

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“DESCRIPCION DEL PROCESO DEL ACEDIM  
IMPLEMENTANDO EL PROGRAMA TEKLA STRUCTURES,  
EN LA EMPRESA TSC INNOVATION S.A.C.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

Autora:

Guisella Suzzet Rodas Coca

Asesor:

Mg. Carlos Alberto Avellaneda Cruz

Lima - Perú

2020

## **DEDICATORIA**

“A mis padres que estuvieron conmigo en cada paso que he dado en mi vida y a todas las personas que llegaron no antes ni después si no en el momento indicado a mi vida.”

## AGRADECIMIENTO

Agradecer a los docentes que hicieron de mí una mejor persona, una profesional, a los de la empresa TSC Innovation S.A.C. por el apoyo incondicional para realizar el informe de mi tesis.

Tabla de contenidos

|  |           |
|--|-----------|
| <b>DEDICATORIA .....</b>                       | <b>2</b>  |
| <b>AGRADECIMIENTO .....</b>                    | <b>3</b>  |
| <b>Tabla de contenidos .....</b>               | <b>4</b>  |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>                   | <b>7</b>  |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>                  | <b>8</b>  |
| <b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>                  | <b>10</b> |
| <b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>          | <b>11</b> |
| 1.1. Descripción de la empresa.....            | 12        |
| 1.2. Realidad Problemática .....               | 18        |
| 1.3. Formulación del Problema .....            | 18        |
| <i>1.3.1. Problema General.....</i>            | <i>19</i> |
| <i>1.3.2. Problema Específico .....</i>        | <i>19</i> |
| <i>1.3.2.1. Problema Específico 01 .....</i>   | <i>19</i> |
| <i>1.3.2.2. Problema Específico 02 .....</i>   | <i>19</i> |
| <i>1.3.2.3. Problema Específico 03 .....</i>   | <i>20</i> |
| 1.4. Justificación.....                        | 20        |
| <i>1.4.1. Justificación Teórica.....</i>       | <i>20</i> |
| <i>1.4.2. Justificación Práctica .....</i>     | <i>20</i> |
| <i>1.4.3. Justificación Cuantitativa .....</i> | <i>20</i> |
| 1.5. Objetivos .....                           | 21        |
| <i>1.5.1. Objetivo General.....</i>            | <i>21</i> |
| <i>1.5.2. Objetivos Específicos .....</i>      | <i>21</i> |
| <i>1.5.2.1. Objetivo Específico 1 .....</i>    | <i>21</i> |
| <i>1.5.2.2. Objetivo Específico 2 .....</i>    | <i>22</i> |
| <i>1.5.2.3. Objetivo Específico 3 .....</i>    | <i>22</i> |
| <b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>         | <b>23</b> |
| 2.1. Antecedentes.....                         | 23        |
| <i>2.1.1. Nacionales .....</i>                 | <i>23</i> |
| <i>2.1.2. Internacionales .....</i>            | <i>25</i> |
| 2.2. PROCESO DEL ACEDIM .....                  | 27        |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| 2.2.1.   | Ingeniería Básica.....                                      | 27        |
| 2.2.2.   | Ingeniería Detalle en el ACEDIM .....                       | 27        |
| 2.2.3.   | Corte y Doblado .....                                       | 29        |
| 2.2.4.   | Pre-armado.....   | 32        |
| 2.2.5.   | Transporte .....  | 33        |
| 2.2.6.   | Instalación.....  | 34        |
| 2.3.   | Errores el diseño estructural de un proyecto .....          | 34        |
| 2.4.   | Medición de fallas en el plano y diseño .....               | 38        |
| 2.5.   | Aspectos Generales .....                                    | 39        |
| 2.5.1.   | El ACEDIM .....   | 39        |
| 2.5.2.   | El programa Tekla Structures .....                          | 41        |
| 2.5.3.   | Ingeniería de Detalle .....                                 | 42        |
| 2.6.   | Definición de Términos Básicos.....                         | 42        |
| 2.6.1.   | Planilla:.....  | 42        |
| 2.6.2.   | RFI´ .....  | 43        |
| 2.6.3.   | HACP .....  | 44        |
| 2.6.4.   | Trimble Connect. ....                                       | 44        |
| 2.6.5.   | Cuadro de formas .....                                      | 45        |
| <b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....</b> |   | <b>48</b> |
| 3.1.   | El ACEDIM en 2D.....  | 51        |
| 3.1.1.   | Recepción de Planos .....                                   | 51        |
| 3.1.2.   | Análisis de Planos.....                                     | 52        |
| 3.1.3.   | Llenado de planilla LDv7.....                               | 53        |
| 3.1.4.   | Planos de detallamiento y Colocación de Acero (Dibujo)..... | 54        |
| 3.1.5.   | Lista de Despiece:.....                                     | 54        |
| 3.1.6.   | Fabricación .....   | 55        |
| 3.1.7.   | Empaquetado – Etiquetado .....                              | 56        |
| 3.1.8.   | Hoja de despacho (Packing List).....                        | 57        |
| 3.1.9.   | Colocación y Valorización .....                             | 59        |
| 3.1.10.  | Entrega y Almacenamiento:.....                              | 59        |
| 3.2.   | El ACEDIM CON TEKLA STRUCTURES.....                         | 61        |
| 3.2.1.   | Recepción de Planos .....                                   | 61        |
| 3.2.2.   | Análisis de Planos.....                                     | 62        |
| 3.2.3.   | Diseño en el Tekla Structures.....                          | 63        |
| 3.2.4.   | Planilla TSC.MATRIZ_v2018i.....                             | 66        |
| 3.2.5.   | Dibujo y el Trimble Connect .....                           | 68        |
| 3.2.6.   | Planificación.....  | 69        |
| 3.2.7.   | Fabricación .....   | 70        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.2.8. <i>Empaquetado – Etiquetado</i> .....            | 71        |
| 3.2.9. <i>Entrega e Instalado:</i> .....                | 72        |
| <b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS</b> .....                    | <b>76</b> |
| <b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> ..... | <b>79</b> |
| <b>REFERENCIAS</b> .....                                | <b>83</b> |
| <b>ANEXOS</b> .....                                     | <b>86</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: <i>Cuadro de Radios de Doblado en Estribos y Barras Longitudinales.</i> .....                        | 30 |
| Tabla 2: <i>Cuadro de Ganchos de 90° Y de Estribos</i> .....  | 30 |
| Tabla 3: <i>Comparación de Errores Más Comunes en Los Planos</i> .....  | 38 |
| Tabla 4: <i>Comparación de Errores de Diseño</i> .....  | 39 |
| Tabla 5: <i>Comparación del Acero Tradicional con El Acedim</i> .....   | 76 |
| Tabla 6: <i>Comparación del Método Tradicional Vs La Metodología del Acedim con El Tekla Structures</i> ..... | 77 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <i>Figura 1:</i> Instalaciones de la Empresa Tsc Innovation y su Personal.....                                | 12 |
| <i>Figura 2:</i> Organigrama de la Empresa Tsc Innovation S.A.C.....  | 13 |
| <i>Figura 3:</i> Planos De Instalación de Una Viga – Terminales Portuarios .....                              | 14 |
| <i>Figura 4 :</i> Modelo En Tekla Structures – Proyecto Mapa Arauco – Fluor – Chile.....                      | 15 |
| <i>Figura 5:</i> Reuniones con las Diferentes Especialidades en Nuestras Instalaciones de la<br>Empresa ..... | 16 |
| <i>Figura 6:</i> Modelo en Tekla Structures con Estructuras Metalicas – Puente Nanay .....                    | 17 |
| <i>Figura 7:</i> Modelo en Tekla Structures – Estructuras Metalicas – Panamericanos Lima 2019 .....           | 17 |
| <i>Figura 8:</i> Flujo Básico del Proceso del Acedim.....   | 27 |
| <i>Figura 9:</i> Diámetros Mínimos de Doblado del Acero Para Estribos y Otras Barras.....                     | 29 |
| <i>Figura 10:</i> Ganchos de Estribos, Grapas y Barras Longitudinales.....                                    | 30 |
| <i>Figura 11:</i> Fotografía de cómo Empaquetan y Etiquetan los Aceros.....                                   | 31 |
| <i>Figura 12:</i> Etiqueta donde Especifica todo sobre la Pieza de Estructura.....                            | 32 |
| <i>Figura 13:</i> Fotografía de en Pilote Pre Armada.....   | 33 |
| <i>Figura 14:</i> Fotografía de la Llegada del Camión a Obra con el Acedim.....                               | 33 |
| <i>Figura 15:</i> Instalación del Acedim o Prearmado Por El Personal de CAASA.....                            | 34 |
| <i>Figura 16:</i> Planilla Exportada del Tekla Structures.....  | 43 |
| <i>Figura 17:</i> Hoja de Excel con Consultas O Rfi .....   | 43 |
| <i>Figura 18:</i> Formato de Hcap (Hoja de Control de Avance de Proyecto).....                                | 44 |
| <i>Figura 19:</i> Entorno del Trimble Connect .....   | 45 |
| <i>Figura 20:</i> Forma creada para cualquier tipo de forma con diámetro de Barra Longitudinal .....          | 45 |
| <i>Figura 21:</i> Forma Creada para estribos.....   | 46 |
| <i>Figura 22:</i> Cuadro de Formas que Reconoce el Tekla Structures .....                                     | 47 |
| <i>Figura 23:</i> Coordinación de Obra .....  | 52 |
| <i>Figura 24:</i> Inicio de Diseño Con El Autocad y Planilla Ldv7 .....                                       | 53 |
| <i>Figura 25:</i> Planilla de Despiece Ldv7.....  | 53 |
| <i>Figura 26:</i> Plano Acedim o Plano de Colocación del Acero.....   | 54 |
| <i>Figura 27:</i> Lista de Despiece en el Plano Acedim.....   | 55 |
| <i>Figura 28:</i> Líneas de Doblado de Barra Gruesa “3/4 a Mas .....  | 55 |
| <i>Figura 29:</i> Automáticas para Doblado de Barras Delgadas .....   | 56 |
| <i>Figura 30:</i> Etiqueta que va en los Paquetes de Acero.....   | 56 |
| <i>Figura 31:</i> Viga Empaquetada y Después Armada.....  | 57 |
| <i>Figura 32:</i> Listado de Barras.....  | 58 |
| <i>Figura 33:</i> Planilla de Resumen.....  | 58 |
| <i>Figura 34:</i> Resumen del Acedim .....  | 59 |
| <i>Figura 35:</i> Llegada de Acero a Obra .....   | 60 |
| <i>Figura 36:</i> Esquema del Flujo de Acedim.....  | 61 |
| <i>Figura 37:</i> Manejo del Tekla Structures.....  | 63 |
| <i>Figura 38:</i> Programa Tekla Structures.....  | 63 |
| <i>Figura 39:</i> Creación de los ejes en el Programa Tekla Atructures .....                                  | 64 |
| <i>Figura 40:</i> Concreto con los Parámetros Asignados.....  | 64 |
| <i>Figura 41:</i> Estructura con el Acero ya Colocado y Sus Parámetros.....                                   | 65 |
| <i>Figura 42:</i> Log de Consultas de la Obra .....   | 66 |
| <i>Figura 43:</i> Planilla Tsc.Matriz_V2018i .....  | 66 |
| <i>Figura 44:</i> Planilla Lista De Barras (Aasa).V1 .....  | 67 |

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Figura 45: El Bs.....</i>   | <i>67</i> |
| <i>Figura 46: Planilla que se Exporto del Tekla Structures y se envía a Fabricar.....</i>  | <i>67</i> |
| <i>Figura 47: Plano Sketch.....</i>  | <i>68</i> |
| <i>Figura 48: Plano Acedim .....</i>   | <i>69</i> |
| <i>Figura 49: Entorno del Trimble Connect .....</i>  | <i>69</i> |
| <i>Figura 50: HCAP.....</i>  | <i>70</i> |
| <i>Figura 51: Maquinaria Automáticas para Doblado de Barras Delgadas .....</i>   | <i>71</i> |
| <i>Figura 52: Etiqueta de las Piezas.....</i>  | <i>72</i> |
| <i>Figura 53: Etiquetado del Pre Armadas en la Planta de Pisco .....</i>   | <i>72</i> |
| <i>Figura 54: Cargando el Material Para ser Entregado en Obra .....</i>  | <i>73</i> |
| <i>Figura 55: Entrega en Obra de Pre Armado.....</i>   | <i>73</i> |
| <i>Figura 56: Entrega en Obra de Acedim .....</i>  | <i>74</i> |
| <i>Figura 57: Instalación del Acero Pre Armado.....</i>  | <i>74</i> |
| <i>Figura 58: Instalación del Acedim .....</i>   | <i>75</i> |
| <i>Figura 59: Esquema que se Realizó a una Obra Promedio con los Diferentes Suministros de Acero, Mostrando Kg/ Hh que Aumenta y el % de la Partida del Acero Realizada en Obra.....</i> | <i>78</i> |

## RESUMEN EJECUTIVO

En el presente estudio se describe el proceso del ACEDIM implementando el programa Tekla Structures, en el área de Ingeniería de detalle de la empresa TSC Innovation S.A.C. El ACEDIM (Acero Dimensionado) es un producto que brinda la empresa Aceros Arequipa S.A. que consiste en el diseño, cortado, doblado y habilitado en obra de las diferentes estructuras de concreto armado con la ayuda del programa AutoCAD y la planilla LDV7, de diferentes proyectos de construcción nacionales e internacionales. En la actualidad la tecnología ha generado diferentes cambios en la construcción, buscando mejorar en sus recursos, con una buena optimización a través de diferentes medios. Es así que hace 2 años nace la empresa TSC Innovation S.A.C. implementando un soporte a los clientes del servicio de ACEDIM, que empleando el BIM como tecnología y gestión de los procesos de ingeniería, fabricación y montaje de armaduras de concreto armado en los diferentes proyectos de construcción, pasando del AutoCAD en planos 2D a el programa Tekla Structures en una visión 3D que se compatibiliza con el BIM. Con la implementación del programa se redujo errores en piezas, cantidades, diámetros y reducción de tiempo en diseño de los diferentes proyectos de construcción.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El avance de la tecnología ha generado en la actualidad que las constructoras busquen mejorar en sus recursos, con una buena optimización a través de diferentes medios. La corporación Aceros Arequipa hace 2 años creó la empresa subsidiaria TSC Innovation SAC, para implementar un soporte a los clientes del servicio de ACEDIM, que empleando el BIM como tecnología y gestión de los procesos de ingeniería, fabricación y montaje de armaduras de concreto armado en los diferentes proyectos de construcción, pasando del AutoCAD en planos 2D a el programa Tekla Structures en una visión 3D que se compatibiliza con el BIM.

En la actualidad el ACEDIM es el diseño del acero de las estructuras de concreto armado las cuales se fabrican, cortan, doblan y se entregan en obra para su armado, con planos donde especifica el diseño, ahora con la ayuda del programa Tekla Structures se muestran al cliente la información digital del diseño del acero, a través de Trimble en cualquier parte del mundo y que se puede optimizar con el BIM que es lo que todos los proyectos están utilizando hoy en día.

En el siguiente trabajo de suficiencia profesional busca explicar el proceso ACEDIM con la ayuda del programa Tekla Structures que propone optimizar los recursos y minimizar las deficiencias de diseño, además demostrar que se puede trabajar de una nueva forma y que al momento de la construcción real no existan retrasos.

Finalmente el programa Tekla Structures es uno de los programas que se adecuó a la metodología BIM y gracias a eso podemos diseñar y gestionar en las diferentes construcciones.

## 1.1. Descripción de la empresa

La empresa TSC Innovation S.A.C. perteneciente al grupo de corporación Aceros Arequipa, empleando la tecnología BIM como una herramienta para el desarrollo y gestión de los procesos de ingeniería, fabricación digital y montaje de armaduras, TSC Innovation S.A.C. brinda soluciones integrales y de tecnología a los clientes de corporación Aceros Arequipa, además podrán gestionar la ejecución del casco estructural teniendo información confiable para a la aplicación de herramientas lean como last planner system.

La empresa TSC Innovation S.A.C. comenzó sus operaciones en el año 2018 y hoy en día es una empresa especializada en ingeniería que brinda servicios basados en la metodología VDC (Virtual Design and Construction)



*Figura 1:* Instalaciones de la Empresa TSC Innovation y su personal

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

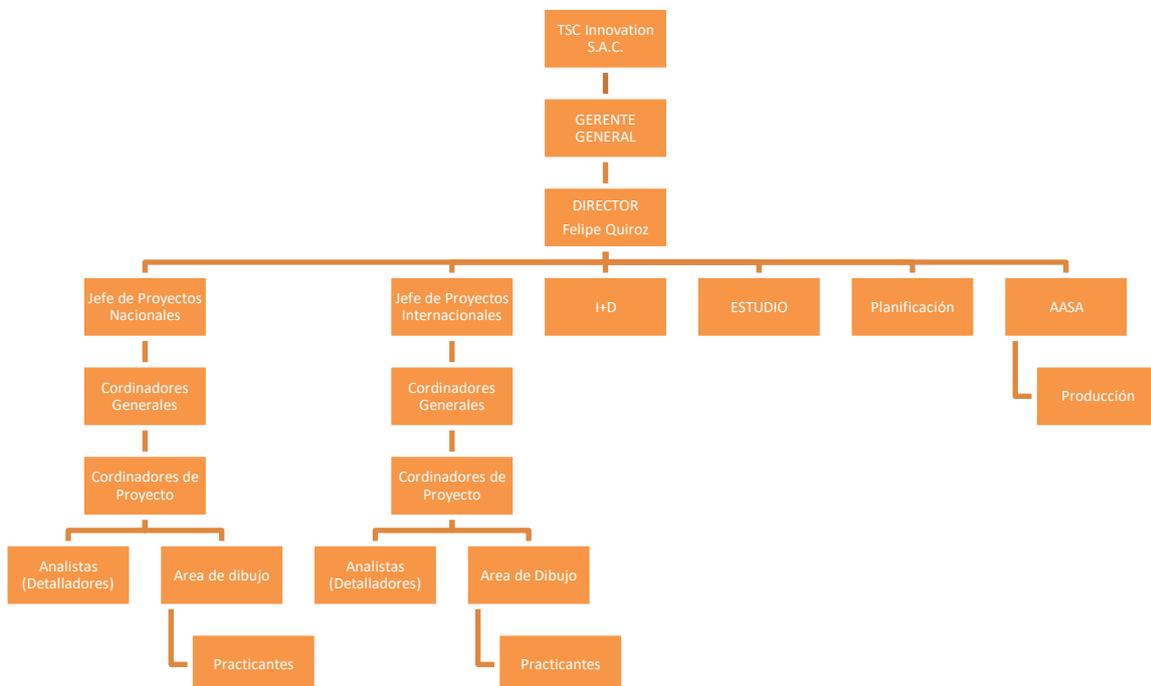
## Ubicación

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Magdalena del mar

Nuestra oficina se encuentra en Av. Antonio Miro Quesada 425, piso 5.



**Figura 2:** Organigrama de la Empresa TSC Innovation S.A.C.

## Tipos de Servicios

### Armaduras industrializadas ACEDIM

Es el soporte de la automatización de los servicios de CAASA. En TSC Innovation, que es vincular el cronograma del proyecto en construcción a un modelo BIM estructural que está conectado a la línea de producción automatizada,

industrializando la producción, entrega y montaje de barras de acero de refuerzo en un tiempo eficaz.

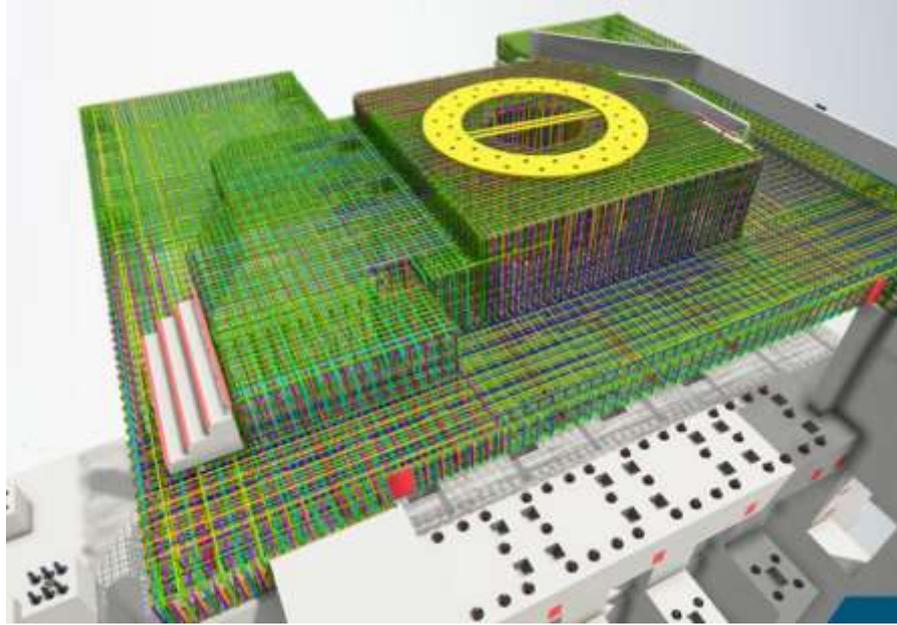


**Figura 3:** Planos de instalación de una viga – TERMINALES PORTUARIOS

Fuente: (TSC Innovation S.A.C.)

### **Modulación Estructural**

Son planos estructurales personalizados que se diseñan desde un modelo BIM, con la ayuda de los Sketchs del diseño estructural. Ahorrando un 30% en su presentación ya que se concatena con las otras especialidades para evitar interferencias entre las estructuras.



*Figura 4* : Modelo en Tekla Structures – PROYECTO MAPA ARAUCO – FLUOR – CHILE

Fuente: (TSC Innovation S.A.C.)

## Gestión BIM

Somos Expertos en modelamiento en arquitectura, estructura, MEP y otras especialidades, se procede con una compatibilización del proyecto previo a la construcción utilizando la metodología Virtual Design and Construction (VDC). Generando un reporte personalizado para el proyecto.

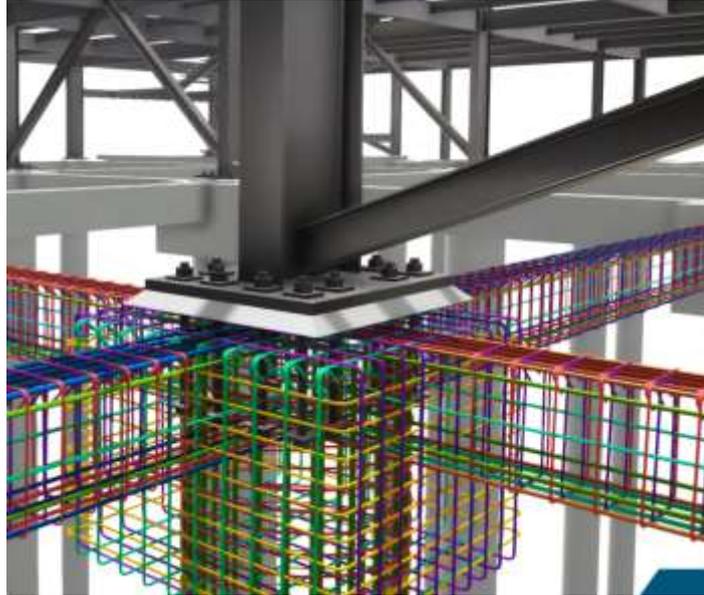


*Figura 5:* Reuniones con las diferentes especialidades en nuestras instalaciones de la empresa

Fuente: (TSC Innovation S.A.C.)

### **Detallamiento de Acero de Refuerzo**

Somos una empresa líder a nivel mundial en el detallamiento de barras de refuerzo, utilizamos la metodología VDC. Utilizando estándares de construcción y fabricación, de acuerdo a cada país, generando lista de barras, planos y reportes desde un modelo BIM. Realizamos un soporte tecnológico, propuestas técnicas y/o cambios del proyecto en cada reunión de ingeniería.

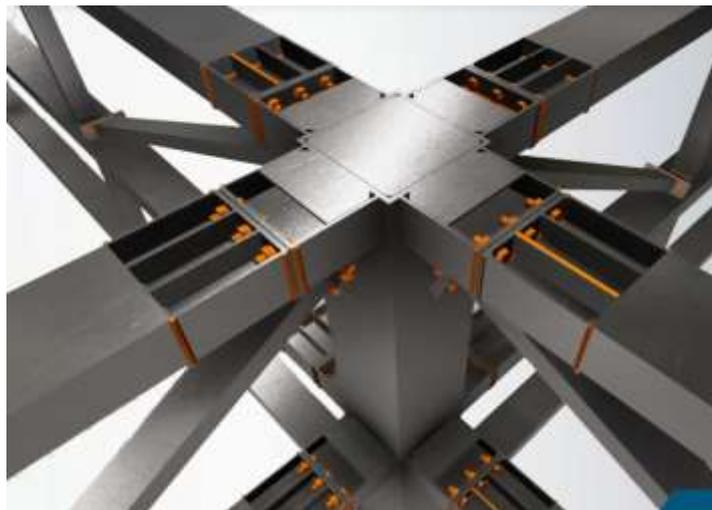


*Figura 6:* Modelo en Tekla Structures con estructuras metálicas – Puente Nanay

Fuente: (TSC Innovation S.A.C.)

### **Detallamiento de Acero Estructural**

Es el Modelamiento, compatibilización de los planos de montaje y archivos para fabricación digital de estructuras metálicas.



*Figura 7:* Modelo en Tekla Structures – Estructuras metálicas – Panamericanos Lima 2019

Fuente: (TSC Innovation S.A.C.)

## 1.2. Realidad Problemática

La **corporación Aceros Arequipa** en el año 1999 implementamos el servicio ACEDIM (Acero Dimensionado) para aumentar la productividad de la industria de la construcción, dando una mayor rapidez y productividad en la partida de acero, siendo este un servicio de fabricación y entrega en obra de barras de construcción cortadas y dobladas de acuerdo a la necesidad del cliente, El modelador realiza una revisión de planos para ver las incompatibilidades que se encuentran y hacer consultas y propuestas que el ing. residente debe absolver o aprobar, dando así el inicio del metrado, utilizando los programas AUTOCAD, la planilla LDV7 y cuadro de formas, para después dibujar los planos ACEDIM.

Con la innovación de la tecnología y del ingreso que se dio al BIM se forma la empresa **TSC Innovation S.A.C.** para dar un soporte al ACEDIM con los diseños, fabricación y montaje de las armaduras de acero en una tecnología BIM, con la ayuda del programa Tekla Structures en el cual se dejara atrás errores de diseño, fabricación y entrega final del producto, el programa Tekla Structures nos da el resultado de un diseño más exacto.

## 1.3. Formulación del Problema

La empresa TSC Innovation S.A.C. perteneciente al grupo de corporación Aceros Arequipa, empleando la tecnología BIM como una herramienta para el desarrollo y gestión de los procesos de ingeniería, fabricación digital y montaje de armaduras, TSC Innovation S.A.C. brinda soluciones integrales y de tecnología a los clientes de la corporación Aceros Arequipa, además podrán gestionar la ejecución del

caso estructural teniendo información confiable para a la aplicación de herramientas lean como last planner system.

La empresa TSC Innovation S.A.C. comenzó sus operaciones en el año 2018 y hoy en día es una empresa especializada en ingeniería que brinda servicios basados en la metodología VDC (Virtual Design and Construction).

Con el programa Tekla Structures, nos ayudara en evitar errores de diseño, fabricación y montaje, ya que se le presenta al cliente un modelo de como quedara la estructura, en forma virtual y casi real.

### **1.3.1. Problema General**

¿En qué medida el programa Tekla Structures redujo los errores de diseño en el proceso del ACEDIM en la empresa TSC Innovation S.A.C.?

### **1.3.2. Problema Específico**

#### **1.3.2.1. Problema Específico 01**

¿Cómo influyo la situación actual en el proceso ACEDIM con la falta del programa Tekla Structures en área de ingeniería de detalle de la empresa TSC Innovation S.A.C.?

#### **1.3.2.2. Problema Específico 02**

¿De qué manera la falta del programa Tekla Structures contribuye en el incremento de los errores en el proceso del ACEDIM en la empresa TSC Innovation S.A.C.?

### **1.3.2.3. Problema Específico 03**

¿En qué medida implementar el programa Tekla Structures contribuirá en el beneficio de económico del área de trabajo de ingeniería de detalle de la empresa TSC Innovation S.A.C.?

## **1.4. Justificación**

El siguiente informe surge para describir el proceso del ACEDIM (Acero Dimensionado) implementando el programa Tekla Structures y los beneficios que se obtiene en el proceso.

### **1.4.1. Justificación Teórica**

Ante la innovación del proceso BIM en la construcción se buscó implementar un programa para poder utilizarlo en el proceso del ACEDIM que sea compatible con los programas 3D. Utilizando el programa Tekla Structures se hace un diseño más exacto tratando de evitar errores y a la vez se visualiza en 3D como va a quedar el acero instalado en las estructuras del proyecto.

### **1.4.2. Justificación Práctica**

La descripción del proceso del ACEDIM (Acero Dimensionado), busca proporcionar que el programa que se implementó en la proceso da beneficios en la innovación del proceso BIM que se está implementando en todos los proyectos.

### **1.4.3. Justificación Cuantitativa**

Debido a que el BIM ya está implementándose en casi todas los proyectos de construcción, la empresa TSC Innovation S.A.C. perteneciente al grupo de

Corporación Aceros Arequipa, no quiso quedarse atrás e implemento el programa Tekla Structures y dando beneficios a los clientes en ahorro de merma en el acero, menos errores de diseño que se presentaban con el ACEDIM tradicional, instalado del acero, presentación del modelo en 3D, visualización de como quedara el acero en las estructuras del proyecto y el total del acero y concreto en el proyecto.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Describir el proceso del diseño del ACEDIM (Acero Dimensionado) implementando el programa Tekla Structures, como parte de mi función en la empresa como detallador, en los diferentes proyectos de edificaciones, obras civiles y minería, en la empresa TSC Innovation S.A.C. en la cual puse mis conocimientos, actitud y habilidades aprendidas en mi formación universitaria de Ingeniería Civil, egresado de la Universidad Privada del Norte (Sede Los Olivos), con el objetivo de implementar el diseño del acero en el proceso BIM.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

#### **1.5.2.1. Objetivo Específico 1**

Describir el proceso del ACEDIM (Acero Dimensionado) con el AutoCAD y la planilla, con los errores de diseño que se presentaban en cada obra del área Ingeniería de Detalle.

### **1.5.2.2. Objetivo Específico 2**

Brindar la implementación del programa Tekla Structures en el proceso del ACEDIM (Acero Dimensionado) para evitar errores de diseño, en el área de Ingeniería de Detalle de la empresa TSC Innovation S.A.C.

### **1.5.2.3. Objetivo Específico 3**

Demostrar el uso del programa Tekla Structures en el proceso del ACEDIM (Acero Dimensionado) minimizando los errores de diseños, en el área de Ingeniería de Detalle.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Nacionales

El acero dimensionado es un servicio que ayuda en la partida del acero y tratando de innovarse día a día la empresa CAASA y TSC innovación se unió en una innovación con la ayuda de programas y el proceso BIM.

Desde hace 3 años se ha incluido el modelo BIM con la compra del Acero Dimensionado y, hace más de un año, con el servicio de Acero Instalado, nos encontramos transformando la partida estructural para integrar los modelos BIM al proceso de producción del casco y a un incremento de Acero Dimensionado Prearmado en taller para lograr la reducción de horas de labor en terreno. Quiroz (2020), (p. 21-27).

En el sector de la construcción hoy en día, existe la competencia para brindar un mejor servicio en el dimensionado. CHICO (2019) para mejorar los procesos de dimensionado, armado y montaje de estructura de acero que permitan incrementar la productividad, es controlando las actividades del proceso de diseño para evitar retrasos en su proceso.

La merma que produce el detallamiento del acero convencional es una pérdida de dinero, lo que para aceros Arequipa implementar el BIM con el programa Tekla se sigue reduciendo y optimizando. Espinoza (2018) afirma.

Las mermas son un gran problema para las obras de lima, según un estudio realizado por la empresa Aceros Arequipa las mermas en las obras son de alrededor del 10% lo cual significa un costo alto al momento de realizar las cotizaciones, este bajo nivel de eficiencia reduce el nivel competitivo de las empresas; mientras tanto usando la tecnología BIM podemos ahorrar entre un 4% a 6% sobre el costo de acero habilitado e instalado; en el presente estudio se determinó que la implementación de la tecnología BIM redujo la cantidad de mermas en la habilitación e instalación de acero en las construcciones de concreto en un 89%.(p.70).

La partida de acero corrugado en todas las obras de construcción es de gran envergadura y por tal motivo se ha tratado de reducir costos, mano de obra e innovarse cada año. Rivadeneyra (2016) afirma.

Para la empresa Siderúrgica CAASA S.A se tiene un problema en el actual sistema que se maneja en el área de Ingeniería de detalle, para el diseño de los planos resulta esencialmente utilizar la aplicación del Software Tekla. Que facilite un diseño estructurado más dinámico, efectivo y seguro de los productos de acero; asegurándose mayor ahorro de tiempo y de costos, para una elaboración de los diseños en forma inmediata, y que los productos puedan ser fabricados también en tiempo óptimo. (p.X).

El acero dimensionado es una facilidad en las obras de construcción reduciendo costos en la mano de obra y acero corrugado. SORIANO (2016) afirma “El acero dimensionado consiste en la preparación de barras de construcción según las

necesidades de cada obra, convirtiéndose en un producto hecha a la medida que no necesita transformación adicional y llega a la obra listo para ser instalado”. (p.208).

## 2.1.2. Internacionales

### Colombia

El Tekla Structures es un programa que se puede optimizar con BIM, siendo una gran ayuda en la construcción dándonos que diferentes formas de utilizarlo. BLANCO (2018) afirma “Los informes extraídos de Tekla Structures, son plantillas programadas por el proyectista líder para tener la información justa y necesaria en cuanto a cantidades de obras”. (p.76).

El BIM Según Cerón y Liévano (2017) - Este trabajo busca implementar unas fases de trabajo para utilizar la metodología BIM en las compañías constructoras, a través de un modelado 3D y unas bases de datos organizadas para poder realizar una integración técnica entre las diferentes disciplinas tales como la arquitectura, la estructura, la parte eléctrica, la hidrosanitaria y de esta forma tener parámetros claros para el correcto desarrollo de un proyecto arquitectónico. (p.2).

El programa Tekla Structures se impuso en el país de Colombia. Gámez y Ojeda (2019) afirma “Por ser un software reconocido en el mundo BIM y además una de las herramientas más didácticas para la modelación de formaleta en 3D, se tomó la decisión de trabajar con el programa Tekla Structures”. (p.40)

El desarrollo e innovación es un libro donde explica los diferentes programas que se pueden utilizar con la metodología BIM. Serna (2020) afirma “El software de Tekla Structures es una solución 3D integrada basada en modelos para gestionar bases de datos de múltiples materiales (acero, hormigón, madera, etc.). Tekla presenta modelado interactivo, análisis estructural y diseño, y creación automática de dibujos”. (p.92).

## **Chile**

El programa Tekla Structures se ha posicionado en el país del sur siendo una de los más frecuentes según Bilbao (2019) afirma:

En el área de la modelación y cálculo estructural, existen variados programas disponibles en el mercado, sin embargo, en nuestro país uno de los que se ha posicionado con mayor presencia, es el software Tekla Structures de la empresa Construsoft. Sin embargo, y como ocurre en muchos casos, existen alternativas que, no habiendo alcanzado la misma masificación. (p.1).

## 2.2. PROCESO DEL ACEDIM



**Figura 8:** Flujo básico del Proceso del ACEDIM

Fuente: (TSC Innovation S.A.C.)

### 2.2.1. Ingeniería Básica

Con la ayuda del AutoCAD se hace una revisión de los planos, para realizar la primera reunión con el responsable de la ejecución del proyecto, el cliente y CAASA para tomar acuerdos iniciales de suministros ACEDIM, BACO ó PRE – ARMADO.

- Criterios constructivos
- Sectorización
- Cronograma de entregas de acero

### 2.2.2. Ingeniería Detalle en el ACEDIM

Es el Modelamiento de las estructuras en el programa Tekla Structures, que después se exportaran en una planilla Excel y pasa por un proceso fabricación.

Tomar en cuenta lo siguiente para el modelamiento:

- El HACP es hoja de control de avance de proyecto servirá como un instrumento para poder estar al tanto de lo que se está ejecutando y de lo que se vaya a ejecutar en el futuro, de esta manera poder adelantarse al avance de la obra y si sucediera algún imprevisto en el camino poder subsanarlo a tiempo.
- RFI's, son los procesos de emisión de Solicitudes de Información o RFI's process, tienen como función principal la de solicitar formalmente información adicional o aclaraciones a la información existente con relación al proyecto, y es un proceso muy común en la industria de la construcción. Ante cualquier duda y/o consulta, se emitirá de inmediato al constructor para que lo emita al responsable del diseño (Arquitectura, sanitaria, etc.) el cual absolverá las consultas emitidas.
- Planos AutoCAD trabajar con el ultimo envió hecho por el cliente.
- Respetar las restricciones del programa, y evaluar todos los errores por temas de desencajamientos, compatibilidad o sobrepuestos, esto sucede más en las formas nuevas del acero.
- Crear todas las familias de elementos según las especificaciones técnicas.

Después de haber completado todo el procedimiento se saca planilla de los estructuras diseñadas para después pasar al área de dibujo y realizar los planos de instalación, para regresar al diseñador para su revisión y colgarlos en el Trimble Connect, es un medio mucho más rápido y eficaz para que puedan interactuar los miembros del proyecto de varias disciplinas dentro del equipo, conectando y agilizando las comunicaciones en un formato fácil de usar y entorno completamente amigable. Los miembros del proyecto tienen acceso desde cualquier lugar, en cualquier momento, el acceso a la información pertinente y oportuna desde el PC, ordenador portátil, tableta o teléfono inteligente.

### 2.2.3. Corte y Doblado

En la planta de ACEDIM se hace el proceso de la automatización con máquinas automatizadas de última tecnología dando mayor productividad, calidad de las piezas dobladas y cumpliendo con los requerimientos según la normativa (RNE).

Tolerancia de fabricación del acero según norma +/- 1cm

#### 7.2 DIÁMETROS MÍNIMOS DE DOBLADO

- 7.2.1** El diámetro de doblado, medido en la cara interior de la barra, excepto para estribos de diámetros desde 1/4" hasta 5/8", no debe ser menor que lo indicado en la Tabla 7.1.
- 7.2.2** El diámetro interior de doblado para estribos no debe ser menor que 4 db para barras de 5/8" y menores. Para barras mayores que 5/8", el diámetro de doblado debe cumplir con lo estipulado en la Tabla 7.1.
- 7.2.3** El diámetro interior de doblado en refuerzo electrosoldado de alambre (corrugado o liso) para estribos no debe ser menor que 4 db para alambre corrugado de diámetro mayor a 7 mm y 2 db para diámetros menores. Ningún doblado con diámetro interior menor de 8 db debe estar a menos de 4 db de la intersección soldada más cercana.

**TABLA 7.1**  
**DIÁMETROS INTERIORES MÍNIMOS DE DOBLADO**

| Diámetro de las barras | Diámetro mínimo de doblado |
|------------------------|----------------------------|
| 1/4" a 1"              | 6 db                       |
| 1 1/8" a 1 3/8"        | 8 db                       |
| 1 11/16" a 2 1/4"      | 10 db                      |



Fig. 7.2 Diámetros interiores mínimos de doblado de barras.

**Figura 9:** Diámetros mínimos de doblado del acero para estribos y otras barras

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

Muestra de cómo se calcula el radio para estribos.

Para el estribo de 3/8" su doblado como indica el en la figura N° 9 es de 4db

Su diámetro métrico de 3/8" = 0.0103 m

4(0.0103) = 0.041 m diámetro

Radio de doblado de estribo de 3/8" = 0.020 m

**Tabla 1:**  
**Cuadro de radios de doblado en Estribos y Barras Longitudinales.**

| Código | Ø Nominal  | Ø Métrico | R Doblado | R Estribos | R al eje  | Peso X ML |
|--------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| J      | 4,7 mm     | 0.0050 m  | 0.015 m   | 0.015 m    | 0.01750 m | 0.136 kg  |
| A      | 1/4" (6mm) | 0.0065 m  | 0.015 m   | 0.015 m    | 0.01825 m | 0.222 kg  |
| B      | 8 mm       | 0.0086 m  | 0.020 m   | 0.015 m    | 0.01930 m | 0.395 kg  |
| C      | 3/8"       | 0.0103 m  | 0.030 m   | 0.020 m    | 0.02515 m | 0.560 kg  |
| I      | 12 mm      | 0.0130 m  | 0.040 m   | 0.025 m    | 0.03150 m | 0.888 kg  |
| D      | 1/2"       | 0.0137 m  | 0.040 m   | 0.025 m    | 0.03185 m | 0.994 kg  |
| E      | 5/8"       | 0.0173 m  | 0.050 m   | 0.030 m    | 0.03865 m | 1.552 kg  |
| F      | 3/4"       | 0.0210 m  | 0.060 m   | 0.060 m    | 0.07050 m | 2.235 kg  |
| G      | 1"         | 0.0279 m  | 0.080 m   | 0.080 m    | 0.09395 m | 3.973 kg  |
| H      | 1 3/8"     | 0.0394 m  | 0.150 m   | 0.150 m    | 0.16970 m | 7.907 kg  |

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

En la Tabla N° 1 se encontrara los diámetros que fabricamos como su diámetro métrico, radio de doblado de estribos y grapas, de barras longitudinales y su peso por metro lineal.

**7.1.4** Los ganchos de los estribos y grapas suplementarias para elementos con responsabilidad sísmica se definen en 21.1.

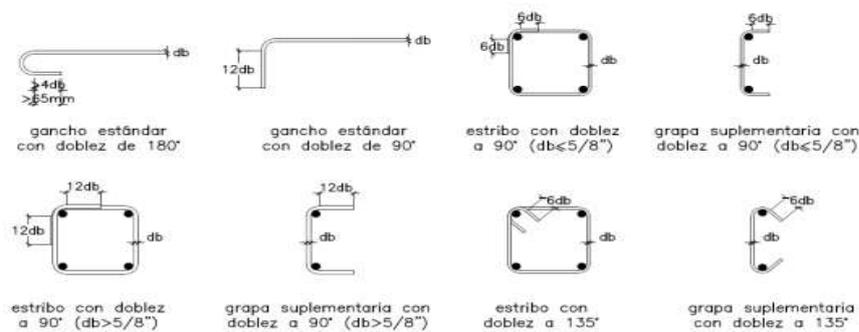


Fig. 7-1 Ganchos de barras longitudinales, estribos y grapas suplementarias.

**Figura 10:** Ganchos de estribos, grapas y barras longitudinales.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

**Tabla 2:**  
**Cuadro de ganchos de 90° y de Estribos**

| Diámetro | Long. 90° | Long. Est. |
|----------|-----------|------------|
| 3/8"     | 0.20      | 0.10       |
| 1/2"     | 0.25      | 0.13       |
| 5/8"     | 0.30      | 0.16       |
| 3/4"     | 0.35      | 0.25       |
| 1"       | 0.45      | 0.22       |
| 1 3/8"   | 0.60      |            |

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

En la Tabla N° 2 se encontrara las medidas de los ganchos de 90°, de estribos y grapas ya calculados tomando en cuenta el RNE, estos ganchos se propone cuando en las obras no existe especificación de ellos.

- Son empacadas por grupos y etiquetados para ser enviados a obra y tener una fácil identificación y armado.



**Figura 11:** Fotografía de cómo empaquetan y etiquetan los aceros

Fuente: (Corporación Aceros Arequipa S.A.)

- En las etiquetas se encuentra toda la información de la pieza o piezas, como el nombre de la obra, el nivel, la estructura, nombre de la estructura, sector, la forma de la pieza, diámetro, cantidad y el código de pieza.



**Figura 12:** Etiqueta donde especifica todo sobre la pieza de estructura

Fuente: (Corporación Aceros Arequipa S.A.)

#### 2.2.4. Pre-armado

El servicio de Pre-armado, es la manera más rápida de resolver las armaduras de acero de refuerzo para las estructuras de hormigón en cualquier tipo de proyecto.

Una de las ventajas de este servicio es el ahorro de recursos, las estructuras prefabricadas eliminan el trabajo artesanal en obra, logrando reducir los costos de material y mano de obra, y a la vez que se mejora la productividad de los procesos.



*Figura 13:* Fotografía de en pilote pre armada

Fuente: (Corporación Aceros Arequipa S.A.)

### 2.2.5. Transporte

Aceros Arequipa tiene dos tipos de entrega

- Cliente recoge en nuestros almacenes de Pisco, Lima o Arequipa
- Entrega en obra, solo en lima se ofrece la entrega con grúa



*Figura 14:* Fotografía de la llegada del camión a obra con el ACEDIM

Fuente: (Corporación Aceros Arequipa S.A.)

### 2.2.6. Instalación

Servicio “Llave en Mano” que contempla el suministro del acero, habilitado (corte y doblado), así como el instalado a cargo de personal especializado en montaje del acero de refuerzo (fierros).

Brindando de esta manera una asesoría especializada con el soporte de expertos para ejecutar estas actividades. Es la instalación del ACEDIM o del mismo PRE – ARMADO.



*Figura 15:* Instalación del ACEDIM o Preamado por el personal de CAASA

Fuente: (Corporación Aceros Arequipa S.A.)

### 2.3. Errores el diseño estructural de un proyecto

Los errores más frecuentes en el diseño estructural, geotécnico, supervisión técnica y la construcción, donde el profesional debe buscar el cumplimiento de la norma sin olvidar el nivel del conocimiento científico y tecnológico en el momento que se emite y si el nivel de investigación establece una exigencia mayor, debe aplicarla y no excusarse en satisfacer lo mínimo de la norma. (Álvarez, 2018, p.42)

No se busca emitir juicios sino dar recomendaciones para lograr una edificación más segura.

Los errores más frecuentes, a veces son deficiencias, desconocimientos o simplemente argucias.

#### - **Errores de ética**

El comportamiento del profesional debe ser ético. Para evitar riesgos en la edificación y la seguridad de los ocupantes. (Álvarez, 2018, p.43).

1. Los errores en la visión y objetivo de la norma
2. La competencia desleal.
3. Los revisores, diseñadores.
4. La cuantías límite.
5. La geotecnia y/o estructural ausentes.

#### - **Errores en el diseño estructural**

Las equivocaciones más frecuentes en el diseño estructural, se encuentran en las revisiones estructurales externas y las oficinas de planeación o de oficina técnica, que son las siguientes. (Álvarez, 2018, p.44).

6. El cortante sísmico.
7. El ajuste para análisis dinámico.
8. La aceleración.
9. El factor de amplificación del suelo.
10. El factor de importancia.
11. El factor de ajuste del cortante dinámico.

12. El Coeficientes  $C_t$  y  $\alpha$ .
13. La irregularidad en planta.
14. La irregularidad en altura.
15. Módulo de elasticidad del concreto.
16. Las secciones fisuradas.
17. Las escaleras y diafragmas.
18. La rigidez del entrepiso.
19. Las losas de transición.
20. El diseño sísmico de cimentación.
21. La revisión estructural.

- **Errores en geotecnia**

Son errores que se cometen en los estudios de suelos y su revisión. A continuación los más frecuentes. (Álvarez, 2018, p.47).

22. Los parámetros sísmicos del suelo.
23. El nivel freático.
24. El nivel base sísmico.
25. La capacidad del suelo.
26. El Plan de mitigación.
27. El riesgo por inundación.
28. La remoción en masa.
29. La revisión geotécnica.

- **Errores en Arquitectura y elementos no estructurales**

Los diseñadores y los arquitectos deben tener buen conocimiento de las normas para evitar errores en la presentación de sus diseños. (Álvarez, 2018, p.48).

30. Los elementos no estructurales.
31. El sistema de evacuación.
32. La protección contra incendios.

- **Errores en construcción y supervisión**

La Construcción y Supervisión Técnica Independiente debe regirse por los diseños aprobados en la licencia. (Álvarez, 2018, p.48).

33. Al no verificación del proceso constructivo y desempeño sísmico
34. Al hacer proyectos grandes con una supervisión técnica itinerante en vez de una continua
35. No hacer un control de materiales

- **Errores de los titulares de la licencia**

La mayor responsabilidad es de quien firman como titular. (Álvarez, 2018, p.48).

36. No cumplir con las obligaciones de la licencia
37. La falta de profesionales idóneos
38. Al no pagar honorarios justos
39. Construir sin licencia

- **Errores en la visión y objetivo de la norma**

40. El profesionalismo y ética.

Es grave tomar la norma como una verdad absoluta y creer que el cumplimiento de ello nos libera de la responsabilidad por eso es bueno dar un criterio profesional. (Álvarez, 2018, p.49).

## 2.4. Medición de fallas en el plano y diseño

En este punto encontraremos cuales son los errores más comunes que se encuentran cuando iniciamos revisando los planos para la realización el detallamiento del acero dimensionado.

**Tabla 3:**  
*Comparación de Errores más comunes en los Planos*

| Obras                             | Especificaciones  | Niveles                                   | Compatibilización de planos de estructuras y arquitectura   |
|-----------------------------------|---|---|---|
| Productiva - Edificio Reducto 360 | - Porcentaje de castigado en vigas (se consultó y se consideró el 30% más del empalme)                          | Si compatibles                            | No compatible, No coincide las sesiones de columnas y vigas |
| TYC - Edificio IQ Lince Arequipa  | - Porcentaje de castigado en vigas (se consultó y se consideró el 30% más del empalme)                          | No compatibles Arquitectura y estructuras | No compatible, No coincide las sesiones de columnas y vigas |
| GYM – Hotel Vista Mar             | - Porcentaje de castigado en columnas (se consultó y se consideró el 30% más del empalme)                       | Si compatible                             | No compatible, No coincide las sesiones de columnas y vigas |
| Conssolida SERK - 2               | - Anclaje de vigas<br>- Porcentaje de castigado en columnas (se consultó y se consideró el 30% más del empalme) | Si compatible                             | No compatible, No coincide las sesiones de columnas y vigas |

**Fuente:** TSC Innovation S.A.C.

En la Tabla N° 3 se encontrara las medidas de los ganchos de 90°, de estribos y grapas ya calculados tomando en cuenta el RNE, estos ganchos se propone cuando en las obras no existe especificación de ellos.

**Tabla 4:**  
*Comparación de Errores de Diseño*

|                  | Errores de diámetro | Errores de forma | Tiempo       | Errores de nombre de pieza | Error de radio | Errores en Cantidades de piezas | Errores de ganchos de 90° | Errores de ganchos de estribos |
|------------------|---------------------|------------------|--------------|----------------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| AutoCAD          | Si                  | Si               | 3 días       | Si                         | Si             | Si                              | Si                        | Si                             |
| Tekla Structures | No                  | No               | 1.5 a 2 días | No                         | No             | No                              | No                        | No                             |

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N° 4 se encontrara los errores más comunes que se cometieron haciendo diseño del ACEDIM en AutoCAD y ahora en Tekla Structures.

## 2.5. Aspectos Generales

### 2.5.1. EL ACEDIM

Aceros Arequipa S.A. en su constante búsqueda por brindar valor agregado a la industria de la construcción, continúa innovándose mediante el rediseño de procesos tradicionales y desarrollar nuevos servicios. Dentro de los cuales se encuentran las soluciones constructivas de acero dimensionado que contemplan tres etapas ACEDIM BIM, PREARMADO E INSTALADO.

Estas soluciones integrales permiten incrementar la productividad, optimizar recursos y mejorar la calidad del proyecto, contribuyendo con el desarrollo de un proceso constructivo ágil en todas sus facetas, utilizando tecnología moderna, aplicándola a la ingeniería de detalle e innovándose constantemente.

Atendemos proyectos de gran envergadura, tales como proyectos de infraestructura, puentes, centro comerciales, centro empresariales, entre otros; los cuales se ven beneficiados con la aplicación del acero dimensionado desde la etapa

inicial del proyecto y minimizando los costos en la partida del acero y permitiendo extraer de la obra actividades que no le generan valor, logrando así la efectividad deseada.

- Mayor productividad y eficiencia, incrementando el rendimiento en la instalación del acero.
- Máximo ahorro optimizando los costos de la partida de acero con rapidez, cero merma y ahorro de recursos (tiempo dinero y mano de obra).
- Mayor experiencia con más de 2800 obras atendidas, nuestra área de ingeniería se convierte en un socio estratégico que le permitirá cumplir con los objetivos de su proyecto

### **Servicio ACEDIM BIM**

Es el suministro del acero cortado y doblado desde un modelo Tekla. El servicio BIM complementa al servicio de Acero Dimensionado, empleando la metodología Virtual Design Construction (VDC) para optimizar la gestión de las estructuras de concreto armado. La Aplicación del BIM como herramienta de corrección de diseños basados en 2D AutoCAD está ampliamente desarrollada. Esto ya genera una mejora importante en los procesos tradicionales y está logrando desarrollar proyectos desde el inicio de la construcción. La Aplicación de Last Planner System como método para el control de la producción es también una práctica estándar en los principales proyectos del país.

El objetivo de ello es lograr que los modelos virtuales contengan, antes de la ejecución, los criterios del proyecto y se realice de manera temprana la

compatibilización del acero con el BIM de otras especialidades que desarrollando otras empresas constructoras.

### **PREARMADO**

El servicio de Prearmado, es la manera más rápida de la instalación de una estructura ya armadas de acero, para cualquier tipo de proyecto y de las estructuras de columnas, pilotes, mallas.

Una de las ventajas de este servicio es el ahorro en recursos, al definir las estructuras prefabricadas eliminan el trabajo artesanal en obra, logrando reducir costos de material y mano de obra, mejorando la productividad de los procesos.

### **INSTALADO**

Es el servicio de “Llave en Mano” que contempla el suministro del acero, habilitado (corte y doblado), así como el instalado a cargo de personal especializado en montaje del acero de refuerzo (fierros).

Brindamos de esta manera una asesoría especializada con el soporte de expertos para ejecutar estas actividades.

#### **2.5.2. El programa Tekla Structures**

El Tekla Structures es el software BIM realmente construible, con el Tekla Structures usted puede crear, combinar, administrar y compartir modelos 3D de diversos materiales, todos ellos con información precisa, exacta y confiable para la exitosa ejecución de la construcción.

Puede utilizar Tekla Structures para el diseño, el detalle y la gestión de la información desde la planificación conceptual hasta la fabricación y construcción en la misma obra.

### **2.5.3. Ingeniería de Detalle**

También conocida como ingeniería de proyecto. Es aquella que se contrasta con la ingeniería básica, el detalle de cada especialización es mayor. Como resultado de la ingeniería de detalle se obtienen los documentos técnicos necesarios para una buena planificación y ejecución de la obra. Se optimizan los recursos de la mano de obra y de los materiales.

Entre los documentos que comprende la ingeniería de detalle, se encuentran aquellos que definen la fabricación, los objetivos y requerimientos generales del proyecto.

Lo conforman las siguientes:

- Planos.
- Planillas.
- Croquis.
- Memorias de cálculo.
- Especificaciones técnicas.
- Las especificaciones técnicas de equipos y materiales.
- El dimensionamiento de conductos, tuberías e instalaciones eléctricas.
- El listado de equipos, instrumentación, accesorios y materiales.
- Los planos de detalle de las instalaciones: Layout de tuberías y conductos, isométricos, detalles de arquitectura, unifilares eléctricos, etc.

## **2.6. Definición de Términos Básicos**

### **2.6.1. Planilla:**

Consiste en una hoja de cálculo Excel que se exporta del programa Tekla Structures y que nos sirve para el envío a fabricación, en ella encontraras las piezas con un nivel, sector, estructura, tipo de estructura, forma de la pieza, medidas de la pieza, cantidad de tipo de estructura, cantidad por elemento, diámetro, longitud total y peso.

| SECTOR_AREA | NIVEL     | ESTRUCTURA | TIPO        | INT_DE_ELE | FORMA | a     | b     | c     | d     | e     | CANT_X_ELEM | DIAM | LONGITUD | TOTAL      |
|-------------|-----------|------------|-------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|------|----------|------------|
| S2-F1       | Sotano 04 | Zapata     | Z(15, 8 B)  | 1          | 300   | 0.50M | 6.43M | 0.50M |       |       | 39          | 1"   | 3.83M    | 1151.256kg |
| S2-F1       | Sotano 04 | Zapata     | Z(15, 8 B)  | 1          | 300   | 0.50M | 5.89M | 0.50M |       |       | 64          | 1"   | 3.83M    | 1741.763kg |
| S2-F1       | Sotano 04 | Zapata     | Z(15, 8 B)  | 1          | 100   | 8.43M |       |       |       |       | 80          | 5/8" | 9.43M    | 886.142kg  |
| S2-F1       | Sotano 04 | Zapata     | Z(15, 8 B)  | 1          | 100   | 5.82M |       |       |       |       | 89          | 5/8" | 1.33M    | 804.841kg  |
| S2-F1       | Sotano 04 | Zapata     | Z(15, 8 B)  | 1          | 300   | 0.50M | 6.43M | 0.50M |       |       | 39          | 3/4" | 7.43M    | 647.836kg  |
| S2-F1       | Sotano 04 | Zapata     | Z(15, 8 B)  | 1          | 300   | 0.50M | 6.43M | 0.50M |       |       | 43          | 3/4" | 9.33M    | 658.199kg  |
| S2-F1       | Sotano 04 | Zapata     | Z(15, 8 B)  | 1          | 800   | 0.40M | 0.67M | 0.40M | 0.67M | 0.40M | 84          | 3/8" | 1.54M    | 252.293kg  |
| S2-F1       | Sotano 04 | Zapata     | Z(15, 8 B)  | 1          | 300   | 0.50M | 2.94M | 0.50M |       |       | 58          | 5/8" | 1.03M    | 341.661kg  |
| S2-F1       | Sotano 04 | Zapata     | Z(15, 8 B)  | 1          | 300   | 0.50M | 2.94M | 0.50M |       |       | 64          | 5/8" | 1.03M    | 377.446kg  |
| S3-F2       | Sotano 04 | Zapata     | Z(11, 12 B) | 1          | 300   | 0.50M | 7.77M | 0.50M |       |       | 28          | 1"   | 3.77M    | 915.619kg  |
| S3-F2       | Sotano 04 | Zapata     | Z(11, 12 B) | 1          | 300   | 0.50M | 4.25M | 0.50M |       |       | 39          | 1"   | 3.25M    | 813.472kg  |
| S3-F2       | Sotano 04 | Zapata     | Z(11, 12 B) | 1          | 100   | 7.77M |       |       |       |       | 44          | 5/8" | 7.77M    | 530.598kg  |
| S3-F2       | Sotano 04 | Zapata     | Z(11, 12 B) | 1          | 100   | 4.25M |       |       |       |       | 80          | 5/8" | 4.25M    | 527.893kg  |

Figura 16: Planilla exportada del Tekla Structures

Fuente: (TSC Innovation S.A.C.)

## 2.6.2. RFI

Es la hoja de cálculo que se le envía al cliente vía correo o colgarlo en la nueva y Trimble connect con las consultas y requerimiento, que se encuentran en el inicio o transcurso del diseño del acero dimensionado de las estructuras.

INCOT

EDIFICIO MINAGRI

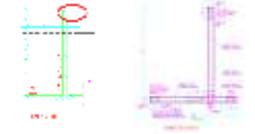
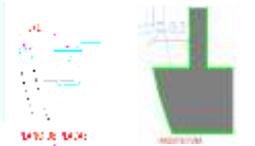
| Nivel | specialid | Estructura | Consulta  | Imagen consulta   | Propuesta  | Imagen propuesta  |
|-------|-----------|------------|---|---|--|---|
| ENTAC | EST       | PLACA      | En el plano de cimentacion, se muestra la geometria de la placa P-2 distintinto a lo mostrado en el plano de placas y el de arquitectura en el plano de planta de sotano 2.     |  | De acuerdo a lo planteado en el plano de cimentacion, el muro extra que tiene la placa P-2 sirve apoyo para la viga V-9, se solicita validar lo planteado. |  |
| DTANO | EST       | MURO       | En el plano de placas, se muestra la placa P-7 y P-11, con una medida en el extremo izquierdo de 71 cms, que difiere con lo mostrado en el plano arquitectura que es de 63 cms. |  | Se procede a modelar conforme las medidas del plano de arquitectura. Por favor confirmar.  |  |

Figura 17: Hoja de Excel con consultas o RFI

Fuente: (TSC Innovation S.A.C.)

### 2.6.3. HACP

Es la hoja de control de avance de proyecto, sirve como un instrumento para poder estar al tanto de lo que se está ejecutando y de lo que se va a ejecutar en el futuro, para de esta manera poder adelantarse al avance de la obra y si sucediera algún imprevisto en el camino poder subsanarlo a tiempo.

Encontraremos en la hoja de control a quien se le asignó el diseñando, el dibujo, el estado de la fabricación, y si ya se entregó.



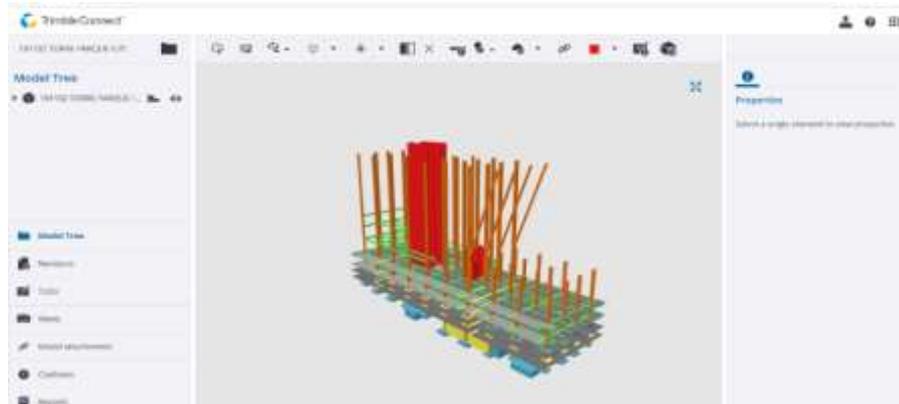
| AREA   | NIVEL    | SECTOR | APLICACION  | TIPO    | CONCRETO TIPO | FECHA PLAZADA | FECHA REAL    | MAMA  | RECA  | LOOKHEAD | REINCRETO | ARMADORA | ALICOPRADO | SEÑAL DE ENTREGA |
|--------|----------|--------|-------------|---------|---------------|---------------|---------------|-------|-------|----------|-----------|----------|------------|------------------|
| Sotano | Cubierta | 03-FC  | Cimentación | 0129A_B | Fu 350        | dom 28 Nov 18 | mié 23 Nov 18 | 3,180 | 2,213 | 0,96     | 0,00      | 0,00     | 0,00       | 0,00             |
| Sotano | Cubierta | 03-FC  | Cimentación | 0129C   | Fu 350        | dom 28 Nov 18 | mié 23 Nov 18 | 3,180 | 2,246 | 0,74     | 0,00      | 0,00     | 0,00       | 0,00             |
| Sotano | Cubierta | 03-FC  | Cimentación | 0129A_B | Fu 350        | dom 28 Nov 18 | mié 23 Nov 18 | 3,180 | 2,095 | 0,66     | 0,00      | 0,00     | 0,00       | 0,00             |
| Sotano | Cubierta | 03-FC  | Cimentación | 0129C_C | Fu 350        | dom 28 Nov 18 | mié 23 Nov 18 | 3,180 | 2,096 | 0,66     | 0,00      | 0,00     | 0,00       | 0,00             |
| Sotano | Cubierta | 03-FC  | Cimentación | 01401   | Fu 350        | dom 28 Nov 18 | mié 23 Nov 18 | 3,180 | 1,965 | 0,62     | 0,00      | 0,00     | 0,00       | 0,00             |
| Sotano | Cubierta | 03-FC  | Cimentación | 01401   | Fu 350        | dom 28 Nov 18 | mié 23 Nov 18 | 3,180 | 2,016 | 0,63     | 0,00      | 0,00     | 0,00       | 0,00             |
| Sotano | Cubierta | 03-FC  | Cimentación | 02201   | Fu 350        | dom 28 Nov 18 | mié 23 Nov 18 | 3,180 | 1,275 | 0,39     | 0,00      | 0,00     | 0,00       | 0,00             |
| Sotano | Cubierta | 03-FC  | Cimentación | 01401_B | Fu 350        | dom 28 Nov 18 | mié 23 Nov 18 | 3,180 | 2,144 | 0,67     | 0,00      | 0,00     | 0,00       | 0,00             |
| Sotano | Cubierta | 03-FC  | Cimentación | 0129C   | Fu 350        | dom 28 Nov 18 | mié 23 Nov 18 | 3,180 | 1,988 | 0,62     | 0,00      | 0,00     | 0,00       | 0,00             |

Figura 18: Formato de HACP (Hoja de Control de Avance de Proyecto)

Fuente: (TSC Innovation S.A.C.)

### 2.6.4. Trimble Connect.

Es un medio mucho más rápido y eficaz para que puedan interactuar los miembros del proyecto de varias disciplinas dentro del equipo conectando y agilizando las comunicaciones en un formato fácil de usar y entorno completamente amigable. Los miembros del proyecto tienen acceso desde cualquier lugar, en cualquier momento desde una PC, ordenador portátil, tableta o teléfono inteligente.



**Figura 19:** Entorno del Trimble Connect

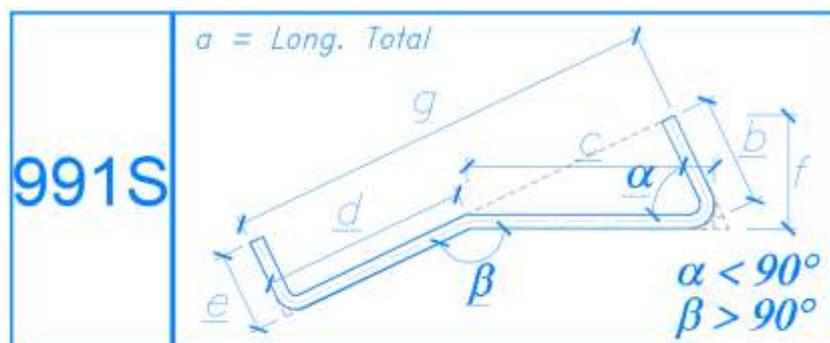
Fuente: (TSC Innovation S.A.C.)

### 2.6.5. Cuadro de formas

El cuadro donde encuentras todas las formas que se pueden utilizar en un diseño y están compatibilizadas con el Tekla Structures, si no existiera la forma en el cuadro se crea una.

Con los siguientes criterios:

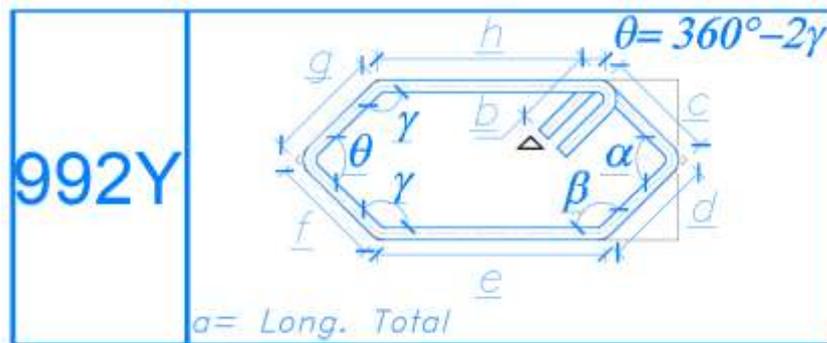
F991(a.): para cualquier forma como barra longitudinal, la planilla solo permite Ingresar hasta 9 medidas o cotas y 3 ángulos, si pasara uno de esos dos criterios se busca un complemento del Angulo y tratar que alguna cota se elimine o se fabrica en forma 100 y se envía un archivo en AutoCAD con la pieza dibujada con las cotas y ángulos para ser fabricada manualmente.



**Figura 20:** Forma Creada para cualquier tipo de forma con diámetro de barra longitudinal

Fuente: (Corporación Aceros Arequipa S.A.)

F992(a.) : para todo los tipos de estribos que son creados, la planilla solo permite Ingresar hasta 9 medidas o cotas y 3 ángulos, si pasara uno de esos dos criterios se busca un complemento del Angulo o se fabrica en forma 100 y se envía un archivo en AutoCAD con la pieza dibujada con sus cotas y ángulos para ser fabricada manualmente.



**Figura 21:** Forma Creada para Estribos

Fuente: (Corporación Aceros Arequipa S.A.)

**CATALOGO ACEDIM 2017 (152 FORMAS)**



**Figura 22:** Cuadro de Formas que reconoce el Tekla Structures

Fuente: (Corporación Aceros Arequipa S.A.)

### **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

Mi ingreso a la empresa **Corporación Aceros Arequipa S.A.** fue en el año 2011 como practicante del área de ingeniería de detalle, mi experiencia en el **ACEDIM** consta en 2 etapas una como Técnica de Construcción Civil con los cargos como practicante, detalladora, detalladora tipo C y la otra ya como Ing. Civil, con los cargos de Modelar BIM y ahora como Analista, a continuación explicare detalladamente mi experiencia en cada una de ellas.

Las siguientes funciones son, mi jefe a cargo le asignan la obra, la divide por etapas dependiendo de su plan de tren que coordino con el cliente en su primera reunión, me envían un correo con la asignación de la etapa que puede ser cimentación (zapatas, cisterna, cimiento corrido, losas de piso y muros), portantes (columnas, placas y muros) o cobertura (vigas y losas), con los planos actualizados de estructuras y arquitectura, empiezo con la revisión de planos para hacer las primeras consultas y propuestas que me rijo del RNE E60, en una hoja en blanco del AutoCAD junto los planos que necesito (especificaciones, cimentación, etc.), después empiezo a dibujar en el AutoCAD y sacar mis medidas y cortes si lo necesitara para sacar las piezas y empezar a poner la información de las medidas en la planilla LDv7 con la ayuda del cuadro de formas y al finalizar mi asignación, la planilla se la envió a mi jefe a cargo que él lo envía a fabricar y pone la fecha de llegada a obra.

La primera etapa (2011 al 2017): como Técnica en construcción civil que duro 1 año ingresando en el año 2011, mi jefe inmediato fue el Ing. Alberto Ogata Marcelo y las personas que me capacitaron sobre el **ACEDIM** fueron el Técnico Jonanthan Mendoza Morales y el Técnico Anibal Bernedo Pinto, encargándome de hacer detallamiento del acero dimensionado, hacer consultas, dibujar y mandar a fabricar, en

ese tiempo se diseñaba con la ayuda del AutoCAD, la planilla LDv7 y el cuadro de formas, después en el 2012 pase a formar parte de la Empresa **IDEX** que era una empresa de tercerización para la empresa **Corporación Aceros Arequipa S.A.** con el cargo de Detalladora, con las funciones de hacer detallamiento del acero dimensionado, hacer consultas y dibujar, y con las herramientas de AutoCAD, la planilla LDv7 y el cuadro de formas, mi jefe inmediato era la Técnica Marilyn Paola Montoya Ramos, durando hasta el año 2015, en el transcurso de ese tiempo en el 2013 empecé a estudiar Ing. Civil en la Universidad Privada del Norte – Sede Los Olivos, después ingresar en el año 2015 a la empresa **Overall Strategy S.A.C.** que era una empresa de tercerización para la empresa **Corporación Aceros Arequipa S.A.** hasta el año 2017 mi jefe inmediato fue Ing. Alberto Ogata Marcelo y Técnico Raúl Espinoza Dipas, con las funciones de hacer detallamiento del acero dimensionado, hacer consultas y dibujar con la ayuda del AutoCAD, la planilla LDv7 y el cuadro de formas.

Segunda etapa (2018 – hasta el presente), desarrollándome como bachiller en Ing. Civil de la Universidad Privada del Norte – Sede Los Olivos, en el año 2018 pase a formar parte de la empresa **QC ingenieros** que era una empresa de tercerización para la empresa **Sider Perú S.A.C.** con el cargo de Modelador BIM, hasta el año 2019 mi jefe inmediato fue el Ing. Franklin Cabrera, con las funciones de hacer detallamiento del acero Habilitado, las consultas y dibujar con la ayuda del AutoCAD, la planilla y su cuadro de formas, después en el año 2019 hasta la actualidad estoy en la empresa **TSC Innovation S.A.C.** como empresa subsidiaria de la empresa **Corporación Aceros Arequipa S.A.**, con el cargo de Analista 2, con las funciones de hacer detallamiento del acero Dimensionado, las consultas, coordinación y dibujar, con la

ayuda del programa Tekla Structures, la planilla Lista de Barras, la planilla TSC.MATRIZ\_v2018i, el HACP, el Trimble y el cuadro de formas.

Las siguientes funciones son, mi jefe a cargo le asignan la obra, la divide por etapas dependiendo el HACP y su plan de tren que coordino con el cliente en su primera reunión, me envían un correo con la asignación de la etapa que puede ser cimentación (zapatas, cisterna, cimiento corrido, losas de piso y muros), portantes (columnas, placas y muros) o cobertura (vigas y losas), con los planos actualizados de estructuras y arquitectura, empiezo con la revisión de planos para hacer las primeras consultas y propuestas que me guio del RNE E60, en el programa Tekla Structures empiezo creando mi malla para poder ubicar los planos en AutoCAD que voy vinculando con el programa, después empiezo hacer mi concreto con las medidas sacadas de los planos de estructuras y darlos los parámetros (nombre, nivel, tipo, etapa y sector), para después hay empezar a colocar el acero y darle la forma y sus parámetros ( diámetro, cantidad, forma, ganchos y recubrimiento), después con la ayuda de la planilla Lista de Barras y la planilla TSC.MATRIZ\_v2018i, selecciono el concreto y el acero en el programa Tekla Structures, saco la planilla para fabricación la cual se envió a mi jefe a cargo que él lo envía a fabricar y pone la fecha de llegada a obra.

### **Optimización de los procesos**

La importancia de la optimización de los procesos del Acero Dimensionado, se da por la innovación que se está dando día a día en la construcción con la llegada del BIM, dejando atrás los planos en 2d AutoCAD, con la facilidad que en el programa se podrá minimizar los errores en diámetro, medidas, ganchos, radios, cantidades y

piezas, y la facilidad de poder sacar el dibujar y adelantar un avance al cliente, y él pueda verlo de cualquier parte con la facilidad del Trimble connect.

La importancia de lo explicado anteriormente es que con el programa tekla structures se puede ver el diseño de la estructura en 3d y virtualmente, minimizando errores en la estructura, en tiempos y facilidad de fabricación, para la llegada a obra.

### **3.1. El ACEDIM en 2D**

Desde el año 1999 se implementa el ACEDIM (acero dimensionado) para la facilidad en la construcción en la partida de estructuras.

La facilidad de que el acero llegue doblado, cortado y habilitado en obra.

#### **3.1.1. Recepción de Planos**

Se crea una carpeta con el nombre de la obra y el código asignado por el área de ventas, el jefe de proyectos asigna la obra a un coordinador de obra.

El coordinador de obra envía un correo solicitando los planos originales en AutoCAD o PDF y coordinar la primera reunión, donde se explicara el proceso del detallamiento, criterios constructivos, las consultas, sectorización, el acero que será ACEDIM o BACO y cronograma de entrega.

El coordinador de obra teniendo la información crea su cronograma de llegada del acero a obra con la ayuda de su cronograma de la obra dividiéndolo en etapas todas las estructuras, para después asignarlo a un metrador o modelador para su inicio de diseño.

Uno de los criterios para el inicio del modelamiento son los 7 días de fabricación y diseño que se le indica al Ing. Residente.



*Figura 23:* Coordinación de obra

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

### 3.1.2. Análisis de Planos

Se inicia con la revisión de planos de estructuras y arquitectura, deberán tener las especificaciones técnica (recubrimiento, gancho de estribos, gancho de 90°, empalmes de vigas y columnas, porcentaje de castigado de vigas o columnas, anclaje de vigas y columnas, etc.) y se compara las plantas de estructuras con la de arquitectura para ver que las secciones de las columnas y vigas sean iguales y si no se encontrara alguno de los datos ya mencionados se hace una consulta y se propone una solución, teniendo en cuenta la RNE norma E60.

Teniendo en cuenta lo planteado líneas arriba se empieza a dibujar el acero y darle las formas que se encuentren el cuadro de formas si no las hubiera se crea una nueva forma todo el procedimiento se hace en el programa AutoCAD.

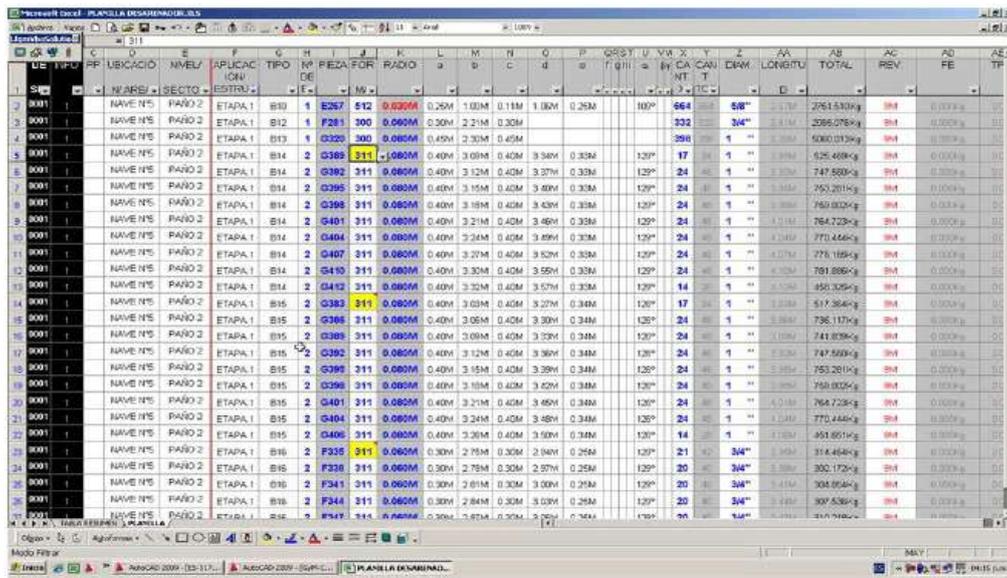


Figura 24: Inicio de Diseño con el AutoCAD y planilla LDv7

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

### 3.1.3. Llenado de planilla LDv7

Después de haber dibujado las formas, se llena la planilla LDv7 (hoja de Excel con macros), solo se llenara el nivel, sector, estructura, tipo, diámetro cantidad del tipo, cantidades de piezas y las formas guiándonos del cuadro de formas (Figura 26) y automáticamente la planilla sacar los pesos.



| LINEA | ITEM | PP | UBICACION | NIVEL  | SECTOR  | ESTRUC. | APLICACION | TIPO | NO. DE PIEZAS | FORMA  | RADIO | DIAM. | LONGITUD | AREA  | PESO  | TOTAL | REV. | FE   | TP         |        |    |
|-------|------|----|-----------|--------|---------|---------|------------|------|---------------|--------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|------|------|------------|--------|----|
| 1     | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B10     | 1          | B267 | 512           | 0.020M | 0.25M | 1.00M | 0.11M    | 1.80M | 0.25M | 100%  | 664  | 518" | 27515.10kg | 0.000% | 05 |
| 2     | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B12     | 1          | F281 | 300           | 0.060M | 0.30M | 2.21M | 0.30M    |       |       |       | 332  | 314" | 2065.075kg | 0.000% | 05 |
| 3     | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B13     | 1          | G320 | 300           | 0.080M | 0.40M | 2.30M | 0.45M    |       |       |       | 398  | 1"   | 5000.013kg | 0.000% | 05 |
| 4     | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B14     | 2          | G383 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.09M | 0.40M    | 3.80M | 0.35M | 120°  | 17   | 1"   | 525.468kg  | 0.000% | 05 |
| 5     | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B14     | 2          | G392 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.12M | 0.40M    | 3.37M | 0.35M | 120°  | 24   | 1"   | 747.500kg  | 0.000% | 05 |
| 6     | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B14     | 2          | G395 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.15M | 0.40M    | 3.40M | 0.35M | 120°  | 24   | 1"   | 750.201kg  | 0.000% | 05 |
| 7     | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B14     | 2          | G396 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.18M | 0.40M    | 3.43M | 0.35M | 120°  | 24   | 1"   | 750.002kg  | 0.000% | 05 |
| 8     | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B14     | 2          | G401 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.21M | 0.40M    | 3.46M | 0.35M | 120°  | 24   | 1"   | 764.723kg  | 0.000% | 05 |
| 9     | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B14     | 2          | G404 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.24M | 0.40M    | 3.49M | 0.35M | 120°  | 24   | 1"   | 770.444kg  | 0.000% | 05 |
| 10    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B14     | 2          | G407 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.27M | 0.40M    | 3.52M | 0.35M | 120°  | 24   | 1"   | 776.165kg  | 0.000% | 05 |
| 11    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B14     | 2          | G410 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.30M | 0.40M    | 3.55M | 0.35M | 120°  | 24   | 1"   | 781.886kg  | 0.000% | 05 |
| 12    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B14     | 2          | G413 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.33M | 0.40M    | 3.57M | 0.35M | 120°  | 14   | 1"   | 450.325kg  | 0.000% | 05 |
| 13    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B15     | 2          | G383 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.03M | 0.40M    | 3.27M | 0.34M | 120°  | 17   | 1"   | 517.384kg  | 0.000% | 05 |
| 14    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B15     | 2          | G386 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.06M | 0.40M    | 3.30M | 0.34M | 120°  | 24   | 1"   | 736.117kg  | 0.000% | 05 |
| 15    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B15     | 2          | G389 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.09M | 0.40M    | 3.33M | 0.34M | 120°  | 24   | 1"   | 741.838kg  | 0.000% | 05 |
| 16    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B15     | 2          | G392 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.12M | 0.40M    | 3.36M | 0.34M | 120°  | 24   | 1"   | 747.500kg  | 0.000% | 05 |
| 17    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B15     | 2          | G395 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.15M | 0.40M    | 3.39M | 0.34M | 120°  | 24   | 1"   | 753.211kg  | 0.000% | 05 |
| 18    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B15     | 2          | G398 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.18M | 0.40M    | 3.42M | 0.34M | 120°  | 24   | 1"   | 758.922kg  | 0.000% | 05 |
| 19    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B15     | 2          | G401 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.21M | 0.40M    | 3.45M | 0.34M | 120°  | 24   | 1"   | 764.633kg  | 0.000% | 05 |
| 20    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B15     | 2          | G404 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.24M | 0.40M    | 3.48M | 0.34M | 120°  | 24   | 1"   | 770.344kg  | 0.000% | 05 |
| 21    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B15     | 2          | G406 | 311           | 0.080M | 0.40M | 3.26M | 0.40M    | 3.50M | 0.34M | 120°  | 14   | 1"   | 450.325kg  | 0.000% | 05 |
| 22    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B16     | 2          | F335 | 311           | 0.060M | 0.30M | 2.75M | 0.30M    | 2.94M | 0.25M | 120°  | 20   | 1"   | 314.444kg  | 0.000% | 05 |
| 23    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B16     | 2          | F338 | 311           | 0.060M | 0.30M | 2.78M | 0.30M    | 2.97M | 0.25M | 120°  | 20   | 1"   | 300.172kg  | 0.000% | 05 |
| 24    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B16     | 2          | F341 | 311           | 0.060M | 0.30M | 2.81M | 0.30M    | 3.00M | 0.25M | 120°  | 20   | 1"   | 304.904kg  | 0.000% | 05 |
| 25    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B16     | 2          | F344 | 311           | 0.060M | 0.30M | 2.84M | 0.30M    | 3.03M | 0.25M | 120°  | 20   | 1"   | 309.636kg  | 0.000% | 05 |
| 26    | 8001 | 1  | NAVES     | PARO 2 | ETAPA 1 | B16     | 2          | F347 | 311           | 0.060M | 0.30M | 2.87M | 0.30M    | 3.06M | 0.25M | 120°  | 20   | 1"   | 314.368kg  | 0.000% | 05 |

Figura 25: Planilla de Despiece LDv7

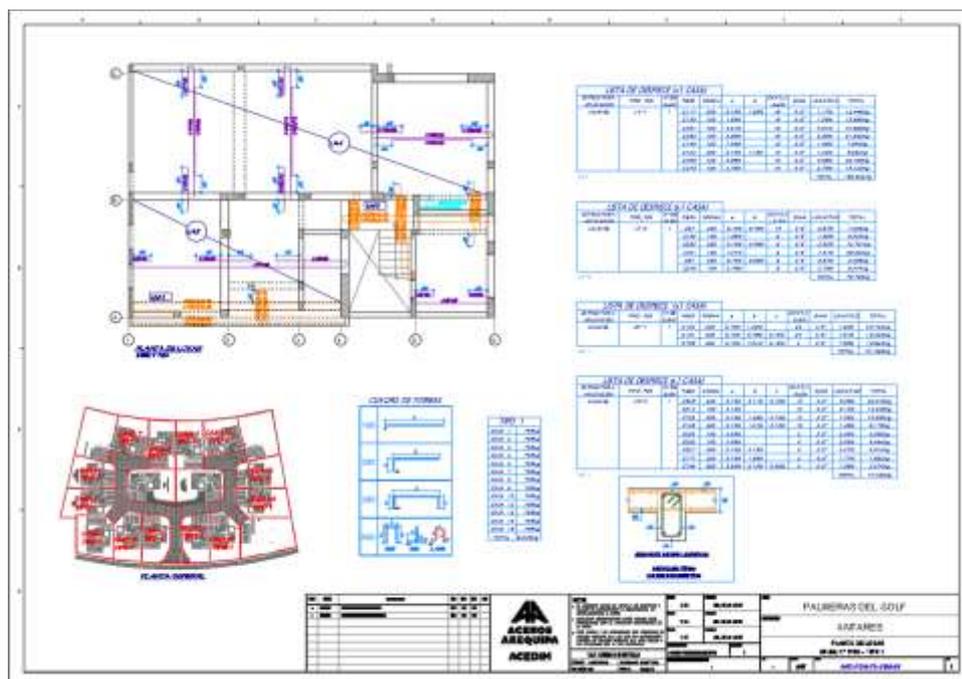
Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

### 3.1.4. Planos de detallamiento y Colocación de Acero (Dibujo)

Una vez concluidos el detallamiento de las estructuras, se procede con la elaboración de los planos de detalle y colocación de ACEDIM.

Se identifican las piezas detalladas en las estructuras y se describen en la lista de despiece del plano.

Los planos de detalle deben contener la mayor cantidad de información posible para que el herrero pueda realizar la instalación del material detallado (especificaciones técnicas).

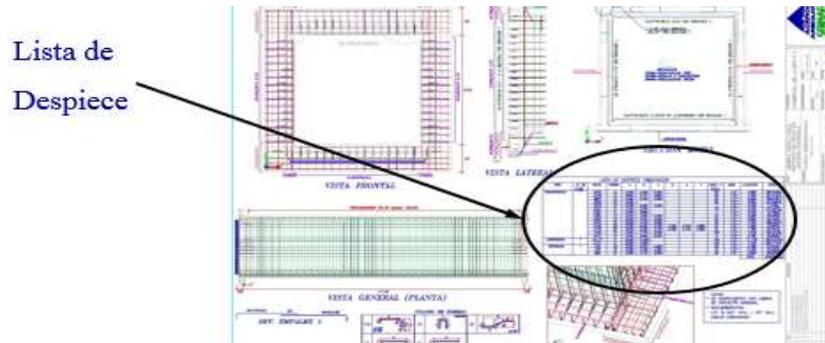


**Figura 26:** Plano ACEDIM o plano de colocación del acero

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

### 3.1.5. Lista de Despiece:

La lista de despiece contiene información del acero que son los códigos, diámetros, tipo de doblé, dimensiones de cada lado, forma, cantidades usadas y los pesos de cada una de las piezas detalladas en cada estructura.



**Figura 27:** Lista de Despiece en el Plano ACEDIM

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

### 3.1.6. Fabricación

Cada obra se divide en etapas las cuales cada etapa puede tener varios despachos o solo 1, a continuación los criterios de enviar a fabricar son:

- Planilla revisada
- 15 tipos de estructuras para cada despacho
- No tener el mismo código

Tipos de maquinaria para fabricación



**Figura 28:** Líneas de doblado de barra gruesa “3/4 a mas

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.



Figura 29: Automáticas para doblado de barras delgadas

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

### 3.1.7. Empaquetado – Etiquetado

Todos los tipos de empaques se identifican con una etiqueta, por lo tanto junto con la hoja de despacho es una herramienta de gran ayuda para controlar la llegada del material.

Las etiquetas dan la información necesaria para que el operario pueda ubicar la pieza en los planos de instalación.



Figura 30: Etiqueta que va en los paquetes de acero

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.



*Figura 31:* Viga empaquetada y después Armada

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

### 3.1.8. Hoja de despacho (Packing List)

La hoja de despacho conformada por la planilla resumen y listado de barras es el documento que permite tener un control de las piezas a la hora de la entrega del material, indica los códigos, las cantidades de las piezas, estructuras y sus pesos.



### 3.1.9. Colocación y Valorización

A partir de esta gestión con el siguiente documento se muestra el consumo real de acero en obra, Muestra el tonelaje real de acero que se está entregando y que le sirve al herrero para tener un mejor cálculo de acero.

| RESUMEN ACEDIM SUMINISTRADO |                        | ACERO DIMENSIONADO |               |               |               |              |               |               |
|-----------------------------|------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| Cliente                     | GREDU                  |                    |               |               |               |              |               |               |
| Obra                        | RESID_UBINAS           |                    |               |               |               |              |               |               |
| Suma de TOTAL               | APLICACIÓN/ ESTRUCTURA | DIAM.              | 3/8"          | 1/2"          | 5/8"          | 6MM          | 8MM           | Total general |
| <b>CIMENTACION</b>          | CORTE                  |                    | 183Kg         |               |               |              |               | 183Kg         |
|                             | ZAPATA                 |                    | 22Kg          | 125Kg         | 405Kg         |              |               | 552Kg         |
| <b>PISO 01</b>              | COLUMNA                |                    | 24Kg          | 167Kg         |               | 76Kg         | 79Kg          | 347Kg         |
|                             | PLACA                  |                    | 860Kg         | 866Kg         | 444Kg         |              | 434Kg         | 2604Kg        |
|                             | VIGA                   |                    | 98Kg          | 726Kg         | 120Kg         | 149Kg        |               | 1093Kg        |
|                             | ZAPATA                 |                    |               | 11Kg          | 18Kg          |              |               | 29Kg          |
|                             | NUCLEO                 |                    |               | 176Kg         |               |              | 109Kg         | 285Kg         |
|                             | LOZA ALIGERADA         |                    | 486Kg         | 185Kg         |               | 12Kg         |               | 683Kg         |
|                             | LOZA MACIZA            |                    | 14Kg          |               |               |              |               | 14Kg          |
| <b>PISO 2</b>               | COLUMNA                |                    | 18Kg          | 173Kg         |               | 59Kg         | 43Kg          | 294Kg         |
|                             | PLACA                  |                    | 981Kg         | 1117Kg        | 165Kg         |              | 429Kg         | 2691Kg        |
| <b>Total general</b>        |                        |                    | <b>2686Kg</b> | <b>3547Kg</b> | <b>1152Kg</b> | <b>297Kg</b> | <b>1094Kg</b> | <b>8776Kg</b> |

**Figura 34:** Resumen del ACEDIM

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A

### 3.1.10. Entrega y Almacenamiento:

La entrega del ACEDIM debe ser verificada por el maestro herrero y el almacenero de la obra, ayudándose de las hojas de despacho para la identificación de los paquetes.

El buen almacenamiento del ACEDIM, hace que el herrero halle rápidamente las piezas de las estructuras que instalará y ello le dará ahorro de Horas Hombre.



*Figura 35:* Llegada de acero a obra

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

Existen 2 tipos de entrega:

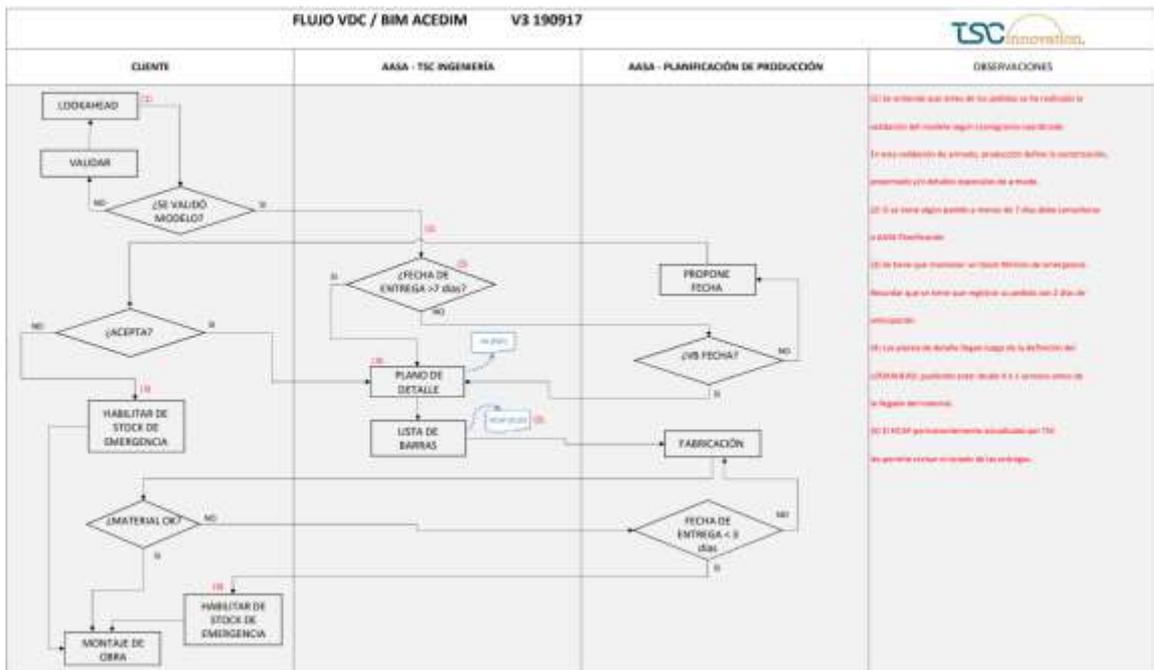
- Confirmación de entrega en obra
  - Fecha y horaria de entrega
  - Espacio asignado para recepción del acero
  - Tipo de unidad (camión, grúa, etc.)
  - Requerimientos y permisos
- Confirmación de recojo del pedido en nuestros almacenes
  - Confirmación de fecha y hora
  - Requisitos para e recojo del conductor
  - Dimensiones del camión adecuadas

Documentos Entregados

- Lista de barras y planilla resumen (3 copias)
- Guía de remisión

### 3.2. EL ACEDIM CON TEKLA STRUCTURES

Siendo líderes en el detallamiento se implementa el BIM como forma de brindarle un mejor servicio al ACEDIM con la ayuda del programa Tekla Structures, dando como creación la empresa TSC Innovation S.A.C. en el año 2018 con la innovación en la construcción.



**Figura 36:** Esquema del Flujo de ACEDIM

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

#### 3.2.1. Recepción de Planos

Se crea una carpeta con el nombre de la obra y el código asignado por el área de ventas, el jefe de proyectos asigna la obra a un coordinador de obra.

El coordinador de obra envía un correo solicitando los planos originales en AutoCAD, PDF o IFC y coordinar la primera reunión, donde se explicara el proceso del detallamiento, criterios constructivos, las consultas, sectorización, la

creación de la cuenta en Trimble Connect y coordinar que acero será ACEDIM, Prearmado, instalado y BACO y cronograma de entrega.

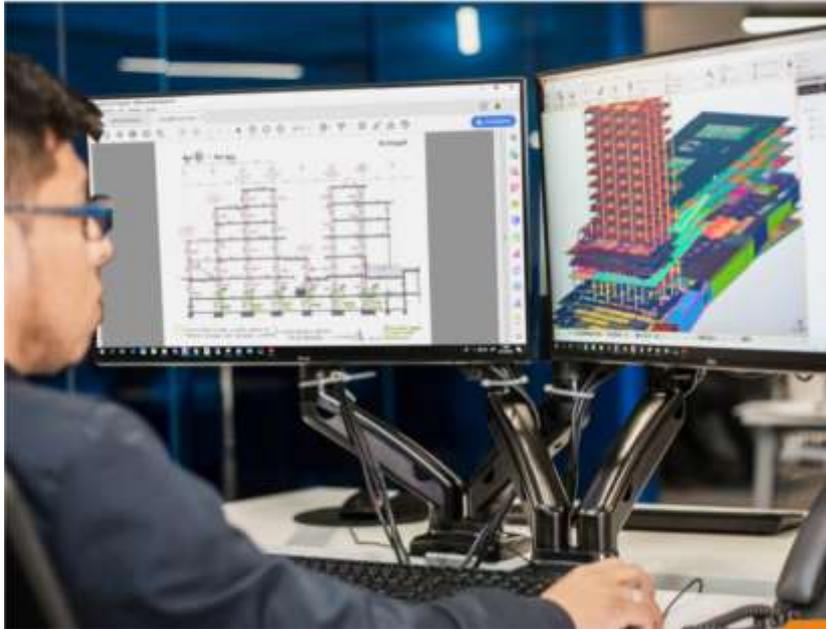
El coordinador de obra teniendo la información crea el HCAP con la ayuda de su cronograma de la obra dividiéndolo en etapas todas las estructuras, para después asignarlo a un metrador o modelador para su inicio de diseño.

Uno de los criterios para el inicio del modelamiento son los 7 días de fabricación y diseño que se le indica al Ing. Residente.

### **3.2.2. Análisis de Planos**

Se inicia con la revisión de planos de estructuras y arquitectura, deberán tener las especificaciones técnica (recubrimiento, gancho de estribos, gancho de 90°, empalmes de vigas y columnas, porcentaje de castigado de vigas o columnas, anclaje de vigas y columnas, etc.) y se compara las plantas de estructuras con la de arquitectura para ver que las secciones de las columnas y vigas sean iguales y si no se encontrara alguno de los datos ya mencionados se hace una consulta y se propone una solución, teniendo en cuenta la RNE norma E60.

Teniendo en cuenta lo planteado líneas arriba se empieza el diseño en el Modelo Tekla Structures colocando parámetros, vinculando con los planos de AutoCAD como referencia, haciendo malla de ubicación y dar inicio al concreto.



*Figura 37:* Manejo del Tekla Structures

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

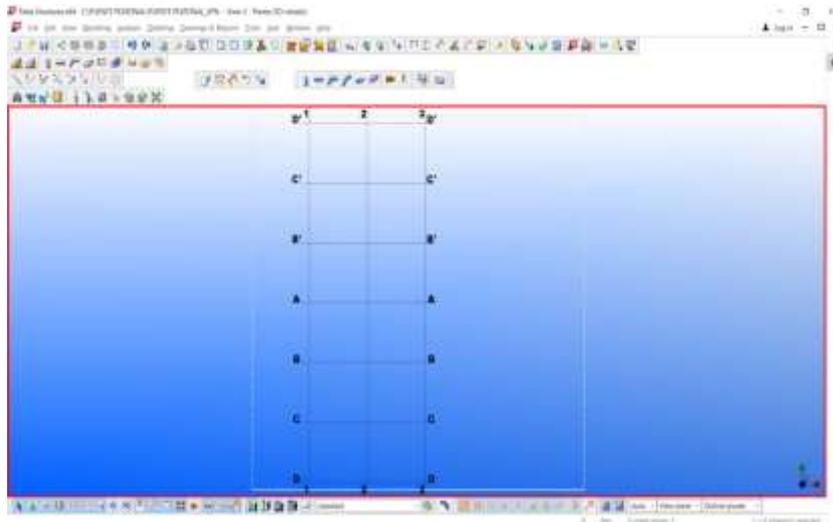
### 3.2.3. Diseño en el Tekla Structures

Se inicia creando un nuevo archivo, dándole el nombre de la obra y ahora con el modelo sharing, que es una forma diferente de trabajar desde cualquier parte y varios usuarios a la vez, se guardara sus cambios en la nube, colocamos sus ejes.



*Figura 38:* Programa Tekla Structures

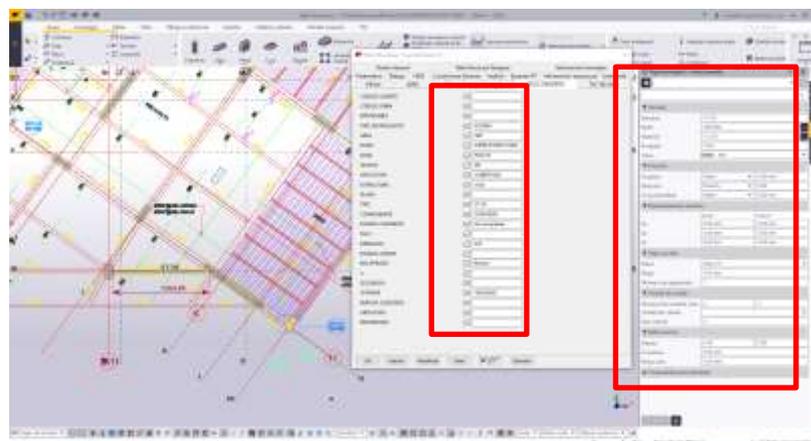
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 39:** Creación de los ejes en el Programa Tekla Astructures

Fuente: Elaboración Propia

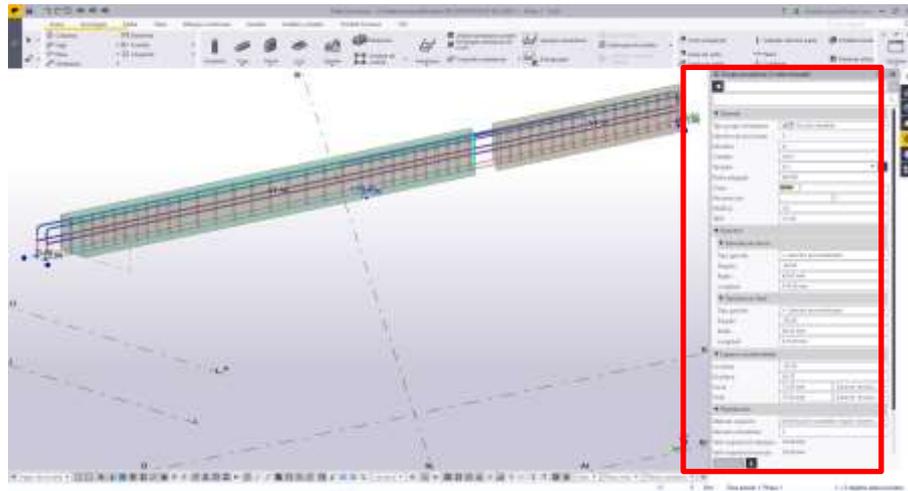
Se crea los concretos con sus parámetros (nivel, sector, estructura, tipo, f'c y sección de la viga, etc.)



**Figura 40:** Concreto con los parámetros asignados

Fuente: Elaboración Propia

Se coloca el acero en el concreto ya diseñado con las medidas indicadas y parámetros (diámetro, nombre, marca, tipo de gancho, recubrimientos y cantidad).



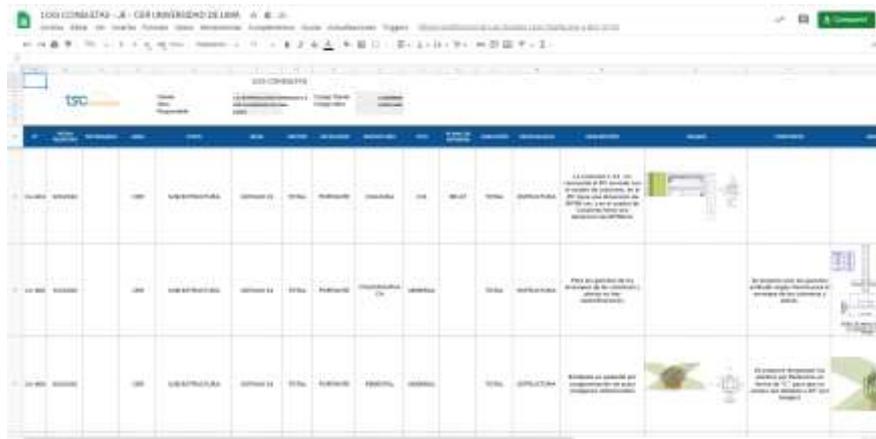
**Figura 41:** Estructura con el acero ya colocado y sus parámetros

Fuente: Elaboración Propia

Si hubiera consultas se las agrega al log de consultas que se crea para cada Obra, la cual también se envía al cliente y se le cuelga en el Trimble Connect.

Dependiendo de la importancia de la consulta se puede proponer algo tomando los criterios sea por experiencia o por el RNE, el cliente tiene un plano de 7 días para contestar, haciéndole el coordinador de obra un seguimiento de las consultas, si hasta el plazo de 7 días no hay respuesta se tomara la decisión de no enviar a fabricar esa estructura, pero si es una consulta que implica en todas las estructuras se le insiste con la respuesta y avisándole que si no responde no se le podrá enviar a fabricar y su llegada de acero se retrasara.

En estos casos la mayoría de encargados en obra aceptan nuestra propuesta enviada con la consulta, igual se le fundamenta por que se tomó el criterio.



**Figura 42:** Log de consultas de la Obra

Fuente: TSC Innovation S.A.C

### 3.2.4. Planilla TSC.MATRIZ\_v2018i

La planilla se saca después de haber terminado de diseñar revisar que todos los aceros estén añadidos al concreto y tengan sus nombres y que no exista ninguna consulta pendiente, para ellos necesitamos 2 planillas

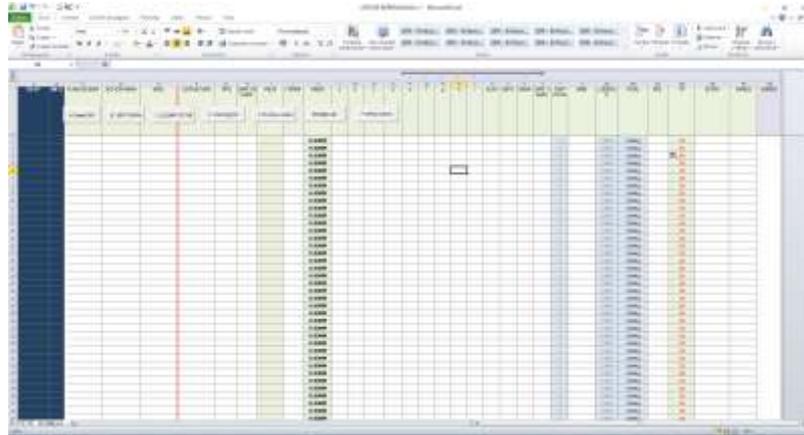
La planilla TSC.MATRIZ\_v2018i y LISTA DE BARRAS (AASA).v1.

Seleccionamos primero solo concreto y después acero en la planilla matriz hacemos clic en Vs PESOS el cual nos deben salir ok para poder poner todas las medidas del acero a la planilla y se sigue los procesos que están enumerados en la planilla hasta llegar al BS que cargara y nos dará la planilla con lo diseñado.



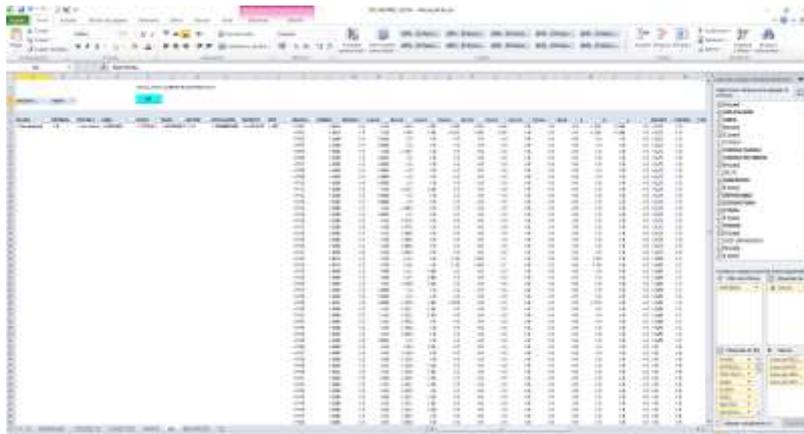
**Figura 43:** Planilla TSC.MATRIZ\_v2018i

Fuente: TSC Innovation S.A.C.



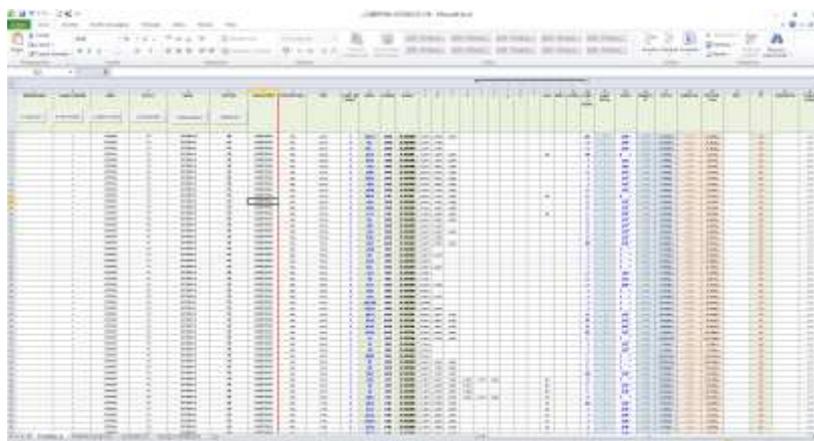
**Figura 44:** Planilla LISTA DE BARRAS (AASA).v1

Fuente: TSC Innovation S.A.C.



**Figura 45:** El BS

Fuente: TSC Innovation S.A.C.



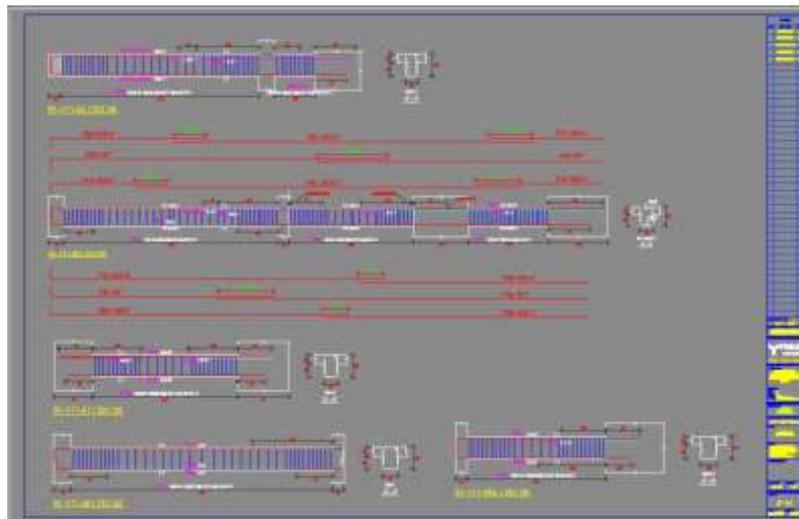
**Figura 46:** Planilla que se exporto del Tekla Structures y se envía a Fabricar

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

### 3.2.5. Dibujo y el Trimble Connect

Terminado el diseño ya con planilla, se envía un correo para asignarlo a dibujo y en un lapso de 4 a 5 días se entregan los planos los cuales con colgados en el Trimble Connect y también enviados a obra (3 copias de cada plano), tenemos 2 formas de dibujo.

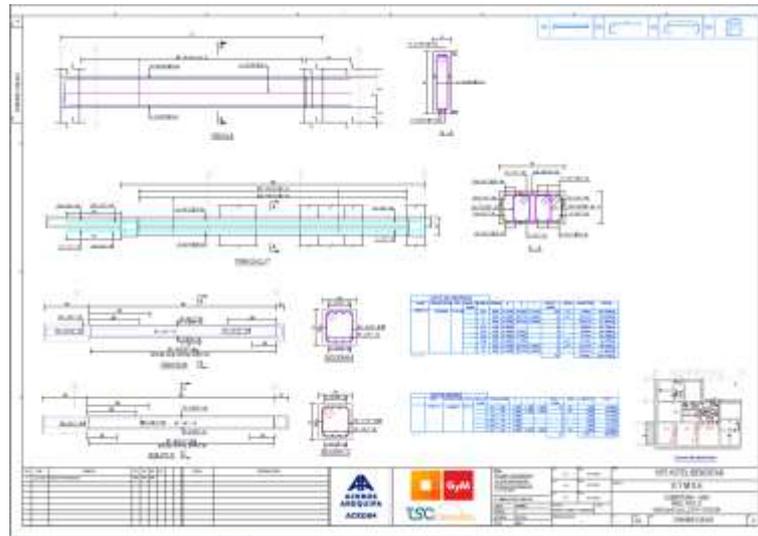
- Plano sketch es la presentación del dibujo en los mismos planos de estructuras del cliente agregándole los códigos al acero de cada estructura que se encuentran en la planilla, esto sucede más cuando brindamos el servicio de ACEDIM e instalado.



**Figura 47:** Plano Sketch

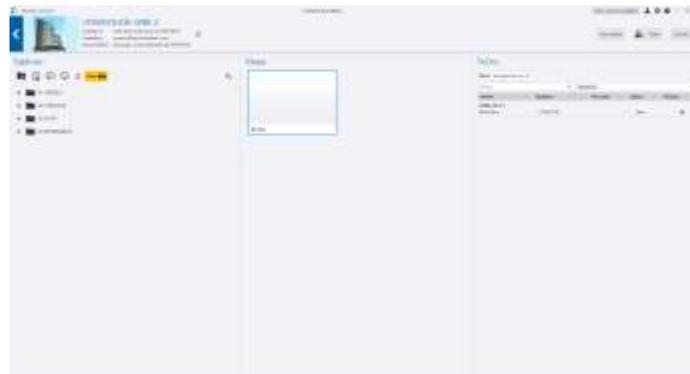
Fuente: TSC Innovation S.A.C.

- Plano ACEDIM es el plano más detallamiento, con planilla, formas, membrete y sacado del mismo Tekla Structures, es un plano más entendible para cualquier herrero.



**Figura 48:** Plano ACEDIM

Fuente: TSC Innovation S.A.C.



**Figura 49:** Entorno del Trimble Connect

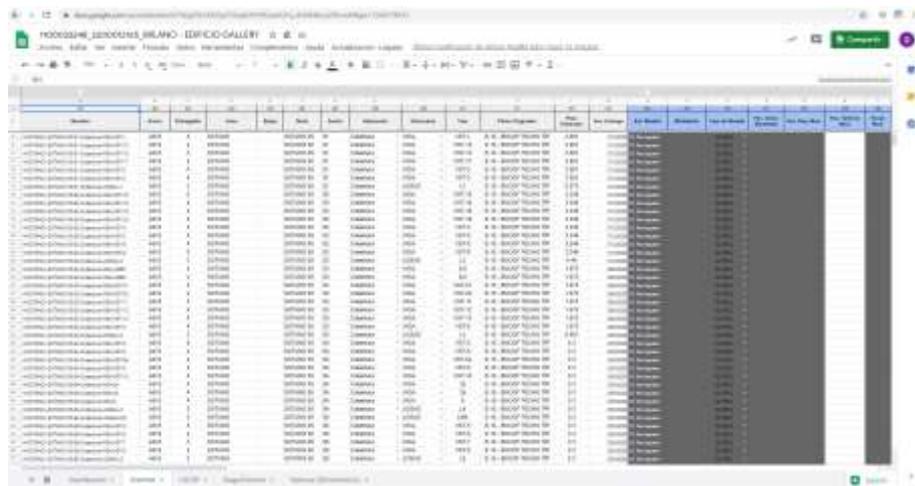
Fuente: TSC Innovation S.A.C.

### 3.2.6. Planificación

Tener una buena gestión es la base de todo proyecto ya que de esta manera se mantiene el control del material usado en cada fecha planeada y constatar si en realidad se está cumpliendo con la programación, por ello es necesario saber cuándo es la fecha real que se ha ejecutado tal labor.

La sectorización es importante en todo proyecto ya que así se tiene un tren de actividades mucho más ordenado.

Es por todas las razones expresadas líneas arriba que el HCAP es una herramienta vital dentro del modelamiento del proyecto ya que si no se tiene una guía de cómo está yendo el avance del proyecto no se podría obtener un modelo 100% veraz con el cual se pueda contar.



**Figura 50:** HCAP

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

### 3.2.7. Fabricación

Cada obra se divide en etapas las cuales cada etapa puede tener varios despachos o solo 1, a continuación los criterios de enviar a fabricar son:

- Planilla de la estructura
- El peso mínimo por pieza es de 1 kg si no fuera así se cambia el peso
- 15 tipos de estructuras para cada despacho
- No tener el mismo código



*Figura 51:* Maquinaria Automáticas para doblado de barras delgadas

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

### **3.2.8. Empaquetado – Etiquetado**

Todos los tipos de empaques se identifican con una etiqueta, por lo tanto junto con la hoja de despacho es una herramienta de gran ayuda para controlar la llegada del material.

Las etiquetas dan la información necesaria para que el operario pueda ubicar la pieza en los planos de instalación.

“Descripción del Proceso del ACEDIM Implementando el Programa Tekla Structures, en la Empresa TSC Innovation S.A.C.”



**Figura 52:** Etiqueta de las piezas

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.



**Figura 53:** Etiquetado del Pre armadas en la Planta de Pisco

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

### 3.2.9. Entrega e Instalado:

La entrega del ACEDIM debe ser verificada por el maestro herrero y almacenero de la obra ayudándose de las hojas de despacho para la identificación de los paquetes.

El buen almacenamiento del ACEDIM hace que el fierrero halle rápidamente las piezas de las estructuras que instalará y ello le dará buen rendimiento en la instalación.

En el caso que si fuera pre armado se instala el mismo día ya que son armaduras ya armadas.



**Figura 54:** Cargando el material para ser entregado en obra

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.



**Figura 55:** Entrega en Obra de pre armado

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.



*Figura 56:* Entrega en Obra de ACEDIM

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.



*Figura 57:* Instalación del Acero pre armado

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.



*Figura 58:* Instalación del ACEDIM

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

El ACEDIM en 2D es un servicio innovador para la construcción que consiste en la fabricación y entrega en obra del acero, teniendo un ahorro de mano de obra de un 20% a 30% y de acero con un 0% de merma, siendo un ahorro para la partida de acero desde un 5% a 10% dependiendo de la obra y diámetros de las estructuras, que con ayuda del AutoCAD y una planilla creada con macros LDv7 se diseña el ACEDIM (Acero Dimensionado).

**Tabla 5:**  
*Comparación del Acero Tradicional con el ACEDIM*

|                                 | METODO TRADICIONAL<br>(Utilizando Varillas) |                            | ACEDIM                                   |                            |
|---------------------------------|---|----------------------------|--|----------------------------|
| Costo por Acero                 | Acero en estructura                         | 300 TM                     | Acero en estructura                      | 300 TM                     |
|                                 | Merma por Corte (9%)                        | 27 TM                      | Merma por Corte                          | 0                          |
|                                 | Cantidad Comprada                           | 327 TM                     | Cantidad Comprada                        | 300 TM                     |
|                                 | Precio Referencial                          | 780 US\$/TM                | Precio Referencial                       | 780 US\$/TM                |
|                                 | <b>Gasto total en material</b>              | <b>255,060 US\$</b>        | <b>Gasto total en material</b>           | <b>234,000 US\$</b>        |
| Costo por mano de Obra          | Total de acero a trabajar                   | 327 TM                     | Total de acero a trabajar                | 300 TM                     |
|                                 | Costo de Instalación                        | 0.90 S/./kg<br>273 US\$/TM | Costo de Instalación                     | 0.65 S/./kg<br>197 US\$/TM |
|                                 | <b>Gasto Total de mano de Obra</b>          | <b>89,182 US\$</b>         | <b>Gasto Total de mano de Obra</b>       | <b>59,091 US\$</b>         |
| Servicio ACEDIM                 | Valor de Venta del Servicio                 |                            | Valor de Venta del Servicio(Referencial) | 85 US\$/TM                 |
|                                 | Total por servicio ACEDIM                   |                            | Total por servicio ACEDIM                | 25,500 US\$                |
| Total (tipo de cambio s/. 3.30) | <b>Costo Total</b>                          | <b>344,242 US\$</b>        | <b>Costo Total</b>                       | <b>318,591 US\$</b>        |
|                                 |   |                            | <b>Ahorro Total</b>                      | <b>25,651 US\$</b>         |
|                                 |   |                            | <b>Ahorro US\$/TM</b>                    | <b>86 US\$/TM</b>          |
|                                 |   |                            | <b>Ahorro sobre la partida</b>           | <b>7.50%</b>               |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°5: Se muestra el precio que cuesta una cantidad X de aceros con barra de 9 m. y mano de obra comparándolo con el ACEDIM con las mismas condiciones, demostrando que hay un ahorro de 7.5% en la partida de acero.

Con la llegada de la tecnología del BIM a la construcción se buscó implementar el programa Tekla Structures en el proceso del ACEDIM y a la vez ofrecer otros servicios que impliquen la utilización del programa y la metodología BIM, dando así mejores resultados a los que ya teníamos con el ACEDIM en 2D que aparte de la fabricación y entrega en obra, se habilita e instala en obra siendo así un ahorro en la partida del acero y concluyendo que el uso del programa es muy beneficioso, evidenciando entre los principales puntos: Obtención de metrados automáticos, ahorro de acero, Tiempos en diseño, tiempo en HH y visualización del proceso de construcción.

**Tabla 6:**

*Comparación del Método Tradicional vs la Metodología del ACEDIM con el Tekla Structures*

| <b>METODO TRADICIONAL</b>  | <b>EL ACEDIM CON EL TEKLA STRUCTURES</b>  |
|--|---|
| - <i>Costo indefinido.</i>   | - <i>Costo definido.</i>  |
| - <i>Tiempo de ejecución es incierta.</i>  | - <i>Se cumple con los tiempos enviados por el Ing. Responsable.</i>  |
| - <i>Precisión del acero es flexible.</i>  | - <i>Precisión de acero es precisa.</i>   |
| - <i>Existe merma de acero.</i>  | - <i>No hay merma de acero.</i>   |
| - <i>Incompatibilidades de planos entre especialidades.</i>                      | - <i>Las incompatibilidades se definen en el transcurso del diseño del modelo ya que se compatibilizan con las otras especialidades a la vez.</i> |
| - <i>Falta de información en los planos, la cual atrasa el diseño del acero.</i> | - <i>Enviamos consultas y proponemos soluciones guiándonos del RNE.</i>   |

|   |   |
|---|---|
| - Visualización de planos en 2D AutoCAD.  | - Visualización del proyecto es en 3D por el programa Tekla Structures y Trimble Connet.  |
| - Se trabaja con la cuadrilla completa del personal en la partida del acero.  | - Reducimos la cuadrilla del personal e instalamos el acero reduciendo el precio de la partida de acero.  |
| - No se sabe cómo quedara el acero en las estructuras y los cambios que pueden haber en el trascurso de la obra ya que el fierro avanza por tarea y tren de avance. | - En el modelo el ingeniero tiene una mejor visión de cómo quedara el acero en las estructura y tenemos tiempo de cambiar la estructura si hubiera planos nuevos. |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°6: Se muestra la comparación de los beneficios que se obtiene con ACEDIM con Tekla Structures Vs el método Tradicional.



**Figura 59:** Esquema que se realizó a una obra promedio con los diferentes suministros de acero, mostrando Kg/ HH que aumenta y el % de la partida del acero realizada en obra.

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

El presente informe de suficiencia profesional, ha sido descrito el proceso del diseño del ACEDIM (Acero Dimensionado) implementando el programa Tekla Structures de una manera didáctica, desde la asignación del proyecto, reuniones, diseño, fabricación y llegada a obra que se puede apreciar en la Figura N°8, dando soluciones sea por la experiencia o basándonos en el RNE, con la finalidad de que cualquier lector aunque no sea especializado en la materia pueda entender el proceso del acero dimensionado que no es más que el acero que se habilita con barra de 9 m. en una construcción, pero con la diferencia que nosotros hacemos llegar el acero con medidas exactas, cortado y doblado para ser habilitado en la obra.

Se describió el proceso del ACEDIM (Acero Dimensionado) con el AutoCAD y la planilla LDv7, que es la forma en la cual se metraba el acero Dimensionado en 2D desde la asignación del proyecto hasta su llegada a obra y explicando los errores de diseño en cada obra, pero a la vez brindando un ahorro de acero y mano de obra explicado en la Tabla N° 5, lo cual hasta este momento se utiliza pero en estructuras no muy grandes y cuando el cliente lo requiera.

Mediante la implementación del programa Tekla Structures en el proceso del ACEDIM (Acero Dimensionado), se explicó el flujo que se utiliza para el diseño del acero dimensionado en el modelo en la Figura N°36, evitando errores de diseño, ahorro en tiempo y poder compatibilizarlo con la metodología BIM, el cual se puede

demostrar en la Figuras N°59 donde figura el porcentaje de ahorro en cada forma de suministro de acero, para poder brindarle un mejor servicio a los clientes.

Se demostró el uso del programa Tekla Structures en el proceso del ACEDIM (Acero Dimensionado) minimizando los errores de diseños. En la Tabla N° 6 se hace una breve comparación explicando los beneficios que da utilizar el programa en el área de Ingeniería de Detalle.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a los nuevos ingresos a la Empresa TSC Innovation S.A.C. que la implementación del programa Tekla Structures en el área de ingeniería de detalle, no significa que el programa solucionó todo el proceso, hay criterios que uno como profesional y con experiencia tiene que tener para el modelamiento y dar las soluciones adecuadas a los clientes, ya que en los planos siempre se encuentra errores y si no contáramos con la experiencia se consulta a las personas con más experiencia del área para tratar de llegar a una solución.

A la Empresa TSC Innovation S.A.C. a continuar con las capacitaciones en el programa Tekla Structures ya que cada año se actualiza y así poder estar a la vanguardia de la tecnología y metodología BIM que es lo más utilizando hoy en día en las obras.

A los profesionales de la construcción a leer este informe para saber sobre unos de los programas que se utiliza para el detallamiento del acero y mejor si se optimiza con la metodología BIM.

La empresa TSC Innovation S.A.C. que mejoren las aplicaciones que implementan el con el programa Tekla Structures en vigas y columnas.

A los ingenieros encargados de obra que son nuevos en este método del ACEDIM siempre dar su plan de trabajo con unos días de holgura para que el

encargado del diseño pueda enviar a fabricación y llegar a tiempo a obra el acero y no exista retrasos ni reclamos.

A los maestros fierros de la obra, que el acero llega a obra con una medida exacta y que no hay por qué modificarlo y si lo hubiera tratar de hacerle llegar la información al diseñador ya que el considerara que el diseño inicial e incurrirá en errores a futuro del diseño.

A los nuevos ingresos a la empresa a revisar la planilla, formas, radios, etc. Todas las especificaciones ya que por el apuro de diseñar a veces se incurren en el error y no cambian las propiedades de la pieza y la planilla no reconoce ese error.

## REFERENCIAS

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2020) *Norma E.06, Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima – Perú.*

Norma Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, (*American Society for Testing and Materials o ASTM International*) *Barras de Construcción A615 grado 60.*

Norma Técnica Peruana NTP 341.031 grado 60 (2015). Lima, Perú.

Escuela de Construcción Digital (2020) – Reducción Efectiva de la Labor en Obra – ACEDIM Prearmado <https://www.youtube.com/watch?v=-VLlO2ln9Xs>

Sena (2020) – *Comparación de implementación CAD vs BIM para proyectos de construcción, arquitectura e ingeniería*  
<http://revistas.sena.edu.co/index.php/idea/article/view/3055>

Aceros Arequipa (2019) – *Construcción Integral. Boletín Técnico # 21*  
<https://www.acerosarequipa.com/boletines/construccion-integral/boletintecnico21.pd>

Constructivo (2018) - *BIM contribuye a la Copa del Mundo,*

<https://constructivo.com/noticia/bim-contribuye-a-la-copa-del-mundo-1530750063>

Quiroz F. (2020), *La Revista Costos – El Acero en la construcción 4.0. Lima, edición de 9 de mayo 2020. 21-27.*

Serna E. (2020), *Desarrollo e Innovación en Ingeniería. Medellín, Colombia.*

Bilbao A. (2019), *Análisis y Aplicación del Programa BIM Orientado al Diseño y Calculo Estructural “SDS/2”, de la Empresa Nemetschek. Belgica.*

Chico R. (2019) - *Mejorar los procesos de dimensionado, armado y montaje de estructura de acero que permita incrementar su productividad en la empresa Ferralia Perú S.A.C. Lima (Tesis). Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima, Perú.*

Gámez y Ojeda (2019), *Propuesta de Estrategia Educativa Fundamentada en el Aprendizaje Basado en problemas y la Metodología BIM para el Análisis de Rendimientos de Encofrados. Bucaramanga, Colombia.*

Blanco M. (2018) – *Cambiando el chip en la construcción, dejando la metodología tradicional de diseño AutoCAD para aventurarse a lo moderno de la*

*metodología BIM.* (Tesis). Universidad Católica de Colombia, Bogotá,  
Colombia.

Espinoza R. (2018), *Implementación de la tecnología BIM para mejorar la  
habilitación e instalación de acero en las construcciones de concreto – Lima  
2018.* (Tesis). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

Ismael C. y David L. (2017) - *Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo  
de vida en un proyecto,* (Tesis de Posgrado). Universidad Católica de  
Colombia, Bogotá, Colombia.

Rivadeneira B. (2016) *Aplicación de un software para la mejora de la calidad en el  
servicio de acero dimensionado (ACEDIM)* - (Tesis). Universidad Tecnológica  
del Perú, Lima, Perú.

Soriano K. (2016) – *La evaluación del sistema de despiece de aceros ASTM\_A615 en  
edificaciones en la ciudad de Huancayo.* - (Tesis). Universidad Peruana Los  
Andes, Huancayo, Perú.

## ANEXOS

|   |    |
|---|----|
| <b>Anexo N°1:</b> Formato De Pedido Baco (Barras De 9 Mt.).....                                   | 87 |
| <b>Anexo N°2:</b> Informe De Reclamo Por Piezas Erradas.....                                      | 88 |
| <b>Anexo N°3:</b> Portal Web Donde Se Podrá Hacer El Reclamo, Facturación, Certificados, Etc..... | 89 |
| <b>Anexo N°4:</b> Formato De Obra Cerrada (Compra De Acero Dimensionado).....                     | 90 |
| <b>Anexo N°5:</b> Certificado De Calidad Del Acero .....  | 91 |

**Anexo N° 1: Formato de pedido Baco (barras de 9 mt.)**

| Formato de Pedidos No Dimensionados |  | PEDIDO N°        | 0004   | VENDEDOR          | CCARDENAS          | COMENTARIOS      |            |
|-------------------------------------|--|------------------|--|-------------------|--------------------|------------------|------------|
|                                     |  |                  |  | SOLICITADO        | RZAVALA            | ZONAS A RELLENAR |            |
|                                     |  |                  |  | FECHA SOLICITUD   | mar 11-05          |                  |            |
| CLIENTE                             | TRADISA  |                  |  | CODIGO CLIENTE    | 165138             |                  |            |
| OBRA                                | CAMPERU_BARRAS_MAYO2010                                |                  |  | CODIGO OBRA       | 20090098           |                  |            |
| DIRECCION OBRA                      | LOS CEDROS MZ D LTE 6D LA CAPITANA HUACHIPA LURIGANCHO |                  |  |                   |                    |                  |            |
| CONTACTO EN OBRA                    | ING. ROLANDO RODRIGUEZ                                 |                  |  |                   |                    |                  |            |
| TELEFONO                            | 517-1328   |                  |  |                   |                    |                  |            |
| ESTRUCTURA                          | BARRAS PARA POSTES                                     |                  |  |                   |                    |                  |            |
| NIVEL                               | ..   |                  |  |                   |                    |                  |            |
| FECHA DE ENTREGA                    | jue 13-May   |                  | ← MODIFICAR FECHA SOLO SI ES POSTERIOR A LA FECHA MOSTRADA |                   |                    |                  |            |
| TIPO DE PRODUCTO                    | DIÁMETRO   | LONGITUD         | KG X PIEZA   | CANTIDAD VARILLAS | CANTIDAD TONELADAS | SUB-TOTALES      | TOTAL PESO |
| BACO (paquete 50 varillas)          | 4.7 MM   | 8.80MT           | 1.176kg  |                   |                    |                  |            |
| BACO                                | 6.0 MM   | 9.00MT           | 1.938kg  |                   |                    |                  |            |
| BACO                                | 8.0 MM   | 9.00MT           | 3.448kg  |                   |                    |                  |            |
| BACO                                | 12.0 MM  | 9.00MT           | 7.692kg  | 3,900 var.        | 30.0 ton.          | 30.000tn.        |            |
| BACO                                | 3/8"   | 9.00MT           | 4.808kg  |                   |                    |                  |            |
| BACO                                | 1/2"   | 9.00MT           | 8.621kg  |                   |                    |                  |            |
| BACO                                | 5/8"   | 9.00MT           | 13.333kg   |                   |                    |                  |            |
| BACO                                | 3/4"   | 9.00MT           | 19.608kg   |                   |                    |                  |            |
| BACO                                | 1"   | 9.00MT           | 34.483kg   |                   |                    |                  |            |
| BACO                                | 1.318"   | 12.00MT          | 95.238kg   |                   |                    |                  | 30.000tn.  |
| ALAMBRE                             | N° 8   | ROLLOS DE 100kg. |  |                   |                    |                  | Okg.       |
| ALAMBRE                             | N° 16  | ROLLOS DE 100kg. |  |                   |                    |                  | Okg.       |
| CLAVOS                              | 2"   | CAJAS DE 15 kg.  |  |                   |                    |                  | Okg.       |
| CLAVOS                              | 2.1/2"   | CAJAS DE 15 kg.  |  |                   |                    |                  | Okg.       |
| CLAVOS                              | 3"   | CAJAS DE 15 kg.  |  |                   |                    |                  | Okg.       |
| CLAVOS                              | 4"   | CAJAS DE 15 kg.  |  |                   |                    |                  | Okg.       |
| HOJAS DE SIERRA                     | 18 TPI   | CAJA DE 15 unid. |  |                   |                    |                  | Okg.       |

Fuente: TSC Innovation S.A.C.

## Anexo N° 2: Informe de Reclamo por Piezas Erradas



SEDE N°3 - LIMA  
Av. Enrique Meiggs 297 - Callao  
Telef. (51)(1) 517-1800  
Fax (51)(1) 452-0059

### INFORME DE RECLAMO

A :  
ASUNTO : TICKET N° 4706-17, CJR RENEWABLES  
FECHA : LIMA, 08 – 06 – 2017

#### 1. Introducción

- 1.1 Se atendió el reclamo presentado por el cliente CJR RENEWABLES, debido a comentarios de obra donde indican que las piezas de posiciones P15, P15A, P15E, P15F, P16A y P16B no encajan en el armado de la estructura en campo como se detalla en plano de diseño.
- 1.2 La visita se realizó junto a Walter Gamonal y en obra fuimos recibidos por el Ing. Fernando Hurtado, Ingeniero de Campo Parque Eólico - Nazca.

#### 2. Inspección.

##### 2.1 Dimensión de Forma 705

Conforme a visita anterior, el cliente manifestó que la forma de la pieza está conforme al diseño; sin embargo, recalca que durante la instalación de la malla superior de las zapatas, persiste la observación de las piezas indicadas manifestando que debido a que estas no encajan, debe correr una posición superior para continuar con el armado, quedando como sobrante las piezas observadas.

Para salir rápidamente del inconveniente, el cliente solicitó (por correo) aumentar la longitud de las piezas en dos oportunidades, 1.00m y 0.05m respectivamente, siendo la primera opción una longitud que le permitió el armado de la estructura, pero a su vez, esta excede el desarrollo real que requiere la pieza. Sobre la segunda opción, el material se encuentra en campo, pero debido a que aún no se instala, no se pudo constatar el correcto armado de la estructura.

Cliente indica que son soluciones que obra planteó pero que necesita urgente despiece correcto por parte de CAASA ya que obra no asumirá peso excedente generado por las piezas y al mismo tiempo, está perjudicando su avance proyectado.

##### 2.2 Medidas

Ante lo expuesto, se plantearon dos medidas correctivas:

- Revisión de despiece y planos de armado CAASA, revisando criterios para distribución de refuerzos (rolas) y mayor detalle de cotas y dimensiones entre piezas.
- Presencia de personal de CAASA al momento de instalación de la malla superior de la zapata con la finalidad de corroborar la correcta instalación del material según planos de armado y/o identificar motivo de la observación comentada.



#### 3. Conclusión

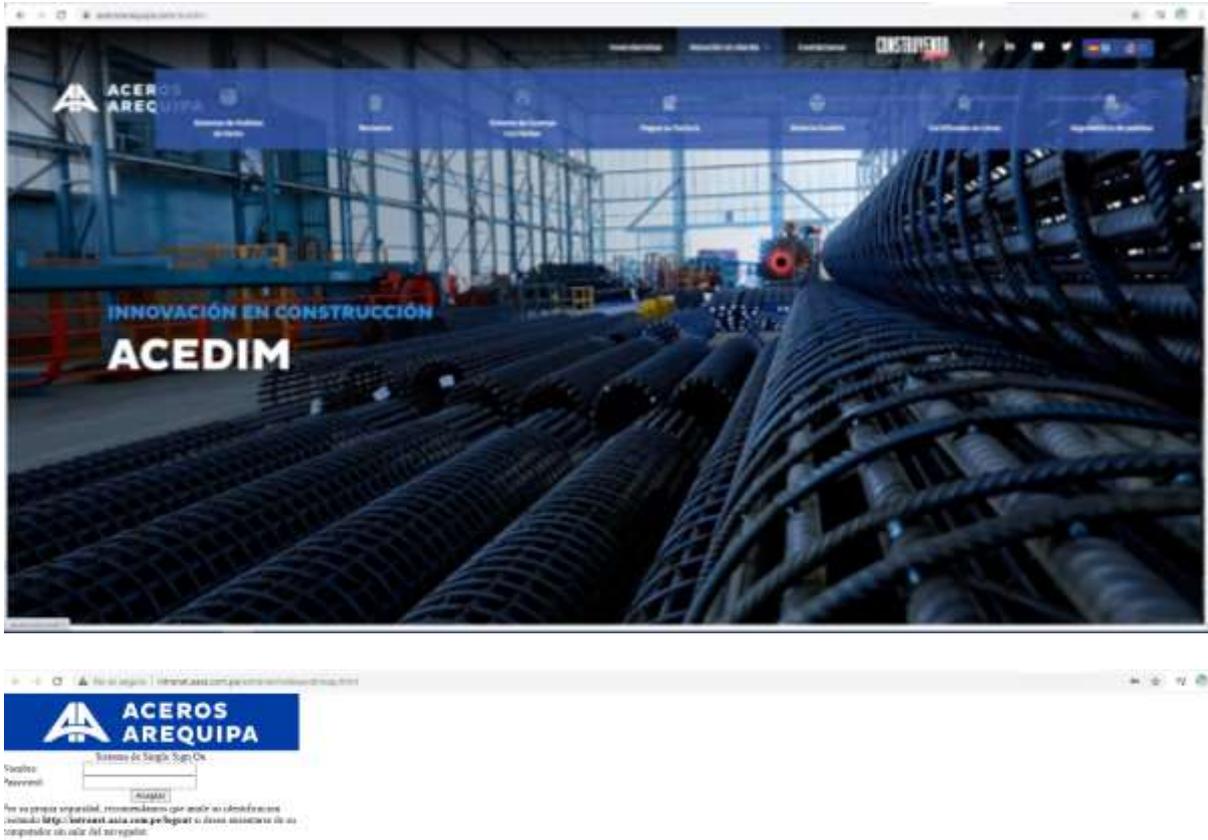
##### 3.1 El reclamo 4706-17

3.2 La atención de las mejoras solicitadas por el cliente corresponde a I&D.

Atentamente,  
Anibal Bernedo

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

*Anexo N° 3: Portal web donde se podrá hacer el reclamo, facturación, certificados, etc.*



Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

*Anexo N° 4: Formato de Obra Cerrada (Compra de Acero dimensionado)*

| FORMATO DE OBRA CERRADA - ACERO DIMENSIONADO |   |                  |                   |
|--|---|------------------|-------------------|
| FECHA:                                       | 10/02/2020  |                  |                   |
| OFERTA ACEDIM N°:                            | 2020012305  |                  |                   |
| O/C DEL CLIENTE N°:                          | S/N   |                  |                   |
| DATOS DEL CLIENTE                            |   |                  |                   |
| EMPRESA DUEÑA:                               | UNIVERSIDAD DE BARRANCA                                   |                  |                   |
| EMPRESA CONSTRUCTORA:                        | CONSTRUCTORA PEREZ & PEREZ SAC                            |                  |                   |
| AGENTE ACEDIM:                               | ▼   |                  |                   |
| EMPRESA CLIENTE:                             | ALMACENES Y SERVICIOS SANTA ANITA E.I.R.L.                |                  |                   |
| ¿CLIENTE NUEVO?:                             | <input checked="" type="checkbox"/> Sí                    |                  |                   |
| NOMBRE CORTO CLIENTE:                        | ALMACENES Y SERVICIOS SANTA ANITA E.I.R.L.                |                  |                   |
| RUC CLIENTE:                                 | 20572275915   |                  |                   |
| DATOS DE OBRA                                |   |                  |                   |
| NOMBRE DE OBRA:                              | PABELLON UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA                 |                  |                   |
| NOMBRE CORTO DE OBRA (ID):                   | PABELLON UNAB   |                  |                   |
| TIPO DE OBRA (COMERCIAL):                    | INFRAESTRUCTURA   |                  |                   |
| TORRES/NIVELES (EDIFICIO) Sot+Pisos:         |   |                  |                   |
| M2 CONSTRUCCIÓN (EDIFICIO):                  |   |                  |                   |
| VOLUMEN APROX. TM TOTAL:                     | % ESTIMADO ACEDIM:  | Mes Inicio Arox: | Duración [meses]: |
| 125  | 100%  | Nov-19           | 6                 |
| *DEMANDA PICO (TM MÁX):                      | 48  | *MES DEL PICO:   | Ene-20            |
| DIRECCIÓN DE LA OBRA:                        | AV. TORIBIO DE LUZURIAGA N°376                            |                  |                   |
| DISTRITO:                                    | BARRANCA  | PROVINCIA:       | BARRANCA          |
| DEPARTAMENTO:                                | LIMA  |                  |                   |
| TIPO DE ENTREGA:                             | ENTREGA POR CAASA ▼                                       |                  |                   |
| DIRECCIÓN ENTREGA MATERIAL:                  | <input checked="" type="checkbox"/> ¿Igual a Direc. Obra? |                  |                   |
| ¿OTRA DIRECCIÓN?:                            |   |                  |                   |
| DATOS DE ENTREGA DE DOCUMENTOS               |   |                  |                   |
| DIRECCIÓN DE ENTREGA DE DOCS.:               | ELECTRONICO   |                  |                   |
| DOC. NECESARIOS EN RECEPCIÓN:                | OC- FACTURA - GUIA  |                  |                   |
| DÍAS DE RECEPCIÓN:                           |   |                  |                   |
| CONDICIONES DE SERVICIO                      |   |                  |                   |
| NIVELES DE PRECIOS ACEDIM:                   | CAT 3   |                  |                   |
| TIPO DE EMPAQUE ACEDIM:                      | NORMAL (FOR ESTRUCTURA+PIEZAS) ▼                          |                  |                   |
| DESCUENTO PRECIO SERVICIO:                   | NO  |                  |                   |
| DESCUENTO PRECIO ACERO:                      | SI  |                  |                   |
| DESCUENTO FLETE:                             | NO  |                  |                   |
| FORMA DE PAGO:                               | F/ CONTADO  |                  |                   |

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.

Anexo N° 5: Certificado de Calidad del Acero

| ACEROS AREQUIPA                  |              | CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.<br>AV. ANTONIO MIRÓ QUESADA 428<br>PISO 17, MAGDALENA DEL MAR<br>LIMA 17, PERÚ |      |      |       |       |      |      |      |  |       |       |       |       |       |       |        |                 |                 |                  |      |         |      |
|----------------------------------|--------------|---|------|------|-------|-------|------|------|------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------------|-----------------|------------------|------|---------|------|
| <b>CERTIFICADO DE CALIDAD</b>    |              |   |      |      |       |       |      |      |      |  |       |       |       |       |       |       |        |                 |                 |                  |      |         |      |
| PRODUCTO : BARRA DE CONSTRUCCIÓN |              |   |      |      |       |       |      |      |      | N° E-0FE65-0259660-5170665199-80000-1_1  |       |       |       |       |       |       |        |                 |                 |                  |      |         |      |
| PLANTA : Callao CD               |              |   |      |      |       |       |      |      |      | NORMAS TÉCNICAS : ASTM A615/A615M Q80    |       |       |       |       |       |       |        |                 |                 |                  |      |         |      |
| CLIENTE : SODIMAC PERU S.A.      |              |   |      |      |       |       |      |      |      | NORMA DE ENSAYO : ASTM A370/E8/E290/E415 |       |       |       |       |       |       |        |                 |                 |                  |      |         |      |
|                                  |              |   |      |      |       |       |      |      |      | FACTURAN° : 0FE65-0259660                |       |       |       |       |       |       |        |                 |                 |                  |      |         |      |
| DIMENSION NOMINAL                | N° DE COLADA | COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)   |      |      |       |       |      |      |      |  |       |       |       |       |       |       |        | LIBRE DE FLESCA | RESIST TRACCIÓN | ALARGAM EN 200mm | RELF |         |      |
|                                  |              | C   | Mn   | Si   | P     | S     | Cr   | Ni   | Mo   | Cu                                       | Al    | Nb    | As    | Se    | Ca    | Fe    | RESIST |                 |                 |                  |      | ALARGAM |      |
| (%)                              | (%)          | (%)   | (%)  | (%)  | (%)   | (%)   | (%)  | (%)  | (%)  | (%)                                      | (%)   | (%)   | (%)   | (%)   | (%)   | (%)   | (%)    | (%)             | (%)             |                  |      |         |      |
| 12" x 99                         | 20429        | 0.48  | 0.56 | 0.21 | 0.019 | 0.006 | 0.11 | 0.06 | 0.01 | 0.27                                     | 0.017 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002  | 2               | 108             | 474.0            | 76.0 | 76.1    | 1.86 |
| 12" x 99                         | 20430        | 0.48  | 0.54 | 0.19 | 0.023 | 0.006 | 0.13 | 0.09 | 0.01 | 0.20                                     | 0.017 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002  | 3               | 100             | 471.0            | 74.0 | 74.0    | 1.56 |
| 12" x 99                         | 20431        | 0.48  | 0.51 | 0.20 | 0.025 | 0.006 | 0.16 | 0.08 | 0.01 | 0.22                                     | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002  | 3               | 101             | 466.0            | 75.0 | 75.0    | 1.37 |
| 30" x 99                         | 20170        | 0.42  | 0.54 | 0.18 | 0.022 | 0.024 | 0.14 | 0.09 | 0.01 | 0.19                                     | 0.025 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002  | 3               | 85              | 401.0            | 70.0 | 70.0    | 1.32 |
| 30" x 99                         | 20110        | 0.48  | 0.56 | 0.22 | 0.028 | 0.020 | 0.16 | 0.08 | 0.01 | 0.20                                     | 0.022 | 0.002 | 0.004 | 0.002 | 0.004 | 0.002 | 0.004  | 3               | 111             | 459.0            | 74.0 | 74.0    | 1.86 |
| 99M x 99                         | 11987        | 0.38  | 0.70 | 0.20 | 0.026 | 0.024 | 0.19 | 0.09 | 0.02 | 0.21                                     | 0.018 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 1               | 80              | 441.0            | 72.0 | 71.0    | 1.65 |
| 99M x 99                         | 20117        | 0.42  | 0.54 | 0.23 | 0.019 | 0.026 | 0.11 | 0.13 | 0.02 | 0.20                                     | 0.007 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002  | 2               | 119             | 486.0            | 78.0 | 74.2    | 1.51 |

(\*) Analisis en la Colada

| DIMENSION NOMINAL | N° DE COLADA | PESO METRICO |   | ALTURA RESALTE |      | ESPACIAM |         | ANGULO |
|-------------------|--------------|--------------|---|----------------|------|----------|---------|--------|
|                   |              | kg/m         | % | s1             | s2   | GAP      | RESALTE |        |
|                   |              |              |   | (mm)           | (mm) | (mm)     | (mm)    | (°)    |
| 12" x 99          | 20429        | 0.842        |   | 0.68           |      | 2.70     | 0.40    | 40     |
| 12" x 99          | 20430        | 0.840        |   | 0.68           |      | 2.70     | 0.40    | 40     |
| 12" x 99          | 20431        | 0.842        |   | 0.64           |      | 2.80     | 0.30    | 40     |
| 30" x 99          | 20170        | 0.832        |   | 0.49           |      | 2.20     | 0.30    | 40     |
| 30" x 99          | 20110        | 1.494        |   | 0.60           |      | 3.10     | 0.60    | 40     |
| 99M x 99          | 11987        | 0.310        |   | 0.36           |      | 1.70     | 0.10    | 40     |
| 99M x 99          | 20117        | 0.878        |   | 0.41           |      | 1.90     | 0.40    | 50     |

OBRA : MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE ATENCIÓN DE  
INCENDIOS Y EMERGENCIAS DE LA COMPAÑIA DE BOMBEROS VOLUNTARIOS ROMA N° 02  
DEL SECTOR ESTE DE LIMA CERCADO, PROVINCIA DE LIMA - LIMA

Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A.