.97 m



CORTE	FORMA	BENDING DETAIL
A-A		
B-B		
C-C		



- LEYENDA DE COLORES DE ACERO DE REFUERZO
- Morado : Ø1"
  - Magenta : Ø3/4"
  - Naranja : Ø5/8"
  - Verde : Ø1/2"
  - Azul : Ø3/8"
  - Cian : Ø6mm

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
COLUMNAS Y PLACAS	
<b>NORMAS:</b> R.N.E.: E-020, E-030, E-050, E-060	<b>DETALLES DEL REFUERZO</b>
<b>CEMENTO:</b> MATERIALES Portland Tipo I, IP	<b>LONGITUD DE DESARROLLO A COMPRESION (m)</b>
<b>CONCRETO ARMADO:</b> f'c = 280 kgf/cm <sup>2</sup> Placas: f'c = 280 kgf/cm <sup>2</sup>	Varillas 3/8" 1/2" 5/8" 3/4" 1"
<b>ACERO DE REFUERZO:</b> Acero Grado 60 fy = 4200 kgf/cm <sup>2</sup>	Longitud de Desarrollo 0.25 0.35 0.40 0.50 0.65
<b>RECUBRIMIENTOS LIBRES</b>	<b>LONGITUD DE EMPALME A COMPRESION (m)</b>
<b>COLUMNAS:</b> 4 cm al estribo	Varillas 3/8" 1/2" 5/8" 3/4" 1"
<b>PLACAS:</b> 4 cm al estribo	Longitud de Empalme 0.40 0.50 0.60 0.80 1.20

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO**

**TESISTA:** Andres Chino Quispe & Kenny Boris Zarate Chilquetuma

**PROYECTO:** RESIDENCIAL FRANCISCO DE COPACABANA

**PLANO DE PROYECTO:** 001-VERTICALES OK

**UBICACIÓN EN EL PROYECTO:** ESCUINAR, LIBERTAD Y CALLE HONOR, MZ. J

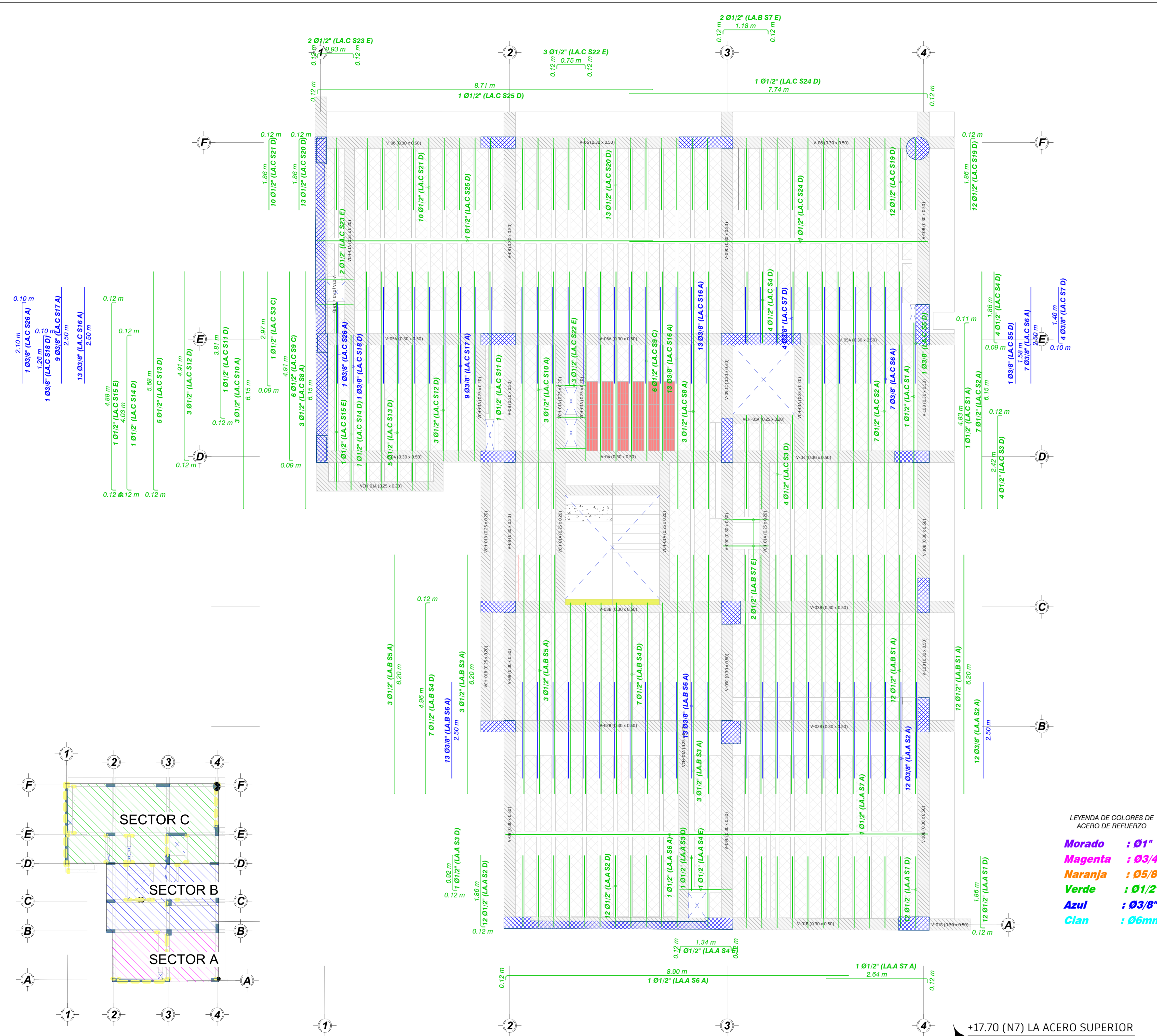
**LOTE:** 11

**RESIDENTE DE OBRA:** Ing. Ivan Molina

**JEFE DE SUPERVISIÓN:** Ing. Fernando Romero Quispeinga

**UBICACIÓN:** DEPARTAMENTO : CUSCO  
PROVINCIA : CUSCO  
DISTRITO : WANCHAQ

**ESCALA:** Como se indica  
**FECHA:** 02/03/24  
**PLANO:** E-02



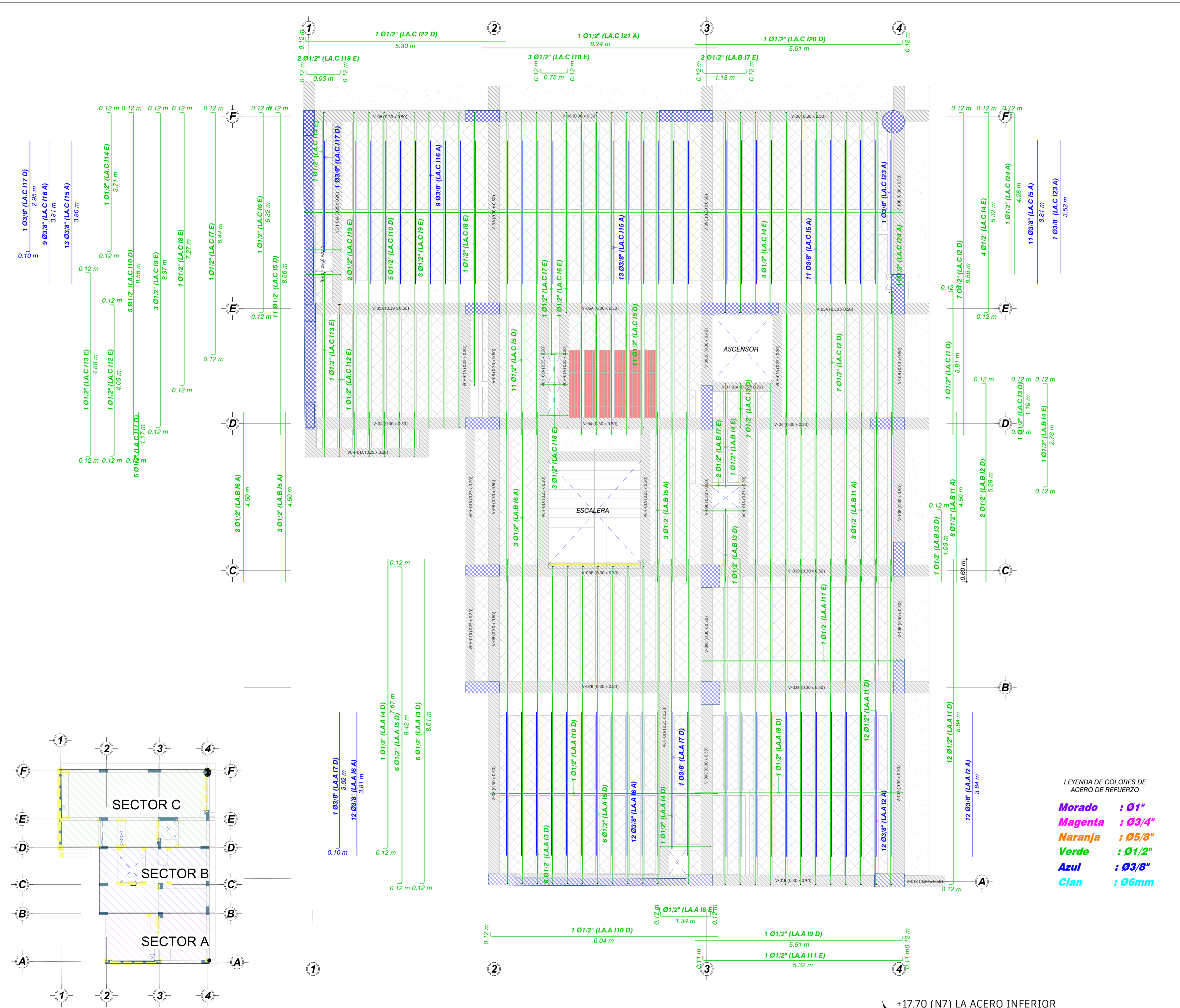
ELEMENTO	NIVEL	ID_UBICACION	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.A S1 D	12	1.95 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	3/8"	L.A.A S2 A	12	2.50 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.A S2 D	12	1.95 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.A S3 D	1	1.01 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.A S4 E	1	1.51 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.A S6 A	1	8.99 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.A S7 A	1	2.73 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.B S1 A	12	6.20 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.B S3 A	3	6.20 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.B S4 D	7	5.05 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.B S5 A	3	6.20 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	3/8"	L.A.B S6 A	13	2.50 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.B S7 E	2	1.36 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S1 A	1	4.91 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S2 A	7	6.15 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S3 C	1	3.03 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S3 D	4	2.51 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S4 D	4	1.91 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	3/8"	L.A.C S5 D	1	1.58 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	3/8"	L.A.C S6 A	7	2.50 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	3/8"	L.A.C S7 D	4	1.54 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S8 A	3	6.15 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S9 C	6	4.97 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S10 A	3	6.15 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S11 D	1	3.90 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S12 D	3	5.00 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S13 D	5	5.76 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S14 D	1	4.21 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S15 E	1	5.06 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	3/8"	L.A.C S16 A	13	2.50 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	3/8"	L.A.C S17 A	9	2.50 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	3/8"	L.A.C S18 B	1	1.34 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S19 D	12	1.95 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S20 D	13	1.95 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S21 D	10	1.95 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S22 E	3	0.92 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S23 E	2	1.11 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S24 D	1	7.83 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	1/2"	L.A.C S25 D	1	8.80 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	ACERO SUPERIOR	3/8"	L.A.C S26 A	1	2.18 m

LEYENDA DE COLORES DE ACERO DE REFUERZO

Morado : 01"  
 Magenta : 3/4"  
 Naranja : 5/8"  
 Verde : 1/2"  
 Azul : 3/8"  
 Cian : 6mm

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
<b>LOSAS</b>	
<b>NORMAS:</b> R.N.E.: E-020, E-030, E-050, E-060	<b>RECURRIMIENTOS LIBRES</b> Losas: 2.5 cm al refuerzo
<b>MATERIALES CONCRETO ARMADO:</b> Losas: f'c = 280 kgf/cm2	<b>ACERO DE REFUERZO:</b> Acero Grado 60: fy = 4200 kgf/cm2
<b>DETALLES DEL REFUERZO</b>	
<b>LONGITUD DE DESARROLLO A TRACCIÓN (m)</b>	
Varillas	3/8" 1/2" 5/8" 3/4" 1"
Refuerzo Superior	0.40 0.50 0.60 0.70 1.25
Refuerzo Inferior	0.30 0.35 0.40 0.55 1.00
<b>LONGITUD DE EMPALME A TRACCIÓN (m)</b>	
Varillas	3/8" 1/2" 5/8" 3/4" 1"
Refuerzo Sup. e Inf. (zona esfuerzos bajos)	0.40 0.50 0.60 0.70 1.25
Refuerzo Sup. e Inf. (zona esfuerzos altos)	0.50 0.65 0.80 0.90 1.60

+17.70 (N7) LA ACERO SUPERIOR  
 1:50

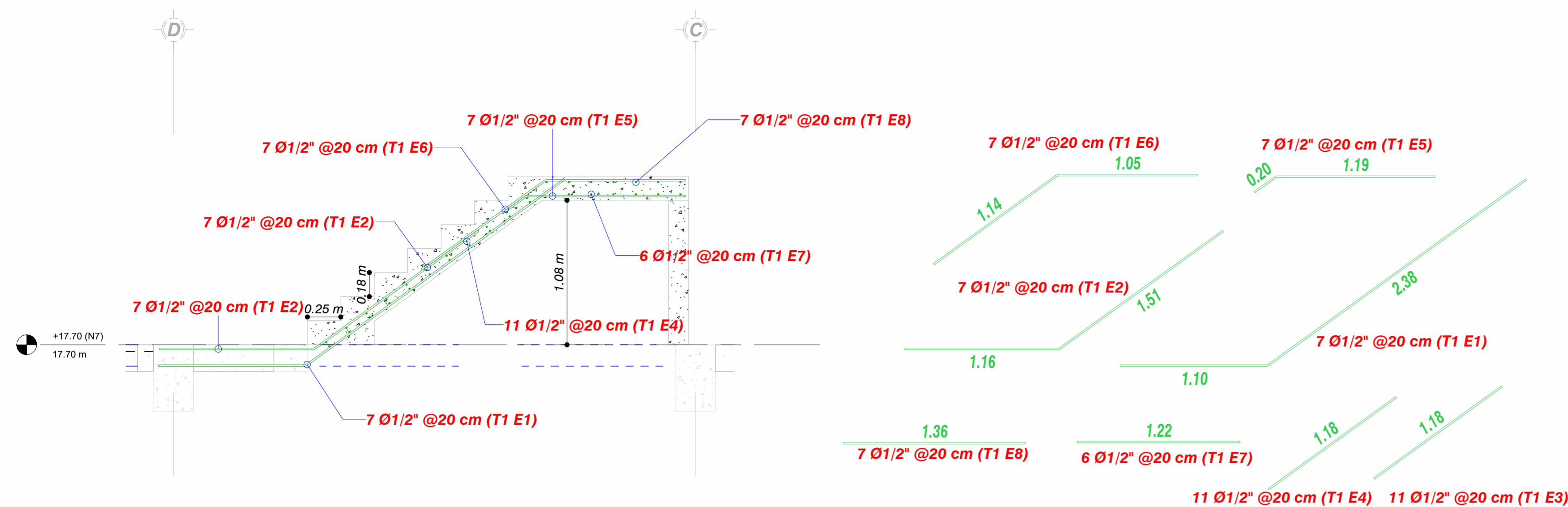


LEYENDA DE COLORES DE ACERO DE REFUERZO

**Morado** : Ø1"  
**Magenta** : Ø3/4"  
**Naranja** : Ø5/8"  
**Verde** : Ø1/2"  
**Azul** : Ø3/8"  
**Cian** : Ø6mm

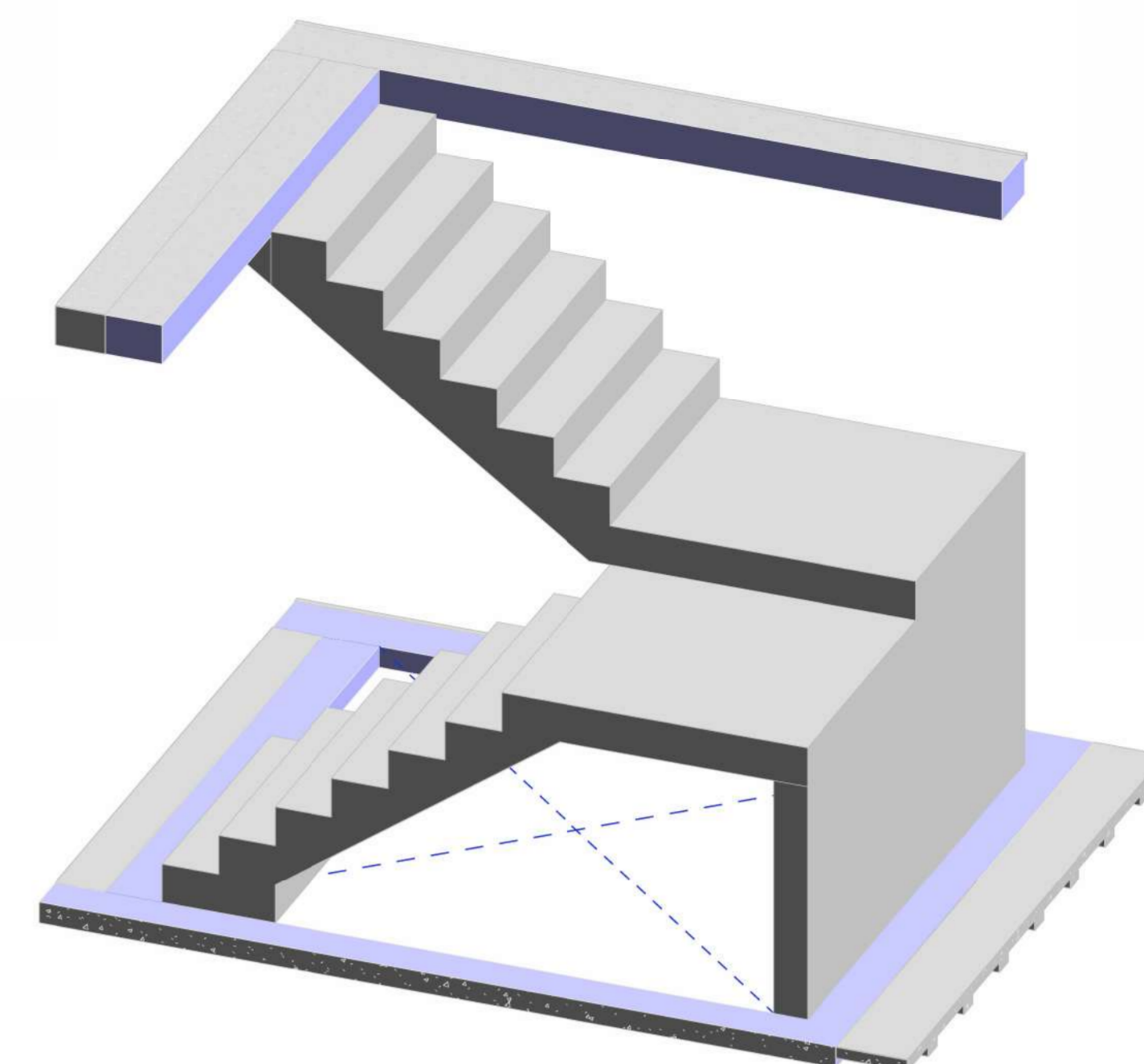
ELEMENTO	NIVEL	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.A 11 D	12	8.73 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	3/8"	L.A.A 12 A	12	3.84 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.A 13 D	6	8.70 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.A 14 D	1	7.76 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.A 15 D	6	8.60 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	3/8"	L.A.A 16 A	12	3.81 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	3/8"	L.A.A 17 D	1	3.70 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.A 18 E	1	1.51 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.A 19 D	1	5.60 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.A 110 D	1	6.13 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.A 111 E	1	5.48 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.B 11 A	8	4.50 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.B 12 D	2	5.36 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.B 13 D	1	2.01 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.B 14 E	1	2.94 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.B 15 A	3	4.50 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.B 16 A	3	4.50 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.B 17 E	2	1.36 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 11 D	1	3.90 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 12 D	7	8.65 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 13 D	1	1.36 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 14 E	4	5.50 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	3/8"	L.A.C 15 A	11	3.81 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 15 D	11	8.65 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 16 E	1	5.50 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 17 E	1	6.62 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 18 E	1	7.45 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 19 E	3	8.55 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 110 D	5	8.65 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 111 D	5	1.26 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 112 E	1	4.21 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 113 E	1	5.06 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 114 E	1	3.88 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	3/8"	L.A.C 115 A	13	3.80 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	3/8"	L.A.C 116 A	9	3.81 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	3/8"	L.A.C 117 D	1	3.02 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 118 E	3	0.92 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 119 E	2	1.11 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 120 D	1	5.60 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 121 A	1	6.24 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 122 D	1	5.39 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	3/8"	L.A.C 123 A	1	3.52 m
LOSA ALIGERADA	NIVEL 7	1/2"	L.A.C 124 A	1	4.37 m

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
<b>LOSAS</b>					
<b>NORMAS:</b> R.N.E.: E-020, E-030, E-050, E-060					
<b>MATERIALES CONCRETO ARMADO:</b> Losas: f'c = 280 kgf/cm2	<b>RECUBRIMIENTOS LIBRES</b> Losas: 2.5 cm al refuerzo				
<b>ACERO DE REFUERZO:</b> Acero Grado 60: fy = 4200 kgf/cm2					
<b>DETALLES DEL REFUERZO</b>					
<b>LONGITUD DE DESARROLLO A TRACCIÓN (m)</b>					
Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
Refuerzo Superior	0.40	0.50	0.60	0.70	1.25
Refuerzo Inferior	0.30	0.35	0.40	0.55	1.00
<b>LONGITUD DE EMPALME A TRACCIÓN (m)</b>					
Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
Refuerzo Sup. e Inf. (zona esfuerzos bajos)	0.40	0.50	0.60	0.70	1.25
Refuerzo Sup. e Inf. (zona esfuerzos altos)	0.50	0.65	0.80	0.90	1.60

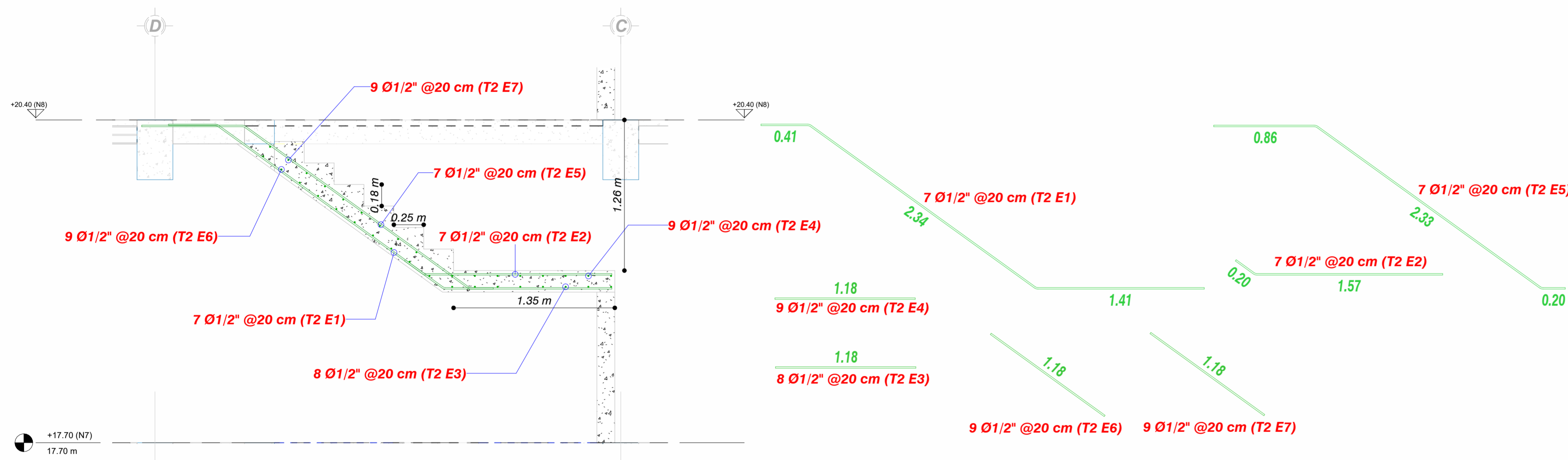


**DETALLE DE ESCALERA - PRIMER TRAMO**

1 : 25

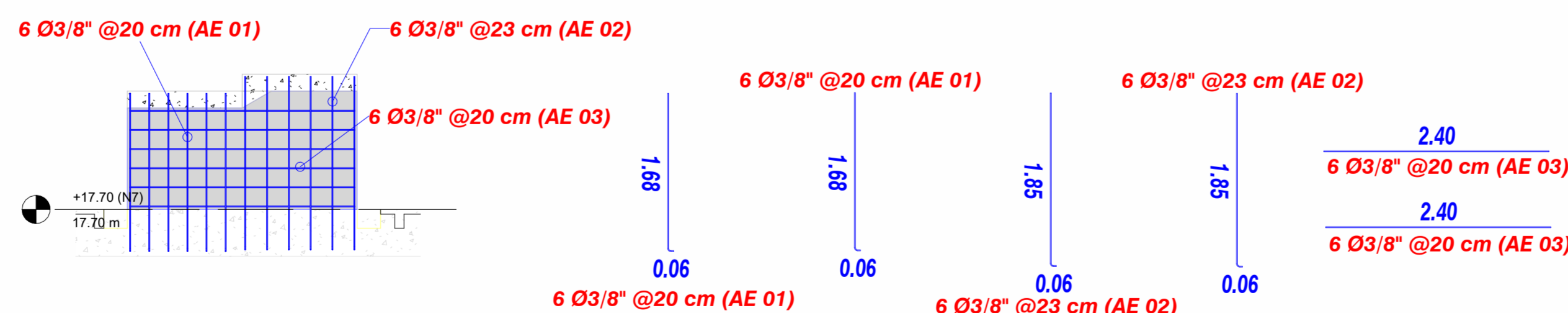


**ISOMÉTRICO - ESCALERA**



**DETALLE DE ESCALERA - SEGUNDO TRAMO**

1 : 25



**DETALLE APOYO DE ESCALERA**

1 : 50

ELEMENTO	NIVEL	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
ESCALERA	NIVEL 8	1/2"	T2 E2	7	1.77 m
ESCALERA	NIVEL 8	1/2"	T2 E1	7	4.15 m
ESCALERA	NIVEL 8	1/2"	T2 E5	7	3.38 m
ESCALERA	NIVEL 8	1/2"	T2 E4	9	1.18 m
ESCALERA	NIVEL 8	1/2"	T2 E3	8	1.18 m
ESCALERA	NIVEL 8	1/2"	T2 E6	9	1.18 m
ESCALERA	NIVEL 8	1/2"	T2 E7	9	1.18 m
ESCALERA	NIVEL 8	1/2"	T1 E1	7	3.48 m
ESCALERA	NIVEL 8	1/2"	T1 E6	7	2.19 m
ESCALERA	NIVEL 8	1/2"	T1 E2	7	2.66 m
ESCALERA	NIVEL 8	1/2"	T1 E5	7	1.38 m
ESCALERA	NIVEL 8	1/2"	T1 E7	6	1.22 m
ESCALERA	NIVEL 8	1/2"	T1 E8	7	1.36 m
ESCALERA	NIVEL 8	1/2"	T1 E4	11	1.18 m
ESCALERA	NIVEL 8	1/2"	T1 E3	11	1.18 m

ELEMENTO	NIVEL	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
APOYO DE ESCALERA	NIVEL 7	3/8"	AE 02	6	1.89 m
APOYO DE ESCALERA	NIVEL 7	3/8"	AE 02	6	1.89 m
APOYO DE ESCALERA	NIVEL 7	3/8"	AE 03	6	2.40 m
APOYO DE ESCALERA	NIVEL 7	3/8"	AE 03	6	2.40 m
APOYO DE ESCALERA	NIVEL 7	3/8"	AE 01	6	1.72 m
APOYO DE ESCALERA	NIVEL 7	3/8"	AE 01	6	1.72 m

LEYENDA DE COLORES DE ACERO DE REFUERZO

- Morado : Ø1"
- Magenta : Ø3/4"
- Naranja : Ø5/8"
- Verde : Ø1/2"
- Azul : Ø3/8"
- Cian : Ø6mm

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
ESCALERAS	
NORMAS: R.N.E.: E-020, E-030, E-050, E-060	
MATERIALES CONCRETO ARMADO: Eskaleras: f'c = 210 kgf/cm2	RECUBRIMIENTOS LIBRES Eskaleras: 2.5 cm al refuerzo
ACERO DE REFUERZO: Acero Grado 60: fy = 4200 kgf/cm2	
DETALLES DEL REFUERZO	
LONGITUD DE DESARROLLO A TRACCIÓN (m)	
Varillas	3/8" 1/2" 5/8" 3/4" 1"
Refuerzo Superior	0.40 0.50 0.60 0.70 1.25
Refuerzo Inferior	0.30 0.35 0.40 0.55 1.00
LONGITUD DE EMPALME A TRACCIÓN (m)	
Varillas	3/8" 1/2" 5/8" 3/4" 1"
Refuerzo Sup. e Inf. (zona esfuerzos bajos)	0.40 0.50 0.60 0.70 1.25
Refuerzo Sup. e Inf. (zona esfuerzos altos)	0.50 0.65 0.80 0.90 1.60

NOTA  
DIMENSIONES DE ESCALERAS: Las dimensiones mostradas son solo referenciales, la geometría de la estructura de escalera tiene que ajustarse estrictamente a lo prescrito por el proyecto de arquitectura.

**E.T. - ESCALERA**

1 : 100



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

TESIS:  
"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO DE DESPIECE DE ACERO PRE EJECUCIÓN FRENTE AL ACERO DIMENSIONADO Y USO CONVENCIONAL DEL ACERO CORRUGADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023"

REALIZADO POR:  
Andres Chino Quispe & Kenny Boris Zarate Chilqueetuma

PROYECTO:  
RESIDENCIAL FRANCISCO DE COPACABANA

PLANO DE PROYECTO:  
ESCALERA N07  
UBICACIÓN EN EL PROYECTO:  
ESQUINA JR. LIBERTAD Y CALLE HONOR, MZ. J

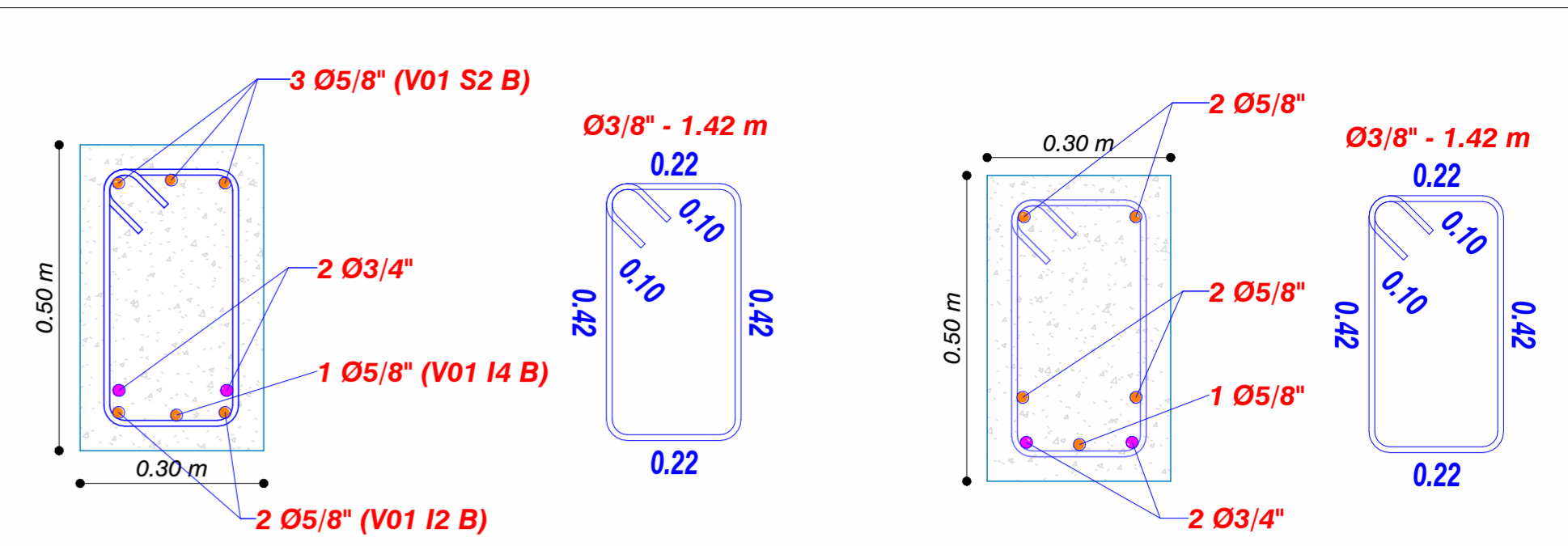
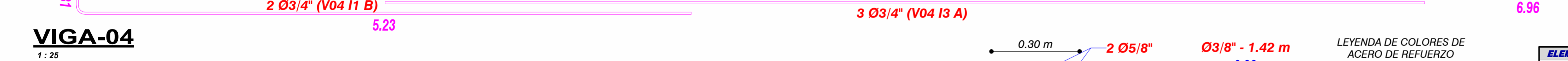
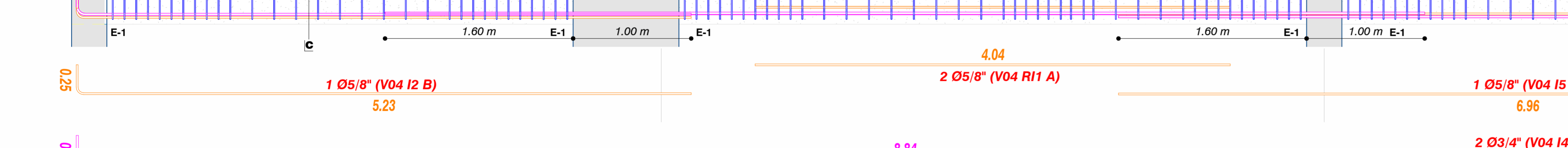
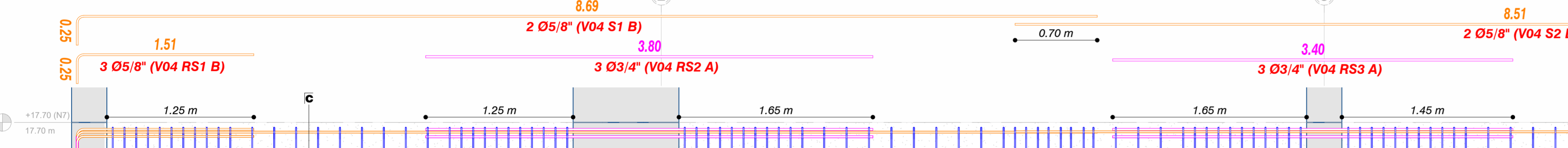
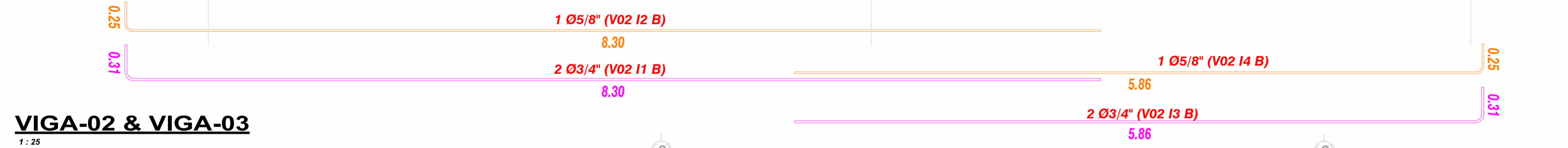
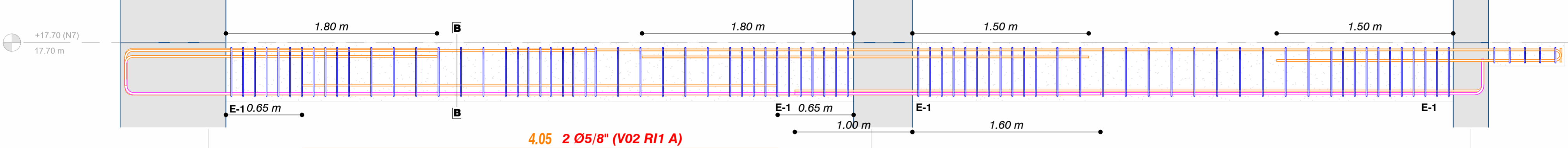
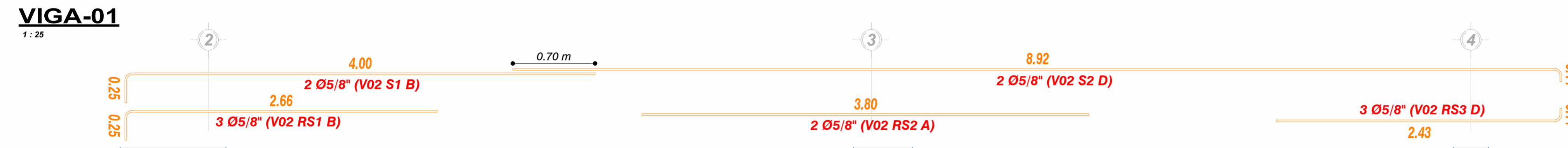
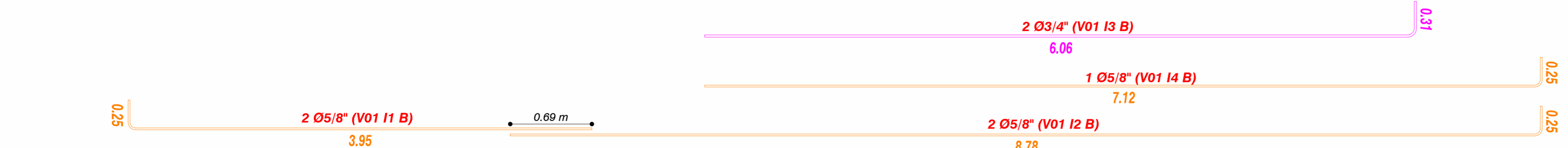
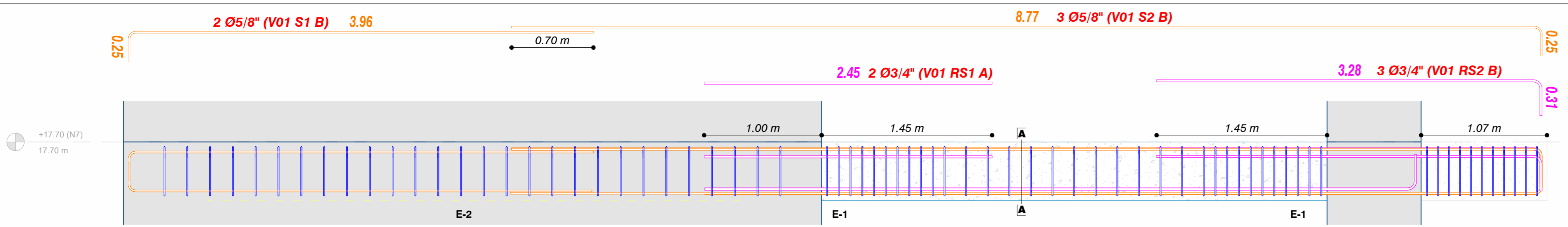
LOTE: 11

REVISADO Y APROBADO POR:  
Ing. Fernando Romero Quispeinga

REVISADO Y APROBADO POR:  
Ing. Ivan Molina Porcel

UBICACIÓN:  
DEPARTAMENTO : CUSCO  
PROVINCIA : CUSCO  
DISTRITO : WANCHAO

ESCALA: Como se indica  
FECHA: 07/16/24  
PLANO: E-06

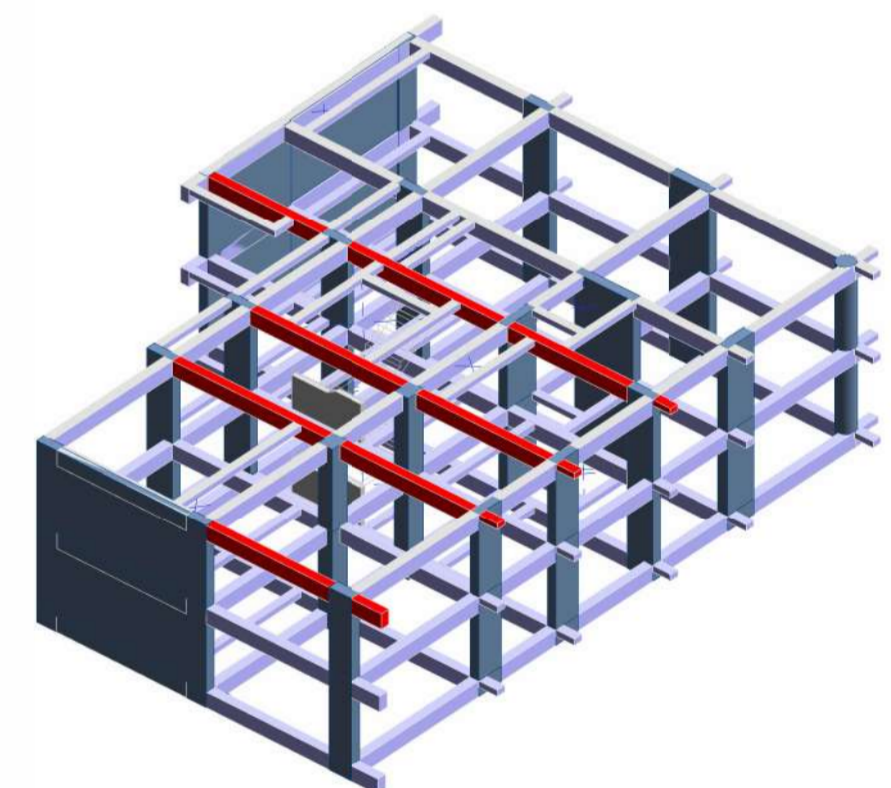


**CORTE A-A**  
1:10

**CORTE B-B**  
1:10

ELEMENTO	NIVEL	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V02 RS1 B	3	2.97 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V02 I1 B	2	8.96 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V02 I2 B	1	8.51 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V02 I3 B	2	6.12 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V02 I4 B	1	6.08 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V02 R1 A	2	4.05 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V02 RS3 D	3	2.50 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V02 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V02 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V02 S2 A	2	3.80 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V02 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V02 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V02 S1 B	2	4.21 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V02 S2 D	2	9.00 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V02 E42x22	4	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V02 E42x22	16	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V02 E42x22	12	1.42 m

ELEMENTO	NIVEL	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V01 S2 B	3	8.98 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V01 RS2 B	3	3.54 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V01 I3 B	2	6.31 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V01 I4 B	1	7.34 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V01 I2 B	2	8.99 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V01 I1 B	2	4.16 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V01 S1 B	2	4.17 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V01 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V01 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V01 E42x22	12	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V01 RS1 A	2	2.45 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V01 E42x22	28	1.40 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V01 E42x22	11	1.40 m



**01-ISOMÉTRICO REFERENCIAL**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**VIGAS Y LOSAS**

NORMAS: R.N.E.: E-020, E-030, E-050, E-060

**MATERIALES**  
**CEMENTO:** Portland Tipo I, IP  
**CONCRETO ARMADO:**  
 Vigas:  $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$   
 Losas:  $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$   
**ACERO DE REFUERZO:**  
 Acero Grado 60:  $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$

**RECURRIMIENTOS LIBRES**  
 VIGAS PERALTADAS: 4 cm al estribo  
 VIGAS CHATAS: 2.5 cm al estribo  
 VIGAS DE BORDE: 2.5 cm al estribo  
 LOSAS: 2.5 cm al refuerzo

**DETALLES DEL REFUERZO**

**LONGITUD DE DESARROLLO A TRACCIÓN (m)**

Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
Refuerzo Superior	0.40	0.50	0.60	0.70	1.25
Refuerzo Inferior	0.30	0.35	0.40	0.55	1.00

**LONGITUD DE EMPALME A TRACCIÓN (m)**

Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
Refuerzo Sup. e Inf. (zona esfuerzos bajos)	0.40	0.50	0.60	0.70	1.25
Refuerzo Sup. e Inf. (zona esfuerzos altos)	0.50	0.65	0.80	0.90	1.60

NOTA: No empalmar más del 50% del área total de  $\phi$  en una misma sección.

**ANCLAJE MÍNIMO CON GANCHOS ESTÁNDAR EN TRACCIÓN (m)**

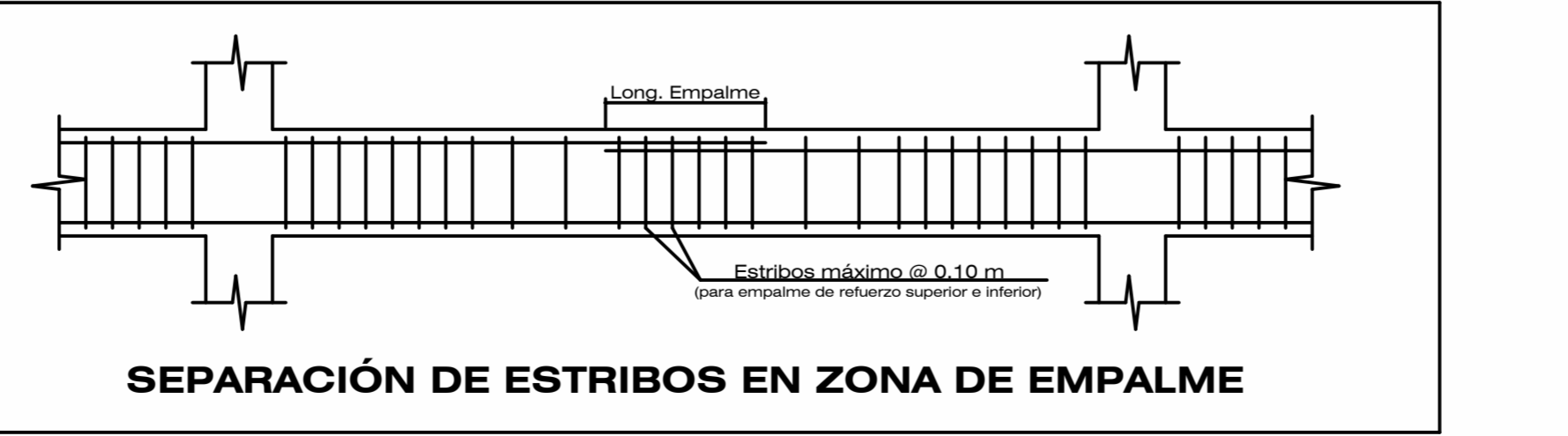
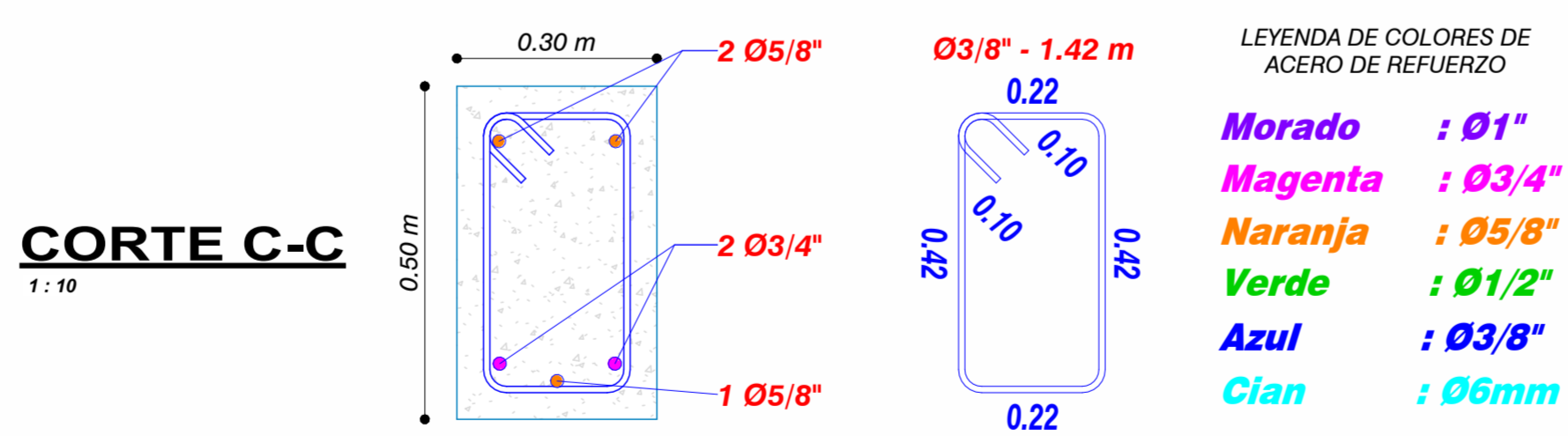
Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
Long. de anclaje con gancho (l <sub>da</sub> )	0.14	0.19	0.24	0.29	0.39
Extensión recta gancho (l <sub>2db</sub> )	0.11	0.15	0.19	0.23	0.30

**DIÁMETROS DE DOBLADO (D)**

$\phi$	Diam. Doblado (D)
3/8" a 1"	6db
1 1/8" a 1 3/8"	8db

**EN ESTRIBOS**

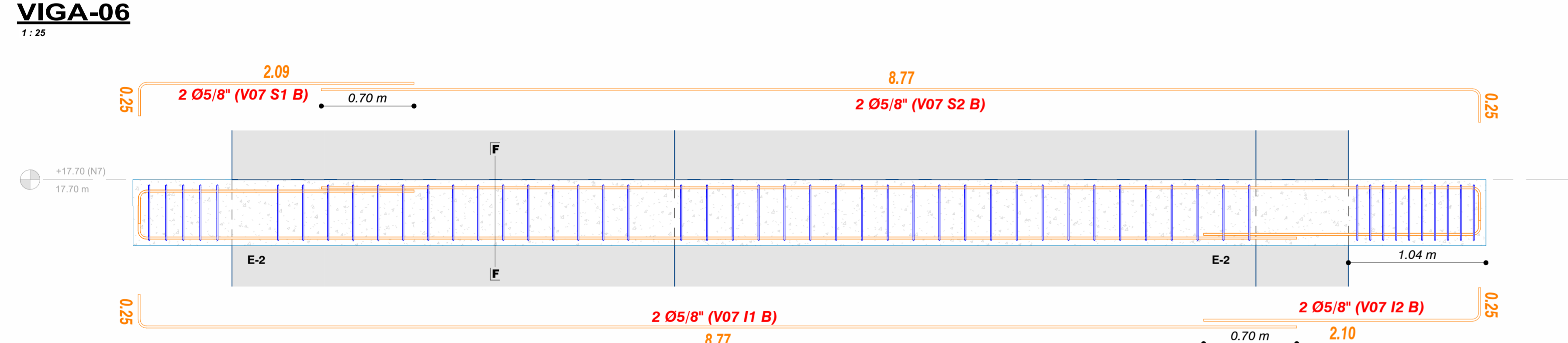
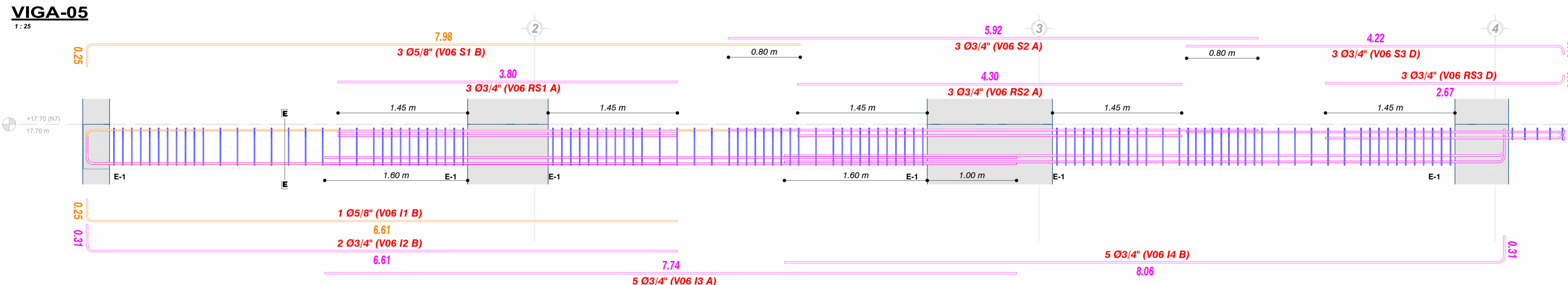
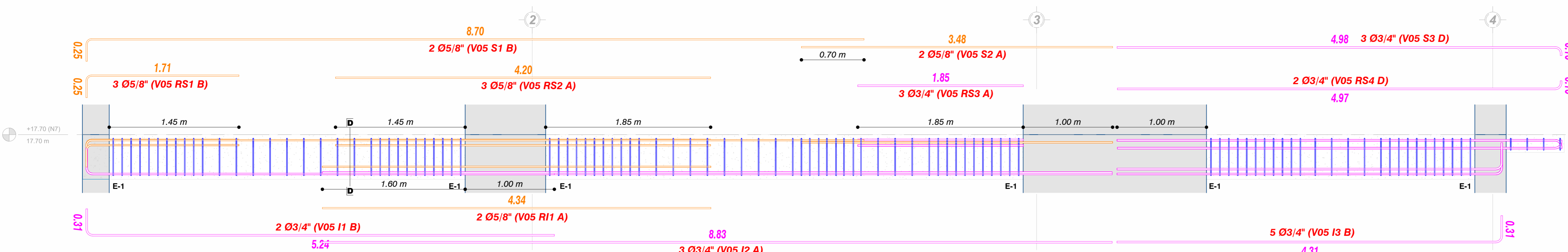
$\phi$	Diam. Doblado (D)
3/8" a 5/8"	4db
3/4"	6db



ELEMENTO	NIVEL	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V04 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V04 S1 B	2	8.90 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V04 RS4 D	3	3.05 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V04 RS3 A	3	3.40 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V04 RS2 A	3	3.80 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V04 RS1 B	3	1.72 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V04 I1 B	2	5.49 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V04 I2 B	1	5.45 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V04 I3 A	3	8.84 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V04 I4 B	2	7.22 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V04 I5 B	1	7.18 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V04 R1 A	2	4.04 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V04 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V04 E42x22	9	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V04 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V04 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V04 E42x22	16	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V04 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V04 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V04 E42x22	10	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V04 S2 D	2	8.58 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V04 E42x22	4	1.42 m

**CUADRO DE ESTRIBOS**

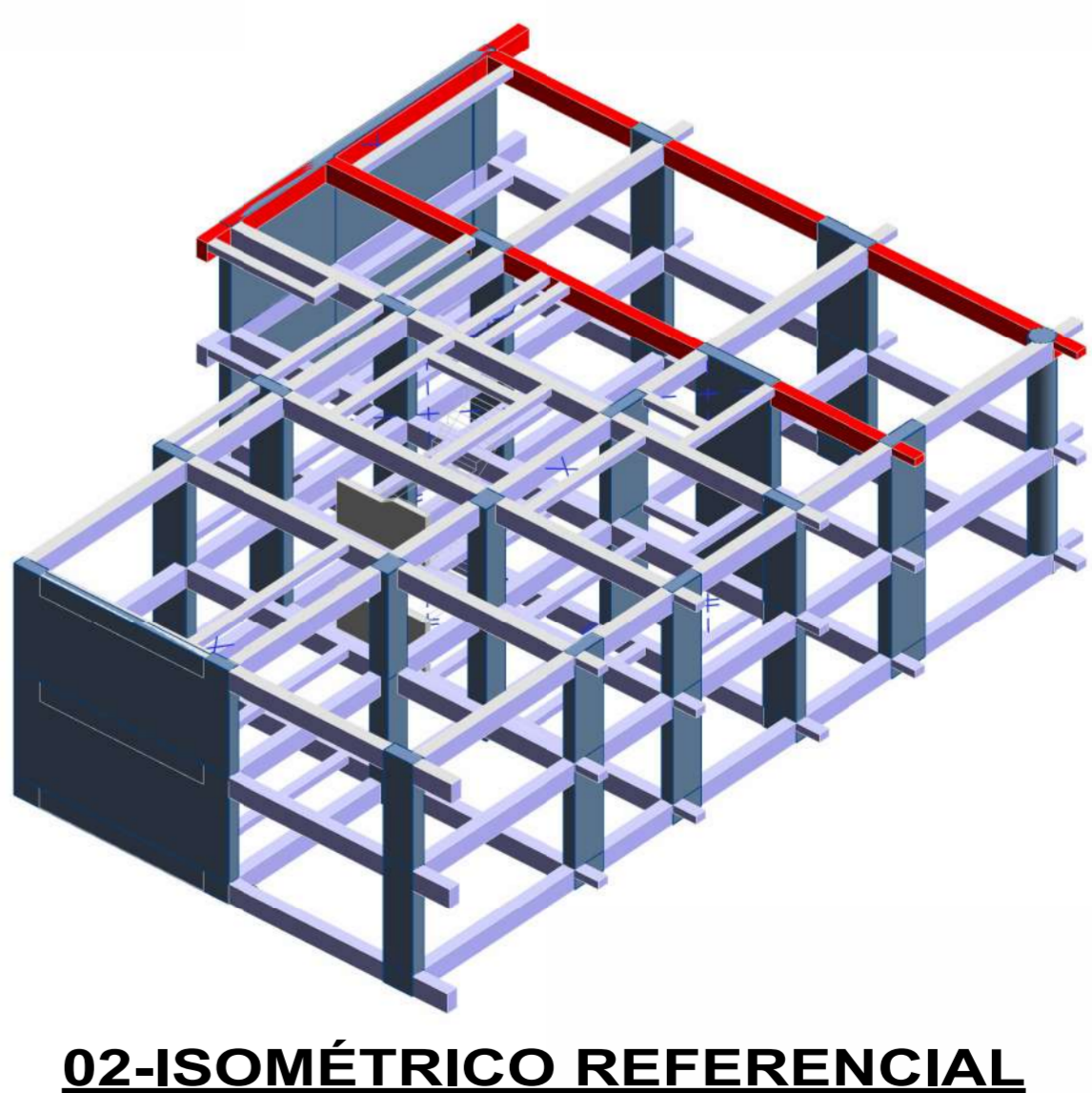
TIPO	$\phi$	SEPARACIÓN	DIMENSIONES
E-1	3/8"	1@0.05 10@0.10 r@0.20	
E-2	3/8"	@0.25	
E-3	3/8"	1@0.05 10@0.10 r@0.20	



ELEMENTO	NIVEL	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V05 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V05 S1 B	2	8.92 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V05 S3 D	3	5.03 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V05 RS1 B	3	1.93 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V05 RS2 A	3	4.20 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V05 S2 A	2	3.48 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V05 RS3 A	3	1.85 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V05 E14x22	4	0.85 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V05 RS4 D	2	5.02 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V05 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V05 E42x22	16	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V05 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V05 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V05 E42x22	9	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V05 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V05 E42x22	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V05 E42x22	4	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V05 I1 B	2	5.50 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V05 I2 A	3	8.83 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V05 RS1 A	2	4.34 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V05 I3 B	5	4.57 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V05 E42x22	4	1.42 m

LEYENDA DE COLORES DE ACERO DE REFUERZO

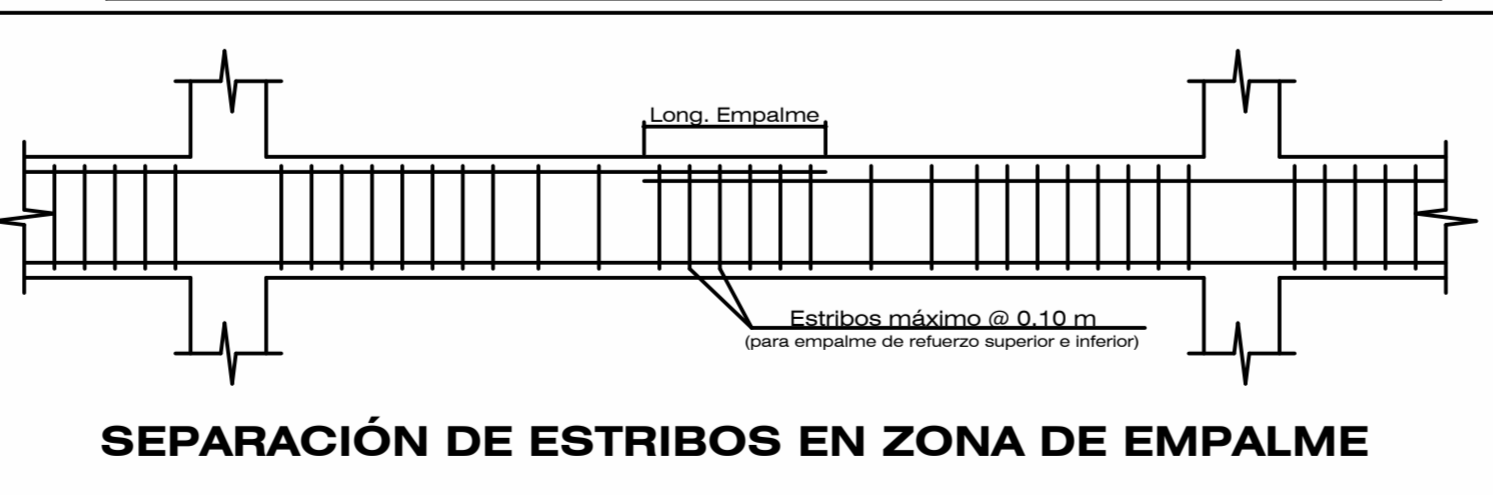
Morado : Ø1"  
Magenta : Ø3/4"  
Naranja : Ø5/8"  
Verde : Ø1/2"  
Azul : Ø3/8"  
Cian : Ø6mm



CUADRO DE ESTRIBOS			
TIPO	Ø	SEPARACIÓN	DIMENSIONES
E-1	3/8"	1@0.05 10@ 0.10 r@0.20	
E-2	3/8"	@0.25	
E-3	3/8"	1@0.05 10@ 0.10 r@0.20	

ELEMENTO	NIVEL	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V07 I1 B	2	8.98 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V07 E42x22	15	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V07 E42x22	23	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V07 I2 B	2	2.31 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V07 S2 B	2	8.99 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V07 S1 B	2	2.30 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V07 E42x22	5	1.42 m

ELEMENTO	NIVEL	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V06 E0.22x0.42	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V06 S1 B	3	8.20 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V06 RS1 A	3	3.80 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V06 S3 D	3	4.28 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V06 RS3 D	3	2.72 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V06 S2 A	3	5.92 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V06 I1 B	1	6.83 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V06 I3 A	5	7.74 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V06 I4 B	5	8.32 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V06 E0.22x0.42	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V06 E0.22x0.42	9	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V06 E0.22x0.42	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V06 E0.22x0.42	10	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V06 E0.22x0.42	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V06 E0.22x0.42	11	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V06 E0.22x0.42	12	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V06 E0.14x0.22	5	0.85 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V06 RS2 A	3	4.30 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V06 I2 B	2	6.87 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V06 E0.22x0.42	4	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V06 E0.22x0.42	5	1.42 m



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**VIGAS Y LOSAS**

NORMAS: R.N.E.: E-020, E-030, E-050, E-060

**MATERIALES**  
CEMENTO: Portland Tipo I, IP  
CONCRETO ARMADO:  
Vigas: f'c = 280 kgf/cm<sup>2</sup>  
Losas: f'c = 280 kgf/cm<sup>2</sup>  
ACERO DE REFUERZO:  
Acero Grado 60: fy = 4200 kgf/cm<sup>2</sup>

**RECUBRIMIENTOS LIBRES**  
VIGAS PERALTADAS: 4 cm al estribo  
VIGAS CHATAS: 2.5 cm al estribo  
VIGAS DE BORDE: 2.5 cm al estribo  
LOSAS: 2.5 cm al refuerzo

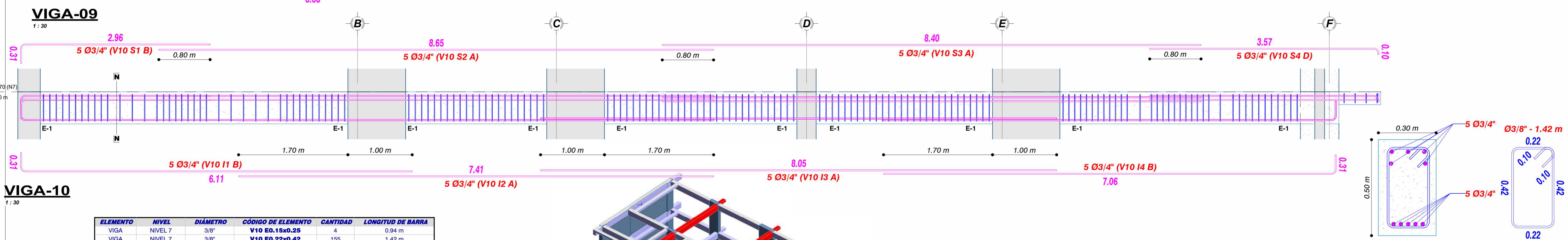
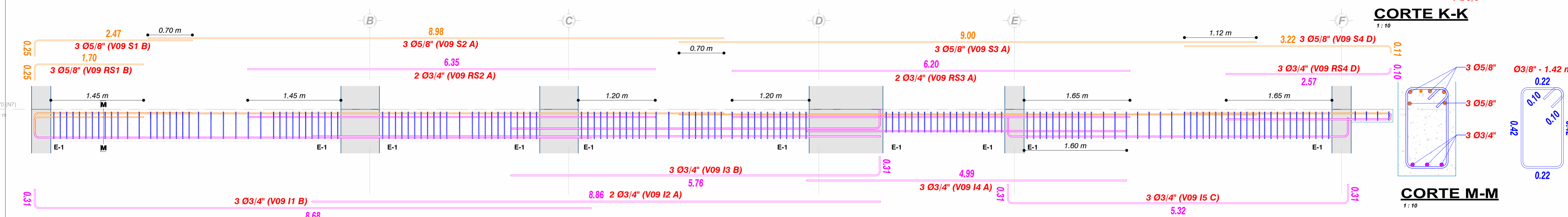
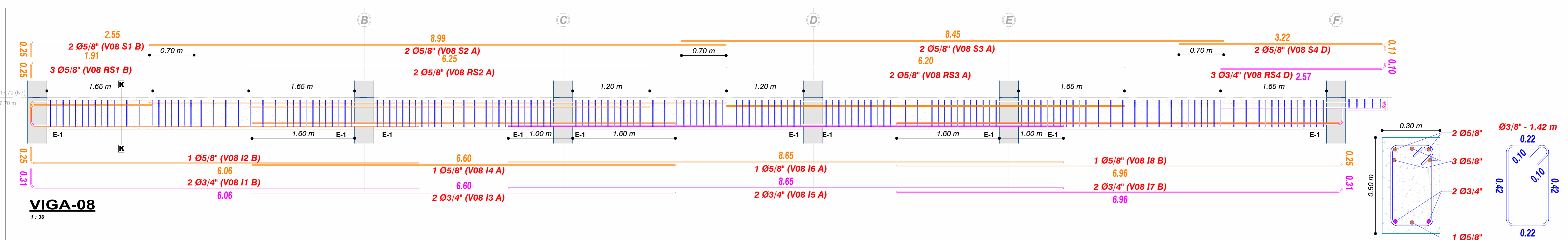
**ANCLAJE MÍNIMO CON GANCHOS ESTÁNDAR EN TRACCIÓN (m)**

Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
Long. de anclaje con gancho (l <sub>db</sub> )	0.14	0.19	0.24	0.29	0.39
Extensión recta gancho (1.2db)	0.11	0.15	0.19	0.23	0.30

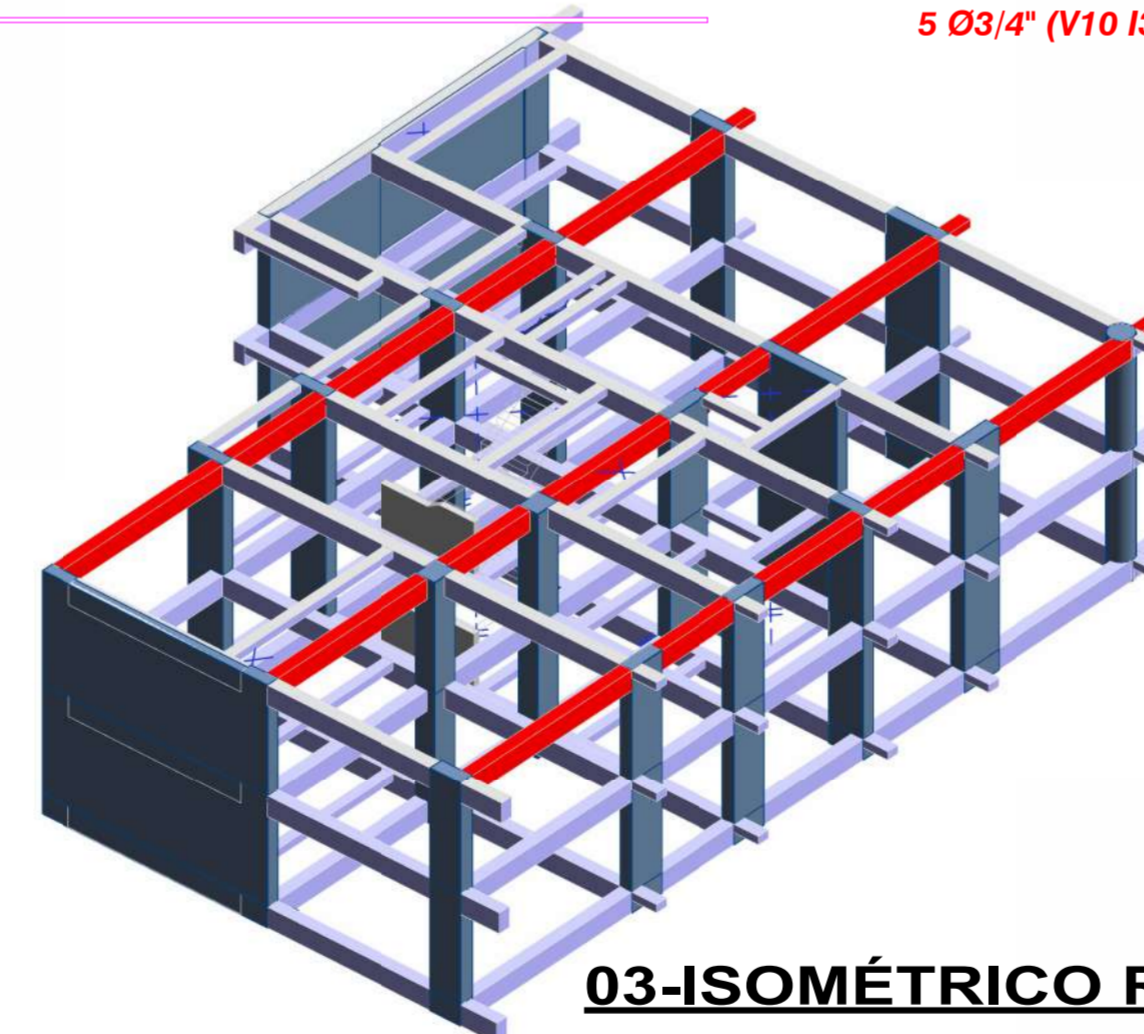
**DIÁMETROS DE DOBLADO (D)**

EN BARRAS LONGITUDINALES	Ø	Diám. Doblado (D)
3/8" a 1"	6db	
1 1/8" a 1 3/8"	8db	

EN ESTRIBOS	Ø	Diám. Doblado (D)
3/8" a 5/8"	4db	
3/4"	6db	



ELEMENTO	NIVEL	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V10 E0.15x0.25	4	0.94 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V10 E0.22x0.42	155	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V10 I1 B	5	6.36 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V10 I2 A	5	7.41 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V10 I3 A	5	8.05 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V10 I4 B	5	7.32 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V10 S1 B	5	3.21 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V10 S2 A	5	8.65 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V10 S3 A	5	8.40 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V10 S4 D	5	3.63 m



LEYENDA DE COLORES DE ACERO DE REFUERZO

- Morado : Ø1"
- Magenta : Ø3/4"
- Naranja : Ø5/8"
- Verde : Ø1/2"
- Azul : Ø3/8"
- Cian : Ø6mm

ELEMENTO	NIVEL	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V09 E0.14x0.25	4	0.92 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V09 E0.22x0.32	19	1.22 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V09 E0.22x0.42	134	1.42 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V09 I1 B	3	8.94 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V09 I2 A	2	8.86 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V09 I3 B	3	6.02 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V09 I4 A	3	4.99 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V09 I5 C	3	5.83 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V09 RS1 B	3	1.92 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V09 RS2 A	2	6.35 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V09 RS3 A	2	6.20 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V09 RS4 D	3	2.68 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V09 S2 A	3	8.98 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V09 S3 A	3	9.00 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V09 S4 D	3	3.30 m

ELEMENTO	NIVEL	DIÁMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V08 E0.14x0.22	5	0.86 m
VIGA	NIVEL 7	3/8"	V08 E0.22x0.42	157	6.31 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V08 I1 B	2	6.27 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V08 I2 B	1	6.27 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V08 I3 A	2	6.60 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V08 I4 A	1	6.80 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V08 I5 A	2	8.65 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V08 I6 A	1	8.65 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V08 I7 B	2	7.22 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V08 I8 B	1	7.17 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V08 RS1 B	3	2.12 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V08 RS2 A	2	6.25 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V08 RS3 A	2	6.20 m
VIGA	NIVEL 7	3/4"	V08 RS4 D	3	2.63 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V08 S1 B	2	2.77 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V08 S2 A	2	8.99 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V08 S3 A	2	8.45 m
VIGA	NIVEL 7	5/8"	V08 S4 D	2	3.30 m

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**VIGAS Y LOSAS**

NORMAS: R.N.E.: E-020, E-030, E-050, E-060

**MATERIALES**  
CEMENTO: Portland Tipo I, IP  
CONCRETO ARMADO: f'c = 280 kgf/cm2  
Losas: f'c = 280 kgf/cm2  
ACERO DE REFUERZO: Acero Grado 60: fy = 4200 kgf/cm2

**RECUBRIMIENTOS LIBRES**  
VIGAS PERALTADAS: 4 cm al estribo  
VIGAS CHATAS: 2.5 cm al estribo  
VIGAS DE BORDE: 2.5 cm al estribo  
LOSAS: 2.5 cm al refuerzo

**ANCLAJE MINIMO CON GANCHOS ESTANDAR EN TRACCION (m)**

Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
Long. de anclaje con gancho (L <sub>db</sub> )	0.14	0.19	0.24	0.29	0.39
Extensión recta gancho (12db)	0.11	0.15	0.19	0.23	0.30

**DIÁMETROS DE DOBLADO (D)**

EN BARRAS LONGITUDINALES	φ	Diam. Doblado (D)
3/8" a 1"	6db	4db
	8db	
1/8" a 1 3/8"	6db	4db
	8db	

**EN ESTRIBOS**

φ	Diam. Doblado (D)
3/8" a 5/8"	4db
3/4"	6db

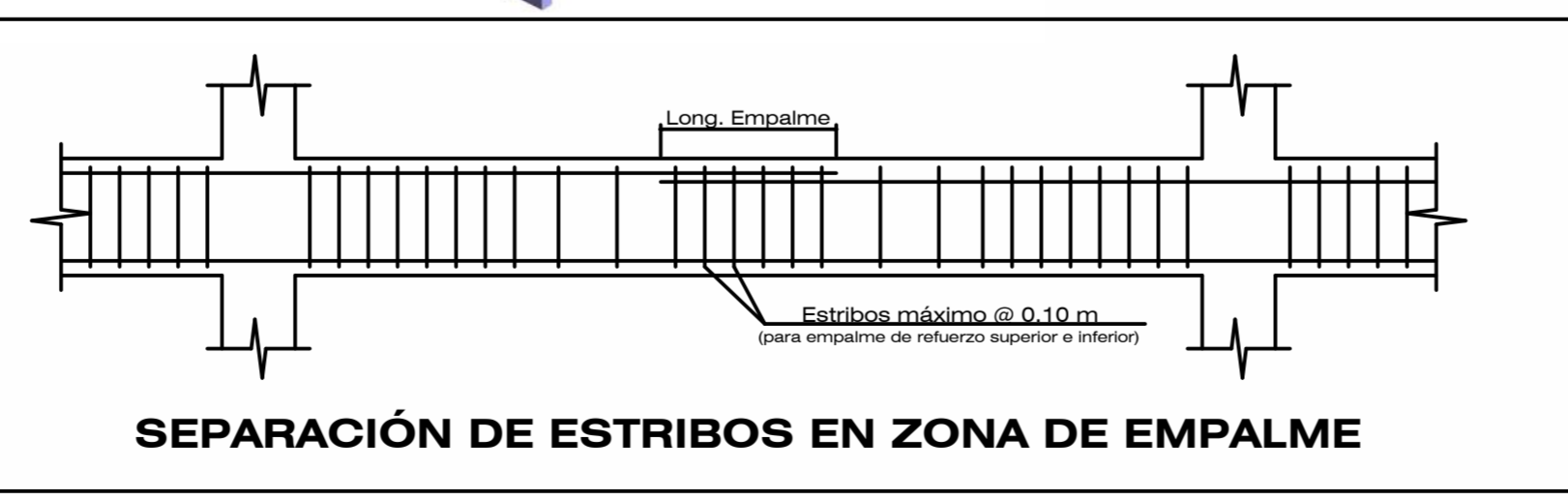
**LONGITUD DE DESARROLLO A TRACCION (m)**

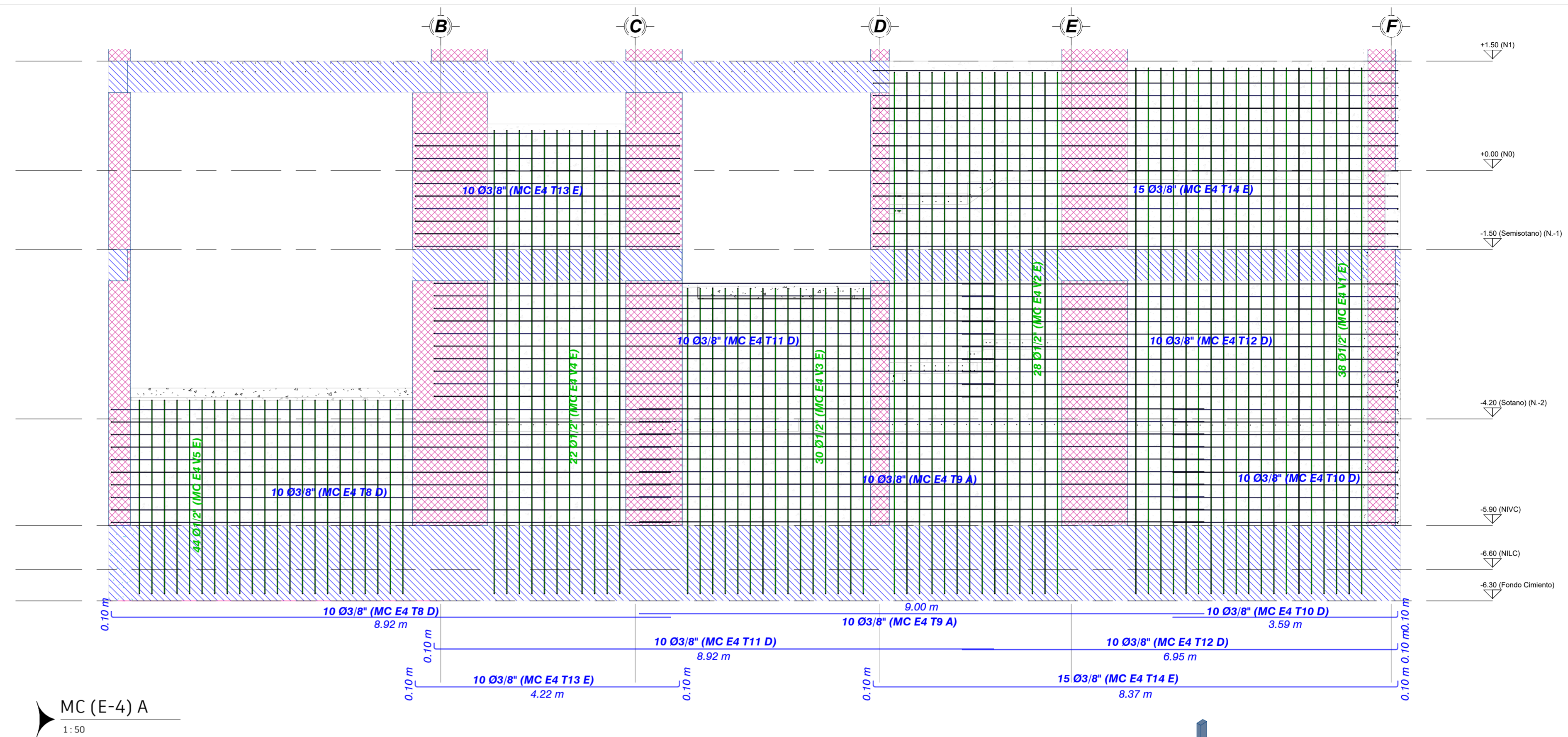
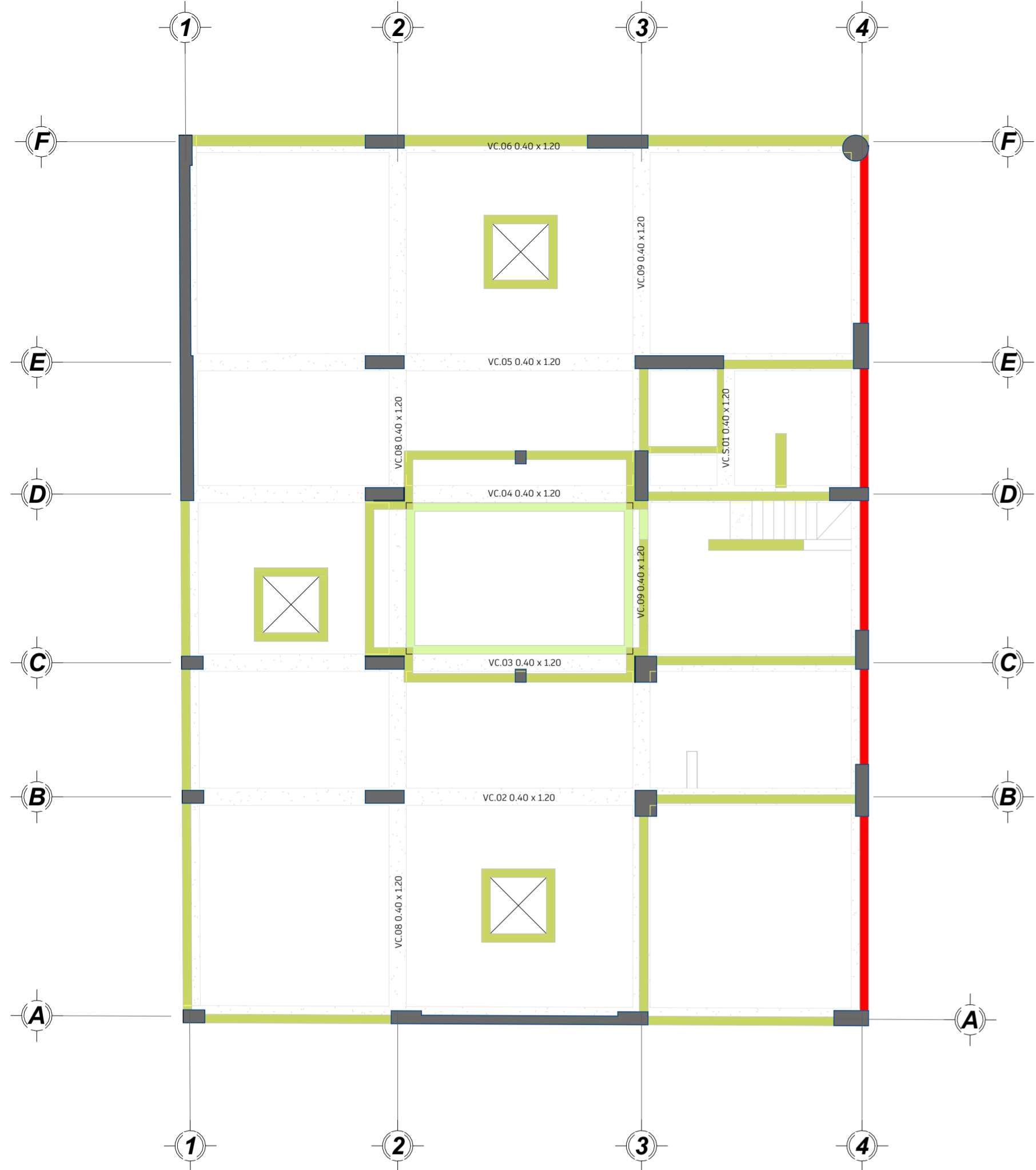
Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
Refuerzo Superior	0.40	0.50	0.60	0.70	1.25
Refuerzo Inferior	0.30	0.35	0.40	0.55	1.00

**LONGITUD DE EMPALME A TRACCION (m)**

Varillas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
Refuerzo Sup. e Inf. (zona estribos bajos)	0.40	0.50	0.60	0.70	1.25
Refuerzo Sup. e Inf. (zona estribos altos)	0.50	0.65	0.80	0.90	1.60

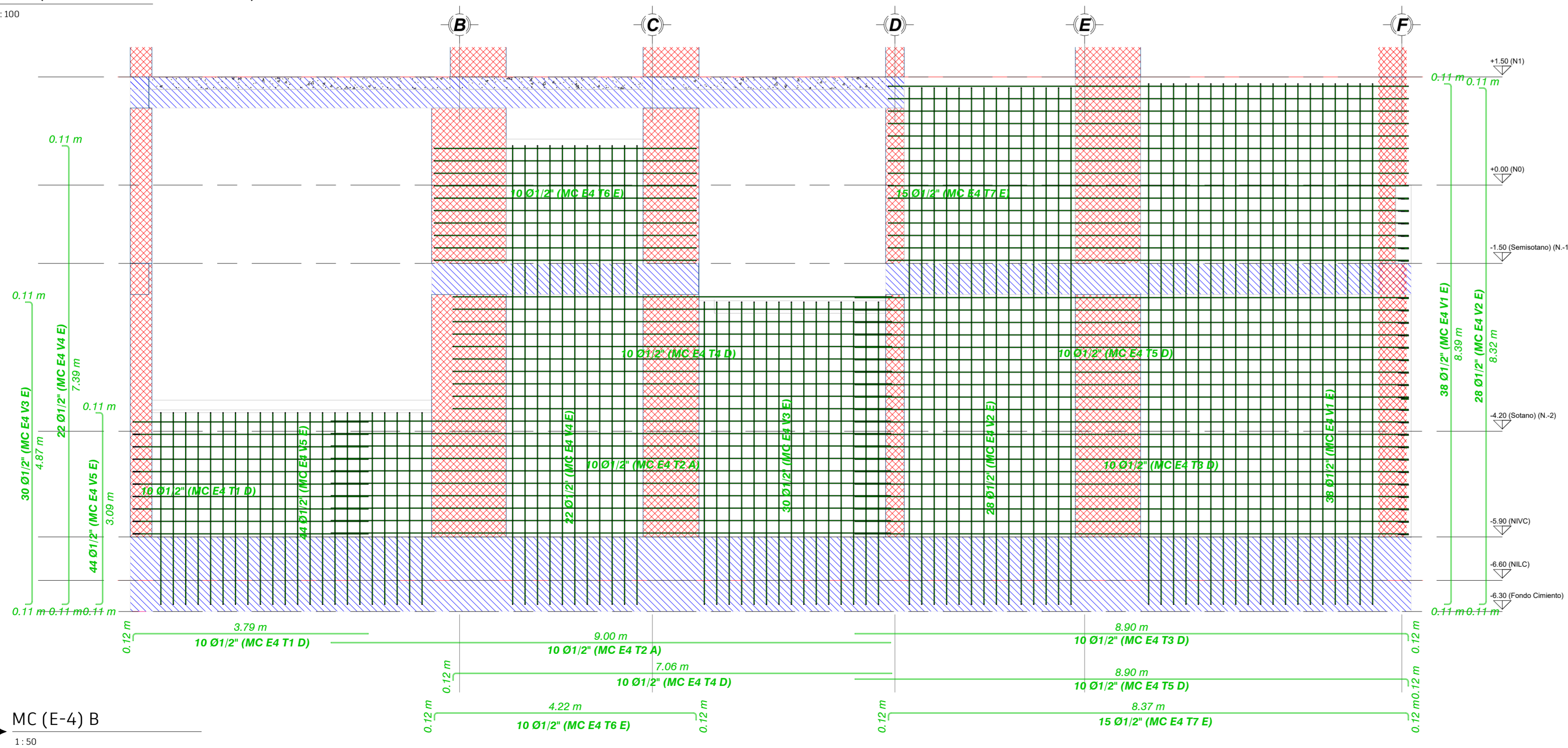
NOTA: No empalmar mas del 50% del área total de φ en una misma sección.



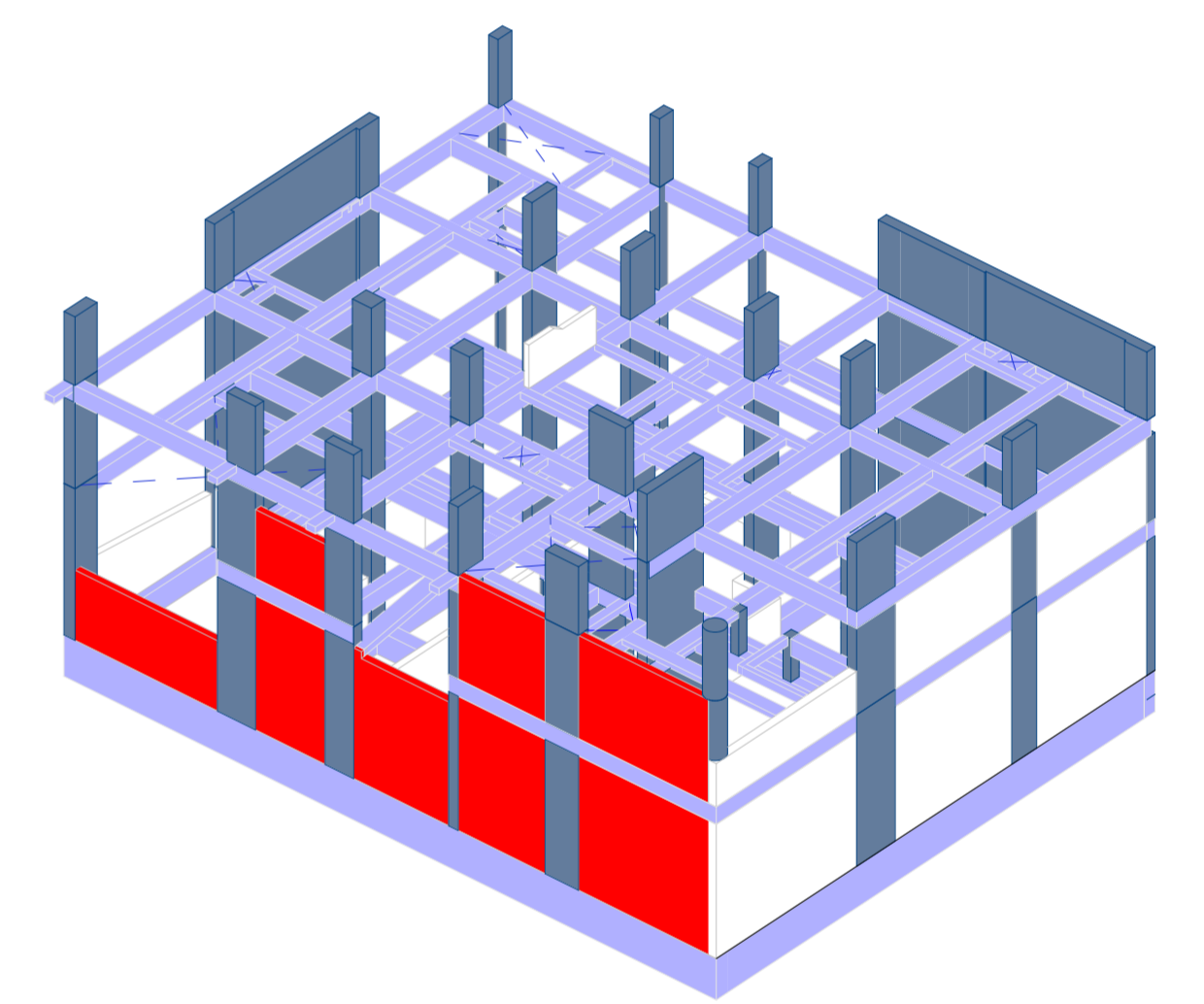


MC (E-4) A  
1:50

-5.90 (MUROS DE CONTENCIÓN)  
1:100



MC (E-4) B  
1:50



LEYENDA DE COLORES DE ACERO DE REFUERZO

- Morado : Ø1"
- Magenta : Ø3/4"
- Naranja : Ø5/8"
- Verde : Ø1/2"
- Azul : Ø3/8"
- Cian : Ø6mm

ELEMENTO	NIVEL	DIAMETRO	CÓDIGO DE ELEMENTO	CANTIDAD	LONGITUD DE BARRA
MURO DE CONTENCIÓN	CIMENTACION	1/2"	MC E4 T1 D	10	3.88 m
MURO DE CONTENCIÓN	CIMENTACION	1/2"	MC E4 T2 A	10	9.00 m
MURO DE CONTENCIÓN	CIMENTACION	1/2"	MC E4 T3 D	10	8.99 m
MURO DE CONTENCIÓN	CIMENTACION	1/2"	MC E4 T4 D	10	7.15 m
MURO DE CONTENCIÓN	CIMENTACION	1/2"	MC E4 T5 D	10	8.99 m
MURO DE CONTENCIÓN	SEMISOTANO	1/2"	MC E4 T6 E	10	4.40 m
MURO DE CONTENCIÓN	SEMISOTANO	1/2"	MC E4 T7 E	15	8.55 m
MURO DE CONTENCIÓN	CIMENTACION	3/8"	MC E4 T8 D	10	9.00 m
MURO DE CONTENCIÓN	CIMENTACION	3/8"	MC E4 T9 A	10	9.00 m
MURO DE CONTENCIÓN	CIMENTACION	3/8"	MC E4 T10 D	10	3.67 m
MURO DE CONTENCIÓN	CIMENTACION	3/8"	MC E4 T11 D	10	9.00 m
MURO DE CONTENCIÓN	CIMENTACION	3/8"	MC E4 T12 D	10	7.03 m
MURO DE CONTENCIÓN	SEMISOTANO	3/8"	MC E4 T13 E	10	4.38 m
MURO DE CONTENCIÓN	SEMISOTANO	3/8"	MC E4 T14 E	15	8.53 m
MURO DE CONTENCIÓN	CIMENTACION	1/2"	MC E4 V1 E	38	8.55 m
MURO DE CONTENCIÓN	CIMENTACION	1/2"	MC E4 V2 E	28	8.48 m
MURO DE CONTENCIÓN	CIMENTACION	1/2"	MC E4 V3 E	30	5.04 m
MURO DE CONTENCIÓN	CIMENTACION	1/2"	MC E4 V4 E	22	7.55 m
MURO DE CONTENCIÓN	CIMENTACION	1/2"	MC E4 V5 E	44	3.26 m

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
COLUMNAS Y PLACAS	
<b>NORMAS:</b> R.N.E.: E-020, E-030, E-050, E-060	<b>DETALLES DEL REFUERZO</b>
<b>CEMENTO:</b> Portland Tipo I, IP	<b>LONGITUD DE DESARROLLO A COMPRESION (m)</b>
<b>CONCRETO ARMADO:</b> f'c = 280 kgf/cm <sup>2</sup>	Varillas 3/8" 1/2" 5/8" 3/4" 1"
<b>ACERO DE REFUERZO:</b> fy = 4200 kgf/cm <sup>2</sup>	Longitud de Desarrollo 0.25 0.35 0.40 0.50 0.65
<b>RECURBIMIENTOS LIBRES</b>	<b>LONGITUD DE EMPALME A COMPRESION (m)</b>
<b>COLUMNAS:</b> 4 cm al estribo	Varillas 3/8" 1/2" 5/8" 3/4" 1"
<b>PLACAS:</b> 4 cm al estribo	Longitud de Empalme 0.40 0.50 0.60 0.80 1.20