



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN AVANZADO**

**“MANUAL PARA LA REPRESENTACIÓN ESTRUCTURAL DE PUENTES DE  
CONCRETO REFORZADO, PRETENSADO Y METÁLICOS EN UNITEC  
CAMPUS, S.P.S, 2021”**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**21411276 JOSÉ JAVIER MATUTE ORDOÑEZ**

**ASESOR METODOLÓGICO: ING. MICHAEL JOB PINEDA**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA, JULIO, 2021**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**UNITEC**

**PRESIDENTE EJECUTIVA**

**ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

**DESIRÉE TEJADA CALVO**

**RECTOR ACADÉMICO**

**MARLON ANTONIO BREVE REYES**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRANDA**

**VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA**

**JEFE ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

**HÉCTOR WILFREDO PADILLA**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS**

**EXIGIDOS PARA OPTAR AL TITULO**

**INGENIERO CIVIL**

**ASESOR METODOLÓGICO FASE I**

**“ING. MICHAEL JOB PINEDA”**

**ASESOR METODOLÓGICO FASE II**

**“ING. MICHAEL JOB PINEDA”**

**ASESOR TEMÁTICO**

**“ING. MARIO CÁRDENAS”**

**“ING. ÁNGEL DAVID FUNEZ”**

**MIEMBROS DE LA TERNA:**

**DERECHOS DE AUTOR**

© COPYRIGHT 2021

JOSÉ JAVIER MATUTE ORDOÑEZ

Todos los derechos están reservados

## DEDICATORIA

Primeramente, dedicar este logro a mis padres, que han sido un pilar importante en mi vida y cuyo apoyo y comprensión me ayudaron a seguir adelante con mis estudios hasta alcanzar esta meta. También, se lo dedico mis amigos, quienes me brindaban palabras de aliento en los momentos que más lo necesitaba. -José

*J. Matute* **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por haberme dado la fuerza para seguir adelante en este proceso formativo y poder alcanzar este logro. A mi familia que han permanecido a mi lado apoyándome en todo momento.

A los docentes que fueron parte de mi desarrollo profesional y en especial a los asesores Msc. Ing. Mario Cardenas y Msc. Ing. Ángel Funez quienes me guiaron para culminar con este trabajo y dedicaron horas de su tiempo. También se agradece puntualmente al Msc. Ingeniero Wilfredo Padilla, Msc. Ing. Oscar Castro, por el aporte de consejos, y comprensión, que ayudaron durante el proceso de mi desarrollo estudiantil, en mi estancia durante estos años en la universidad, y en última instancia se agradece a Msc. Ing. Michael Job por la paciencia y consejos que guiaron la creación, desarrollo y finalización de esta tesis.



## **RESUMEN EJECUTIVO**

El manual para la Representación Estructural de Puentes de Concreto Reforzado, Pretensado y Metálico busca guiar a los estudiantes y futuros profesionales de la carrera de ingeniería civil en el proceso de trazado de detalles estructurales y planos, creados a partir de una plantilla en AutoCAD. Se propone mostrar los conceptos y ejemplos de, detalles típicos de puentes y estructuras principales que lo conforman, como ser estribos, pilastras, vigas, cuadros acero de refuerzo y demás detalles necesarios para el desarrollo de planos de puentes.

Es importante resaltar que el manual está fundamentado, en códigos y normas de construcción nacional e internacional, como la AASHTO LRFD Bridge Design Specification, el Código ACI 31814, El manual para la construcción en acero AISC entre otras normas relevantes, necesarias para la construcción de puentes.

Palabras Clave: Planos, Detalles Estructurales, Rotulación, Acotación, Puentes, Concreto, Acero.



## **ABSTRACT**

The manual for the Structural Representation of Reinforced Concrete, Prestressed and Metallic Bridges seeks to guide students and future professionals of the civil engineering career in the process of drawing structural details and plans, created from a template in AutoCAD. It is proposed to show the concepts and examples of typical details of bridges and main structures that make it up, such as abutments, pilasters, beams, steel reinforcement frames and other details necessary for the development of bridge plans.

It is important to highlight that the manual is based on national and international building codes and standards, such as the AASHTO LRFD Bridge Design Specification, code ACI 318-14, the manual for steel construction AISC, among other relevant standards, necessary for the construction of bridges.

Keywords: Plans, Structural Details, Signage, Dimensioning, Bridges, Concrete, Steel.

## **ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>I. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>II. Planteamiento del problema .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Precedentes del problema .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. Definición del problema .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.1. Enunciado del problema .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.2. Formulación del problema .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3. Justificación .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4. Preguntas de investigación .....</b>	<b>12</b>
<b>2.5. Objetivos .....</b>	<b>12</b>
<b>2.5.1. Objetivo general .....</b>	<b>12</b>
<b>2.5.2. Objetivos específicos .....</b>	<b>13</b>
<b>III. Marco Teórico .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1. Análisis de la situación actual .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1.1. Análisis del Macroentorno .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1.2. Manual de Puentes Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1.3. Puentes con AASHTO LRFD 2010 por MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.4. Manual para Inspección de Puentes - 2018 .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1.5. Manual de construcción de puentes de concreto .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1.6. Performance-based seismic retrofit of a bridge bent .....</b>	<b>57</b>
<b>3.1.7. The (CDOT) Bridge Design Manual (BDM) .....</b>	<b>59</b>
<b>3.1.8. El pretensado Freyssinet .....</b>	<b>69</b>
<b>3.1.9. Three span continuous straight composite i girder.....</b>	<b>76</b>
<b>3.1.10. INFRA - Manual de electrodos para soldar.....</b>	<b>79</b>

3.1.2.	<b>Análisis del microentorno .....</b>	<b>85</b>
3.1.2.1	<b>Manual de carreteras SOPTRAVI-Tomo 6: Drenajes y Puentes .....</b>	<b>85</b>
3.1.3	<b>Análisis interno .....</b>	<b>93</b>
3.1.3.1	<b>Guía para la Representación gráfica de Elementos Estructurales, Formatos de Geotecnia y Administrativos .....</b>	<b>93</b>
3.1.4	<b>Manual de Representación para Proyectos de Graduación .....</b>	<b>99</b>
3.2	<b>Teoría de sustento .....</b>	<b>101</b>
3.2.1.	<b>Manual de carreteras SOPTRAVI-Tomo 6: Drenajes y Puentes .....</b>	<b>101</b>
3.2.2.	<b>AASHTO LRFD Bridge Design Specifications 2010 .....</b>	<b>107</b>
3.2.3.	<b>Codigo ACI – 318S – 14 .....</b>	<b>121</b>
3.2.4.	<b>Manual de construcción en acero AISC LRFD .....</b>	<b>130</b>
3.3	<b>Marco Conceptual .....</b>	<b>145</b>
3.4	<b>Marco legal .....</b>	<b>151</b>
3.4.1.	<b>LEY ORGÁNICA DEL COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE HONDURAS .....</b>	<b>151</b>
IV.	<b>Metodología .....</b>	<b>153</b>
4.1.	<b>Enfoque .....</b>	<b>153</b>
4.2.	<b>Variables de investigación .....</b>	<b>154</b>
4.2.1.	<b>Diagrama de variables de operacionalización .....</b>	<b>156</b>
4.2.2.	<b>Tabla de operacionalización .....</b>	<b>157</b>
4.3.	<b>Técnicas e instrumentos aplicados .....</b>	<b>168</b>
4.3.1.	<b>Instrumentos .....</b>	<b>168</b>
4.3.2.	<b>Técnicas .....</b>	<b>172</b>
4.4.	<b>Población y muestra .....</b>	<b>172</b>

4.4.1. Población .....	172
4.5. Metodología de estudio.....	173
4.5.1. Tipo de diseño .....	173
4.6. Fuentes de información .....	175
4.7. Cronograma de trabajo .....	177
V. Resultados y Análisis .....	179
5.1. Resultados de encuesta dirigida a ingenieros civiles .....	179
5.2. Cuestionario para estudiantes .....	190
VI. PROPUESTA .....	194
VII. CONCLUSIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
VIII. RECOMENDACIONES .....	¡Error! Marcador no definido.
Bibliografía .....	¡Error! Marcador no definido.
Anexos .....	¡Error! Marcador no definido.

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Detalle de vigas secciones longitudinales y transversales .....	3
---	---

<b>Ilustración 2 -Tabla de debilidades en los planos de los alumnos .....</b>	<b>4</b>
<b>Ilustración 3 - Contenido y metodología dibujo para Ingeniería.....</b>	<b>5</b>
<b>Ilustración 4 - Modelado estructural bodega en Etabs detalles .....</b>	<b>6</b>
<b>Ilustración 5 - Contenido de la clase de puentes .....</b>	<b>8</b>
<b>Ilustración 6 - Planos de Obra Tipo .....</b>	<b>10</b>
<b>Ilustración 7 - Capturas de pantalla búsqueda de manual de dibujo de puentes en CRAI</b>	<b>11</b>
<b>Ilustración 8 - Búsqueda de manual de dibujo de puentes .....</b>	<b>11</b>
<b>Ilustración 9 - Manual de Puentes – Perú en base a AASHTO LRFD 2014 .....</b>	<b>15</b>
<b>Ilustración 10 - Puentes Tipo Arco .....</b>	<b>17</b>
<b>Ilustración 11 - Puente Colgante .....</b>	<b>18</b>
<b>Ilustración 12 - Puente Tipo Viga I .....</b>	<b>19</b>
<b>Ilustración 13 - Puente Tipo Viga Cajón .....</b>	<b>20</b>
<b>Ilustración 14 - Detalle típico acera sobreelevada .....</b>	<b>22</b>
<b>Ilustración 15 – Barandas para peatones (13.8.2.-1 AASHTO) .....</b>	<b>23</b>
<b>Ilustración 16 - Barandas para ciclistas (13.9.3-1 AASHTO). .....</b>	<b>24</b>
<b>Ilustración 17 - Puentes con AASHTO-LRFD 2010 .....</b>	<b>25</b>
<b>Ilustración 18 - Planta, elevación y sección transversal .....</b>	<b>26</b>
<b>Ilustración 19 - Aceras peatonales y barandal típico.....</b>	<b>27</b>
<b>Ilustración 20 - Dimensiones de Barrera Vehicular New Jersey .....</b>	<b>28</b>
<b>Ilustración 21 - Elevación, Sección Transversal y Distribución de Acero en Losa .....</b>	<b>29</b>
<b>Ilustración 22 – Detalles de refuerzo en puentes .....</b>	<b>30</b>

-	
-	
-	
-	
<b>Ilustración 23</b>	<b>Estribo de Gravedad, Voladizo, con Pantalla y Contrafuerte .....31</b>
<b>Ilustración 24</b>	<b>Estribo de Gravedad, Voladizo, con Pantalla y Contrafuerte .....32</b>
<b>Ilustración 25</b>	<b>Disposición de armaduras en estribo .....33</b>
<b>Ilustración 26</b>	<b>Portada y contenido del Manual de Inspección de Puentes de México ....34</b>
<b>Ilustración 27</b>	<b>- Puente con alineamiento vertical en tangente horizontal ..... 35</b>
<b>Ilustración 28</b>	<b>- Puente con alineamiento vertical en tangente con pendiente ..... 36</b>
<b>Ilustración 29</b>	<b>- Puente con alineamiento vertical en cresta ..... 37</b>
<b>Ilustración 30</b>	<b>- Puente con alineamiento vertical en cresta ..... 37</b>
<b>Ilustración 31</b>	<b>- Puentes isostático, hiperestático, articulado y tipo gerber. .... 38</b>
<b>Ilustración 32</b>	<b>- Puentes de armadura, arco, colgante y atirantado ..... 39</b>
<b>Ilustración 33</b>	<b>- Partes que componen los puentes ..... 40</b>
<b>Ilustración 34</b>	<b>- Junta elastomérica reforzada y no reforzada ..... 41</b>
<b>Ilustración 35</b>	<b>- Elementos que componen una junta asfáltica ..... 42</b>
<b>Ilustración 36</b>	<b>- Elementos que componen una junta metálica sin sello fijo ..... 42</b>
<b>Ilustración 37</b>	<b>- Elementos de la superestructura ..... 43</b>
<b>Ilustración 38</b>	<b>- Superestructura de losa maciza ..... 44</b>
<b>Ilustración 39</b>	<b>- Superestructura de losa aligerada ..... 44</b>
-	
-	

-	
-	
-	
-	
-	
<b>Ilustración 40 - Superestructura de losa con nervaduras .....</b>	<b>45</b>
<b>Ilustración 41 - Superestructura de losa sobre vigas .....</b>	<b>45</b>
<b>Ilustración 42 - Superestructura de losa sobre vigas cajón .....</b>	<b>46</b>
<b>Ilustración 43 - Elementos de una armadura paso superior .....</b>	<b>46</b>
<b>Ilustración 44 Elementos que conforman un estribo .....</b>	<b>47</b>
<b>Ilustración 45 Elementos de un estribo enterrado .....</b>	<b>48</b>
<b>Ilustración 46 Elementos de un estribo con aleros en "U" .....</b>	<b>48</b>
<b>Ilustración 47 Elementos de un caballete con cimentación profunda .....</b>	<b>49</b>
<b>Ilustración 48 Elementos de una pila tipo muro .....</b>	<b>49</b>
<b>Ilustración 49 Elementos de una pila tipo columna .....</b>	<b>50</b>
<b>Ilustración 50 - Elementos de una pila tipo marco rígido .....</b>	<b>50</b>
<b>Ilustración 51 - Sección transversal de pilotes .....</b>	<b>51</b>
<b>Ilustración 52 - Sección transversal de pilotes .....</b>	<b>52</b>
<b>Ilustración 53 - Apoyos de Neopreno .....</b>	<b>53</b>
<b>Ilustración 54 - Tipos de alambre, resistencia y porcentajes de elongación .....</b>	<b>54</b>
<b>Ilustración 55 - Propiedades elementales que cumplen los alambres sin revestimiento. ..</b>	<b>54</b>
<b>Ilustración 56 – Resistencia y carga mínima para diversos diámetros de varilla de acero .</b>	<b>55</b>
<b>Ilustración 57 - Ejemplos de estribos construidos en mampostería de piedra .....</b>	<b>56</b>
-	
-	

-	
-	
-	
-	
<b>Ilustración 58 - Título y perfiles de los ingenieros .....</b>	<b>57</b>
<b>Ilustración 59 - Puente de vigas continuas de 3 claros .....</b>	<b>57</b>
<b>Ilustración 60 - Detalles de refuerzo de pilastra .....</b>	<b>58</b>
<b>Ilustración 61 - Portada (CDOT) Bridge Design Manual .....</b>	<b>59</b>
<b>Ilustración 62 - Holguras en puentes para carreteras de alta velocidad .....</b>	<b>60</b>
<b>Ilustración 63 - Holguras en puentes para carreteras de baja velocidad .....</b>	<b>60</b>
<b>Ilustración 64 - Refuerzos en viga capitel de altura constante y variable .....</b>	<b>61</b>
<b>Ilustración 65 - Tabla de refuerzo de losa para vigas de concreto .....</b>	<b>62</b>
<b>Ilustración 66 - Tabla de refuerzo de losa para vigas de metal .....</b>	<b>63</b>
<b>Ilustración 67 Refuerzo de losa apoyadas en viga de concreto y metal .....</b>	<b>64</b>
<b>Ilustración 68 Estribo apoyado en pilotes .....</b>	<b>65</b>
<b>Ilustración 69 Cimentación apoyada en pilotes (planta) .....</b>	<b>66</b>
<b>Ilustración 70 Cimentación apoyada en pilotes (sección) .....</b>	<b>67</b>
<b>Ilustración 71 Cimentación de muro de contención (cuña de cortante – shear key) .....</b>	<b>67</b>
<b>Ilustración 72 Sección típica de muro de contención .....</b>	<b>68</b>
<b>Ilustración 73 - El pretensado Freyssinet .....</b>	<b>69</b>
<b>Ilustración 74 - Clasificación y categorías de uso pretensado interior .....</b>	<b>70</b>
<b>Ilustración 75 - Clasificación y categorías de uso pretensado exterior .....</b>	<b>71</b>
-	
-	

-	
-	
-	
-	
<b>Ilustración 76 - Clasificación y categorías de uso pretensado exterior .....</b>	<b>72</b>
<b>Ilustración 77 - Clasificación y categorías de uso pretensado exterior .....</b>	<b>73</b>
<b>Ilustración 78 - Tabla de zunchos cruzados y sus dimensiones .....</b>	<b>74</b>
<b>Ilustración 79 - Tabla de zunchos cruzados y sus dimensiones .....</b>	<b>75</b>
<b>Ilustración 80 - Tabla de zunchos cruzados y sus dimensiones .....</b>	<b>75</b>
<b>Ilustración 81 - Ejemplo de viga tipo i compuesta recta continua de tres tramos .....</b>	<b>76</b>
<b>Ilustración 82 - Sección típica del caso de estudio vigas tipo espaciadas 12 pies.....</b>	<b>77</b>
<b>Ilustración 83 - Planta de entramado de vigas – (framing plan) .....</b>	<b>78</b>
<b>Ilustración 84 - Planta de entramado de vigas – (framing plan) .....</b>	<b>79</b>
<b>Ilustración 85 - INFRA manual de electrodos para soldar .....</b>	<b>80</b>
<b>Ilustración 86 - Clasificación A.W.S. para electrodos .....</b>	<b>81</b>
<b>Ilustración 87 - Interpretación de la clasificación A.W.S. de electrodos .....</b>	<b>81</b>
<b>Ilustración 88 - Símbolos básicos de soldadura .....</b>	<b>82</b>
<b>Ilustración 89 - Símbolos básicos complementarios de soldadura .....</b>	<b>82</b>
<b>Ilustración 90 Ejemplo para soldadura doble en ángulo interior .....</b>	<b>83</b>
<b>Ilustración 91 Ejemplo para soldadura continua e intermitente en ángulo interior. ....</b>	<b>83</b>
-	
-	

-	
-	
-	
-	
<b>Ilustración 92</b>	<b>Ejemplo para soldadura intermitente alternada en ángulo interior. ....84</b>
<b>Ilustración 93</b>	<b>Ejemplo para soldadura en ranura en "V" sencilla .....84</b>
<b>Ilustración 94</b>	<b>Portada Manual de carreteras-tomo 6: Drenajes y puentes .....85</b>
<b>Ilustración 95</b>	<b>Perfil de elevación del rio Guaimaca .....86</b>
<b>Ilustración 96</b>	<b>- Estribos contruidos dentro del canal ..... 87</b>
<b>Ilustración 97</b>	<b>- Estribos contruidos sobre el borde del canal ..... 88</b>
<b>Ilustración 98</b>	<b>- Estribos contruidos fuera del borde del canal ..... 89</b>
<b>Ilustración 99</b>	<b>- Tipos de pilastras más comunes ..... 90</b>
<b>Ilustración 100</b>	<b>- Secciones típicas para protecciones de piedra ..... 91</b>
<b>Ilustración 101</b>	<b>- Secciones típicas de muros de gaviones ..... 92</b>
<b>Ilustración 102</b>	<b>- Ubicación del rotulo en el formato Tamaño Tabloide(11"x17").....</b>
<b>95</b>	
<b>Ilustración 103</b>	<b>- Dobles de ganchos a 90° y 180° para barras longitudinales ..... 96</b>
<b>Ilustración 104</b>	<b>- Dobles de ganchos a 90° grados ..... 96</b>
<b>Ilustración 105</b>	<b>- Barras en paquetes en viga ..... 96</b>
<b>Ilustración 106</b>	<b>- Forma de agrupación de barras en paquetes ..... 97</b>
<b>Ilustración 107</b>	<b>- Recubrimientos de barras de refuerzo en vigas ..... 97</b>
-	
-	

-	
-	
-	
-	
-	
<b>Ilustración 108 - Sección longitudinal de viga y traslapes de barra .....</b>	<b>97</b>
<b>Ilustración 109 - Formas de estribos .....</b>	<b>98</b>
<b>Ilustración 110 - Nodos unión viga columna .....</b>	<b>98</b>
<b>Ilustración 111 - Acotación de contra flechas .....</b>	<b>98</b>
<b>Ilustración 112 - Acotación de contra flechas .....</b>	<b>99</b>
<b>Ilustración 113 Acotación Tableros de la losa comunes para la Superestructura .....</b>	<b>107</b>
<b>Ilustración 114 Acotación Tableros de losa comunes para la Superestructura .....</b>	<b>108</b>
<b>Ilustración 115 Refuerzo en compresión para el control de fisuras en los puntales .....</b>	<b>108</b>
<b>Ilustración 116 Refuerzo de anillos en espirales .....</b>	<b>109</b>
<b>Ilustración 117 Refuerzo de anillos de confinamiento en miembros a compresión .....</b>	<b>110</b>
<b>Ilustración 118 Refuerzo de anillos de confinamiento en miembros a tensión .....</b>	<b>111</b>
<b>Ilustración 119 - Detalle de ganchos y longitud de desarrollo .....</b>	<b>112</b>
<b>Ilustración 120 - Categorías de detalle de fatiga inducida por carga .....</b>	<b>113</b>
<b>Ilustración 121 - Detalle de conexión a cortante en tablero de losa metálica.....</b>	<b>121</b>
<b>Ilustración 122 - Detalle de anclajes .....</b>	<b>122</b>
<b>Ilustración 123 - Detalle de empalmes .....</b>	<b>123</b>
<b>Ilustración 124 - Ejemplos de estribos cerrados de confinamiento superpuestos .....</b>	<b>124</b>
<b>Ilustración 125 - Detalle de empalmes .....</b>	<b>125</b>
-	
-	

-	
-	
-	
-	
<b>Ilustración 126 - Geometría del gancho y longitud de desarrollo de barras .....</b>	<b>125</b>
<b>Ilustración 127 - Diámetro mínimo interior de doblado en ganchos .....</b>	<b>126</b>
<b>Ilustración 128 – Estribos y ganchos suplementarios en columnas .....</b>	<b>127</b>
<b>Ilustración 129 – Detalle de anillos en espiral continuo .....</b>	<b>128</b>
<b>Ilustración 130 - Anclaje de estribos circulares. ....</b>	<b>128</b>
<b>Ilustración 131 - Anclaje de estribos circulares. ....</b>	<b>129</b>
<b>Ilustración 132 - Longitud de traslapo para el refuerzo en espiral .....</b>	<b>129</b>
<b>Ilustración 133 - Detalle longitudinal de viga #1 .....</b>	<b>130</b>
<b>Ilustración 134 - Detalle longitudinal de viga #2 .....</b>	<b>131</b>
<b>Ilustración 135 - Detalle y distribución de conectores de cortante o cizalla .....</b>	<b>132</b>
<b>Ilustración 136 Empalmes soldados y apernados .....</b>	<b>132</b>
<b>Ilustración 137 Disposición de la soldadura según el eje del elemento .....</b>	<b>133</b>
<b>Ilustración 138 Soldadura e identificación del borde de la platina .....</b>	<b>134</b>
<b>Ilustración 139 Tipo de perno y tuerca.....</b>	<b>135</b>
<b>Ilustración 140 Dimensiones nominales del agujero .....</b>	<b>135</b>
<b>Ilustración 141 Dimensiones nominales del agujero .....</b>	<b>136</b>
<b>Ilustración 142 - Perno estructural hexagonal pesado y tuerca hexagonal pesada .....</b>	<b>137</b>
<b>Ilustración 143 - Marcado necesario para conjuntos aceptables de pernos y tuercas .....</b>	<b>138</b>
-	
-	

-	
-	
-	
-	
<b>Ilustración 144 - Identificación de pernos estructurales de alta resistencia .....</b>	<b>139</b>
<b>Ilustración 145 - Dimensiones de pernos estructurales de alta resistencia .....</b>	<b>140</b>
<b>Ilustración 146 - Nomenclatura de soldadura de filete .....</b>	<b>141</b>
<b>Ilustración 147 - Nomenclatura de soldadura de ranura .....</b>	<b>142</b>
<b>Ilustración 148 - Simbología de Soldadura #1 .....</b>	<b>143</b>
<b>Ilustración 149 - Simbología de Soldadura #2 .....</b>	<b>144</b>
<b>Ilustración 150 - Diagrama de Variables de Operacionalización .....</b>	<b>156</b>
<b>Ilustración 151 - Autodesk .....</b>	<b>168</b>
<b>Ilustración 152 - Autodesk Civil 3d .....</b>	<b>168</b>
<b>Ilustración 153 - Autodesk AutoCAD .....</b>	<b>169</b>
<b>Ilustración 154 - Paquete de Microsoft .....</b>	<b>169</b>
<b>Ilustración 155 - Paquete de Adobe .....</b>	<b>169</b>
<b>Ilustración 156 - Zoom Video .....</b>	<b>170</b>
<b>Ilustración 1578 - Técnicas de investigación aplicadas .....</b>	<b>172</b>
<b>Ilustración 1589 - Tipo de Diseño de investigación .....</b>	<b>174</b>
<b>Ilustración 159 Grafico de Porcentaje de ingenieros que han supervisado puentes .....</b>	<b>179</b>
<b>Ilustración 160 Selección de Normas de Diseño para Estructuras de Puentes .....</b>	<b>180</b>
-	
-	

-	
-	
-	
-	
<b>Ilustración 161</b>	<b>Entregable de Planos para Estructuras de Puentes.....185</b>
<b>Ilustración 162</b>	<b>Entregable de Planos para Plano de Localización .....185</b>
<b>Ilustración 163</b>	<b>Entregable de Planos para Planta y Perfil .....186</b>
<b>Ilustración 164</b>	<b>Entregable de Planos para Detalles de Estribo .....186</b>
<b>Ilustración 165</b>	<b>- Entregable de Planos para Detalles de Pilastra ..... 187</b>
<b>Ilustración 166</b>	<b>- Entregable de Planos para Detalles de Viga ..... 187</b>
<b>Ilustración 167</b>	<b>- Entregable de Planos para Detalles de Pretel y Barrera de Contención . 189</b>
<b>Ilustración 168</b>	<b>- Entregable de Planos para Detalles de Estructura Metálica ..... 189</b>
<b>Ilustración 169</b>	<b>- Agrupación de los Alumnos en la Carrera de Ingeniería Civil ..... 190</b>
<b>Ilustración 170</b>	<b>- Dificultades de los alumnos en el trazado de planos ..... 191</b>
<b>Ilustración 171</b>	<b>- Dificultades en los Alumnos en el Trazado de Planos ..... 191</b>
<b>Ilustración 172</b>	<b>- Dificultades en los Alumnos en el Trazado de Detalles ..... 192</b>
<b>Ilustración 173</b>	<b>- Grafico de aprobación de los alumnos para clases de dibujo ..... 193</b>
<b>Ilustración 174</b>	<b>- Grafico de aprobación de los alumnos para el desarrollo del manual. . 193</b>
<b>Ilustración 175</b>	<b>- Detalles de muro de concreto ..... ¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Ilustración 176</b>	<b>- Muros de Concreto, Definición Geométrica y Materiales¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Ilustración 177</b>	<b>- Superestructura Tipo Luces 10m a 14m ..... ¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Ilustración 178</b>	<b>- Superestructura Tipo Luces 15m a 19m ..... ¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Ilustración 179</b>	<b>- Superestructura Tipo Luz 20m ..... ¡Error! Marcador no definido.</b>

-

-

-

-

**Ilustración 180 - Superestructura Tipo Luz 25m ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**Ilustración 181 - Superestructura Tipo Luz 30m ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**Ilustración 182 - Detalles de Pretel ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**Ilustración 183 Detalles de Pretel 2 ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**Ilustración 184 Superestructura Preesforzada Luz 20m ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**Ilustración 185 Superestructura Preesforzada Luz 25m ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**Ilustración 186 Superestructura Preesforzada Luz 30m ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**Ilustración 187 - Detalles de Pilotes ..... ¡Error! Marcador no definido.**

**ÍNDICE DE TABLAS** **Tabla 1-Contenido de planos del Manual de Representación.....¡Error!**  
 Marcador no definido.

**Tabla 2 - Enfoques cuantitativos y cualitativos ..... 153**

**Tabla 3 - Tabla de Variables de Operacionalización ..... 155**

**Tabla 4 - Descripción de las variables de operacionalización..... 160**

**Tabla 5 - Fuentes de información..... 186**

## I. INTRODUCCIÓN

En la historia de la humanidad el hombre ha buscado plasmar y representar sus ideas en dibujos, dicha representación se normalizó con el paso del tiempo, y se convirtió en lo que se conoce como dibujo técnico, el cual contiene estándares y normas que buscan simplificar y unificar la manera en que se muestran los diferentes tipos de proyectos, como ser trazos y detalles acerca de la mecánica, electricidad, hidráulica, arquitectura, diseño e ingeniería.

Como se mencionó anteriormente el dibujo técnico se normalizó en los diferentes países del mundo conforme estos mejoraban su industria y procesos de construcción e ingeniería, Honduras no es la excepción en este tema, ya que desde el año 1994 el Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras junto a SOPTRAVI instó a sus profesionales a crear un manual, que abarcara todas las normas y especificaciones técnicas, para la construcción de obras públicas en el país, como resultado de esto, los ingenieros crearon ocho tomos acerca de los procesos, normas, contenido y planos, que actualmente rigen la construcción para carreteras y puentes en el país.

Así mismo, en la búsqueda de la mejora continua, las universidades también instan a sus alumnos a prepararse en el ámbito técnico y representación gráfica de sus proyectos de ingeniería, en el caso UNITEC, se apoya y se exige a los alumnos en este proceso de mejora, y como resultado de estas acciones los estudiantes han creado guías y manuales para la interpretación del dibujo de ingeniería, tanto en la carrera de arquitectura, como en la carrera de ingeniería civil, del fruto del esfuerzo de los estudiantes han surgido manuales como: Guía para la Representación Gráfica de Elementos Estructurales, Formatos de Geotecnia y Administrativos y el Manual de Representación para Proyectos de Graduación en las Áreas de Agua y Saneamiento y Vías de Comunicación para la Carrera de Ingeniería Civil UNITEC, así mismo para continuar con el proceso de estandarización en la carrera de ingeniería civil, se decidió crear el Manual para la Representación Estructural de Puentes de Concreto Reforzado, Pretensado y Metálicos en UNITEC Campus, S.P.S, 2021, este proyecto servirá como guía para el docente y el estudiante, en donde tendrán los mejores ejemplos para la representación estructural de puentes, conforme las leyes que rigen el país, y las normas internacionales como la AASHTO LRFD Bridge Design Especificación, ACI, AISC, y AWS.

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A continuación, se presenta el planteamiento del problema, en donde se mostrarán las dificultades actuales de los alumnos y por qué se decidió desarrollar este proyecto, además se darán a conocer las preguntas de investigación y los objetivos que direccionarán la metodología de esta investigación.

### **2.1. PRECEDENTES DEL PROBLEMA**

Durante el año 2020 en la carrera de Ingeniería Civil en UNITEC se ha descubierto un déficit por parte de los alumnos, al momento de presentar los planos de los proyectos en las diferentes clases de estructuras avanzadas, e incluso en los proyectos de graduación, dicha problemática trata sobre el orden, lógica, y contenido con el cual deben contar los planos, a continuación, presentaremos los precedentes de esta problemática que sigue ocurriendo actualmente.

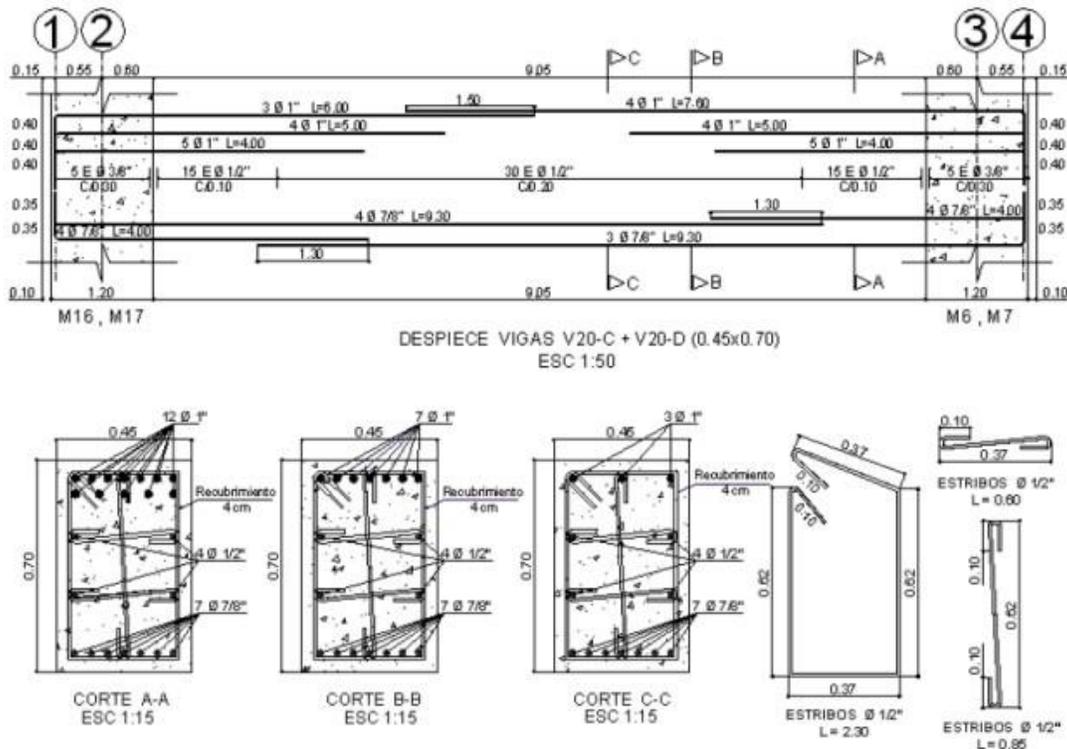
A partir del año 2020 se han creado varios manuales que ayudan a los estudiantes en el desarrollo de los planos de sus proyectos para las clases de estructuras avanzadas, e incluso para los proyectos de graduación, el objetivo de estos proyectos en la universidad es reducir la problemática actual que tienen los estudiantes al momento de detallar los planos en estructuras como puentes, edificaciones multiniveles, estructuras de bodegas entre otros, los cuales son trabajos típicos asignados por los catedráticos durante el periodo de clases.

Dentro de estos manuales se encuentra la Guía para la Representación Gráfica de Elementos Estructurales, Formatos de Geotecnia realizado en el 2020 por los alumnos Angela Girard, Marco Sosa y Renato Murillo

La Guía para la Representación gráfica de Elementos Estructurales, Formatos de Geotecnia y Administrativos es una síntesis del lenguaje visual utilizado en actividades de la generación de proyectos en la facultad de ingeniería civil con respecto a proyectos de construcción, para efectuar la comunicación de ideas que encierran un contenido físico. Se define como lenguaje gráfico, debido a que la comunicación que se ha de transmitir se efectúa por intermedio de representaciones, esquemas y simbologías que se depositan o imprimen sobre una superficie de papel de dibujo o planos digitales. (Girard A., Sosa M., Murillo R.,2020)

El objetivo principal del manual es comunicar la información en un momento dado o registrar la información para ser utilizada en cuanto sea necesario, especialmente dicha información podrá ser útil, para los proyectos de clase, los laboratorios de suelo y proyectos de graduación, en la guía de representación gráfica de proyectos estructurales se muestran detalles de cimentaciones columnas, vigas y losas, con los cuales el estudiante podrá guiarse para trazar detalles de estructuras similares. (Girard, Sosa, & Murillo, 2020)

Como se pueden observar en las imágenes de los detalles estos también muestran las acotaciones que se deberán tomar en cuenta, observe el detalle del ejemplo en la ilustración 1:



**Ilustración 1 - Detalle de vigas secciones longitudinales y transversales**

Fuente: (Girard A., Sosa M., Murillo R.,2020)

En los detalles se pueden observar las dimensiones acotadas, los cortes de las secciones transversales, tipos de barras entre otras especificaciones relevantes con las que debe contar un plano de estructuras. Son en estos detalles en los cuales el catedrático hace énfasis en su importancia, ya que con estos detalles se procede a construir las edificaciones.

Además de la Guía para la Representación Gráfica de Elementos Estructurales, Formatos de Geotecnia realizada en el 2020, se desarrolló un manual específicamente para proyectos de graduación, en cual por medio de encuestas y entrevistas a los catedráticos se logró recolectar valiosa información sobre las deficiencias de los estudiantes de la carrera de ingeniería civil de UNITEC campus S.P.S.

La investigación realizada por los alumnos en el periodo del 2020 para el proyecto de "Manual de Representación para Proyectos de Graduación en las Áreas de Agua y Saneamiento y Vías de Comunicación para la Carrera de Ingeniería Civil UNITEC" realizado por los alumnos Natarén, Barahona y Chávez, muestran en sus resultados los problemas o deficiencias que tiene los estudiantes al momento de realizaron los detalles en los planos.

Para conocer las debilidades percibidas por los profesionales docentes de las áreas de interés en cuanto, a los planos entregados por los estudiantes de la carrera de ingeniería civil, se realizó un listado de las debilidades más mencionadas por ellos (véase en la tabla 28), la cual presenta una sumatoria que nos estipula que áreas de los documentos entregados son visualizadas como las más críticas. Dentro de las debilidades más mencionadas por los ingenieros se encuentra la organización en los planos, siendo esta la de mayor importancia ya que los docentes presentan una alta preocupación por la falta de orden y lógica en los entregables presentados. (Barahona, R., Chávez, D. & Natarén, A., 2020)

A continuación, se muestran la siguiente ilustración de los problemas y deficiencias típicas de los alumnos de la carrera de ingeniería civil. La tabla funciona mediante una sumatoria de puntos, en la cual se exponen ciertas debilidades que presenta la actual población estudiantil.

**Tabla 28. Debilidades poseídas en los planos de los estudiantes**

Debilidades	Puntuación			Sumatoria
	Ing. Sergio Paredes	Ing. Jose Velasquez	Ing. Mario H. Cardenas	
Tamaños de texto	1	0	0	1
Escala	1	0	1	2
Grosor de línea	1	0	1	2
Detalles técnicos	0	1	1	2
Organización	1	1	1	3
Formato	1	0	0	1
Información relevante	1	1	0	2

### **Ilustración 2 -Tabla de debilidades en los planos de los alumnos**

Fuente: (Barahona, R., Chávez, D. & Natarén, A., 2020)

En base a la tabla se puede observar que las mayores deficiencias radican en la organización y detalles técnicos e información relevante.

Entre más puntos tenga asignada la debilidad citada, de mayor importancia y relevancia será el problema expuesto, como conclusión del análisis de la tabla se observa que los mayores problemas se tienen en la organización de la información, escalas, y detalles técnicos.

Para ahondar más en los precedentes del problema se optó por observar el pensum y contenido de la clase de Dibujo para ingeniería que se imparte en UNITEC, en este curso se muestra de manera introductoria, los aspectos más importantes sobre el trazo de los dibujos, vistas, fachadas y perspectivas que normalmente contiene un plano de arquitectura o de ingeniería civil.

Para obtener una mejor comprensión de la clase se presenta el plan de estudios del curso de Dibujo para Ingeniería, cabe resaltar que las competencias que debe obtener los estudiantes para dicha clase es saber interpretar planos existentes y preparar planos de acuerdo a las buenas prácticas de ingeniería.

<b>ASIGNATURA: LABORATORIO DE DIBUJO PARA INGENIERÍA</b>		
<b>Código:</b> LCI101		
<b>Área Académica:</b> INGENIERÍA CIVIL		
<b>Bloque de Conocimiento:</b> TECNOLOGÍAS BÁSICAS		
<b>Requisitos:</b> MAT103 Geometría y Trigonometría, LCC104 Ofimática Avanzada		
<b>U. V. (0-1)</b>	<b>TOTAL HORAS ACADÉMICAS: 45</b>	
	<b>U.V. TEÓRICAS: 0</b>	<b>U.V. PRÁCTICAS: 1</b>
<b>Descripción de la Asignatura:</b> Este curso desarrolla en el estudiante las habilidades y técnicas de dibujo asistido por computadora (CAD). Prepara al estudiante para poder hacer representaciones de sólidos, vistas, cortes y configuración de planos.		
<b>Conocimientos Previos:</b> Aplicación de conocimientos de los cursos de Álgebra Lineal e Introducción a la Ingeniería Industrial		
<b>Competencias</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Interpreta planos existentes.</li> <li>2. Prepara planos de acuerdo las buenas prácticas en ingeniería.</li> </ol>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conoce y domina las técnicas de dibujo asistido por computadora.</li> <li>2. Representa vistas de sólidos.</li> <li>3. Representa en un plano una instalación.</li> <li>4. Realiza cortes y fachadas de estructuras.</li> </ol>		
<b>Contenido Conceptual</b>	<b>Contenido Procedimental</b>	<b>Contenido Actitudinal</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Normalización.</li> <li>2. Ambiente CAD.</li> <li>3. Cortes y Fachadas.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización y elección de escalas.</li> <li>• Dibujo de perspectivas e Isométricas</li> <li>• Dibujo de plantas, cortes, fachadas.</li> <li>• Uso de tecnología CAD para el dibujo e impresión de planos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compromiso con la calidad.</li> <li>• Trabajo en Equipo.</li> <li>• Orientación al Logro</li> <li>• Creatividad e Innovación.</li> </ul>

**Ilustración 3 - Contenido y metodología dibujo para Ingeniería**

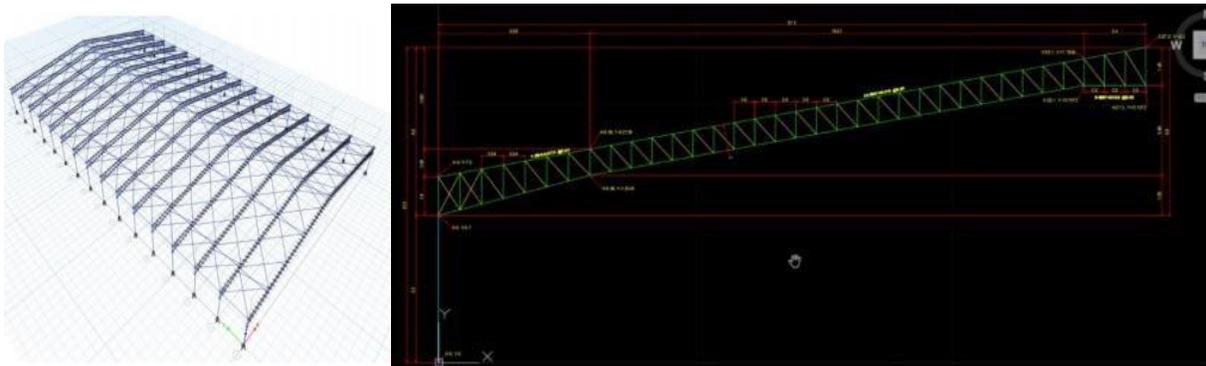
Fuente: (UNITEC Facultad de Ingeniería, 2015)

En la ilustración 3 se logra observar, los conocimientos previos que deberá tener el alumno antes de cursar la clase, también se muestran las competencias y contenido de estudio de la clase.

También se puede ver que se iniciará el curso aprendiendo el uso de las herramientas de dibujo a mano, la utilización de escalas, el dibujo de perspectivas isométricas, fachadas y cortes, no obstante, no especifica qué tipo de estructura se aprenderán a detallar, si estos detalles, serán de una vivienda de índole social, una bodega de almacenamiento, un edificio multinivel o en última instancia un puente, ya sea este de estructura de concreto o metálico.

Se menciona y se hace énfasis en este tipo de estructuras ya que estos fueron proyectos de clases avanzadas, en donde muchas ocasiones se pide modelar estas estructuras en Etabs o Staad, y además de eso también se pide al alumno un pequeño plano constructivo o detalles de dicha estructura calculada.

A continuación, en la ilustración se muestra un ejemplo de lo antes mencionado.



**Ilustración 4 - Modelado estructural bodega en Etabs detalles**

Fuente: (Matute, 2019)

La ilustración 4 muestra los detalles de la cercha de la estructura de la bodega, esto fue proyecto de la clase de Diseño Estructural II, en ocasiones similares, ocurre lo mismo para la clase de Concreto II y Puentes. Es por eso por lo que la clase de dibujo para ingeniería se vuelve importante en las clases avanzadas de la carrera.

Volviendo al tema de la clase de dibujo para ingeniería, se puede observar en el contenido procedimental que se implementará el software CAD para el proceso de detalles, e impresión de planos, con los cuales se generará el producto final. Hay que mencionar que el CAD es la herramienta de trabajo de arquitectos e ingenieros.

“El diseño CAD (diseño asistido por computadora) se usa en casi todas las industrias, en proyectos tan variados como el diseño de paisajes, la construcción de puentes, el diseño de edificios de oficinas” (autodesk,2020)

Claramente para una mejor calidad en los planos este tipo de software es indispensable, así mismo su correcto uso y aprendizaje ayudará a los alumnos a presentar trabajos que estén de acuerdo con los parámetros de calidad de educación en UNITEC. No obstante, se puede observar que el contenido de la clase es introductorio, ya que no se práctica en ella, los detalles, contenido y especificaciones técnicas que deberán llevar los planos de clases avanzadas como: Concreto I y II, Diseño de Estructuras I y II y la clase de Puentes, observe la ilustración 2.

Hay que mencionar que en estas clases es donde los estudiantes tienden a tener más problemas, como la demuestra la investigación realizada por los alumnos en el periodo del 2020 para el proyecto de Manual de Representación para Proyectos de Graduación en las Áreas de Agua y Saneamiento y Vías de Comunicación para la Carrera de Ingeniería Civil UNITEC realizado por los alumnos Natarén, Barahona y Chávez, cuyos resultados de las entrevistas realizadas a los catedráticos de la carrera de ingeniería civil demuestran los problemas o deficiencias que muestran los estudiantes al momento de presentar su planos y detalles estructurales

Además, otra problemática actual es que, en las clases avanzadas como Puentes, Estructuras de Concreto II y Diseño de Estructuras I y II se hace más énfasis en el proceso de cálculo o modelado estructural, y luego realizar dichas actividades se pide a los estudiantes presentar un juego plano constructivo que involucre detalles, contenido y especificaciones técnicas.

También hay que mencionar que estas estructuras son mucho más complejas de detallar y representar en los planos, lo cual puede significar un reto para los estudiantes, mucho más si estos solo han cursado una clase introductoria de dibujo.

A continuación, en la siguiente ilustración se presenta el contenido de la clase de puentes, que como competencias los estudiantes deben ser capaces de identificar aspectos generales del diseño y construcción de puentes y poder aplicar sus conocimientos al proceso constructivo.

ASIGNATURA: PUENTES		
Código: CIV507		
Área Académica: INGENIERÍA CIVIL		
Bloque de conocimientos: TECNOLOGÍAS APLICADAS] CIVIL		
Requisito: CIV406Diseño Estructural II		
U.V: 4 (4-0)	Horas Académicas: 60	
	UV TEÓRICAS: 4	UV PRÁCTICAS: 0
Descripción de la Asignatura: En este curso el estudiante aprenderá sobre los aspectos generales de diseño de los puentes, los diferentes tipos de puentes que se pueden construir dentro o fuera del país y los métodos constructivos para la construcción de los mismos.		
Conocimientos Previos: Mecánica de Suelos, Hidrología y Estructuras de Concretos II.		
Competencias		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifica los aspectos generales del diseño y construcción de puentes.</li> <li>2. Aplica conocimientos al proceso constructivo.</li> </ol>		
Subcompetencias		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Define los estudios necesarios para realizar el diseño de puentes.</li> <li>2. Aplica conocimientos de localización y dimensionamiento de los puentes.</li> <li>3. Calculo de las diferentes cargas para las cuales pueden ser diseñadas los puentes.</li> <li>4. Identifica las etapas, procedimientos y equipos necesarios para la construcción de un puente.</li> </ol>		
Contenidos Conceptuales	Contenidos Procedimentales	Contenidos Actitudinales
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudios básicos en puentes.</li> <li>2. Acciones sobre los puentes.</li> <li>3. Análisis de superestructura.</li> <li>4. Análisis de Subestructura.</li> <li>5. Construcción de puentes.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir los diferentes estudios necesarios para realizar el diseño de un puente.</li> <li>• Criterios de localización y dimensionamiento de puentes.</li> <li>• Categorización de puentes.</li> <li>• Cálculo de cargas aplicadas a los puentes.</li> <li>• Diseño de superestructura de los puentes.</li> <li>• Identificación de las diferentes alternativas geométricas que pueden ser utilizadas en la subestructura de un puente.</li> <li>• Proceso de diseño de la subestructura de un puente.</li> <li>• Procedimientos y equipos necesarios para la construcción de un puente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compromiso con la calidad.</li> <li>• Trabajo en Equipo.</li> <li>• Solución de Problemas con Pensamiento Científico.</li> <li>• Orientación al Logro</li> <li>• Creatividad e Innovación.</li> </ul>

**Ilustración 5 - Contenido de la clase de puentes**

Fuente: (UNITEC Facultad de Ingeniería, 2015)

Claramente se puede observar en el contenido de la clase no abarca en su listado, el juego de planos que conforman una estructura de puente, debido a que la clase se enfoca más en el área de cálculo, no obstante, como proyecto de clase es usual que el catedrático asigne al menos la representación de los planos de la losa, viga, estribos cimentación entre otros detalles y al no tener una guía para representar dichos detalles, en conclusión, esto se vuelve una tarea compleja para

los estudiantes. en donde usualmente al no tener conocimientos para la representación de estos planos, los alumnos presentan de manera errónea o inconclusa estas asignaciones.

## **2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Luego de haber explicado los precedentes del problema sobre el déficit en la realización y trazado de los planos en los alumnos se dará a conocer el enunciado del problema y la formulación de este.

### 2.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

“Actualmente existe un déficit en la creación de planos para clases avanzadas como, Concretos II, Diseño Estructural I y II, y Puentes, en donde se requiere trazar y detallar de la manera más precisa los refuerzos en estructuras de puentes de concreto reforzado, pretensado y metálico”.

### 2.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué información técnica, geométrica y detalles constructivos se deberán incluir en el desarrollo del Manual de Representación Estructural de Puentes de Concreto Reforzado, Pretensado y Metálicos para estudiantes de ingeniería civil en UNITEC San Pedro Sula 2021?

## **2.3. JUSTIFICACIÓN**

Como quedó demostrado en la sección 2.1 y sección 2.2 existe un déficit por parte de los estudiantes de ingeniería civil del campus S.P.S, en donde se observa que hay debilidades al momento de presentar los proyectos de clase que envuelven la ejecución del trazado y detalle de planos estructurales, así mismo, la veracidad de esta problemática fue comprobada por la investigación realizada por los estudiantes Barahona, R., Chávez, D. & Natarén, A., en el 2020.

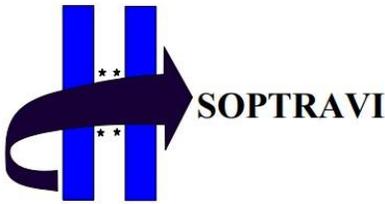
“En la carrera de ingeniería civil, la falta de un manual de representación de planos simboliza un problema para el 37.25% de los estudiantes” (Chávez et. Al, 2020)

Además al ver las guías y manuales que se mencionaron en la sección 2.1 se observó que estos no presentan detalles estructurales para puentes, tampoco se observó detalles estructurales de elementos metálicos.

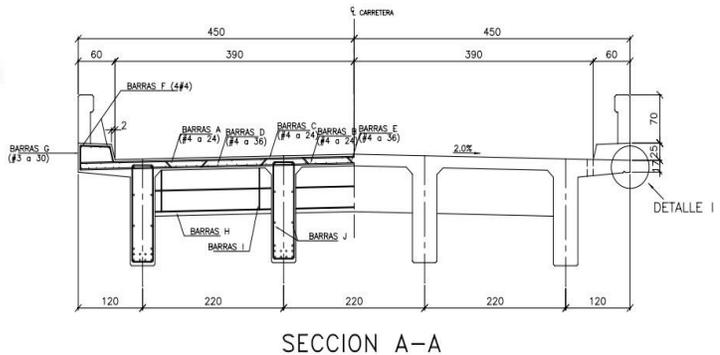
Así mismo, aunque SOPTRAVI tiene planos de obra tipo para puentes, este no presenta detalles del Estibo, su cimentación, pantalla, y losa de aproximación, el mismo caso ocurre, para la pilastra, en donde no se muestran los detalles para la cimentación de la pilastra, columna, empalmes de columna y viga capitel entre otros detalles relevantes, también, no se presenta ningún detalle sobre la estructura metálica y especificaciones relacionadas a dicho tema, ya que en el 1994, la cual fue la fecha de creación del manual de SOPTRAVI en el país todavía no se manejaban en gran cantidad las estructuras metálicas, ya que se prefiere construir en concreto debido a la fácil accesibilidad a este material.

A continuación, se presenta la portada del manual del de SOPTRAVI Tomo 7 el expone ciertos detalles de índole estructural acerca de la temática de puentes, como es el caso de la sección típica y su respectivo cuadro de acero.

**REPÚBLICA DE HONDURAS**  
SECRETARÍA DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE OBRAS PÚBLICAS,  
TRANSPORTE Y VIVIENDA



**DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS**  
**MANUAL DE CARRETERAS**  
**TOMO 7**  
**PLANOS DE OBRA TIPO**



CUADRO DE REFUERZO		REFUERZO EN LOSAS Y DIAFRAGMAS																					
		LUZ 10.0m				LUZ 11.0m				LUZ 12.0m				LUZ 13.0m				LUZ 14.0m					
BARRA	CAL.	SEP. (cm)	TIPO	LONG. (cm)	CANT.	PESO (kg)	LONG. (cm)	CANT.	PESO (kg)	LONG. (cm)	CANT.	PESO (kg)	LONG. (cm)	CANT.	PESO (kg)	LONG. (cm)	CANT.	PESO (kg)					
A	4	24	2	910	42	382.2	379.5	910	46	418.8	415.7	910	50	455.0	451.8	910	54	491.4	488.0				
B	4	24	1	890	42	373.8	371.2	890	46	409.4	406.5	890	50	445.0	441.9	890	54	480.6	477.2				
C	4	24	1	890	42	373.8	371.2	890	46	409.4	406.5	890	50	445.0	441.9	890	54	480.6	477.2				
D	4	36	1	990	50	495.0	491.5	1090	50	545.0	541.2	1190	50	595.0	590.8	1290	50	645.0	640.5				
E	4	36	1	990	50	495.0	491.5	1090	50	545.0	541.2	1190	50	595.0	590.8	1290	50	645.0	640.5				
F	4	S/P	1	990	8	79.2	78.6	1090	8	87.2	86.6	1190	8	95.2	94.5	1290	8	103.2	102.5				
G	3	30	4	119	68	80.9	45.2	1190	74	86.1	49.2	119	80	95.2	53.2	119	88	104.7	104.0				
H	6	S/P	1	650	12	78.0	174.3	650	12	78.0	174.3	650	12	78.0	174.3	650	12	78.0	174.3				
I	3	10	3	140	153	214.2	119.7	140	163	214.2	119.7	140	153	214.2	119.7	140	153	214.2	119.7				
<b>PESO TOTAL (Kgs)</b>				2522.7				2740.9				2958.9				3223.9				3396.4			

**Ilustración 6 - Planos de Obra Tipo**

Fuente: (SOPTRAVI,1994)

En dicho manual se observan ciertos detalles para los puentes, como ser detalles de viga, losa y diafragma, no obstante, el manual se muestra incompleto ya que carece y no presenta los planos y detalles del estribo, pilastra, y estructuras metálicas para los puentes.

Otra problemática que se encontró durante el proceso de investigación es que en los recursos del CRAI no se encontró un documento específico para la representación gráfica de puentes y sus detalles estructurales:



**Ilustración 7 - Capturas de pantalla búsqueda de manual de dibujo de puentes en CRAI**

Fuente: (Matute, 2021)

El mismo resultado se obtiene si busque específicamente "manual de dibujo para puentes" o "representación gráfica de puentes" en ebooks7-24.

A continuación, se muestra la captura de pantalla en la búsqueda digital de información sobre la representación gráfica de puentes:



**Ilustración 8 - Búsqueda de manual de dibujo de puentes**

Fuente: (Matute, J.,2021)

Claramente se observa que la búsqueda no tuvo existo alguno, tras no haberse encontrado ningún documento específico para la representación gráfica de puentes ya sean estos de concreto reforzado o metálico. En conclusión, se debe proveer una guía a los alumnos para el trazado, contenido, especificaciones y entregable de planos para la representación estructural de puentes.

## **2.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

- 1) En base a las necesidades de construcción de puentes en Honduras, ¿qué normas, detalles y notas técnicas se deberán incluir en los planos de puentes?
- 2) Según las necesidades de los ingenieros y el entorno laboral, ¿cuál será el entregable de planos y el contenido a presentar?
- 3) En función de las necesidades y requerimientos académicos de los catedráticos de UNITEC, ¿qué otros temas se deberían abarcar en el manual de dibujo de puentes?
- 4) Según los requerimientos de los alumnos de UNITEC, ¿Qué aspectos y detalles se deberán mostrar en el manual, para que los estudiantes complementen de manera satisfactoria sus trabajos que abarquen la temática de puentes de concreto reforzado, pretensado y metálico?

## **2.5. OBJETIVOS**

En base a las preguntas de investigación planteadas, se establecen los objetivos que van de acuerdo con lo que se desea investigar y que, además, será necesario alcanzar para poder brindar información útil sobre la representación gráfica de puentes en base a las necesidades del mercado laboral en Honduras y las necesidades de los catedráticos y estudiantes de UNITEC, S.P.S.

### **2.5.1. OBJETIVO GENERAL**

“Desarrollar un Manual para la Representación Estructural de Puentes de Concreto Reforzado, Pretensado y Metálicos, en base a las normas internacionales (AASHTO, ACI, AISC) que cubra las necesidades del mercado laboral de Honduras y ayude a reducir el déficit en la creación de planos estructurales de puentes de los estudiantes de ingeniería civil UNITEC, S.P.S, 2021”

### 2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Definir las normativas y detalles técnicos que incluirá el Manual de Representación Estructural de Puentes de Concreto Reforzado, Pretensado y Metálicos.
- 2) Mostrar el contenido, anotaciones y entregable de planos que requiere la construcción de un puente.
- 3) Determinar los temas a cubrir en base a las necesidades de los catedráticos de UNITEC.
- 4) Agregar los aspectos y detalles más relevantes, para que los alumnos complementen de manera satisfactorias sus trabajos de clase de puentes.

### **III. MARCO TEÓRICO**

Una vez definido los precedentes del problema, en donde se señalaron los puntos en los cuales los estudiantes de ingeniería civil UNITEC presentan debilidades al momento de generar planos y trazos de tipo estructural y constructivo en sus proyectos y clases, es necesario hacer referencia a la teoría que brinde información relevante y apoye esta investigación. Se presentan las bases teóricas dentro y fuera de Honduras, así mismo el marco conceptual define criterios imprescindibles para una mejor interpretación de la investigación y finalmente se muestran las bases legales dentro de las que recae el entregable.

#### **3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Una vez definido los precedentes, en donde se señalaron los aspectos que afectan a los estudiantes de la carrera de ingeniería civil en las diferentes clases y el planteamiento del problema, en el cual se indicó que la mala organización en el trazado de los detalles y aspectos técnicos al momento de generar planos estructurales se procederá a recopilar información relacionada a la temática de detallado estructural tanto en documentos nacionales como internacionales.

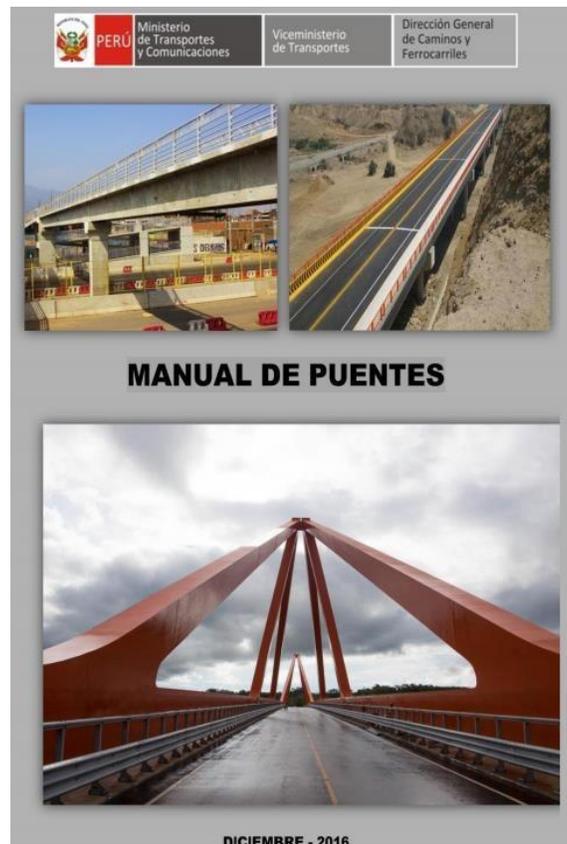
##### **3.1.1. ANÁLISIS DEL MACROENTORNO**

En vista de que los puentes, son necesarios para el desarrollo e interconectividad del país es indispensable que los estudiantes y futuros profesionales, sepan, no solo interpretar un plano estructural de puentes, si no también, saber crear los trazos, elementos, detalles, contenido y especificaciones técnicas con los cuales debe contar el entregable de este tipo de estructuras. Por lo cual, se hará referencia a documentos que rigen el diseño de puentes, tanto a nivel nacional e internacional, con el fin de enlistar los detalles y contenido relevante que se deberá anotar en los planos y entregables de puentes de concreto reforzado, pretensado y metálicos.

##### **3.1.2. MANUAL DE PUENTES MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, PERÚ**

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016):

El Manual de Puentes forma parte de los Manuales de Carreteras establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, aprobado por D.S. N° 034-2008MTC, y constituye uno de los documentos técnicos de carácter normativo, que rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio. La presente norma es una actualización del Manual de Diseño de Puentes aprobado por Resolución Ministerial 589-2003-MTC/02 del 31 de julio de 2003, dicha actualización se elaboró incorporando en gran parte las Especificaciones Técnicas de las Normas Americanas AASHTO LRFD, Séptima Edición del año 2014. (p. 50)



**Ilustración 9 - Manual de Puentes – Perú en base a AASHTO LRFD 2014**

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

El Manual de Puentes consta de los elementos y detalles que conforman una estructura de puente de concreto, normas de cálculo en base a la AASHTO LRFD 2014, además de conceptos relacionados a la temática de los puentes los cuales procederemos a enlistar.

A continuación, se presenta la clasificación de los puentes según tipo, material y sistema estructural

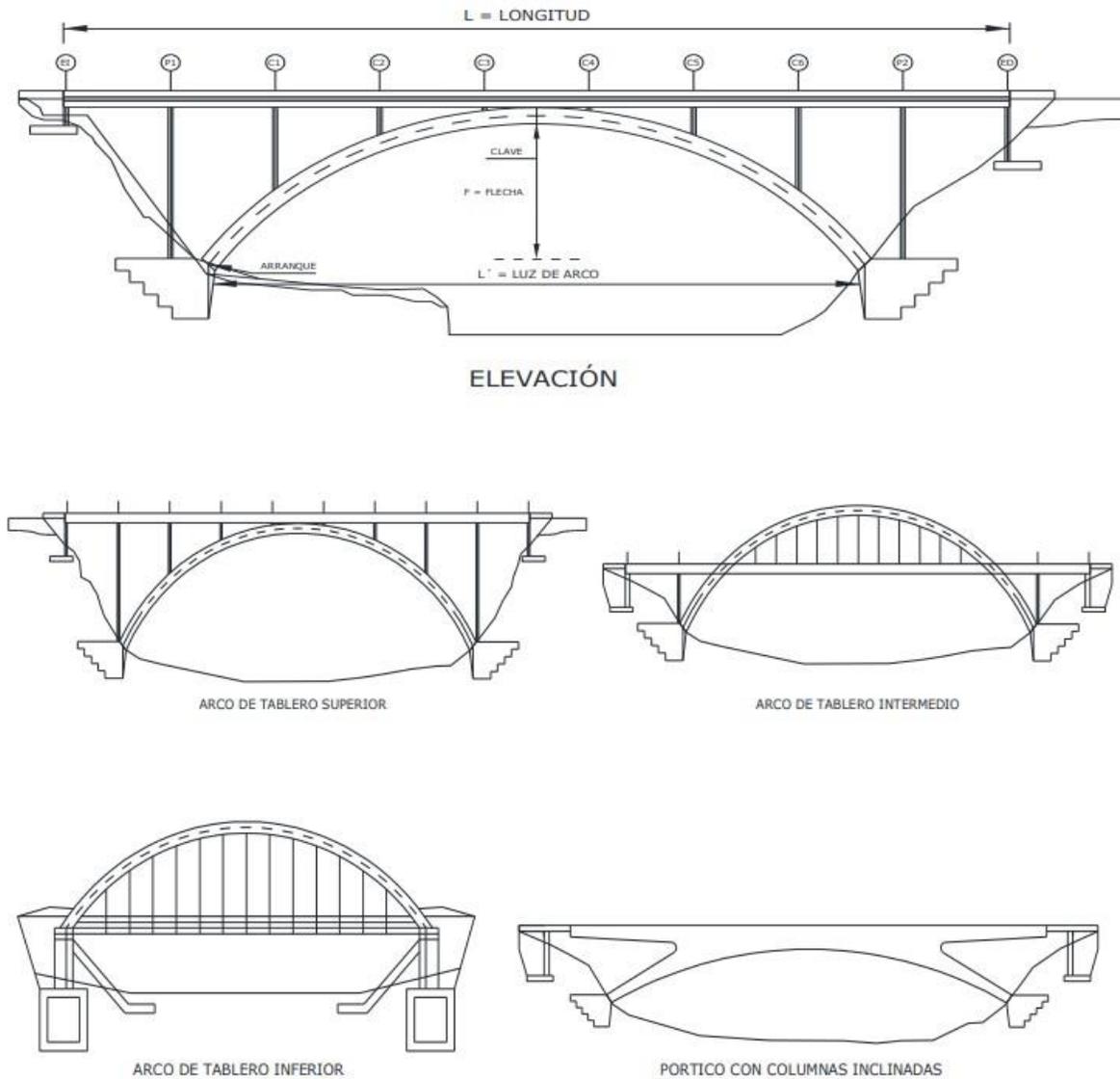
### 3.1.2.1. *Clasificación de los puentes*

Los puentes se pueden clasificar en diferentes maneras:

- **Según la Naturaleza de la Vía Soportada:** Se distinguen puentes para carretera, para ferrocarril, para trenes eléctricos de pasajeros, para acueductos, puentes para peatones y los puentes para aviones que existen en los aeropuertos; también existen puentes de uso múltiple.
- **Según el Material:** Existen puentes de piedra, madera, sogas, hierro, acero, concreto armado, concreto preesforzado, y últimamente de materiales compuestos (fibras de vidrio, fibras de carbón, etc.). La clasificación se hace considerando el material constitutivo de los elementos portantes principales.
- **Según el Sistema Estructural Principal:** Los puentes se clasifican en las siguientes tres grandes categorías: los puentes tipo viga, los puentes tipo arco, y los puentes suspendidos.
- **Los Puentes Tipo Viga:** Pueden ser de tramos simplemente apoyados, tramos isostáticos tipo gerber o cantiléver, tramos hiperestáticos o continuos. En los puentes tipo viga, el elemento portante principal está sometido fundamentalmente a esfuerzos de flexión y cortante. Los puentes losa se clasifican dentro de los puentes tipo viga, a pesar de que el comportamiento de una losa es diferente al de una viga o conjunto de vigas.
- **Los Puentes en Arco:** Pueden ser de muy diversas formas, de tablero superior, de tablero intermedio y de tablero inferior, de tímpano ligero o de tímpano relleno o tipo bóveda.
- **Los Puentes Suspendidos:** Pueden ser colgantes, atirantados o una combinación de ambos sistemas.
- **Puentes Definitivos:** Los puentes definitivos deben ser diseñados para una vida en servicio de 75 años.
- **Puentes Temporales:** Los puentes temporales son aquellos cuya utilización debe ser por un tiempo limitado no mayor de 5 años

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Una vez presentada la clasificación de los puentes procederemos a mostrar las imágenes relacionadas con los términos y tipos de estructuras antes mencionadas. En este caso se observarán las elevaciones de diferentes tipos de puente en arco.



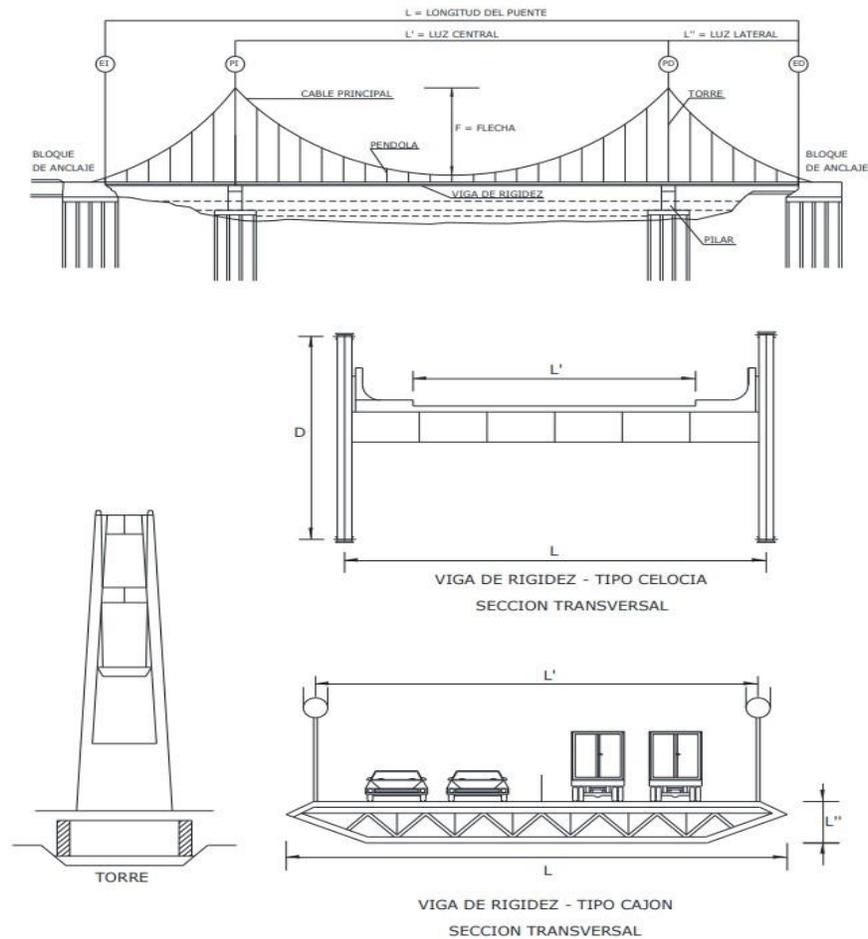
**Ilustración 10 - Puentes Tipo Arco**

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Observe los detalles mostrados en las imágenes, en se observan las rotulaciones de los ejes de cada pilastra, se acota también la longitud total del puente, la altura del puente desde la viga inferior hasta el nivel de agua. Así mismo se observa los detalles del estribo y la cimentación.

Es importante aprender a representar y trazar la elevación del puente, pues es un detalle con el cual deberán contar los planos.

A continuación, se presentan las elevaciones de los puentes colgantes, los cuales son usados para cubrir grandes luces en cruces de ríos.



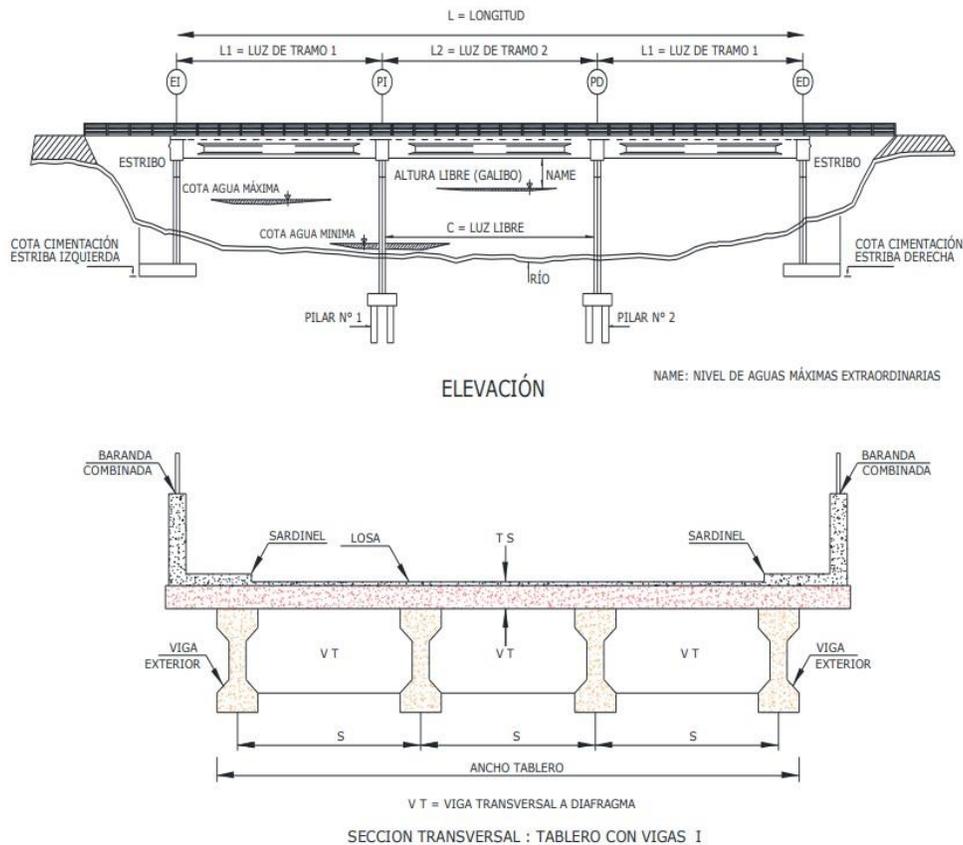
**Ilustración 11 - Puente Colgante**

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Observe en la elevación del puente, se rotulan los inicios del puente con sus respectivos ejes, asimismo se acota la longitud total del puente y la longitud entre torre y torre, así también se observan las cotas desde la torre hacia el estribo derecho. Preste atención a la representación de la cimentación tanto del estribo como los pilares de la torre, en donde se puede observar los pilotes y las diferentes profundidades. En la elevación del puente también se observa el terreno del fondo del río que cruza el puente.

Además de los detalles de la elevación se observan los detalles de las torres, la viga de rigidez tenga en cuenta, que se deberá crear planos y detalles para cada elemento del puente, desde la cimentación, superestructura y subestructura.

A continuación, se presentan los puentes tipo viga, los cuales serán nuestro caso de estudio, dado que, en el país se construye habitualmente con este tipo de estructuras por su facilidad de construcción y economía en costos.



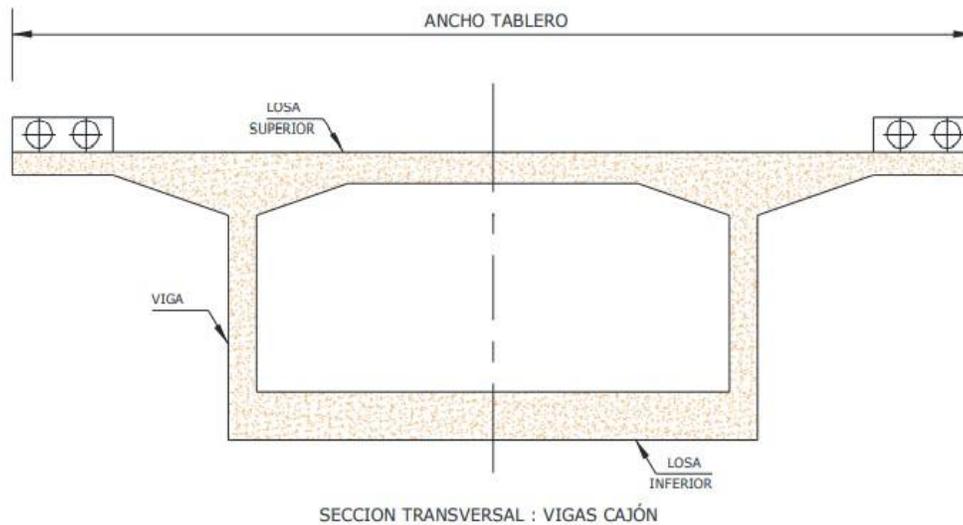
**Ilustración 12 - Puente Tipo Viga I**

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Observe en la elevación del puente acotan la longitud de cada tramo, la longitud total del puente, el galibo o altura libre del puente, también rotulan los ejes de inicio y final en los estribos y pilares intermedios, también acotan la profundidad de la cimentación de ambos elementos estructurales. También observe la representación del fondo del río y la cota del NAME, nivel de agua máxima esperado

En la sección transversal del tablero tipo I acotan las distancias de centro a centro de las vigas, acotan el espesor de la losa, y rotulan los elementos del diafragma, acera o sardinel y la baranda. Esta es una sección típica bastante común con la cual deberán contar los planos.

A continuación, se presenta un puente con tipo viga cajón el cual posee gran rigidez torsional y es utilizado para cubrir grandes claros y tramos en curvas.



**Ilustración 13 - Puente Tipo Viga Cajón**

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Como se observa en la ilustración 13 el puente de viga cajón posee dimensiones de gran espesor, lo que a su vez proporciona una gran rigidez estructural, no obstante, al tener secciones tan robustas hace que el peso se incremente.

Este trabajo se enfocará principalmente en los detalles típicos de los puentes construidos con vigas tipo I, se decidió mostrar la sección transversal de un puente viga cajón los cuales se suelen utilizar cuando se requiere cubrir claros de más de 100mts de longitud como información general para los lectores, Un ejemplo de estas estructuras es el puente de río ulua que tiene una longitud de más de 200mts y su sección transversal está construida mediante vigas cajón, las cuales son unidas mediante pernos o torones estructura interior.

#### 3.1.2.2. Gálidos o Alturas Mínimas (2.3.3 AASHTO)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2016) en base a norma AASHTO:

Los gálidos horizontal y vertical para puentes urbanos serán el ancho y la altura necesarios para el paso, sin obstáculo, del tráfico vehicular y de navegación. El galibo mínimo en pasos a desnivel sobre un camino, debe ser 5.50 m. que es la distancia vertical entre la menor cota de fondo de las vigas de la superestructura y la cota más alta, correspondiente, del pavimento del camino sobre el cual cruza. En los puentes metálicos reticulados el galibo mínimo debe ser 5.50 m, distancia vertical medida entre el fondo de las vigas superiores de arriostre y el correspondiente nivel del pavimento del tablero. El galibo vertical en los puentes peatonales será 0.30mt (1 ft) más alto que el de los puentes vehiculares. (p. 84)

Estas mismas alturas son especificadas en el Manual de SOPTRAVI Tomo 6, Drenajes y Puentes. Además de hacer énfasis en la altura libre cuando el puente cruce una calle pavimentada también se le deberá prestar atención a las alturas mínimas del nivel del agua desde la parte inferior de la viga hasta el nivel de agua máxima del río.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2016) en base a norma AASHTO:

Altura Libre Sobre el Nivel del Agua de los Ríos: En los puentes sobre cursos de agua, se debe considerar como mínimo una altura libre de 1.50 m de la parte más baja del fondo de la viga de la superestructura con respecto al nivel de aguas máximas extraordinarias, NAME, que corresponde al caudal de diseño cuando el río no arrastra palizadas. Para el caso de los ríos que arrastran palizadas y troncos se considerará como mínimo la altura libre de 2.50 m. (p. 85)

Se hace mención de estos niveles ya que son suma importancia, y se deberán acotar en los planos de elevación o secciones y en los planos de planta y perfil, puesto que estas alturas libres representan un factor de seguridad en los diseños de los puentes, evitando que estos se construyan con muy poca altura, generando impactos imprevistos por parte de camiones o algún otro equipo pesado, así mismo ocurre cuando el puente cruza un río cuya corriente tiende a ser tan fuerte, que arrastra troncos con facilidad, los cuales pueden impactar en la parte inferior de la viga, dañando así la estructura.

### 3.1.2.3. *Superficies de Rodadura (2.3.2.2.4 AASHTO)*

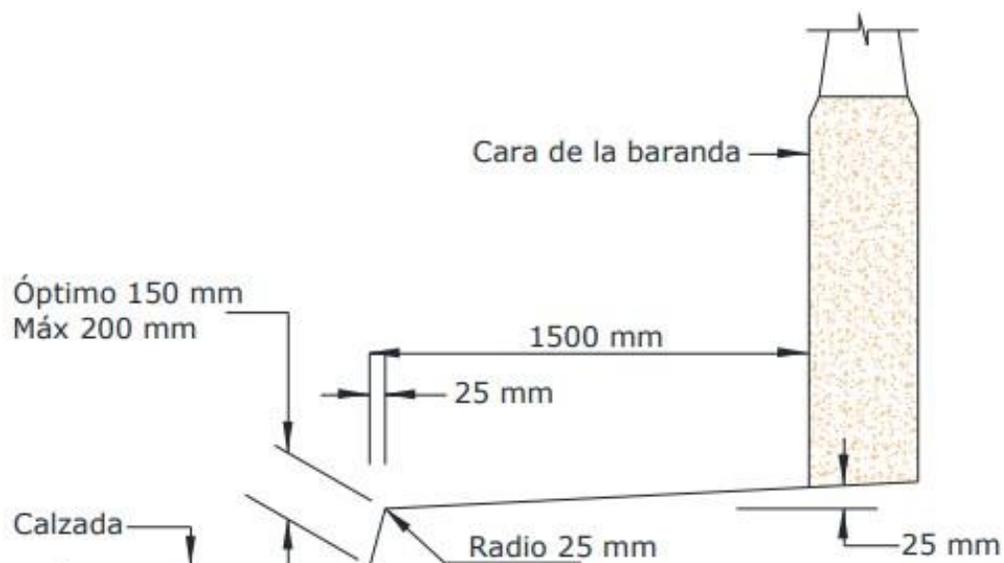
“Las superficies de rodadura sobre un puente deben tener características antideslizantes; tener pendiente transversal mínimo de 2% (bombeo) en puentes rectos, la cual puede variar si el puente está en transiciones” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Se menciona la superficie de rodadura ya que esta es una parte fundamental del puente, se deberá acotar su pendiente en porcentaje (%), el material de la rodadura, y el espesor de la capa de rodadura.

#### 3.1.2.4. *Barandas (13.7.1.1 AASHTO)*

El propósito principal de las barandas para tráfico vehicular deberá contener y corregir la dirección de desplazamiento de los vehículos desviados que utilizan la estructura. Se deberá demostrar que todas las barreras para tráfico vehicular, barandas para tráfico vehicular y barandas combinadas nuevas son estructural y geoméricamente resistentes al choque. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

A continuación, se presenta un detalle típico de acero con sobreelevación, la cual posee su bordillo, espacio peatonal y su barandal

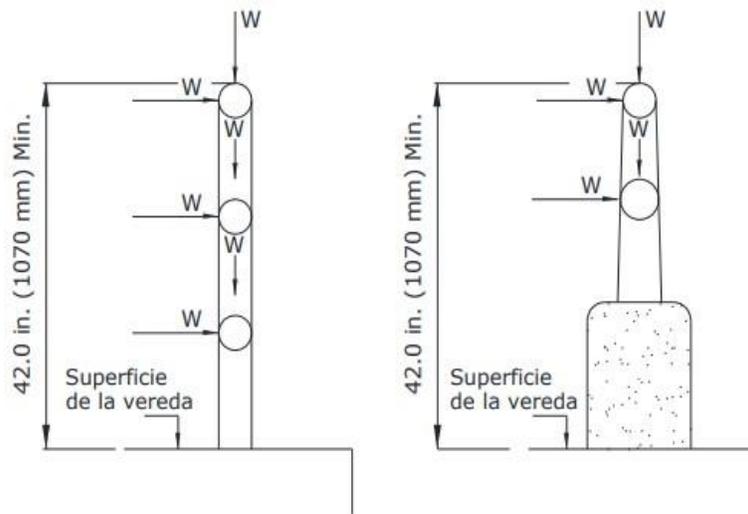


**Ilustración 14 - Detalle típico acera sobreelevada**

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Observe las cotas del ancho de la acera en la ilustración 14, desde el borde inferior de la acera hasta la cara interior de la baranda, las distancias mínimas de la sobreelevación de la acera son de 15cm o 20cm, estas son dimensiones típicas que se deben acotar en el plano de detalles de acera y pretil.

A continuación, se muestran diferentes tipos de barandas con sus dimensiones mínimas en altura, así mismo se grafican de manera idealizada las cargas que deberá soportar, según norma AASHTO. Observe como varían las alturas para cada caso, dichas alturas siempre se deberán acotar en los planos.



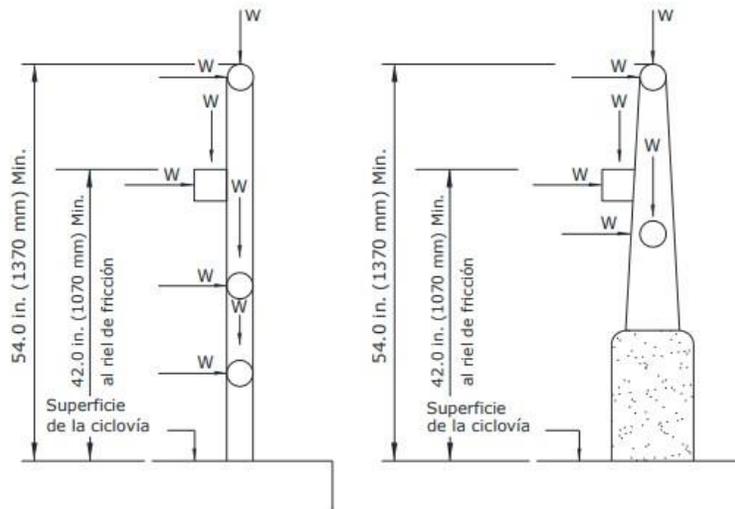
**Ilustración 15 – Barandas para peatones (13.8.2.-1 AASHTO)**

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

En la ilustración 15 se observan dos tipos de baranda para peatones, en la figura de la izquierda, toda la baranda está construida en perfiles metálicos, observe que esta baranda posee una altura mínima de más de 1mt, y en la segunda figura de la derecha la baranda es una sección mixta, ya que su parte inferior está construida por un base de concreto o pedestal y luego por una parte de perfiles metálicos distribuidos de manera horizontal y vertical.

Se deberá acotar, las alturas de las diferentes secciones, también es indispensable rotular el tipo de anclaje de la baranda, así como también los perfiles o barras de refuerzos que la componen, es importante también colocar el tipo de protección contra la corrosión que tendrá el barandal cuando este sea construido con perfiles metálicos.

Además de las barandas para peatones también se suele construir barandales que protejan a los ciclistas observe la ilustración 16 en donde se muestra que la baranda para ciclista suele ser más altas que las barandas para peatones. A continuación, se presenta el ejemplo de la baranda para ciclista.



**Ilustración 16 - Barandas para ciclistas (13.9.3-1 AASHTO).**

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

En la ilustración 16 se observan las barandas para los ciclistas, observe que las alturas difieren de la baranda para peatones, teniendo una altura mínima de más 1.30mts se deberá acotar los mismos elementos mencionados para el caso de las barandas para peatones.

### 3.1.3. PUENTES CON AASHTO LRFD 2010 POR MC ING. ARTURO RODRÍGUEZ SERQUÉN

Este proyecto fue realizado por el MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén de Perú, la obra radica en una recopilación de ejercicios de los diferentes componentes del puente, desde el análisis y cálculo de, la barrera, vigas, losa y estribo, aunque el enfoque de la investigación que se tiene para el Manual para la Representación Estructural de Puentes de Concreto Reforzado, Pretensado y Metálicos se base meramente en la representación de los elementos antes mencionados y el entregable de planos la obra del ingeniero Serquén será de gran beneficio para el manual, ya que esta después de cada calculo, brinda detalles acerca de los refuerzos estructurales del puente.

A continuación, se muestra la portada del manual de puentes en la ilustración 17 realizado por el ingeniero Serquén, la cual muestra que el manual se redactó en base a la norma AASHTO LRFD 2010, también se observa el contenido del manual el cual muestra las diferentes partes y cálculos necesarios para la temática de puentes.

---

# PUENTES

---

## Contenido

---

**Con AASHTO-LRFD 2010  
(Fifth Edition)**

Por  
**MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén**

---

Perú-2012  
ing\_ars@hotmail.com

- 1 Consideraciones Generales
- 2 Cargas
- 3 Superestructuras de Puentes
- 4 Dispositivos de Apoyo
- 5 Estribos
- 6 Pilares
- 7 Líneas de Influencia

---

### **Ilustración 17 - Puentes con AASHTO-LRFD 2010**

Fuente: (Serquén A., 2012)

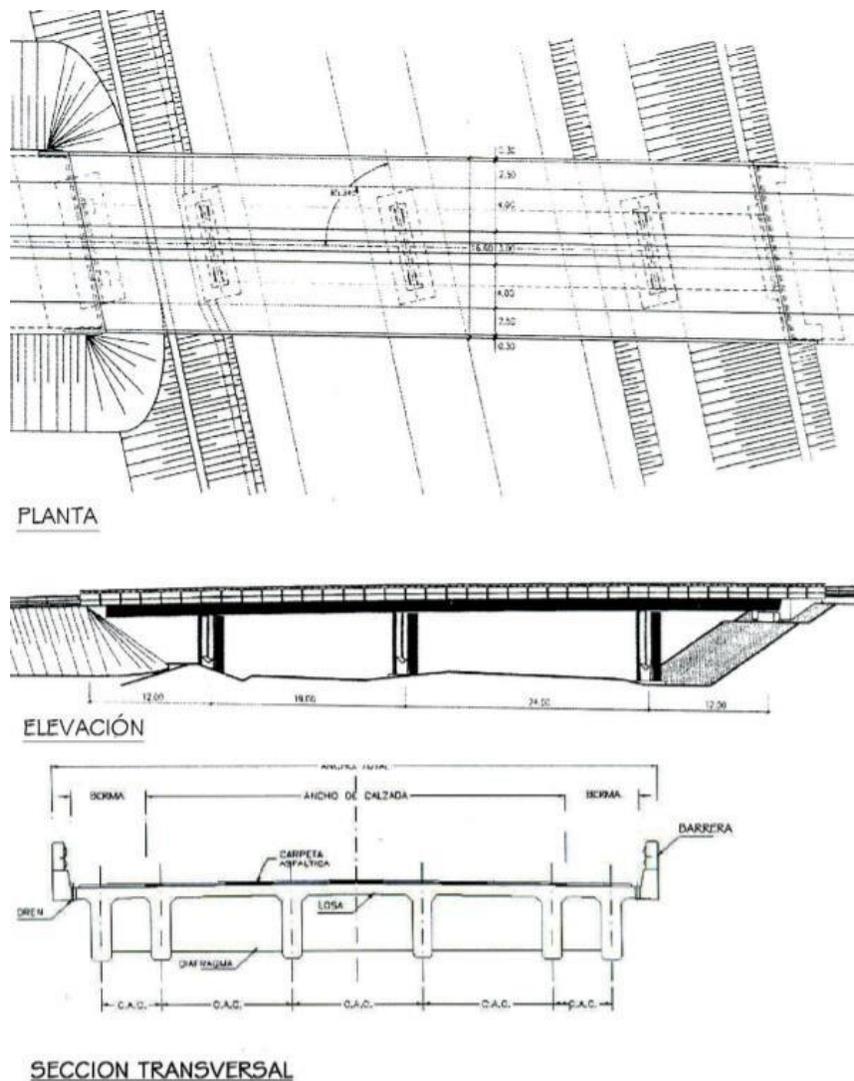
En este documento se muestran los detalles estructurales de los elementos que conforman el puente, serán de vital importancia para el manual, ya que muestran las diferentes acotaciones y rotulaciones con las que debe mostrarse cada elemento y detalle de las estructuras del puente.

A continuación se brinda de manera resumida los elementos estructurales que presenta la obra del manual de puentes con AASHTO LRFD 2010 de la quinta edición.

El ingeniero Serquén A. (2012) en base a AASHTO LRFD 2010 brinda el concepto básico de un puente y sus dos componentes:

Un puente es una obra que se construye para salvar un obstáculo dando así continuidad a una vía. Suele sustentar un camino, una carretera o una vía férrea, pero también puede transportar tuberías y líneas de distribución de energía. Constan fundamentalmente de dos partes: A) La superestructura conformada por: tablero que soporta directamente las cargas; vigas, armaduras, cables, bóvedas, arcos, quienes transmiten las cargas del tablero a los apoyos. B) La infraestructura conformada por: pilares (apoyos centrales); estribos (apoyos extremos) que soportan directamente la superestructura; y cimientos, encargados de transmitir al terreno los esfuerzos. (p. 1)

Desde las primeras paginas de su obra, el Ing. Serquén A. brinda las visualizaciones de la planta, elevacion y seccion transversal las cuales presentaremos a continuacion en la ilustración 18.



**Ilustración 18 - Planta, elevación y sección transversal**

Fuente: (Serquén A., 2012)

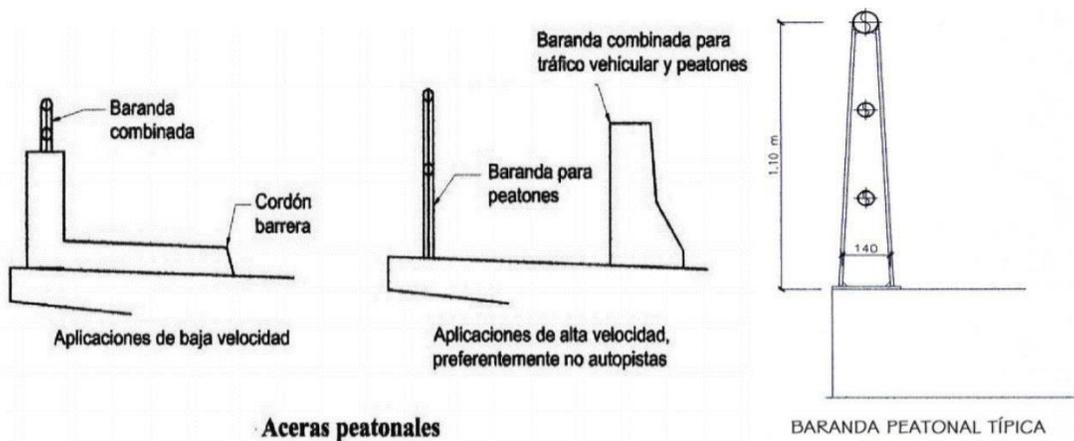
Observe como se muestra la planta del puente, y los elementos acotados en el detalle, claramente se observa de izquierda a derecha la representacion del estribo y las lineas de proyeccion del talud que envuelven al estribo, se muestran las pilastras, los carriles de la carretera existente, y taludes de la misma, se observa el angulo del esviaje o sesgo, ya que la estructura no se muestra perpendicular a la carretera existente, ademas se observan las cotas de los anchos de carril y acera del puente.

En la elevacion se puede observar los detalles del pretil, las vigas y las pilastras, ademas se observan las cotas de izquierda a derecha desde el primer estribo, las pilastras y el estribo en el lado derecho, ademas de eso se observan las inclinaciones y proyecciones del talud y estructuras existentes. En la seccion transversal se acotan de centro a centro las vigas, asi como tambien los anchos de carril y acera, ademas de las barreras y barandales.

### 3.1.3.1. *Detalles de veredas o acera peatonal*

“Utilizadas con fines de flujo peatonal o mantenimiento. Están separadas de la calzada adyacente mediante un cordón barrera, una barrera (baranda para tráfico vehicular) o una baranda combinada. El ancho mínimo de las veredas es 0.75 m.” (Serquén A., 2012)

A continuación, se muestran estos detalles de las veredas peatonales en la ilustración 19



**Ilustración 19 - Aceras peatonales y barandal típico**

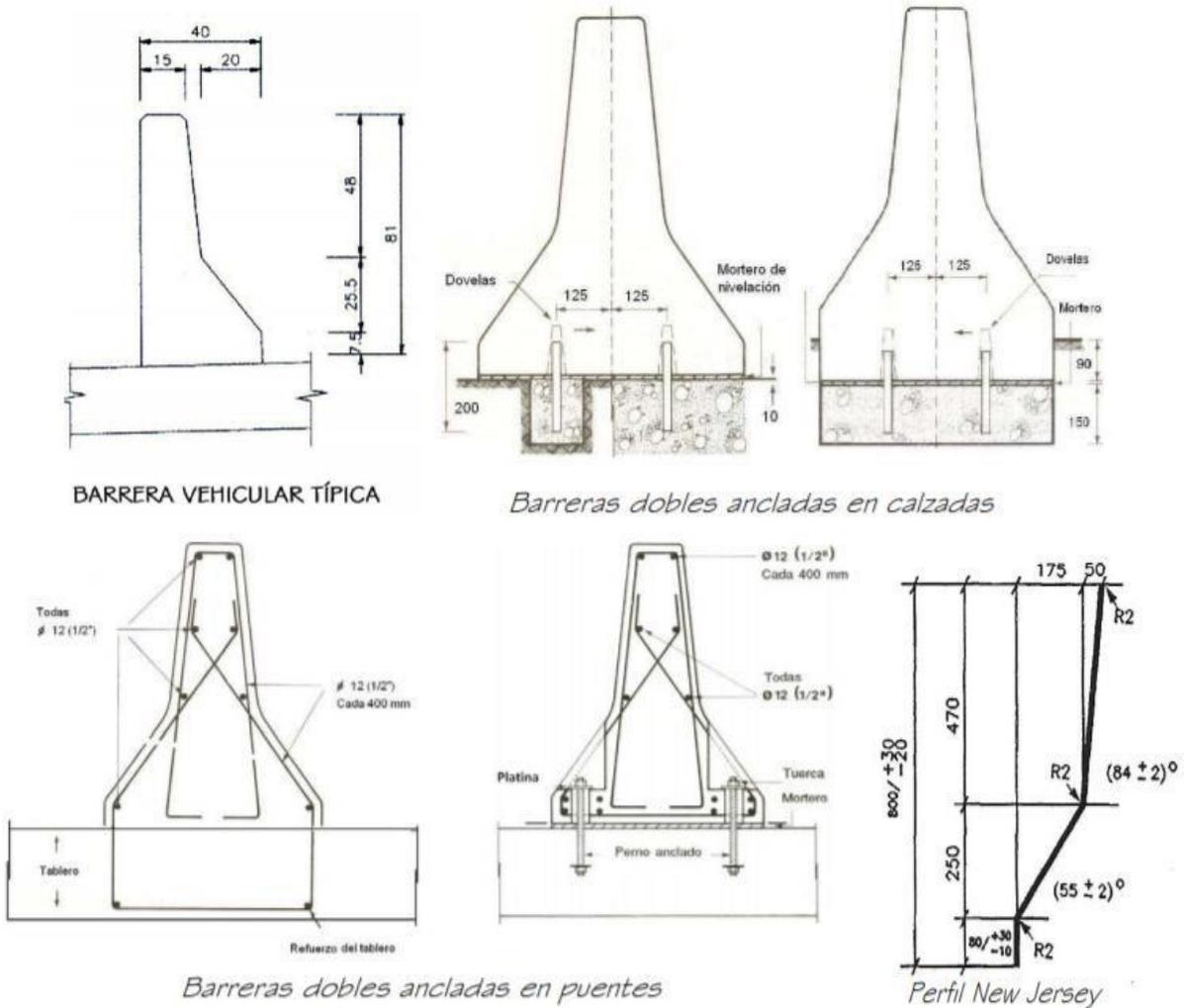
Fuente: (Serquén A., 2012)

Observe la baranda combinada, y la barrera para proteger a los peatones del tráfico vehicular, se puede visualizar el contraste, en el cual la barrera posee una sección más ancha y robusta, por el contrario, el barandal posee una sección más esbelta con el objetivo de reducir peso.

### 3.1.3.2. *Detalles de barreras de concreto (o barandas para tráfico vehicular)*

Su propósito principal es contener y corregir la dirección de desplazamiento de los vehículos desviados que utilizan la estructura, por lo que deben estructural y geoméricamente resistir al choque. Brindan además seguridad al tráfico peatonal, ciclista y bienes situados en las carreteras y otras áreas debajo de la estructura. Deben ubicarse como mínimo a 0.60 m del borde de una vía y como máximo a 1.20 m. En puentes de dos vías de tráfico puede disponerse de una barrera como elemento separador entre las vías. (Serquén A., 2012, p. 5)

A continuación, se procede a mostrar los detalles de la barrera vehicular típica en puentes, observe la ilustración 20.



**Ilustración 20 - Dimensiones de Barrera Vehicular New Jersey**

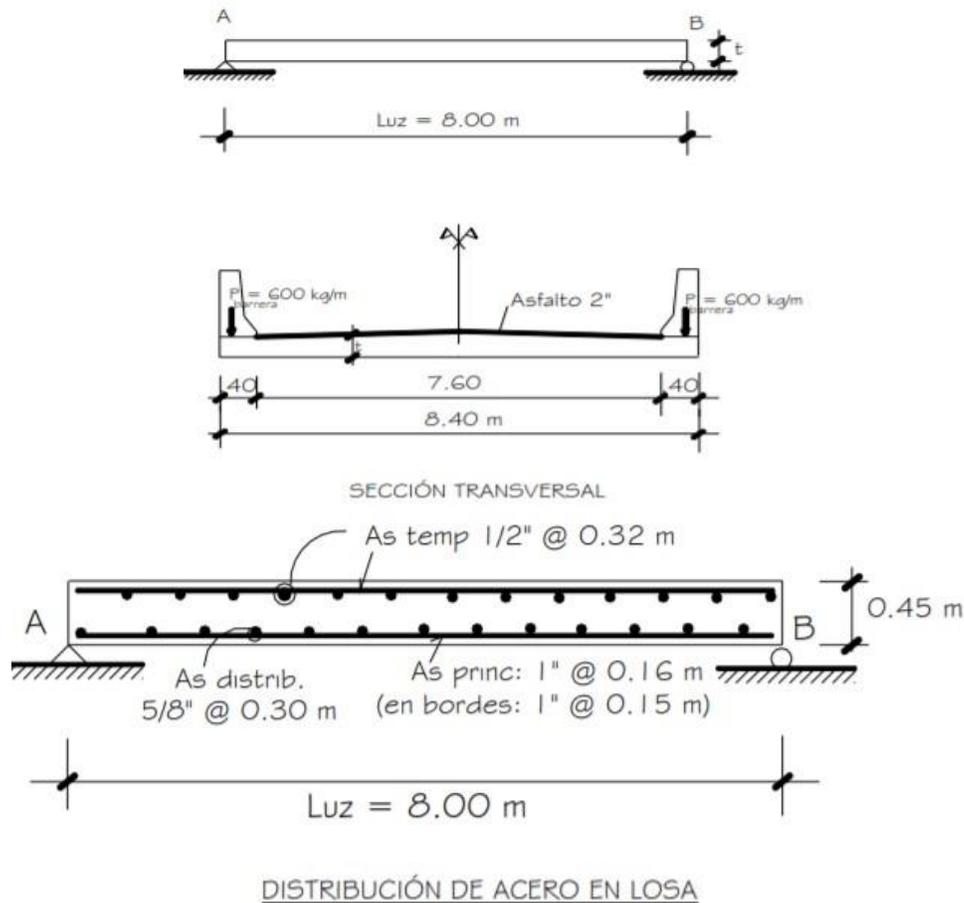
Fuente: (Serquén A., 2012)

Observe las medidas que se deberán acotar de las barras, estas incluyen todos sus anchos y alturas, además vea la distribución y rotulación del armado de refuerzo y pernos de anclaje, todos estos elementos se deberán acotar y rotular en el plano y detalles de barreras.

Una vez observados los detalles, geometrías y elementos que se deberán acotar y rotular en las barreras procederemos a mostrar los detalles de un puente tipo losa con un claro de 8mts propuesto como caso de estudio por el Ingeniero Serquén A.

### Detalles puente losa simplemente apoyado

A continuación, se procede a mostrar los detalles de la losa en la ilustración 21, en donde se observa las dimensiones geométricas de 8.40m de ancho y el refuerzo estructural que consta de barras de 5/8" y de 1/2" respectivamente.

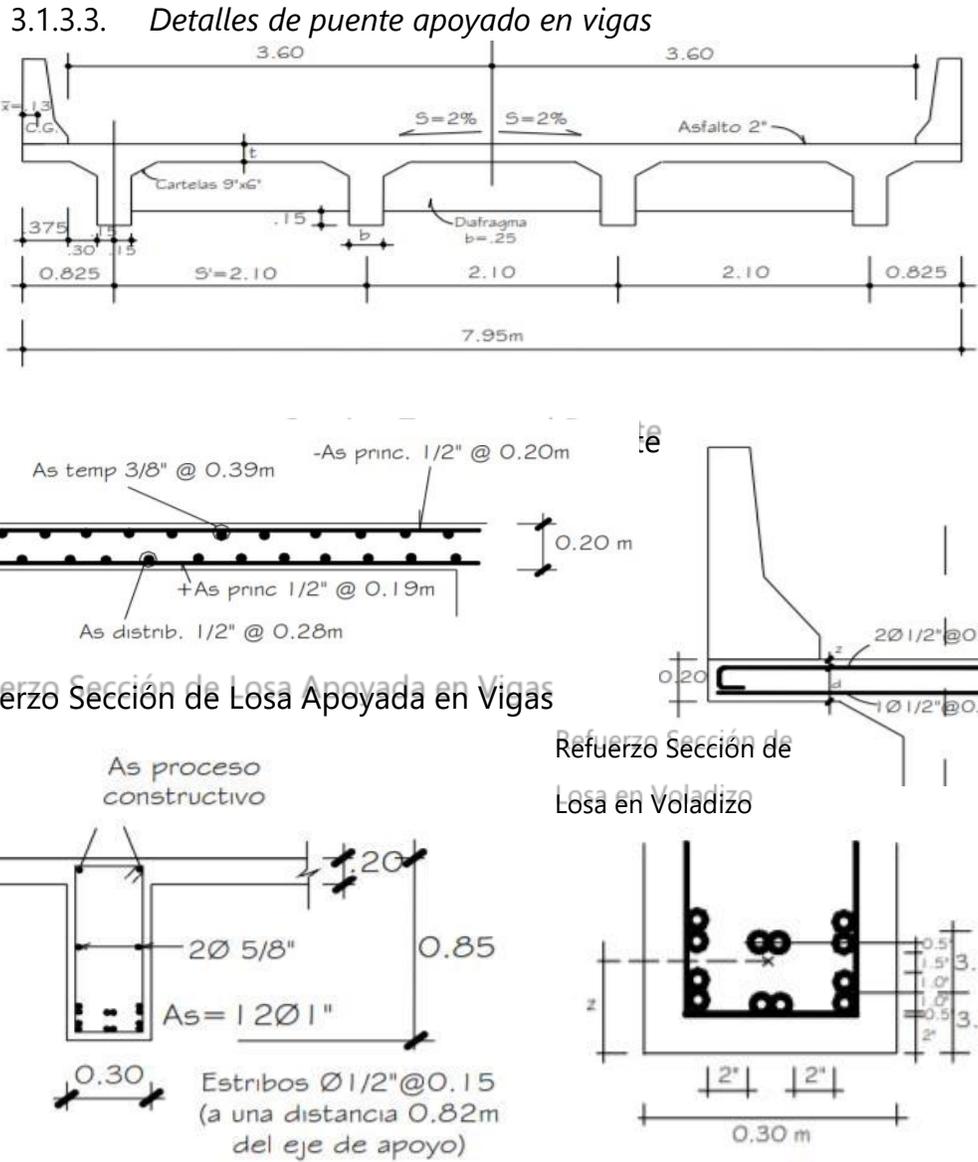


**Ilustración 21 - Elevación, Sección Transversal y Distribución de Acero en Losa**

Fuente: (Serquén A., 2012)

El ingeniero debe calcular todos los esfuerzos y momentos a resistir generados por todas las cargas actuantes en la estructura, una vez terminado dicho proceso se procede, a realizar los detalles de los refuerzos, observe como se acotan las dimensiones y se rotulan las barras de refuerzo de la losa en la ilustración 21 con su respectivo diámetro y separación. Para el cálculo completo de este ejercicio refiérase a la bibliografía: Puentes con AASHTO LRFD 2010 por MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén.

A continuación, se mostrarán los detalles transversales estructurales de la viga y losa para un puente de 12mts de claro, en la ilustración 22 como caso de estudio propuesto por el Ing. Arturo Rodríguez Serquén.



**Ilustración 22 – Detalles de refuerzo en puentes**

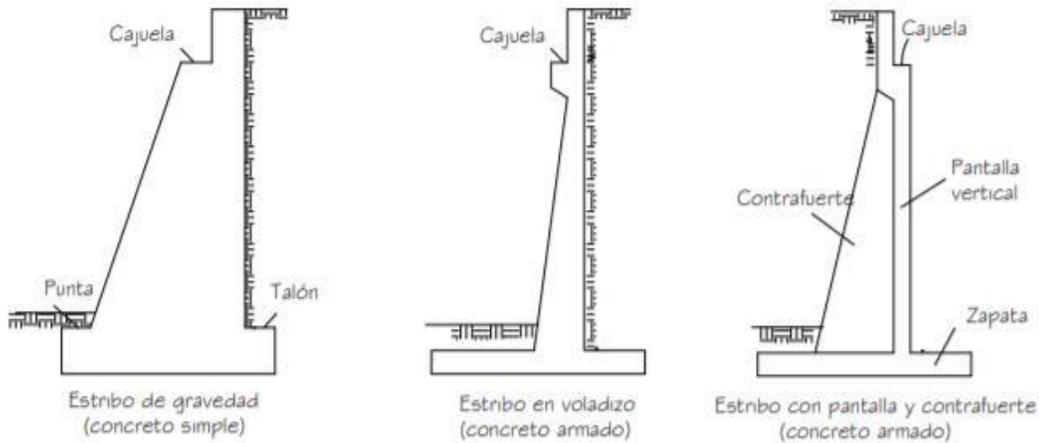
Fuente: (Serquén A., 2012)

Como se puede observar en los detalles de la ilustración 22 cada elemento estructural cuenta con su respectiva rotulación de barras, acotamientos y notas.

3.1.3.4. *Detalles de estribo*

Los Estribos: Son estructuras que sirven de apoyo extremo al puente y que además de soportar la carga de la superestructura, sirven de contención de los terraplenes de acceso y por consiguiente están sometidos al empuje de tierra. Los estribos, como son muros de contención, pueden ser de concreto simple (estribos de gravedad), concreto armado (muros en voladizo o con pantalla y contrafuertes), etc. (Serquén A., 2012, p. V-1)

A continuación, se presentan las dimensiones y detalles generales de los estribos en la ilustración 23 la cual muestra las diferentes geometrías y tamaños de los diferentes estribos.



**Ilustración 23 - Estribo de Gravedad, Voladizo, con Pantalla y Contrafuerte**

Fuente: (Serquén A., 2012)

Como se logra observar en la ilustración 23 los estribos pueden ser de concreto simple y concreto armado, es notable las ventajas del concreto armado, ya se obtiene resistencia y reducción del peso de la estructura, lo cual es indispensable si se está trabajando en suelos de la calidad.

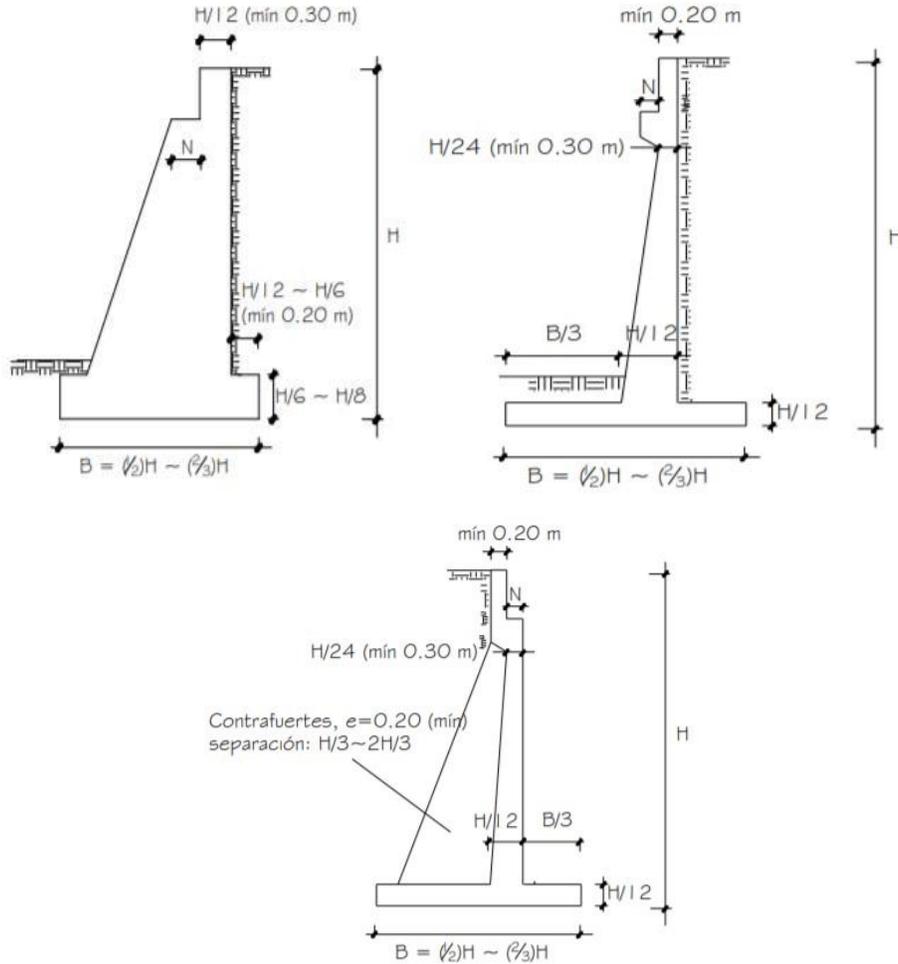
**De gravedad (concreto simple):** Los estribos de gravedad son macizos que utilizan su propio peso para resistir las fuerzas laterales debido al empuje del terreno y otras cargas. No necesitan refuerzo y son adecuados cuando el terreno es de buena capacidad portante y la altura a cubrir no es superior a 6 metros. No son admitidas tracciones en cualquier sección del estribo. (Serquén A., 2012, p. V-1)

**En voladizo (concreto armado):** Son económicos cuando su altura está entre 4 y 10 metros. Adecuados en la presencia de terreno de baja capacidad portante y cuando los agregados son escasos o el transporte de los mismos no es económico. (Serquén A., 2012, p. V-2)

**Estribos con pantalla y contrafuertes (concreto armado):** En este caso la pantalla vertical no se encuentra en voladizo sino más bien apoyada en los contrafuertes y el cimiento. Se asumirá que la carga del suelo lateral resultante debida al peso del relleno actúa a una altura

igual a  $H/3$  desde la base del muro, siendo  $H$  la altura total del muro. (Serquén A., 2012, p. V-2)

A continuación, se muestran los detalles geométricos y fórmulas para definir las dimensiones mínimas de los diferentes tipos de estribos, ver ilustración 24.



**Ilustración 24 - Estribo de Gravedad, Voladizo, con Pantalla y Contrafuerte**

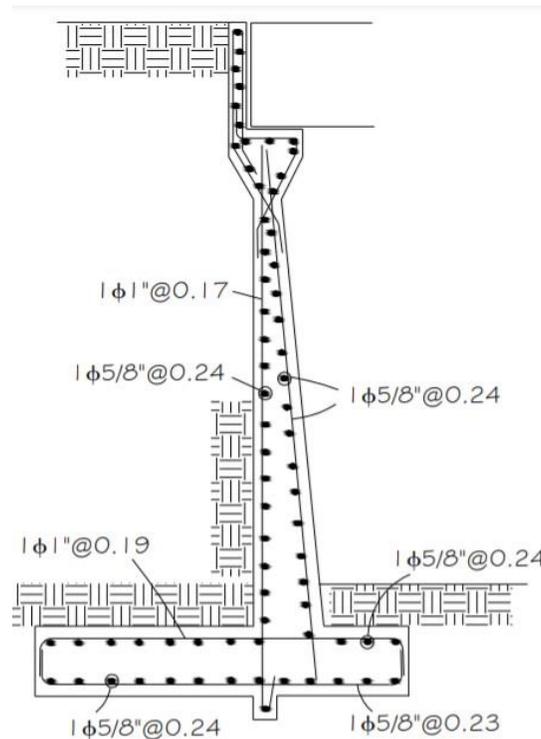
Fuente: (Serquén A., 2012)

Con las fórmulas presentadas en la ilustración 24 se logran obtener las dimensiones mínimas de acuerdo con los requisitos estructurales y cargas a las cuales el estribo estará sometido. Por ejemplo, observe en la fórmula que la base del estribo está relacionada y en función de la altura total de la estructura.

También preste atención las medidas acotadas del estribo, en donde se colocan las dimensiones de la zapata, el ancho B y el espesor de la misma, el ancho inferior y superior del muro de contención, el ancho N del apoyo donde descansan las vigas, el espesor mínimo de la pantalla y la altura total del estribo, todas estas dimensiones se deberán acotar en el plano de detalles de estribo

Una vez después de acotar las dimensiones de alto, anchos y espesores de los elementos del estribo, se procede a rotular las barras de refuerzo de los diferentes elementos que componen dicha estructura, desde su cimentación, muro de contención, viga capitel, y pantalla.

A continuación, se presenta el refuerzo de barras, su distribución, nomenclatura y ubicación en el estribo, ver ilustración 25.



**Ilustración 25 - Disposición de armaduras en estribo**

Fuente: (Serquén A., 2012)

En la ilustración 25 se puede observar las diferentes barras de refuerzo, así también los diámetros y separación de las mismas, en la parte superior del estribo se encuentra en el empalme de la pantalla con la viga capitel, también se muestran los dobleces que deberán tener las barras.

### 3.1.4. MANUAL PARA INSPECCIÓN DE PUENTES - 2018

Aunque el manual se basa meramente, en los aspectos de inspección de puentes, la obra de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México, muestra detalles y vistas en 3d que ayudaran a los alumnos identificar las diferentes partes del puente, así como ejemplos de puentes reales, construidos en México.

Se procede a mostrar la portada del Manual para Inspección de Puentes realizado por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte de México en la ilustración 26.



The image shows the cover and table of contents of the 'Manual para Inspección de Puentes 2018'. The cover features the logos of the Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) and the Mexican coat of arms. The table of contents is as follows:

DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS	
3.5 Cargas actuantes en los puentes.	61
3.5.1 Cargas permanentes.	61
3.5.2 Cargas variables.	62
3.5.3 Cargas eventuales.	65
3.6 Partes que integran los puentes.	66
3.6.1 Superficie de rodamiento.	67
3.6.2 Superestructura.	75
3.6.3 Subestructura.	84
3.6.4 Cimentación.	89
3.6.5 Dispositivos de apoyo.	93
3.6.6 Elementos complementarios y de operación de la estructura.	96
3.6.6.1 Accesos	96
3.6.6.2 Gálibos.	96
3.6.6.3 Señalamiento.	97
3.6.6.4 Limitaciones al tránsito.	99
3.6.6.5 Cauce.	100
3.7 Clasificación de las inspecciones	101
3.7.1 Inspección visual.	101
3.7.2 Inspección visual de puentes especiales.	102
3.7.3 Inspección detallada o especial.	103
3.7.4 Estudios requeridos	104
3.7.5 Evaluación de la capacidad de la estructura	104
3.8 Sistemas de Gestión de Puentes.	106
<b>4. RECOMENDACIONES PARA SELECCIONAR EL TIPO DE INSPECCIÓN.</b>	
4.1 Orientación para la selección de la intervención.	117
4.2 Análisis y diagnóstico de la situación del estado físico de la estructura.	121

**Ilustración 26 - Portada y contenido del Manual de Inspección de Puentes de México**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

En la ilustración 26 se observa el contenido del manual el cual brinda las partes que integran un puente, como ser la superficie de rodamientos, superestructura, cimentación y detalles relevantes.

A continuación, se presenta una porción del texto de la introducción del Manual de Inspección de Puentes.

En muchos casos, los puentes son el componente más vulnerable de una carretera y representan la más alta inversión unitaria de todos los elementos del sistema del camino, aplicando una metáfora, una cadena no está más fuerte que su eslabón más débil; los puentes frecuentemente son los elementos que influyen en que la continuidad del servicio de transporte se efectúe en forma permanente y segura. (Manual para Inspección de Puentes, 2018, p. 3)

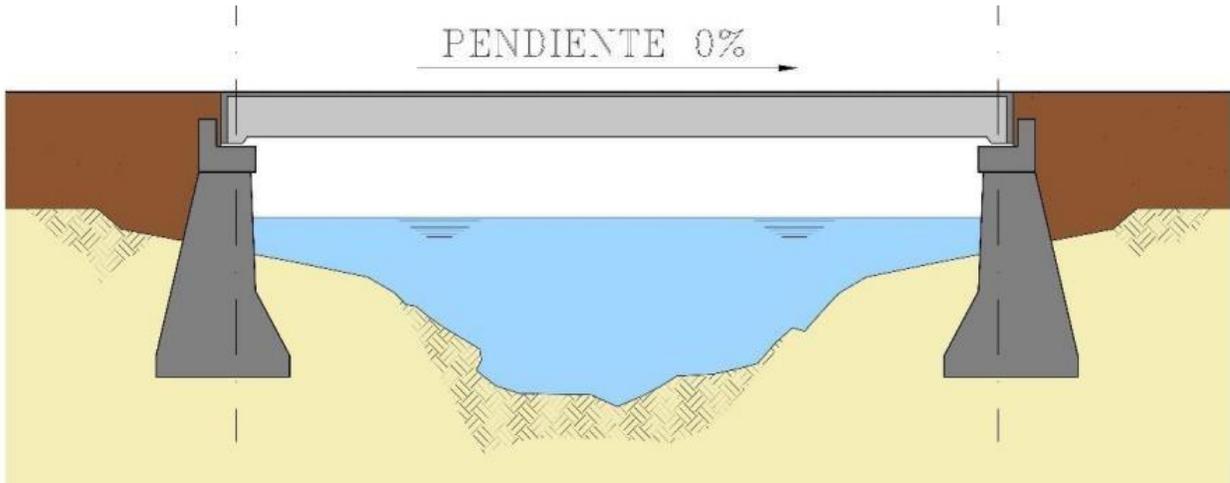
(Manual para Inspección de Puentes, 2018)

### 3.1.3.1. Clasificación de los puentes por su geometría en perfil (trazo vertical)

A continuación, se muestran los ejemplos e imágenes de las representaciones de los puentes según su geometría en perfil, estos ejemplos aplican para la representación gráfica de los puentes en los perfiles o elevaciones.

“Tangente horizontal: Se denomina estructuras en tangente horizontal aquellas en donde la pendiente longitudinal es de 0%, esto quiere decir, que no existe desnivel entre el punto inicial y el punto final de la estructura.” (Manual para Inspección de Puentes, 2018, p. 49)

A continuación, se presentan las imágenes del puente en tangente horizontal en la ilustración 27



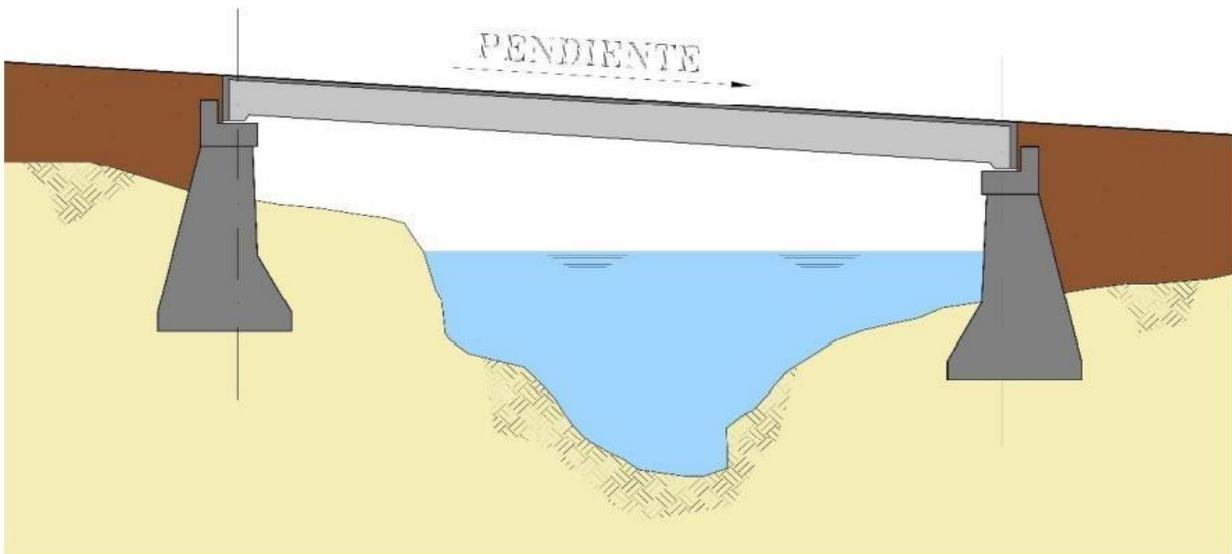
**Ilustración 27 - Puente con alineamiento vertical en tangente horizontal**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Observe que el puente es totalmente plano, con pendiente cero, la viga no posee ninguna contra flecha y los estribos están a la misma altura. También se muestra el perfil del fondo del río, y el nivel del agua.

Tangente con pendiente: Se denomina estructuras en tangente horizontal aquellas en donde la pendiente longitudinal es diferente de 0%, esto quiere decir, que existe desnivel entre el punto inicial y el punto final de la estructura. Dicha pendiente puede ser ascendente o descendente. (Manual para Inspección de Puentes, 2018, p. 49)

A continuación, se presentan las imágenes del puente en tangente con pendiente en la ilustración 28, en el cual se observa que los estribo están a diferentes alturas.



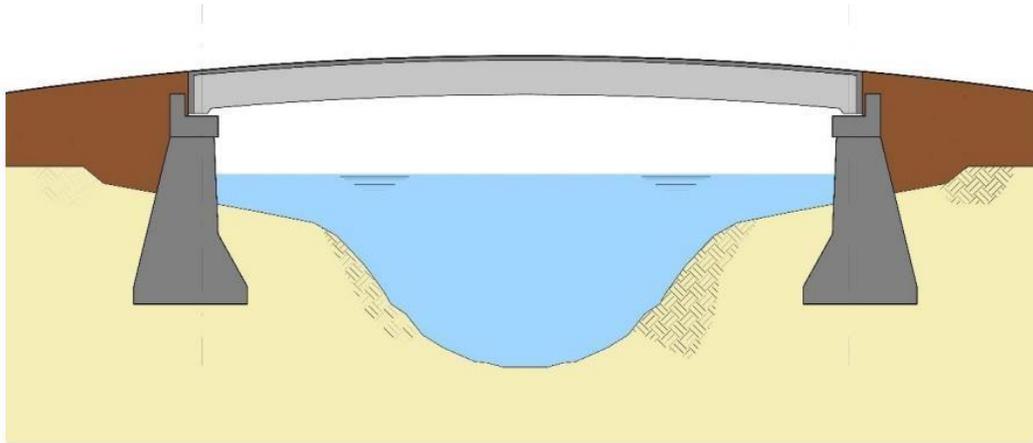
**Ilustración 28 - Puente con alineamiento vertical en tangente con pendiente**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

La diferencia de niveles en los estribos crea la pendiente en el puente, esta pendiente puede ser negativa cuando va hacia abajo o positiva cuando va hacia arriba.

En curva vertical: Una estructura con curva vertical es aquella en donde se enlazan dos tangentes del alineamiento vertical con igual o diferente pendiente, de manera gradual, para que la componente de la aceleración centrífuga sea uniforme; lo que determina que su forma sea parabólica. Los tipos de curvas pueden ser en cresta si son convexas o en columpio si son cóncavas. (Manual para Inspección de Puentes, 2018, p. 50)

A continuación, en la ilustración 29 se procede a mostrar un perfil de puente que posee un alineamiento vertical con cresta, observe que, aunque los estribos tengan la misma elevación, el puente tiene una pendiente a ambos lados, la cual es generada por la viga, usualmente estas crestas también se generan debido a las acciones y fuerzas de pretensado o postensado las cuales curva la viga de esta manera.

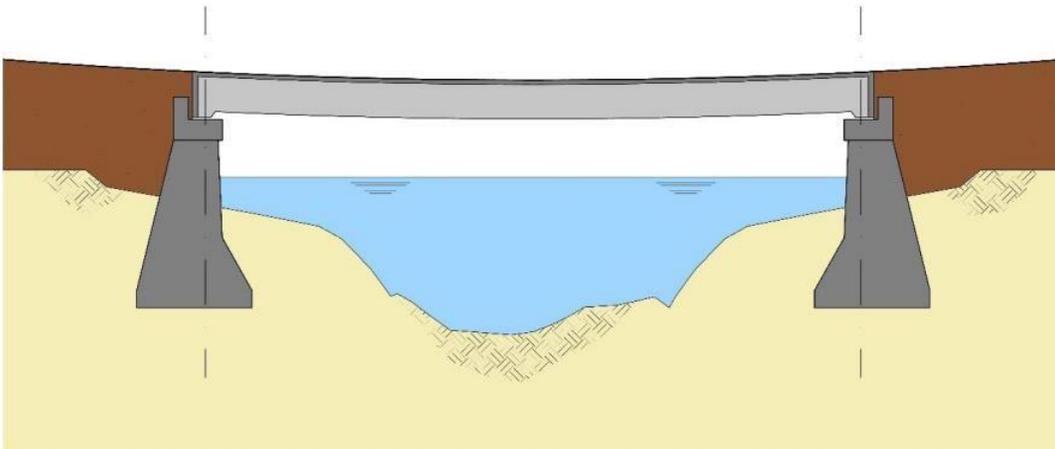


**Ilustración 29 - Puente con alineamiento vertical en cresta**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Observe en la ilustración 29 la curva del puente es convexa ya que la cresta va hacia arriba, este tipo de cresta o geometría sigue el patrón de la rasante diseñada por el ingeniero.

A continuación, en la ilustración 30 se presenta un perfil de puente con una cresta cóncava, ya que la curvatura de la cresta va hacia abajo.



**Ilustración 30 - Puente con alineamiento vertical en cresta**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

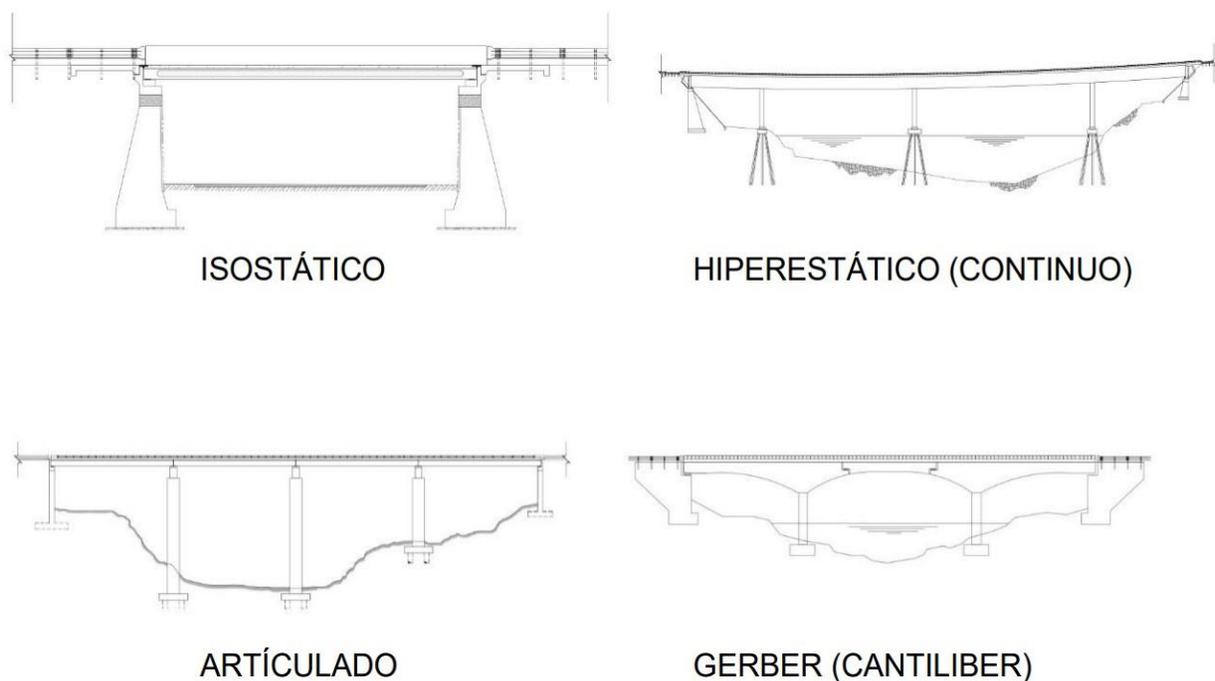
En las ilustraciones 27 a la 30 se observan los diferentes perfiles de puente según su geometría, cabe resaltar, que estas pendientes serán definidas por la topografía del lugar y las crestas serán definidas por las fuerzas de tensión o compresión generadas por los cables de preesfuerzo instalados en las vigas, a estas crestas también se les conoce como contra flechas.

También es importante observar cómo se representan los cauces del río, el relieve del fondo, la diferencia de tonalidades en el material del terreno natural, y el material selecto compactado que está detrás de los estribos. Es ideal representarlo de esta manera, ya se así se podrán diferenciar de mejor manera el entorno en el cual se encuentra la estructura del puente.

### 3.1.3.2. Tipología de puentes según "Manual de Inspección de Puentes - 2018"

En términos generales los diversos tipos de puentes se identifican por su funcionamiento estructural, forma general de trabajo y la superestructura de la que están contruidos. Podemos identificar los siguientes:

Observe los diferentes tipos de puente en la ilustración 31, los cuales se identifican por su función estructural o tipo de apoyo.

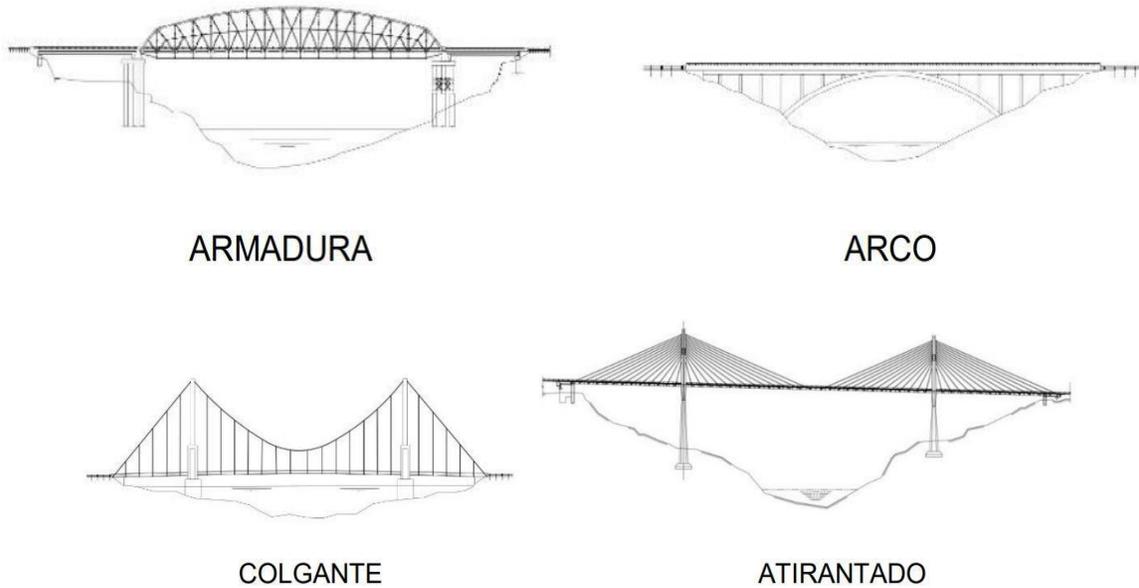


**Ilustración 31 - Puentes isostático, hiperestático, articulado y tipo gerber.**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Según cada caso, relieve y cargas a tomar en cuenta se utilizarán diferentes tipos de vigas, en el caso del isostático suele ser para claros cortos y en el caso del tipo gerber suele utilizarse para cubrir grandes claros.

Los puentes también pueden construirse por medio de armaduras con perfiles metálicos y arcos hechos de concreto reforzado, observe la ilustración 32.



**Ilustración 32 - Puentes de armadura, arco, colgante y atirantado**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Observe la ilustración 32, los diferentes tipos de pilastras, estribos y sus cimentaciones, también preste atención a las diferentes vigas que soportan la calzada y superficie de rodadura del puente, están son representaciones típicas en los detalles de elevaciones o secciones.

En este tipo de elevaciones se deberán acotar la longitud total del puente, longitud entre estribos y pilastras de inicio a fin, las alturas libres de calzada y niveles del NAME, así también las alturas de las pilastras desde su cimentación hasta la viga de remate o viga capitel, se deberán rotular las vigas que se observan en la elevación, así también se deberán rotular los barandales y barreras, siempre y cuando estos se aprecien en la elevación.

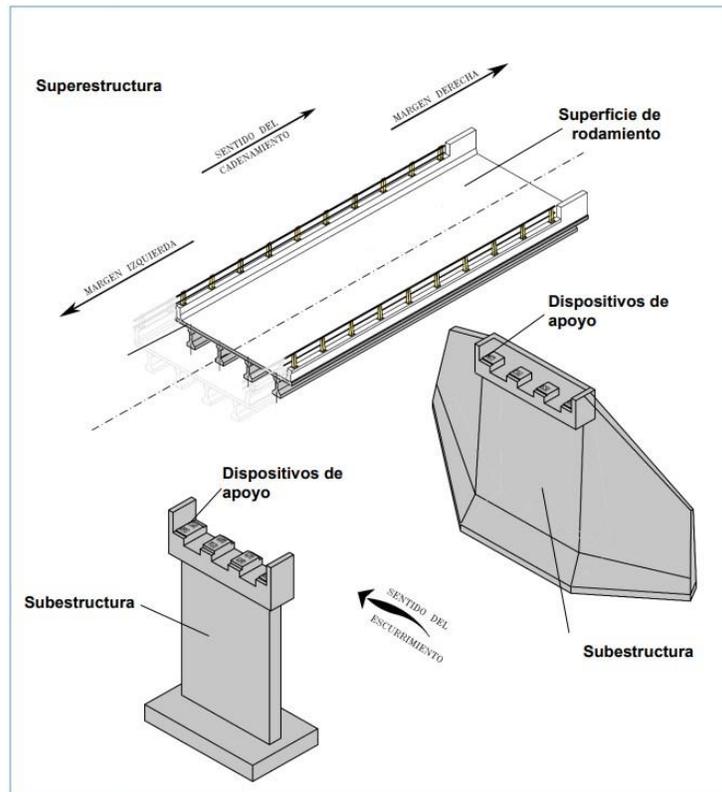
También es importante observar y rotular cada tipo de pilote, tanto de los estribos, como el de las pilastras, se deberá rotular el material de estos, y también la inclinación y longitud que estos tengan, De existir obras de protección cerca de los estribos o pilastras se deberán acotar los materiales con los que estos están contruidos.

A continuación, se presentan los diferentes partes que componen la estructura de un puente.

### 3.1.3.3. Partes que integran los puentes

El puente se compone básicamente de una parte superior (superestructura) e inferior, (Subestructura).

A continuación, se presentan dichos ejemplos en esquemas 3d, vea la ilustración 33 la cual muestra los componentes principales del puente.



**Ilustración 33 - Partes que componen los puentes**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Observe los detalles de la superestructura en la ilustración 33, la cual está compuesta, por las barreras o barandales, la losa, diafragma y vigas, así también observe los detalles de la subestructura, conformada por el estribo y sus componentes, cimentación, muro de contención, aletas de contención, viga capitel, dispositivos de apoyos y topes sísmicos. Así mismo preste atención al detalle de la pilastra y sus componentes, la cimentación, columna, viga capitel, dispositivos de apoyo y topes sísmicos.

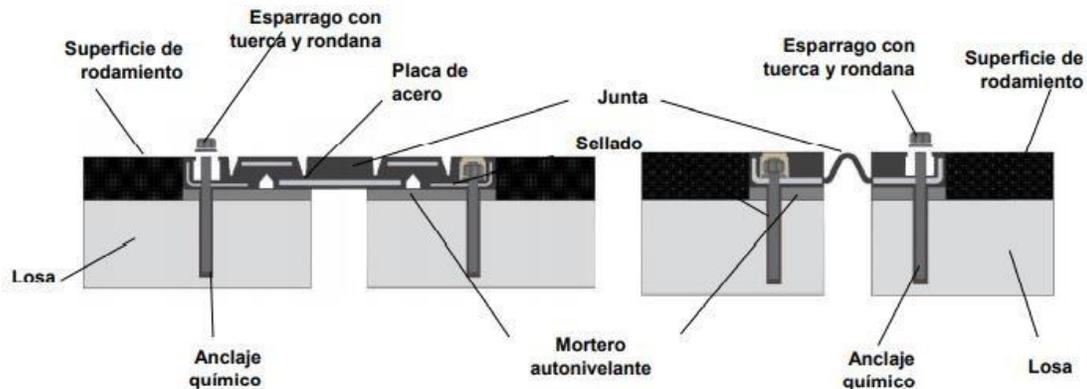
### 3.1.3.4. Juntas de calzada o juntas de dilatación

Es un componente que debe asegurar que los movimientos horizontales que se generan en el puente no afecten los elementos estructurales adyacentes. Es diseñado para dar continuidad a la superficie de rodadura y debe ser impermeable, de tal forma que el agua de los escurrimientos de la vía no afecte los apoyos, estribos y pilas. No debe ser fuente de ruidos y vibraciones al soportar las cargas de tráfico. Se colocan en los apoyos extremos de la estructura, en la zona entre el acceso y el tablero, en los apoyos intermedios entre dos tableros. (Manual para Inspección de Puentes, 2018, p. 69)

A continuación, se presentan los diferentes tipos de juntas y sus detalles.

**Junta Elastomérica:** Las juntas elastoméricas son dispositivos diseñados para absorber los movimientos estructurales. Altamente resistentes, mantienen su capacidad elástica y de absorción, ofreciendo una gran resistencia a la abrasión y a cambios de temperaturas. Dependiendo del tamaño de la junta estas pueden o no disponer de placas interiores de acero, para evitar la deformación de la superficie. (Manual para Inspección de Puentes, 2018, p. 69)

Se procede a mostrar los detalles de la junta en la ilustración 34 la cual está compuesta por esparrago y una placa de acero de cubre el espacio vacío.



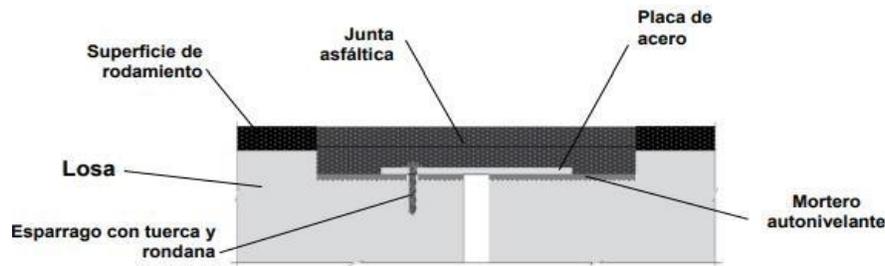
**Ilustración 34 - Junta elastomérica reforzada y no reforzada**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Usualmente estas juntas elastómeras, se suelen rellenar con una placa metálica, la cual puede oscilar libremente más un adhesivo que posee alta flexibilidad. En la ilustración también se rotulan los componentes, como los espárragos con tuercas la junta y refuerzos.

**Junta asfáltica:** La junta asfáltica un sistema que se aplicada en caliente, y se moldea y construye en campo, está compuesto principalmente de asfalto modificado con polímeros que es mezclado con agregados especialmente seleccionados y procesados. Se puede usar tanto para superficies de concreto hidráulico como de carpeta asfáltica. La junta asfáltica

proporciona una junta impermeable y lisa. (Manual para Inspección de Puentes, 2018, p. 70)  
Vea la ilustración 36 la cual muestra todos los detalles de una junta asfáltica.



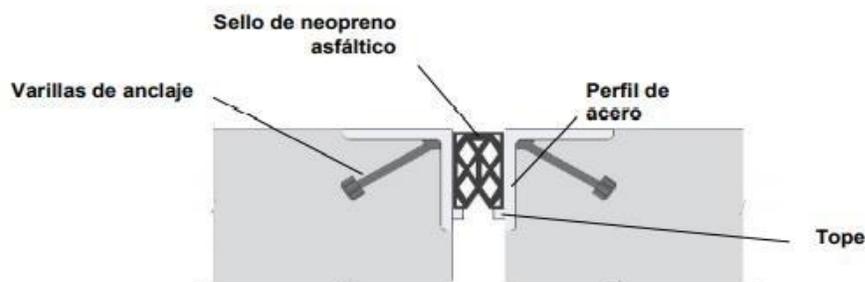
**Ilustración 35 - Elementos que componen una junta asfáltica**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

En comparación con la junta anterior, se puede observar que el detalle es más simple, ya que la junta asfáltica, solo cuenta con un esparrago y una platina, la cual se rellena con una capa asfáltica.

**Junta metálica sin sello fijo de neopreno:** Este tipo de juntas están formado por dos perfiles metálicos se disponen cara a cara, en el espacio entre los perfiles se coloca un sello de neopreno, el cual no es fijo y generalmente se utiliza para juntas con aberturas pequeñas. (Manual para Inspección de Puentes, 2018, p. 71)

Observe los detalles presentados en la ilustración 36 la cual muestra los componentes de una junta sin sello metálico.



**Ilustración 36 - Elementos que componen una junta metálica sin sello fijo**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

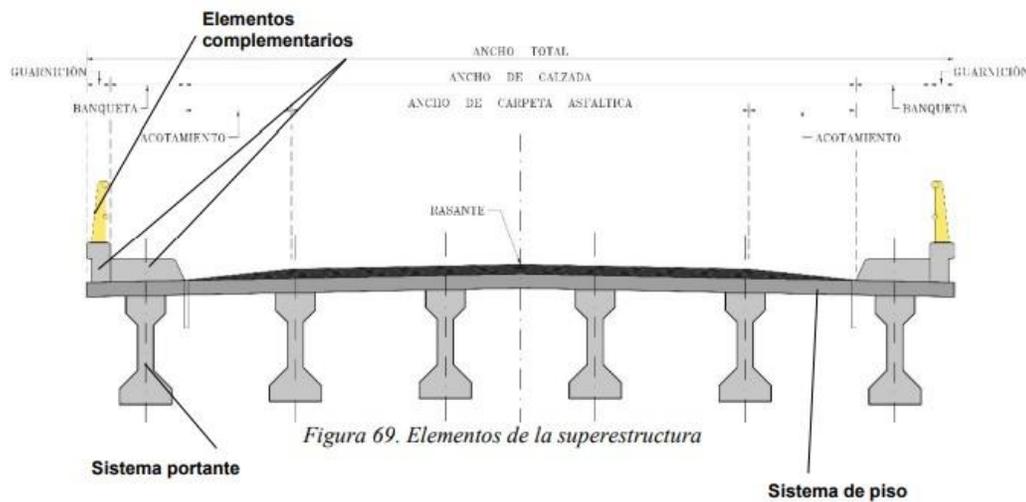
Como se observa esta junta está conformada por dos ángulos, las barras de anclaje y el neopreno. Este tipo de juntas es bastante usado en el país, ya que su construcción es simple y de bajo costo.

### 3.1.3.5. Superestructura

**La superestructura** varía de acuerdo con la tipología del puente y en general la superestructura está integrada por: Sistema Portante: que puede ser de traveses de concreto

reforzado o presfuerzo, traveses de acero estructural simple o presfuerzo, armaduras de acero estructural, losas planas macizas de concreto reforzado o presfuerzo, losas planas aligeradas de concreto reforzado o presfuerzo, traveses sección cajón de concreto simple o presfuerzo, etc. Los sistemas de traveses llevan un sistema de diafragmas transversales de distribución de cargas móviles. Sistema de piso: que puede ser de losa de concreto reforzado o presfuerzo, de placas de acero estructural ortotrópico apoyadas en largueros y piezas de puente también de acero estructural, sistema de piso de rejillas de acero estructural, etc. Elementos complementarios: como guarniciones y banquetas, carpeta asfáltica de rodadura, drenes para eliminar agua de lluvia en la calzada, parapeto que puede ser de concreto o de acero estructural, arbotantes del sistema de alumbrado del puente, estructuras de soporte de señalamiento, sistema de juntas de dilatación entre tramos de superestructura o entre superestructura y apoyos extremos de la subestructura (Manual para Inspección de Puentes, 2018, p. 75)

A continuación, se presentan los elementos de una superestructura apoyada en vigas i, ver ilustración 37.

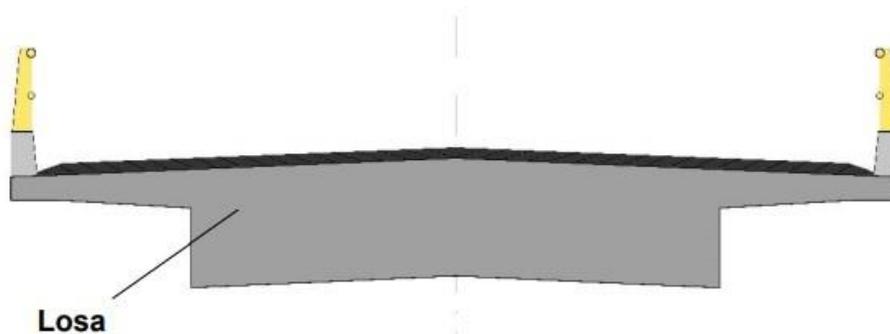


**Ilustración 37 - Elementos de la superestructura**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Observe los elementos acotados en sección transversal, se acota el ancho total del tablero, ancho de calzada, carpeta asfáltica, vigas, barandales y aceras. Preste atención a los desniveles de la carpeta asfáltica, esta tiene bombeos hacia los lados para ayudar a evacuar el agua, también en la sección se reflejan los ejes de cada viga y el eje principal de la carretera.

A continuación, se presentan el tablero de losa maciza en la ilustración 38

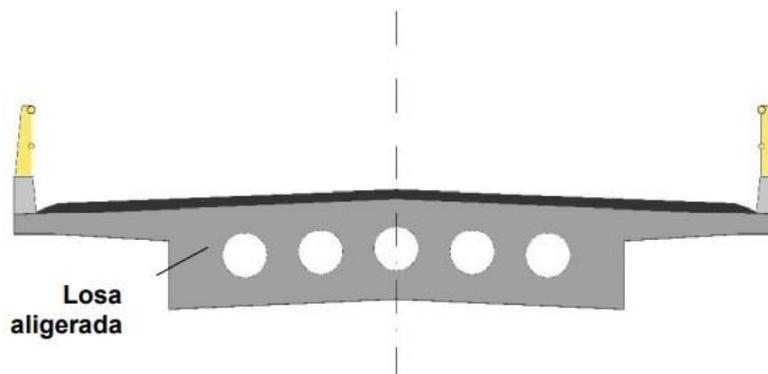


**Ilustración 38 - Superestructura de losa maciza**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Las losas macizas son usadas en un puente cuando tiene la función de transmitir directamente las cargas que transitan hacia la subestructura, además de brindar soporte ya que no hay otro elemento de la superestructura como vigas que se encarguen de soportar el peso.

A continuación, se presenta un tablero de losa aligerada en la ilustración 39, vea los detalles de los círculos en el centro del elemento.

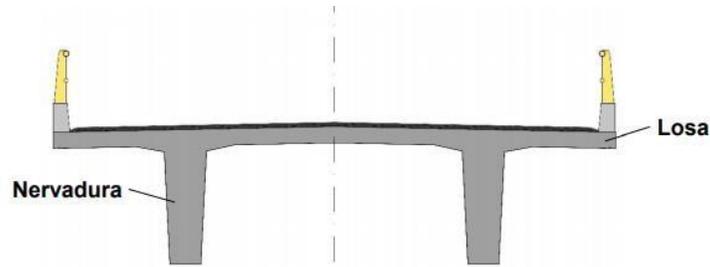


**Ilustración 39 - Superestructura de losa aligerada**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Este tipo de superestructura cumple con las funciones de darle soporte a las cargas y a su vez transmitir las a la subestructura, con la diferencia de que posee partes huecas en su interior, con el fin de disminuir el peso del elemento, pero sin afectar en gran medida las propiedades geométricas (momento de inercia) de la sección.

A continuación, en la ilustración 40 se presenta un tablero de losa con estructura nervada, observe la gran diferencia que existe en este sistema respecto a las losas anteriores.



**Ilustración 40 - Superestructura de losa con nervaduras**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Este tipo de superestructura recibe el nombre de losa con nervaduras o nervadas, porque esta constituida por elementos estructurales llamadas nervaduras o nervios, los cuales actúan como traves armadas para proporcionarles mayor rigidez a la losa.

**Losa sobre vigas:** Consta de dos elementos, la losa que es el elemento donde transitan las cargas y a su vez las transmite a las vigas, estas últimas son los elementos estructurales principales, las cuales tienen la función de soportar dichas cargas y transmitir estas a la subestructura, las cuales pueden ser de concreto reforzado o postensado o de acero. En el sentido longitudinal pueden ser simplemente apoyadas, con múltiples apoyos (Gerber) o continuas. Generalmente este tipo de entepiso tiene elementos transversales conocidos como diafragmas distribuidos simétricamente en la longitud de la estructura, que tienen la función de ayudar en la distribución de cargas en el sentido transversal y aportar rigidez a la torsión del tablero. (Manual para Inspección de Puentes, 2018, p. 77)

Se procede a mostrar la ilustración 41 un puente apoyado sobre vigas, que soporta el peso de la losa y de las barreas.



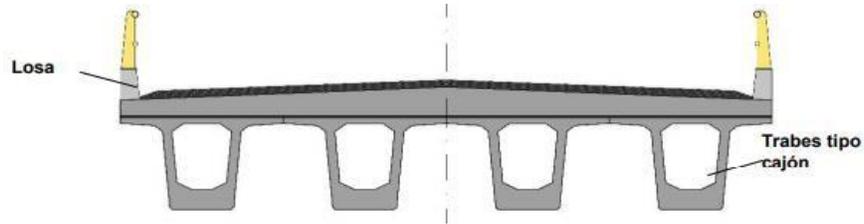
**Ilustración 41 - Superestructura de losa sobre vigas**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

En varios países de Latinoamérica incluyendo a Honduras este tipo de superestructura de losa apoyada sobre vigas, es bastante común, puesto que la construcción de sus elementos puede ser

prefabricada, luego todos los elementos se transportan al lugar de la obra y se unen entre sí, brindando una estructura, económica y de bajo mantenimiento.

Observe en la siguiente ilustración 42 la superestructura construida con vigas cajón.

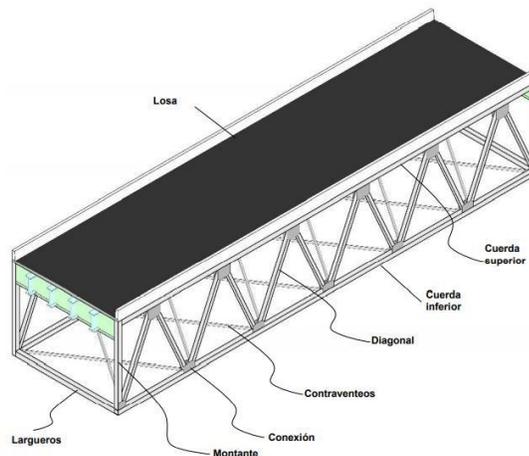


**Ilustración 42 - Superestructura de losa sobre vigas cajón**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Otra opción para la construcción de la losa del puente, son las vigas tipo cajón, no obstante, son más caras y pesadas, puesto que estas vigas se utilizan para cubrir claros más largos.

**Armadura paso superior:** En las superestructuras de paso superior los vehículos pasan por encima de las armaduras y tienen un tablero compuesto por una losa apoyada sobre vigas longitudinales de acero y estas a su vez en vigas transversales de acero. Estas últimas se apoyan en los nodos de las cuerdas superiores de la armadura, para que no generen cargas de flexo-compresión en dichos elementos. (Manual para Inspección de Puentes, 2018, p. 78) Observe la ilustración 43 se presenta puente creado a partir de una armadura metálica tipos joist.



**Ilustración 43 - Elementos de una armadura paso superior**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Observe cada elemento de la armadura, en este caso está compuesta por perfiles metálicos, montante, contraventeos, diagonales entre otros componentes, que se deberán especificar en los

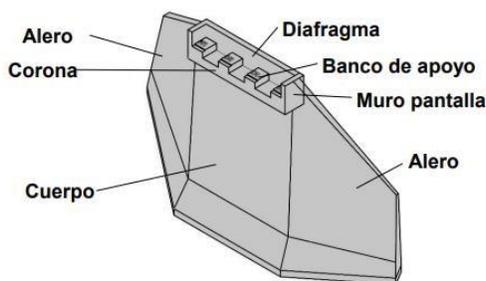
planos de estructuras metálicas, en los detalles de estas estructuras, se deberá especificar, el tipo de unión, placas y pernos, así también las normas técnicas de soldadura y protección contra la corrosión.

### 3.1.3.6. Subestructura

Se le denomina subestructura a los elementos que integran un puente, que se encargan de soportar la carga de la superestructura y transmitirla a la cimentación. Existen principalmente dos tipos, los apoyos extremos y los apoyos intermedios donde se encuentra una gran variedad de ambos tipos, a continuación, se mencionará algunos de los apoyos más comunes en nuestro país, sin embargo, pueden existir otros tipos de subestructura, ya que existe un sin número de soluciones para los puentes (Manual para Inspección de Puentes, 2018, p. 84)

**Estribos** Los estribos son apoyos que soportan la carga vertical de la superestructura del puente en los extremos, además tienen la función de soportar conjuntamente con los aleros, los empujes horizontales (estáticos y dinámicos) producidos por el suelo de relleno. Al estar sometidos a fuerzas horizontales, pueden sufrir deslizamientos y/o volcamientos, se deben diseñar y dimensionar de tal forma que cumplan todos los requisitos de estabilidad. (Manual para Inspección de Puentes, 2018, p. 84)

Los estribos pueden estar compuestos por diferentes partes vea la ilustración 44, también pueden poseer diferentes geometrías.



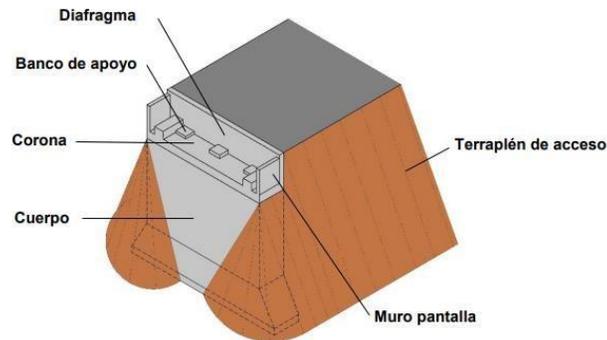
**Ilustración 44 - Elementos que conforman un estribo**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

En los planos del estribo habrá que trazar los detalles para cada elemento, desde su cimentación hasta los bancos de apoyo, se deberán trazar, secciones transversales en donde existan, cambios de espesores, especialmente en los aleros del estribo, se trazaran los detalles y distribución de los pilotes en el estribo si estos existiesen.

Para cada tipo de puente se podrá elegir entre los diferentes tipos de estribos, estos se determinarán, en base a las condiciones del terreno, condiciones del presupuesto y criterio del diseñador

A continuación, se presentan los diferentes tipos de estribos. Observe como varia la geometría, según su función y forma.

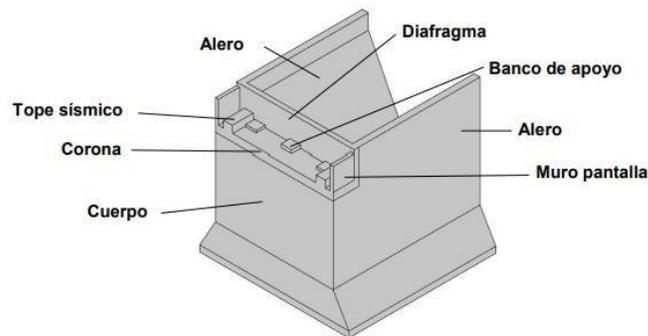


**Ilustración 45 - Elementos de un estribo enterrado**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Observe la ilustración, El cuerpo de estos estribos se encuentra debajo del terreno natural y solo se observa la corona del mismo, puede o no tener aleros y generalmente cuando tiene son en forma de "U".

En la ilustración 46 se presenta un estribo en U, observe como se diferencia del estribo enterrado

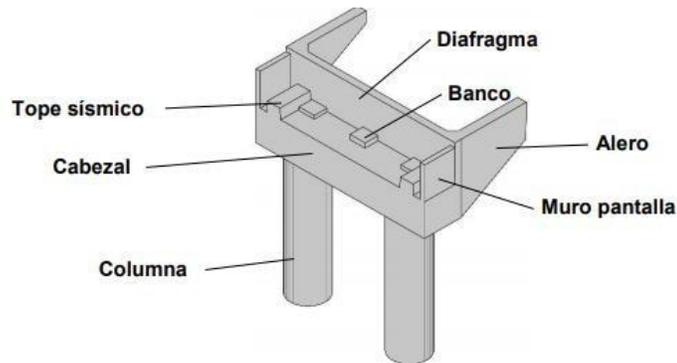


**Ilustración 46 - Elementos de un estribo con aleros en "U"**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Observe la ilustración 46, los aleros de este tipo de estribos son perpendiculares al cuerpo del mismo, para darle soporte lateral al suelo de relleno del terraplén de acceso.

A continuación, se presenta el estribo tipo caballete compuesto de columnas, cabezal y aleros



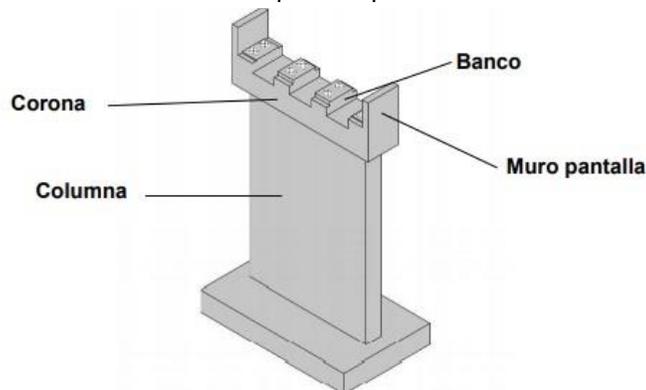
**Ilustración 47 - Elementos de un caballete con cimentación profunda**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Usualmente Este tipo de caballetes son aquellos en donde las columnas que los componen también hacen la función de cimentación, generalmente son de sección circular por motivos de procedimiento constructivo y se desplanta a grandes profundidades.

**Pilas:** La pila es un componente estructural que tiene la función de soportar las cargas verticales que le transmite la superestructura y las de origen sísmico sobre el puente. Puede tener una cimentación superficial o profunda, de acuerdo con las características del suelo, la capacidad de carga y las condiciones de socavación. (Manual para Inspección de Puentes, 2018, p. 87)

A continuación, se presentan los diferentes tipos de pilastras

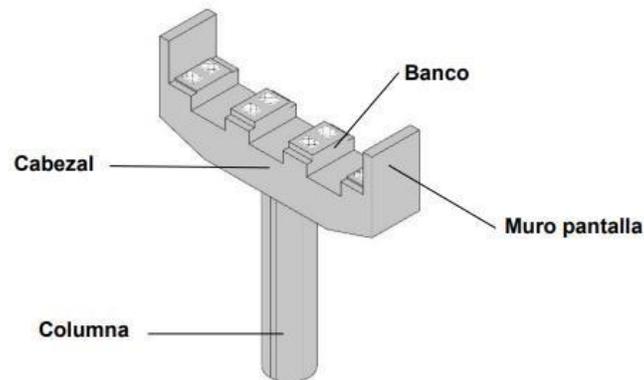


**Ilustración 48 - Elementos de una pila tipo muro**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

En la ilustración se observan las partes de la pilastra, compuestas por una corona y una sección sólida o equivalente a un "muro" la cual tiene la función de soportar las cargas de la superestructura y transferirlas a la cimentación.

Observe en la ilustración 49 la pila tipo columna, la cual es ideal para ser colocada en medio de medianas o áreas verdes de poco espacio en donde se requiera construir un puente elevado.

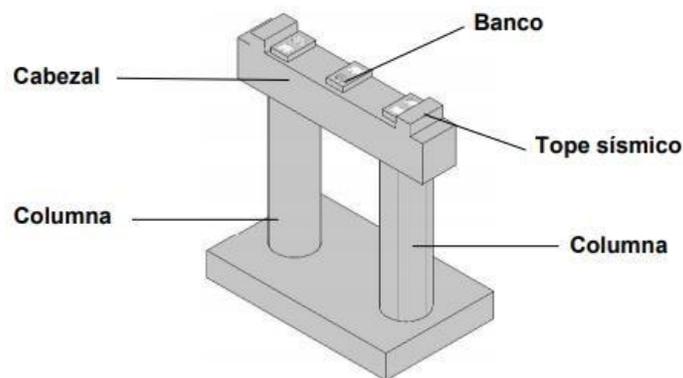


**Ilustración 49 - Elementos de una pila tipo columna**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Las pilas tipo columna son aquellas compuestas por un cabezal en voladizo y una columna la cual transmite la carga del cabezal a la cimentación.

Se presenta en la ilustración 50 la pila tipo columnas, la cual puede construirse con columnas redondas o cuadradas.



**Ilustración 50 - Elementos de una pila tipo marco rígido**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

La pila tipo marco está conformado por un cabezal, el cual forma un marco con las columnas, las cuales tienen la función de soportar las cargas y transmitir las a la cimentación, en ocasiones las columnas de la pila pueden utilizarse como cimentación profunda.

### 3.1.3.7. Pilotes

“Son elementos estructurales esbeltos o alargados que se utilizan para transmitir las cargas de una estructura a estratos profundos más resistentes que los mantos superficiales, o bien cuando la estructura deba construirse en un sitio cubierto por agua.” (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Los pilotes podrán clasificarse según atendiendo las diferentes causas, como se muestra en el Manual para Inspección de Puentes, (2018):

- Respecto a los materiales empleados en su elaboración
  1. De madera
  2. De acero
  3. De concreto
- Respecto al lugar de su construcción
  1. Prefabricados: cuando el pilote se fabrica en un lugar distinto al lugar donde será hincado
  2. Colados en el lugar
- Respecto a la sección transversal
  1. Cuadrado
  2. Circular
  3. Octogonal
  4. Triangular
  5. Perfiles
  6. Tubos
- Respecto a su apoyo
  1. Pilotes de fricción: cuando la mayor parte de la capacidad de carga del pilote es proporcionada por la fricción en el fuste del pilote.
  2. Pilotes de punta: cuando la mayor parte de la capacidad de carga del pilote se transmite por apoyo directo de la punta del pilote a un estrato de suelo resistente.
  3. Pilotes mixtos: cuando parte de la capacidad de carga del pilote se proporciona por fricción y el resto por apoyo directo.
- Respecto a su dirección
  1. Pilotes verticales
  2. Pilotes inclinados. (p. 91)

A continuación, se presentan las secciones transversales típicas de pilotes, dichos pilotes podrán ser de concreto o secciones metálicas, podrán ser prefabricados, o podrán construirse en obra.

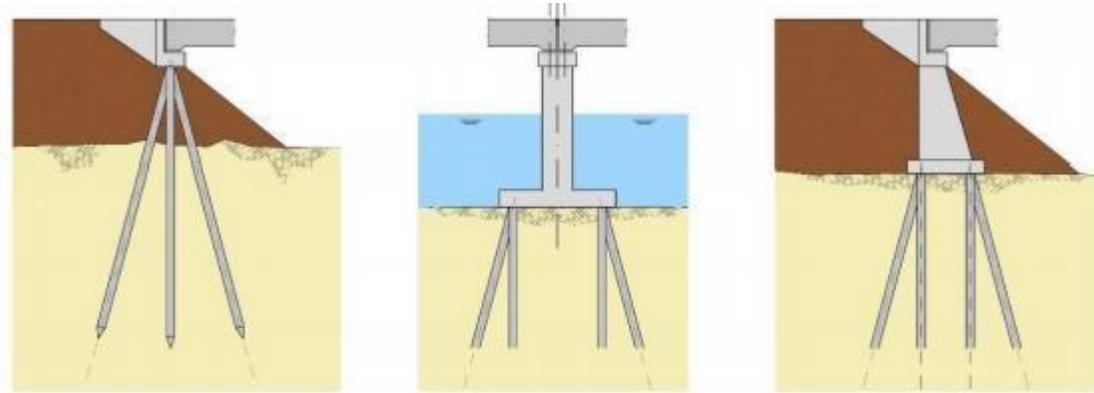


**Ilustración 51 - Sección transversal de pilotes**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Observe las diferentes secciones de pilotes, en los planos deberá acotar, sus dimensiones, anchos y largo, así como también, cualquier cambio de sección transversal que ocurra a lo largo del pilote, se deberán trazar diferentes detalles de secciones para mostrar el acero de refuerzo.

A continuación, se presentan en la ilustración 52 las inclinaciones con las cuales los pilotes pueden ser hincados.



**Ilustración 52 - Sección transversal de pilotes**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

En el detalle de elevación del estribo o pilastra, se deberá acotar y rotular las dimensiones del largo del pilote, y su inclinación.

#### 3.1.3.8. *Dispositivos de apoyo*

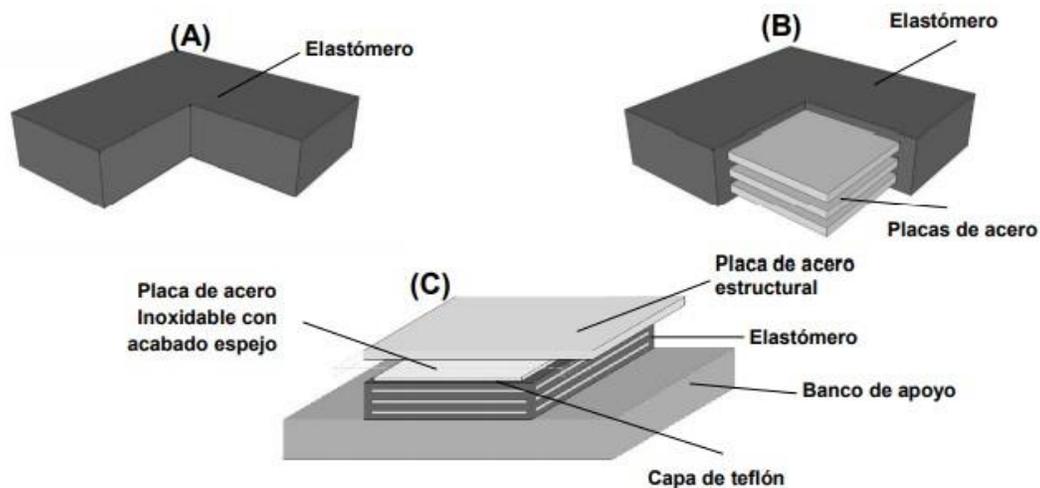
“Son los elementos encargados de transmitir en forma adecuada las cargas de la superestructura (vigas, armadura, etc.) a los componentes de la subestructura (Estribos, caballetes y pilas), permitiendo la expansión y rotación de la superestructura si fuera el caso.” (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

Aunque existen una gran variedad de tipos dispositivos de apoyo, priorizara en los apoyos de neopreno, ya que dichos elementos son los más usados en Latinoamérica y Honduras.

**Apoyos de Neopreno:** son un dispositivo estructural que transmite carga y permite la traslación y rotación compuesto de polychloropreno (neopreno). Dentro de esta categoría existen variantes entre los apoyos teniendo entre estos los apoyos elastoméricos que tienen espesores de 13 mm (1/2”) o menores y están compuestos únicamente por neopreno. Los apoyos de espesores mayores deben ser compuestos por capas alternadas de elastómero y refuerzo de acero íntegramente unidas entre sí y se les conoce como Neoprenos integrales.

Otra variante de estos son los apoyos elastoméricos deslizantes que consisten en una placa metálica superior y una superficie de contacto de acero inoxidable sobre una almohadilla rodeada de una capa de Polytetraflouroethylene (Teflón). (Manual para Inspección de Puentes, 2018, p. 93)

Se presentan los detalles típicos de los apoyos de neopreno. Observe como se compone el núcleo.



**Ilustración 53 - Apoyos de Neopreno**

Fuente: (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

El apoyo se compone de tres partes el elastómero, la cual es la parte flexible, placas de acero la cual aporta rigidez, en conjunto con las placas de acero inoxidable pulido y el teflón el cual reduce la fricción del movimiento entre las placas.

### 3.1.5. MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE PUENTES DE CONCRETO

El manual de puentes de concreto fue realizado en la republica del Salvador, por los autores Vázquez D., Hernández R., posee ciertos conceptos, detalles e imágenes de ejemplos de puentes, así también el manual, fue realizado, en base a normas AASHTO, ACI, y ASTM. Se decidió colocar información del manual, puesto que las construcciones de puentes en el país vecino son bastantes similares a las de Honduras

A continuación, se procede a mostrar dichos elementos y conceptos que aportaran valiosa información al manual para la representación estructural de puentes.

#### 3.1.5.1. Tipos de alambres para estructuras pretensadas

Se presentan las ilustraciones de cables típicos usados en la construcción de concreto y vigas preesforzadas.

Diámetro nominal (mm)	Mínima resistencia Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )		Mínimo Esfuerzo para Elongación de 1% (kg/cm <sup>2</sup> )	
	Tipo BA	Tipo WA	Tipo BA	Tipo WA
4.88	*	176031	*	14082
4.98	16888	176031	13520	14082
6.35	16888	16888	13520	13520
7.01	*	16551	*	13214

### Ilustración 54 - Tipos de alambre, resistencia y porcentajes de elongación

Fuente: (Vázquez D., Hernández R.,2004)

El cable trenzado, se usa casi siempre en miembros pretensados, y a menudo se usa también en construcción postensada. El cable trenzado se fabrica de acuerdo con la especificación de ASTM A-416 el cual es fabricado con siete alambres firmemente torcidos alrededor de un séptimo diámetro ligeramente mayor. El paso de la espiral torcido es de 12 a 16 veces el diámetro nominal del cable. Los cables pueden obtenerse en tamaños de 6.35mm hasta 0.60mm de diámetro, se fabrican en grado 250 y grado 270 los cuales tienen una resistencia ultima mínima de 17551 kg/cm<sup>2</sup> y 18890 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, basadas en el área nominal del cable. (Vázquez D., Hernández R.,2004, p. 51)

A continuación, se presenta la tabla de cables trenzado sin revestimiento extraídos del manual de construcción de puentes de concreto.

Diámetro Nominal (mm)	Resistencia a la Ruptura (kg)		Area Nominal del Cable (mm <sup>2</sup> )	Carga mínima para Elongación de 1% (kg)
		Grado 250		
6.35	4082		23.22	3469
7.94	6582		37.42	5582
9.53	9082		51.61	7714
11.11	12255		69.68	10439
12.70	16337		92.90	13898
15.24	24510		139.35	20837
		Grado 270		
9.53	11359		54.84	888
11.11	14071		74.19	11959
12.70	18745		98.71	15929
15.24	26602		140.00	22602

### Ilustración 55 - Propiedades elementales que cumplen los alambres sin revestimiento.

Fuente: (Vázquez D., Hernández R.,2004)

Las especificaciones de cables mostrados en las ilustraciones 54 y 55 son necesarias, ya que se diseña en base a la resistencia ultima de ruptura, además estas especificaciones deben mostrarse en los planos

### 3.1.5.2. Varillas con aleación de acero, con alta resistencia

La alta resistencia que se necesita se obtiene mediante la introducción de elementos de ligazón, principalmente manganeso, silicón y cromo, durante la fabricación del acero. Las varillas son fabricadas de tal forma que cumplan con los requisitos de la especificación de la ASTM A-277, son fabricadas en diámetros que varían de 12.7mm hasta 34.93mm de diámetro y dos grados, grado 145, y grado 160, teniendo resistencias ultimas mínimas de 10204 kg/cm<sup>2</sup> y 11224 kg/cm<sup>2</sup> (Vázquez D., Hernández R.,2004, p. 53)

Diámetro Nominal (mm)	Area Nominal de la Varilla (mm <sup>2</sup> )		Resistencia a la Ruptura (kg)	Mínima Carga para Elongación de 0.7 % (kg)
		Grado 145		
12.70	127		12755	11326
15.88	198		20408	18163
19.05	285		29082	26326
22.23	388		39490	35408
25.40	507		51735	46326
28.58	642		65408	58571
31.75	792		80816	72653
34.93	958		97653	87653
Diámetro Nominal (mm)	Area Nominal de la Varilla (mm <sup>2</sup> )		Resistencia a la Ruptura (kg)	Mínima Carga para Elongación de 0.7 % (kg)
		Grado 160		
12.70	127		14082	12245
15.88	198		22245	19490
19.05	285		32245	28163
22.23	388		43571	38163
25.40	507		57245	50000
28.58	642		72245	63163
31.75	792		88980	78061
34.93	958		108061	94490

**Ilustración 56 – Resistencia y carga mínima para diversos diámetros de varilla de acero**

Fuente: (Vázquez D., Hernández R.,2004)

Es importante que los alumnos conozcan las propiedades de los alambres de cables para sistemas pretensados y varillas de alta resistencia en las ilustraciones 49, 50 y 51, puesto que estos elementos son bastante usuales en la construcción de puentes, y además de eso se deberán citar ciertas características de estos cables en los detalles del plano de la viga y otros elementos prefabricados.

### 3.1.5.3. Estribos de mampostería

“Los estribos tienen la apariencia de muro de contención, en la mayoría de los casos consisten en una pared frontal y dos paredes en forma de alas. Pueden ser construidos en concreto reforzado, mampostería reforzada y mampostería de piedra” (Vázquez D., Hernández R.,2004) A continuación, se presentan algunos ejemplos de estribos de mampostería de piedra.



**Ilustración 57 - Ejemplos de estribos construidos en mampostería de piedra**

Fuente: (Vázquez D., Hernández R.,2004)

Estos estribos usualmente se construyen en zonas rurales, para puentes no muy grandes y de bajo tráfico vehicular, la idea de los estribos de mampostería de piedra es aprovechar los recursos y materiales cercanos, que usualmente se encuentran en los cauces de los riachuelos que cruza el puente. Las rocas de entre 4" a 6" se envuelve a manera de crear un volumen cuadrado o rectangular, mediante una malla hexagonal de alambra galvanizado trenzado, esto promueve la facilidad de construcción y asimismo reduce los costos de obra. A estas estructuras de piedra también se les conoce como gaviones, y se usan para proteger las orillas de los ríos y así evitar la erosión por parte de las corrientes de agua.

### 3.1.6. PERFORMANCE-BASED SEISMIC RETROFIT OF A BRIDGE BENT

Este artículo proveniente de Canadá, nos brinda una importante visualización de cómo se distribuyen las barras de refuerzo en una pilastra, y la importancia de estas, ante una eventualidad sísmica. El estudio y los detalles de pilastra propuesto y mostrados en el documento están basados en un puente real de tres claros de vigas continuas en Quebec.

## **Performance-based seismic retrofit of a bridge bent: Design and experimental validation**

**Nathalie Roy, Patrick Paultre, and Jean Proulx**



Nathalie Roy  
Université de Sherbrooke

24 PUBLICATIONS 183 CITATIONS



Patrick Paultre  
Université de Sherbrooke

196 PUBLICATIONS 4,043 CITATIONS



Jean Proulx  
Université de Sherbrooke

46 PUBLICATIONS 979 CITATIONS

### **Ilustración 58 - Título y perfiles de los ingenieros**

Fuente: (N. Roy, P. Paultre, J. Proulx.,2010)

En el documento del desempeño basado en la respuesta sísmica de la pilastra de un puente los autores muestran los detalles estructurales de la pilastra.

Se presenta las imágenes reales del puente que se tomó como caso de estudio de la investigación.

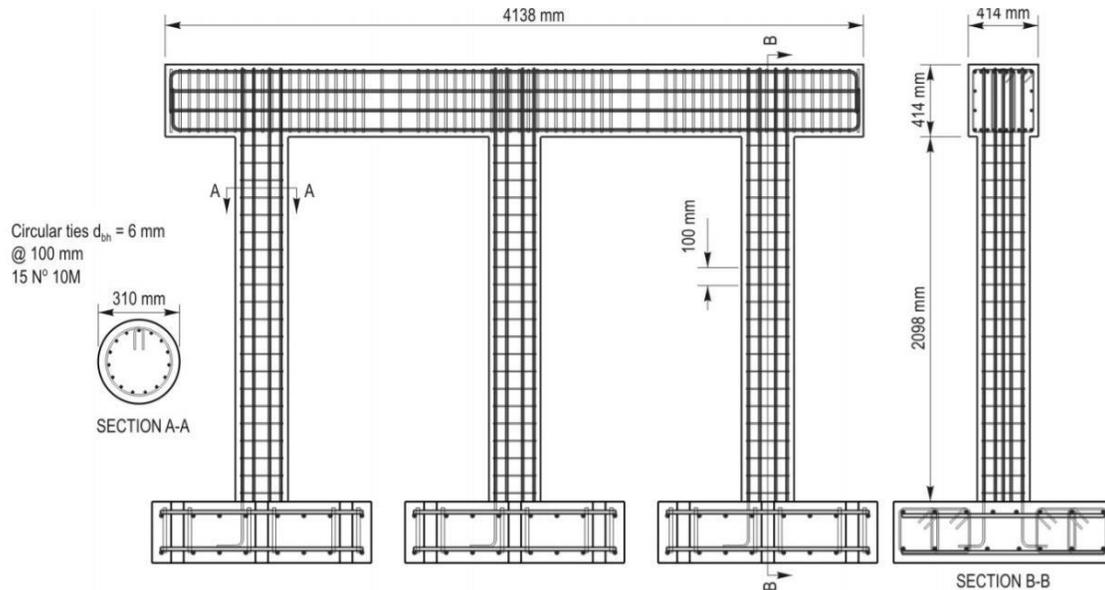


### **Ilustración 59 - Puente de vigas continuas de 3 claros**

Fuente: (N. Roy, P. Paultre, J. Proulx.,2010)

En la ilustración 59 se puede apreciar que el puente está compuesto por tres longitudes de claros simétricos, en donde la superestructura, se apoya en pilastras y estribos.

A continuación, se presentan los esquemas del detalle de refuerzo de la pilastra, la cual está compuesta por tres columnas con sus zapatas y la viga capitel en la parte superior.



**Ilustración 60 - Detalles de refuerzo de pilastra**

Fuente: (N. Roy, P. Paultre, J. Proulx.,2010)

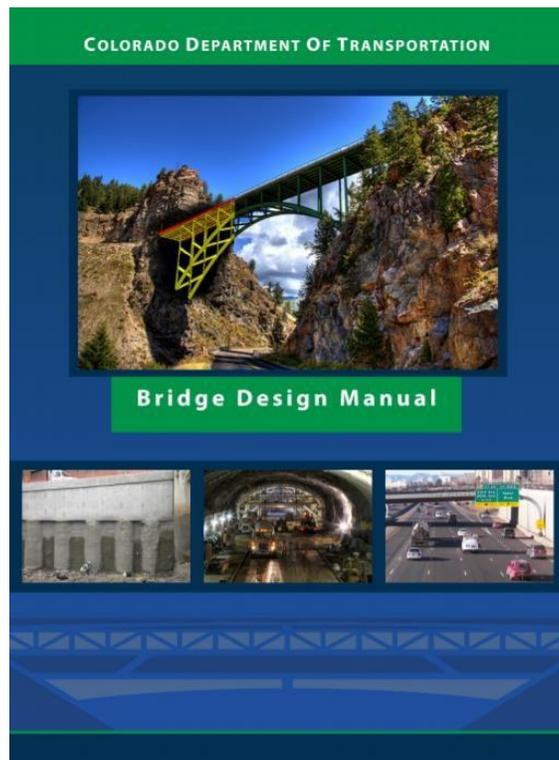
La pilastra es compuesta por tres partes, y son: la cimentación, las columnas y viga capitel. Observe como se distribuyen las barras de refuerzo en cada una de las partes. Vea los recubrimientos, dejados en la parte inferior de la zapata, que, aunque esta no está acotada, las diferencias de los espacios de recubrimientos son notorias. Observe que la zapata en que se apoya cada columna tiene refuerzo inferior y superior. En la parte de las columnas se aprecian las barras de refuerzo longitudinal y los estribos ubicados a cada 100mm. En la viga capitel en la parte superior se logra ver las barras de refuerzo longitudinal que ayudan a soportar los momentos y flexiones generados por las cargas, y los estribos espaciados a diferentes longitudes, para cubrir los esfuerzos por cortantes.

En toda sección o elevación que se muestren barras de refuerzo, se deberá especificar, el diámetro, grado de la barra, espaciamiento, y cantidad de las barras, así como también sus recubrimientos. Esto aplica para todos los elementos que conforman la estructura.

### 3.1.7. THE (CDOT) BRIDGE DESIGN MANUAL (BDM)

“El Manual de Diseño de Puentes del Departamento de Transporte de Colorado (CDOT)(BDM) proporciona las políticas y procedimientos en vigor para el diseño, rehabilitación, reparación de puentes y para proyectos que utilicen fondos federales o estatales.” (CDOT Bridge Design Manual, 2021)

A continuación, se presenta la portada del manual del departamento de transporte del Estado de Colorado – EE. UU



**Ilustración 61 - Portada (CDOT) Bridge Design Manual**

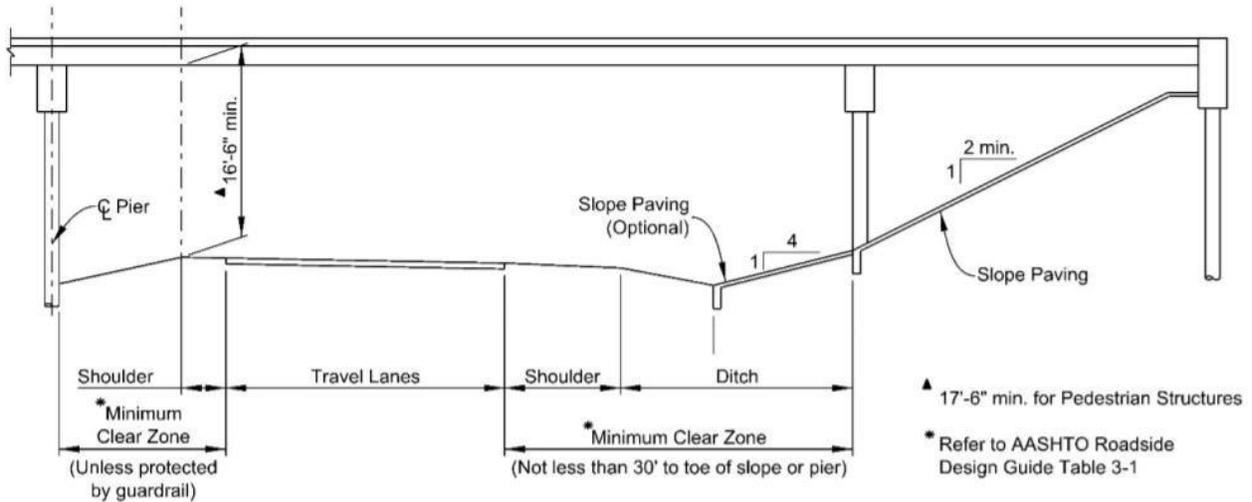
Fuente: (CDOT Bridge Design Manual, 2021)

El manual posee conceptos importantes sobre las estructuras de puentes, pero se dará más relevancia a los detalles de estribos, pilastras, muros de contención y estructuras relacionadas a los puentes que se presenta en este manual. Importante hay que destacar, que el manual está basado en la AASHTO LRDF, ACI, AISC, y norma para materiales ASTM

#### 3.1.7.1. *Holguras Horizontales – Horizontal Clearances*

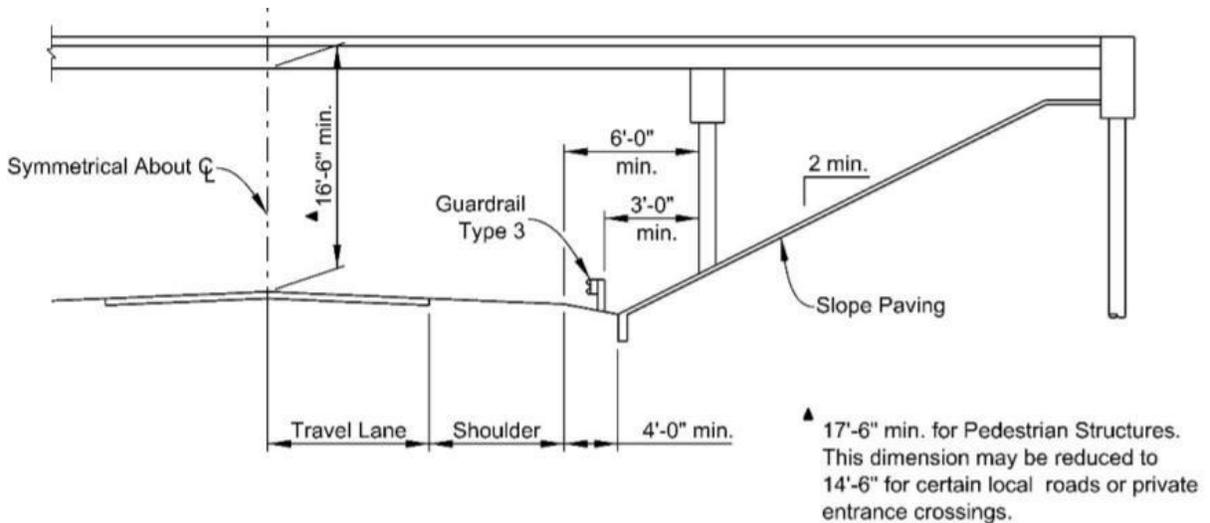
“Las holguras horizontales se ajustarán a AASHTO Política Geométrica de Diseño de Carreteras y Calles” (CDOT Bridge Design Manual, 2021)

A continuación, se presentan detalles de estas holguras horizontales que deberán incluirse en los planos, preste atención a las alturas acotadas.



**Ilustración 62 - Holguras en puentes para carreteras de alta velocidad**

Fuente: (CDOT Bridge Design Manual, 2021)



**Ilustración 63 - Holguras en puentes para carreteras de baja velocidad**

Fuente: (CDOT Bridge Design Manual, 2021)

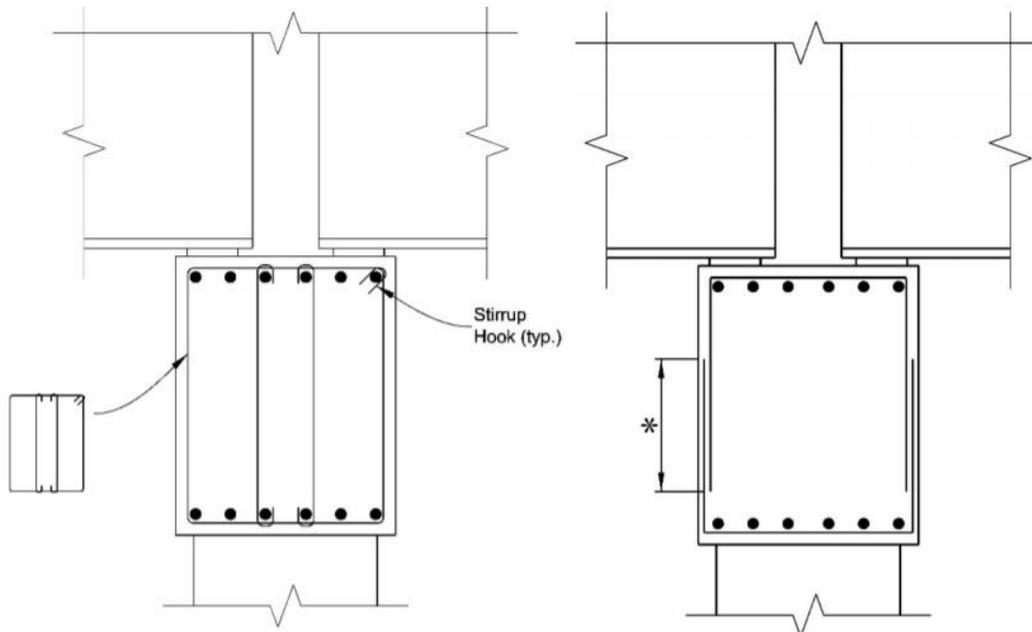
En las ilustraciones 55 y 56 observe las cotas y rotulaciones importantes que se deben incluir en los planos, por ejemplo se observan las cotas de la carretera existente inferior (travel lanes) , se

acotan las longitudes de la pilastra hasta el borde de la carretera (shoulder +ditch), para señalar los espacios distanciamientos mínimos, también se toman en cuenta las longitudes y espacios mínimos desde la barrera metálica hasta la pilastra (guardrail – 6’ min) se acota la altura del galibo, desde la parte inferior de la viga hasta la losa de la carretera (16’-6” min) y por último la pendiente de los taludes (slope paving).

### 3.1.7.2. Pier Cap Reinforcing Details - Detalles de refuerzo de la tapa del muelle

Los ganchos en los estribos de cizallamiento integral en la viga capitel se doblarán lejos de la línea del eje central. Los ganchos encerrarán una barra de refuerzo del capitel y los estribos deberán estar adecuadamente desarrollados. Para garantizar una cubierta de hormigón adecuada para los ganchos de estribo, los ganchos deberán estar debajo de la estera superior de acero de losa. (CDOT Bridge Design Manual, 2021, p. 5-8,9)

A continuación, se presentan los detalles de la viga capitel según el manual de puentes del estado de Colorado.



**Ilustración 64 - Refuerzos en viga capitel de altura constante y variable**

Fuente: (CDOT Bridge Design Manual, 2021)

Como se observa en la ilustración 58, se deberán rotular los refuerzos de la viga capital, y estos serán los estribos (stirrup hook) que se encargan de resistir la fuerza cortante y las barras longitudinales que se encargan de resistir los momentos flexionantes, se deberá especificar el

diámetro de las barras superiores e inferiores, además del diámetro de los estribos, la cantidad y separación.

### 3.1.7.3. Diseño de tablero de losa - Deck Design Tables

Para mantener la coherencia en los detalles, esta sección proporciona los valores de diseño del del tablero, incluidos los espesores de losa de cubierta recomendados, anchos de voladizo, transversales y refuerzo longitudinal, para una variedad de arreglos de vigas (véase Tabla 9-1, Tabla 9-2). (CDOT Bridge Design Manual, 2021, p. 9-4,5)

A continuación, se presentan las imágenes de las tablas, para refuerzos de losa según la distancia entre vigas y el espesor de la losa en base a AASHTO LRFD Sección A13.4.1

**Table 9-1: CDOT Standard CBT Girder Load and Resistance Factor Design ( $f_y = 60$  ksi)**

Girder spacing CL to CL (ft.)	Concrete deck thick. (w/o haunch) (in.)	* Maximum overhang (ft. - in.)	Transverse reinforcing		Longitudinal reinforcing	
			Top / bot. mat slab reinforcing		** Top mat (#4 min.)	Bot. mat / 'D' bar (#5)
			Size	Max. Spacing (in.)	Max. Spacing (in.)	Max. Spacing (in.)
4.00	8.00	2' - 6.5"	#5	9	6	12
4.25	8.00	2' - 6.5"		9		12
4.50	8.00	2' - 6.5"		9		12
4.75	8.00	2' - 6.5"		9		12
5.00	8.00	2' - 6.5"		9		12
5.25	8.00	2' - 7.5"		9		12
5.50	8.00	2' - 9"		9		12
5.75	8.00	2' - 10.5"		9		12
6.00	8.00	3' - 0"		9		12
6.25	8.00	3' - 1.5"		9		12
6.50	8.00	3' - 3"		9		12
6.75	8.00	3' - 4.5"		9		12
7.00	8.00	3' - 6"		9		12
7.25	8.00	3' - 7.5"		9		12
7.50	8.00	3' - 9"		9		12
7.75	8.00	3' - 10.5"		9		12
8.00	8.00	4' - 0"		9		12
8.25	8.00	4' - 1.5"		8.5		12
8.50	8.00	4' - 3"		8.5		12
8.75	8.00	4' - 4.5"		8		11
9.00	8.00	4' - 6"		8		11
9.25	8.00	4' - 7.5"		8		11
9.50	8.00	4' - 9"		7.5		11
9.75	8.00	4' - 10.5"		7.5		11
10.00	8.00	5' - 0"		7.5		11
10.25	8.50	5' - 1.5"		7.5		11
10.50	8.50	5' - 3"		7.5		11
10.75	8.50	5' - 4.5"		7		10
11.00	8.50	5' - 6"		6.5		9
11.25	8.50	5' - 7.5"		6.5		9
11.50	9.00	5' - 9"		6.5		9
11.75	9.00	5' - 10.5"		6.5		9
12.00	9.00	6' - 0"	▼	6	▼	8

**NOTES:**

The design data does not apply to deck overhangs that need to be designed according to AASHTO LRFD, Section A13.4.1

\* The deck overhang varies from 30.5" to 0.5 times the girder spacing that is measured from the center of the exterior girder

\*\* Negative moment reinforcing steel over the pier is not included.

### Ilustración 65 - Tabla de refuerzo de losa para vigas de concreto

Fuente: (CDOT Bridge Design Manual, 2021)

**Table 9-2: Rolled Steel Beams/Steel Plate Girders (12 in. [min.] wide top flange) Load and Resistance Factor Design ( $f_y = 60$  ksi)**

Girder spacing CL to CL (ft.)	Concrete deck thick. (w/o haunch) (in.)	* Maximum overhang (ft. - in.)	Transverse reinforcing		Longitudinal reinforcing	
			Top / bot. mat slab reinforcing Size	Max. Spacing (in.)	** Top mat (#4 min.) Max. Spacing (in.)	Bot. mat / "D" bar (#5) Max. Spacing (in.)
4.00	8.00	1' - 6"	#5	9	6	12
4.25	8.00	1' - 6"		9		12
4.50	8.00	1' - 6"		9		12
4.75	8.00	1' - 7"		9		12
5.00	8.00	1' - 8"		9		12
5.25	8.00	1' - 9"		9		12
5.50	8.00	1' - 10"		9		12
5.75	8.00	1' - 11"		9		12
6.00	8.00	2' - 0"		8.5		12
6.25	8.00	2' - 1"		8.5		12
6.50	8.00	2' - 2"		8		11
6.75	8.00	2' - 3"		8		11
7.00	8.00	2' - 4"		7.5		11
7.25	8.00	2' - 5"		7.5		11
7.50	8.00	2' - 6"		7.5		11
7.75	8.00	2' - 7"		7		10
8.00	8.00	2' - 8"		7		10
8.25	8.00	2' - 9"		7		10
8.50	8.00	2' - 10"		6.5		9
8.75	8.00	2' - 11"		6.5		9
9.00	8.00	3' - 0"		6.5		9
9.25	8.00	3' - 1"		6		8
9.50	8.00	3' - 2"		6		8
9.75	8.00	3' - 3"		5.5		8
10.00	8.00	3' - 4"		5.5		8
10.25	8.50	3' - 5"		5.5		8
10.50	8.50	3' - 6"		5.5		8
10.75	8.50	3' - 7"		5		7
11.00	8.50	3' - 8"		5		7
11.25	8.50	3' - 9"		5		7
11.50	9.00	3' - 10"		5		7
11.75	9.00	3' - 11"		4.5		6
12.00	9.00	4' - 0"	↓	4.5	↓	6

**NOTES:**

The design data does not apply to deck overhangs that need to be designed according to AASHTO LRFD, Section A13.4.1.  
 \* The deck overhang varies from 21" to 0.33 times the girder spacing that is measured from the center of the exterior girder.  
 \*\* Negative moment reinforcing steel over the pier is not included.

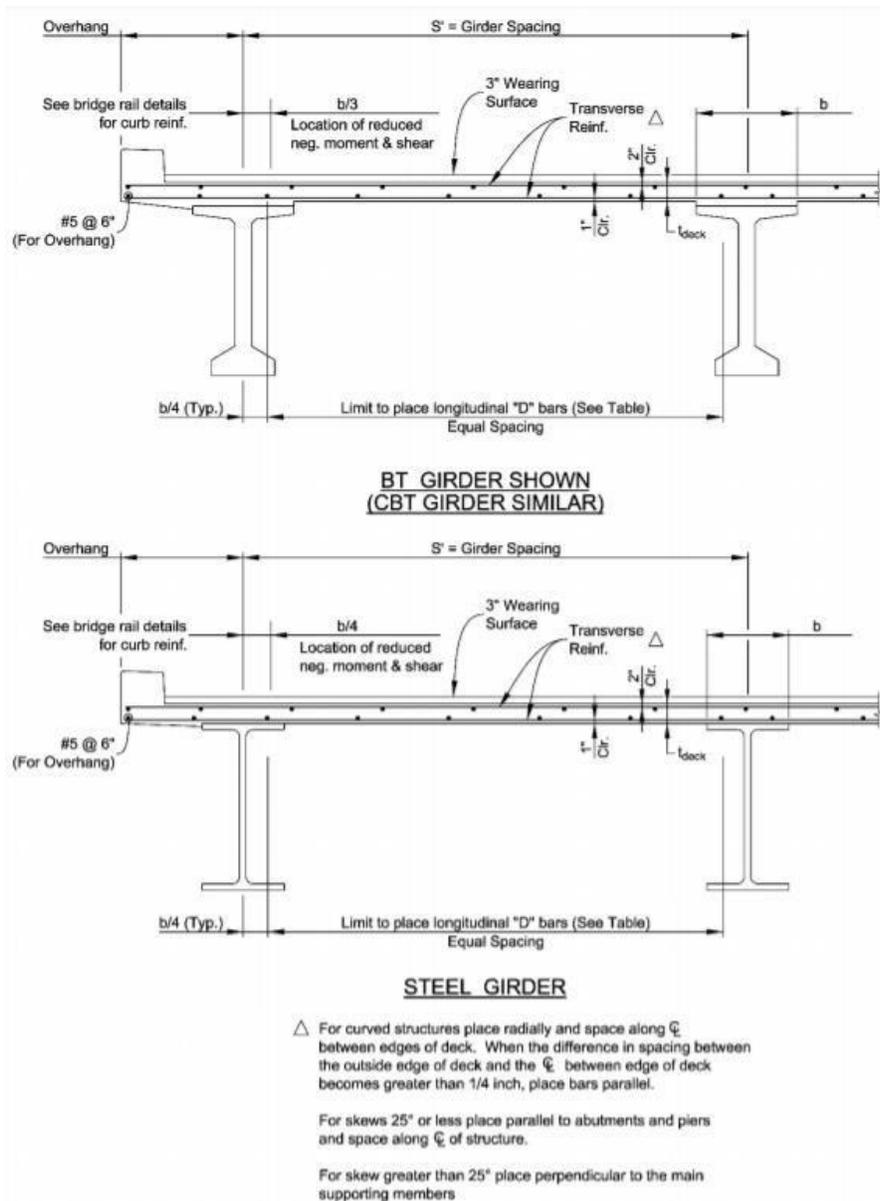
**Ilustración 66 - Tabla de refuerzo de losa para vigas de metal**

Fuente: (CDOT Bridge Design Manual, 2021)

Explicando las ilustraciones 65 y 66, podemos observar que los refuerzos de la losa se basan en el espaciamiento de la viga (Girder Spacing), el espesor del concreto del tablero (Concrete Deck Thick), el voladizo de losa máximo en las vigas exteriores (Maximum Overhang), el refuerzo transversal y longitudinal que representan las dos últimas casillas de la derecha de la tabla.

En base a esta tabla y a los cálculos realizados por el ingeniero es como se definen los refuerzos transversales, longitudinales, de la losa de concreto del puente

Para mejor comprensión del lector acerca de esta tabla y detalles mencionados, procedemos a mostrar las ilustraciones del refuerzo de la losa del puente.



**Ilustración 67 - Refuerzo de losa apoyadas en viga de concreto y metal**

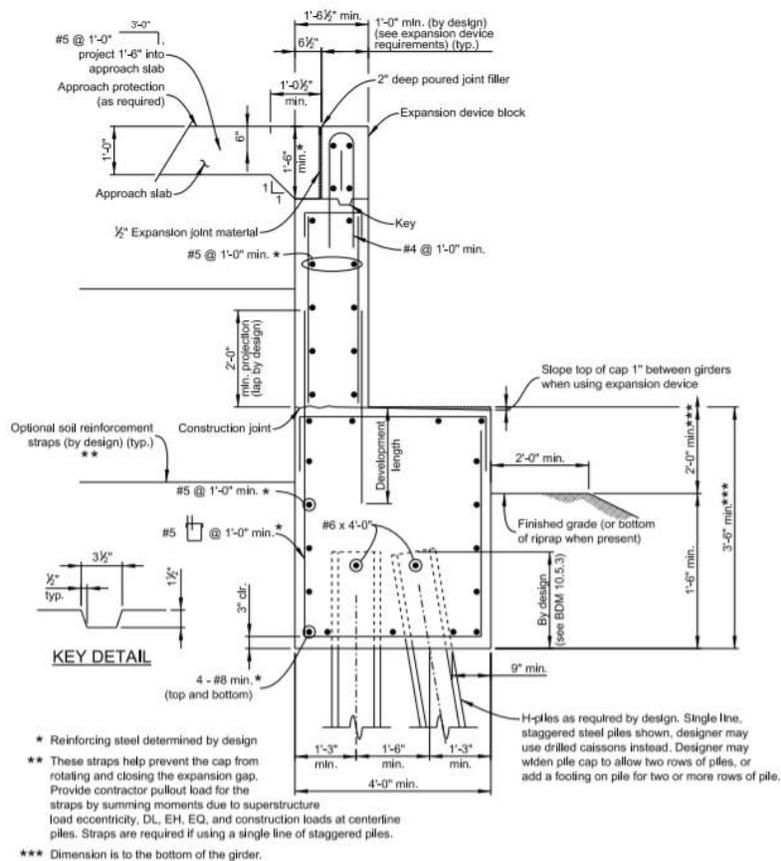
Fuente: (CDOT Bridge Design Manual, 2021)

Observe los detalles de la losa, se rotulan los refuerzos transversales superiores e inferiores (transverse reinf.), así también los refuerzos longitudinales superiores e inferiores, se acotan las distancias de las vigas (Girder spacing) de eje a eje, se acota el voladizo (overhang) y el espesor de la losa (tdeck).

### 3.1.7.4. Estribos – Abutments

Los estribos de tipo asiento tienen un espacio de expansión entre la pared trasera y el extremo de vigas, y se utilizan normalmente cuando los movimientos son grandes y requieren un dispositivo de expansión modular en lugar de un sello de tira colocado al final de la losa de aproximación. Para proporcionar una conexión anclada entre el superestructura y subestructura, coloque las vigas en los dispositivos de rodamientos, por lo tanto, permitiendo movimientos rotacionales y horizontales. (CDOT Bridge Design Manual, 2021, p. 11-10)

Se procede a presentar los detalles del estribo que está compuesto por la viga capitel, la pantalla y los pilotes, los cuales están embebidos en el fondo de la viga capitel.



**Ilustración 68 - Estribo apoyado en pilotes**

Fuente: (CDOT Bridge Design Manual, 2021)

En la ilustración 68 se observa el refuerzo del estribo, las barras mencionan su diámetro, separación y cantidad, también se muestran las dimensiones alto, y ancho de la viga de apoyo y de la pantalla, también se observan detalles de juntas de construcción y por último la losa de aproximación. Algo

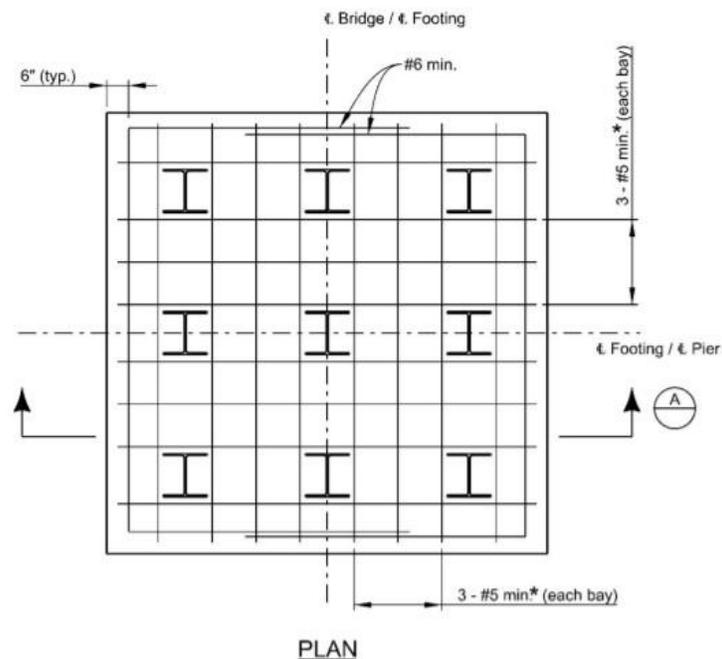
importante a mencionar es que este estribo en particular se apoya sobre pilotes de perfiles H, pero también se puede apoyar en pilotes de concreto, en columnas de concreto y muros de contención, manteniendo dimensiones similares en la viga de apoyo y pantalla.

Como toda estructura armada de concreto los puentes y sus varillas de refuerzo requieren recubrimientos mínimos, para proteger al acero de la corrosión y obtener mejor adherencia con él con el concreto, con el fin de que las barras queden sumergidas en dicha mezcla y puedan desarrollar su fuerza de tracción.

### 3.1.7.5. *Cimentación piloteada – footings on piles*

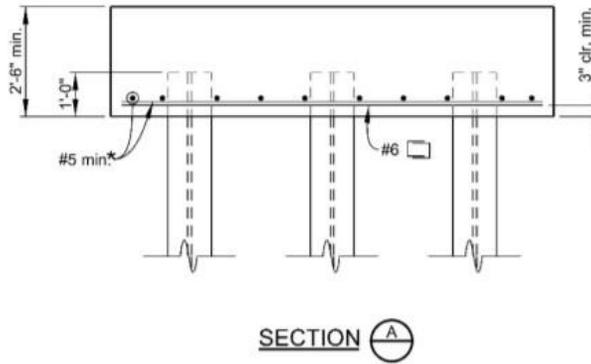
“La cimentación de los estribos o pilastras de puente podrá apoyarse en pilotes, cuando la fuerza del suelo no tenga la suficiente capacidad portante y el diseño lo amerite” (CDOT Bridge Design Manual, 2021)

Se muestra un ejemplo de cimentación piloteada con perfiles metálicos tipo H



**Ilustración 69 - Cimentación apoyada en pilotes (planta)**

Fuente: (CDOT Bridge Design Manual, 2021)



**Ilustración 70 - Cimentación apoyada en pilotes (sección)**

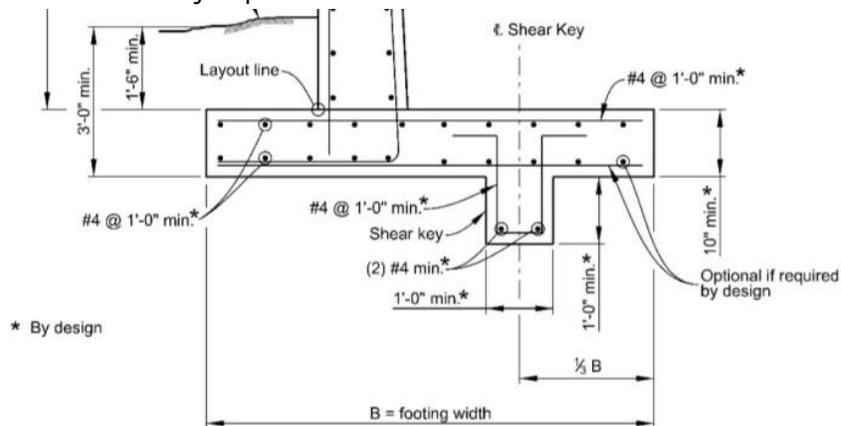
Fuente: (CDOT Bridge Design Manual, 2021)

En las ilustraciones 69 y 70 se muestra la distribución de los pilotes en la zapata, la distribución, tipo y cantidad de acero y los recubrimientos de las barras de refuerzo y pilotes, también se acotan las dimensiones de la zapata.

### 3.1.7.6. Muro de contención en voladizo - Cantilever Retaining Wall

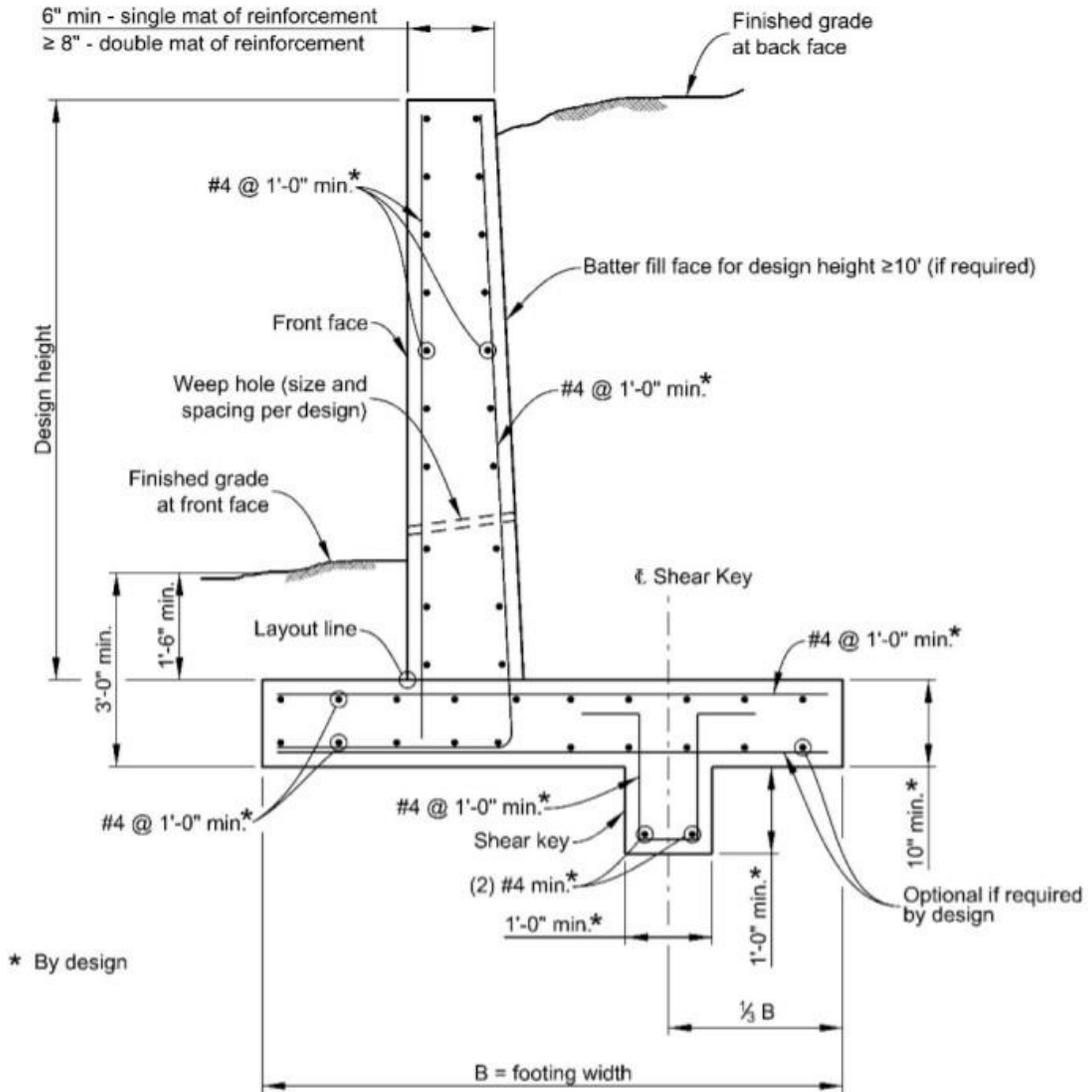
Se consideran sistemas de muros de contención en voladizo fundidos en el lugar y prefabricados paredes semigravedad. Las paredes en voladizo convencionales consisten en un tallo de hormigón y una base de hormigón, ambas relativamente delgadas y totalmente reforzadas para resistir el momento y la cizalladura a la que están sujetos (CDOT Bridge Design Manual, 2021, p. 11-30)

A continuación, se muestra el ejemplo del muro de contención en voladizo en la ilustración 71.



**Ilustración 71 - Cimentación de muro de contención (cuña de cortante – shear key)**

Fuente: (CDOT Bridge Design Manual, 2021)



**Ilustración 72 - Sección típica de muro de contención**

Fuente: (CDOT Bridge Design Manual, 2021)

En las ilustraciones 71 y 72 se muestran los detalles de las barras de refuerzo del muro de contención, se acotan las dimensiones relevantes como se la base (b footing width), la altura de diseño (design height), la cuña o llave de cortante para evitar arrastres y desplazamientos por la presión del suelo (shear key), entre otros datos relevantes que se deberán acotar y rotular.

En la sección de anexos podrá encontrar más detalles relevantes sobre la representación estructural de puentes.

3.1.8. EL PRETENSADO FREYSSINET

Freyssinet es una empresa europea que se dedica a brindar productos y servicios relacionados a la temática de pretensado y postensado de puentes, el manual de dicho fabricante ofrece detalles de calidad de los cables y sus anclajes, así también en el manual se exponen tablas, con las propiedades mecánicas y dimensiones de dichos elementos, además de esto el fabricante expone tipos de zunchos o estribos para mejorar el anclaje de los en los elementos de concreto.

A continuación, se brinda la portada del manual de pretensado, el cual brinda información sobre los anclajes, cuñas y cables para elementos pretensados y postensados.



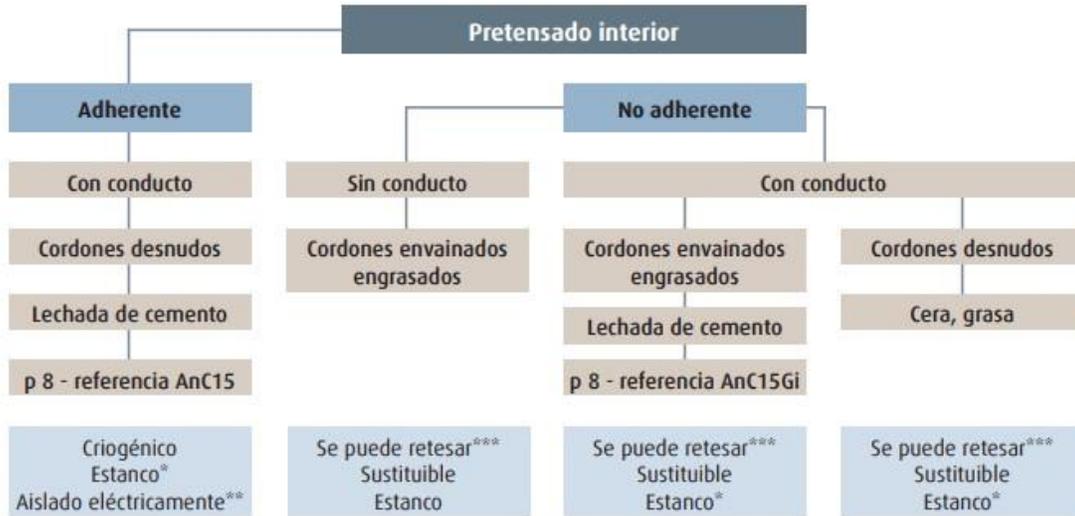
**Ilustración 73 - El pretensado Freyssinet**

Fuente: (El pretensado Freyssinet, 2014)

Freyssinet está en posesión de la Aprobación Técnica Europea (ATE) n° ETA 06/0226 para el sistema de pretensado que incluye las gamas de anclajes: - C para los cables de 3 a 55 cordones. - F para los cables de 1 a 4 cordones.

A continuación, presentaremos los diferentes tipos y detalles gráficos que ofrece el proveedor, y como introducción mostraremos, los conceptos básicos, la clasificación y usos de dichos cables.

### 3.1.8.1. Clasificación y categorías de uso pretensado interior



**Ilustración 74 - Clasificación y categorías de uso pretensado interior**

Fuente: (El pretensado Freyssinet, 2014)

Observe como se clasifican los distintos tipos de cables, que pueden ser adherentes y no adherente, todo dependerá de la función y cargas a las cuales estará sometido

A continuación, se presentan las configuraciones de pretensado interior adherente y no adherente.

### 3.1.8.2. Configuraciones de pretensado interior adherente

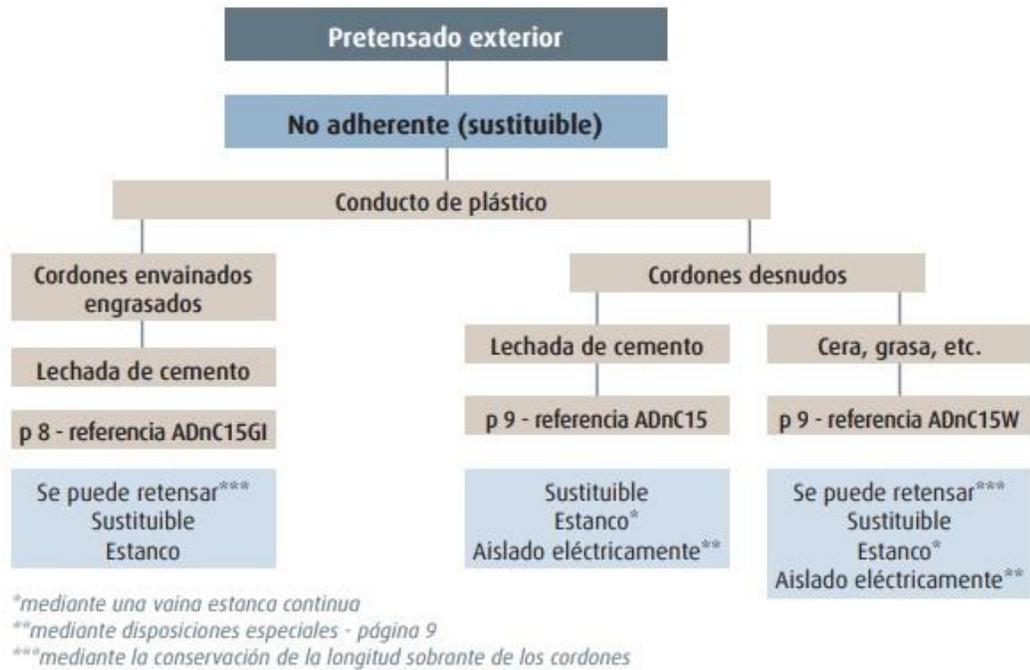
El modo de uso más habitual de la gama C con pretensado interior adherente se basa en el empleo de cordones desnudos lubricados en una vaina corrugada con fleje metálico, galvanizada o no, que puede curvarse manualmente y en la que se inyecta una lechada de cemento después del tesado de los cordones. En las zonas curvadas y para reducir el coeficiente de rozamiento de los cordones con la vaina, Freyssinet propone un sistema de lubricación de serie del fleje realizado siguiendo un procedimiento único que Freyssinet denomina LFC. (El pretensado Freyssinet, 2014, p. 4)

### 3.1.8.3. Configuraciones de pretensado interior no adherente

Los cables de pretensado no adherente se usan esencialmente para aplicaciones que implican la necesidad de medir la tensión del cable, de volver a tesarlo o de aflojarlo y sustituirlo. Se puede obtener un pretensado no adherente simplemente utilizando un producto de protección anticorrosión blando como sustituto de la lechada de cemento, generalmente grasa o cera especialmente diseñadas para esta función. En este caso, se prestará especial atención a la estanquidad de los conductos (El pretensado Freyssinet, 2014, p. 5)

### 3.1.8.4. Clasificación y categorías de uso pretensado exterior

Se presenta la clasificación y sus para cables pretensado exterior



**Ilustración 75 - Clasificación y categorías de uso pretensado exterior**

Fuente: (El pretensado Freyssinet, 2014)

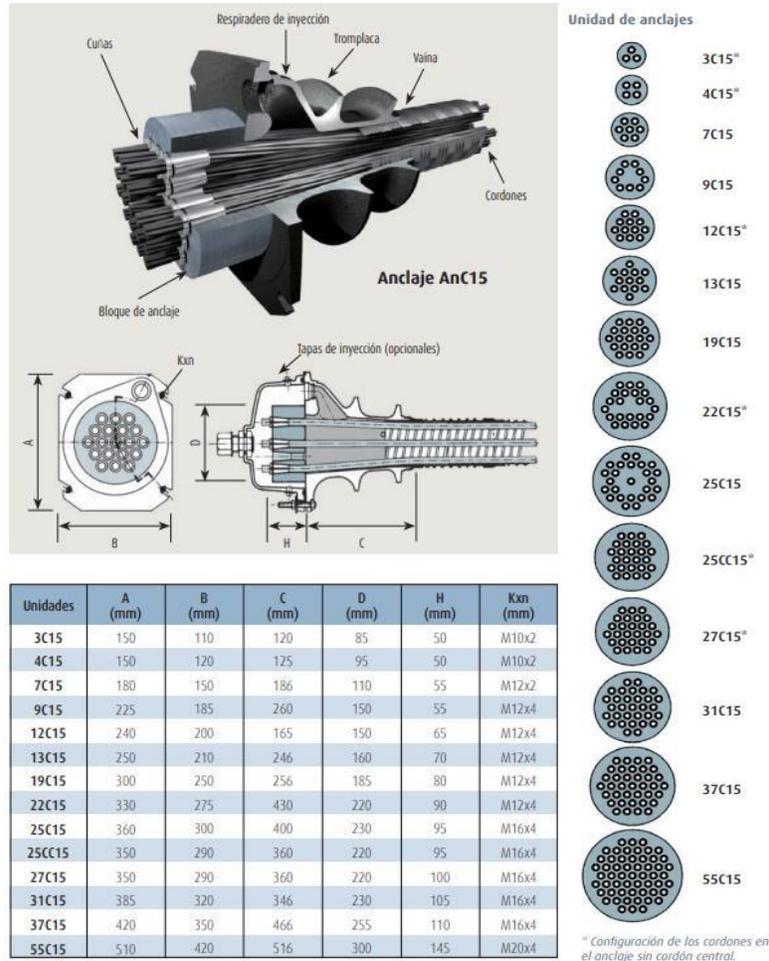
Es importante que estudiante conozca ciertas características de los cables, ya que dichas especificaciones se deben rotular en los planos de viga y en todo elemento que contenga cables pretensados o postensados en su estructura. Si se observa en las ilustraciones 67 y 68 tanto el pretensado interior como exterior, proponen que los cables se sellen con una lechada de concreto o se engrasen en cierto punto para disminuir su fuerza de tracción.

A continuación, se presentan las configuraciones de pretensado exterior, no adherente en conducto plástico.

### 3.1.8.5. Configuraciones de pretensado exterior

El pretensado exterior se adapta a la perfección a los elementos de hormigón con un espesor reducido y permite examinar fácilmente la sección principal de los cables. El uso más habitual de la gama C en pretensado exterior se basa en el empleo de cordones colocados en los tramos de tubos de PEAD gruesos, unidos mediante soldadura por espejos y en los que se inyecta lechada de cemento tras el tesado del cable. (El pretensado Freyssinet, 2014, p. 6)

Luego de haber explicado los conceptos de los cables pretensados se procede a mostrar los detalles de los mismos.



**Ilustración 76 - Clasificación y categorías de uso pretensado exterior**

Fuente: (El pretensado Freyssinet, 2014)

Los anclajes están formados por cuñas que garantizan un anclaje eficaz con esfuerzos estáticos o dinámicos. Dichos anclajes compactos de la gama C permiten una disminución del espesor de las vigas y las almas de los cajones, una mejor concentración de los anclajes en los empalmes y una desviación mínima de los cordones.

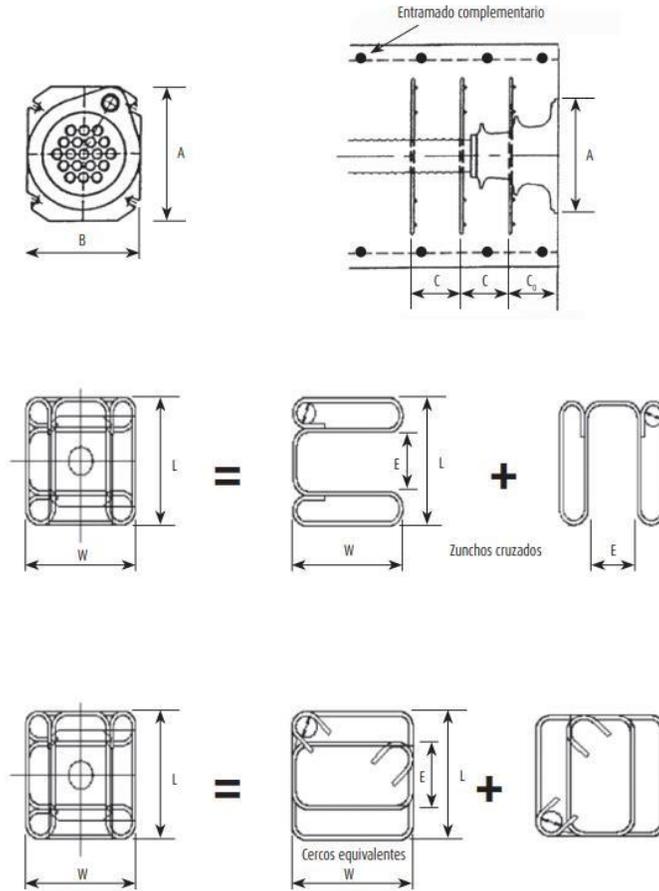
### 3.1.8.6. Zunchado de los anclajes de la gama C

Se procede a explicar brevemente que son los zunchados según el fabricante Freyssinet

Las fuerzas concentradas que ejercen las unidades pretensadas imponen la necesidad de instalar un zunchado junto a los anclajes en el caso de las estructuras de hormigón. Este

entramado local incluye un zunchado de rotura y los elementos de acero complementarios. Se ha definido el zunchado de rotura de tal modo que queda asegurado mediante zunchos cruzados o zunchado helicoidal para poder tener en cuenta las disposiciones constructivas habituales en determinados países. (El pretensado Freyssinet, 2014, p. 11)

Una vez entendido el concepto y función de los zunchados se procede a mostrar los detalles y configuraciones de los mismos.



**Ilustración 77 - Clasificación y categorías de uso pretensado exterior**

Fuente: (El pretensado Freyssinet, 2014)

La ilustración 77, provee los diferentes esquemas para los zunchados de los cables, estos se deberán agregar en los detalles y planos de refuerzo de la viga.

Se presenta la ilustración que provee el fabricante para los dobleces y dimensiones de las barras de los zunchados.

Unidades	Zunchos cruzados o cercos equivalentes (FeE 235)							(B500) Elementos de acero complementarios (cercos)		
	Número de capas	Co (mm)	C (mm)	Diámetro d (mm)	Diámetro del mandril D (mm)	Distancia centro mínima E (mm)	Dim. sin LO (mm)	Paso (mm)	Diámetro d (mm)	Número
3C15	3	100	75	8	31	90	200	110	8	3
4C15	3	100	75	8	46	90	230	115	12	3
7C15	3	120	90	12	74	130	310	120	12	4
9C15	3	120	110	12	74	140	360	125	14	4
12C15	3	120	120	14	83	160	410	140	16	4
13C15	3	140	125	14	88	170	430	130	16	4
19C15	3	160	125	16	117	200	520	180	20	4
22C15	3	170	140	20	118	215	570	130	16	6
25C15	3	200	160	20	135	220	610	175	20	5
27C15	3	175	170	20	130	250	630	130	20	6
31C15	3	210	150	20	130	255	670	140	20	6
37C15	4	250	225	20	130	270	740	130	25	5
55C15	5	290	200	25	160	340	1050	200	20	6

*f<sub>cm,0</sub> = 24 MPa*

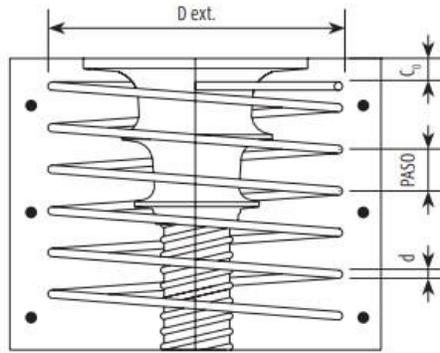
### Ilustración 78 - Tabla de zunchos cruzados y sus dimensiones

Fuente: (El pretensado Freyssinet, 2014)

En el caso de anclajes con varias filas, normalmente las dimensiones W y L son iguales al valor LO que aparece en las siguientes tablas. Por el contrario, en el caso de los anclajes en una sola fila, W se reduce y L aumenta, aunque siempre respetando el valor mínimo de E indicado en las siguientes tablas. Las características del zunchado de rotura varían en función de la resistencia media en compresión del hormigón durante el tensado:  $f_{cm,0}$  (medida sobre el cilindro).

Además de los zunchados cuadrados o rectangulares también existen zunchados helicoidales se presentan a continuación. El esquema que aparece en la figura define la disposición general del zunchado de rotura cuando se emplea una espira helicoidal. Esta disposición es especialmente útil en el caso de anclajes aislados.

A continuación, se procede a mostrar el detalle de refuerzo del zuncho en espiral



**Ilustración 79 - Tabla de zunchos cruzados y sus dimensiones**

Fuente: (El pretensado Freyssinet, 2014)

Observe las cotas anotadas en el detalle mostrado en la ilustración 79, dichas rotulaciones se deberán incluir en los planos que lo ameriten, usualmente en los planos y detalles de las vigas postensadas.

A continuación, se procede a mostrar la tabla de medidas típicas de estos zunchados.

Unidades	Zunchado helicoidal (FeE 235)					(B500) Elementos de acero complementarios (cercos)		
	Paso (mm)	Diámetro d (mm)	Número	Co (mm)	Diámetro exterior D (mm)	Paso (mm)	Diámetro d (mm)	Número
3C15	50	8	5	40	160	110	8	3
4C15	60	10	5	40	190	115	10	3
7C15	60	14	6	40	270	120	10	4
9C15	70	14	6	40	320	125	12	4
12C15	70	14	7	40	370	140	16	4
13C15	70	14	7	40	390	130	16	4
19C15	60	16	8	40	470	180	20	4
22C15	70	16	8	40	510	130	20	5
25C15	80	20	7	40	550	150	20	5
27C15	80	20	7	40	570	160	20	5
31C15	80	20	7	40	600	140	20	6
37C15	90	20	7	40	660	130	25	5
55C15	100	25	9	40	930	200	20	6

*f<sub>cm,0</sub> = 24 MPa*

**Ilustración 80 - Tabla de zunchos cruzados y sus dimensiones**

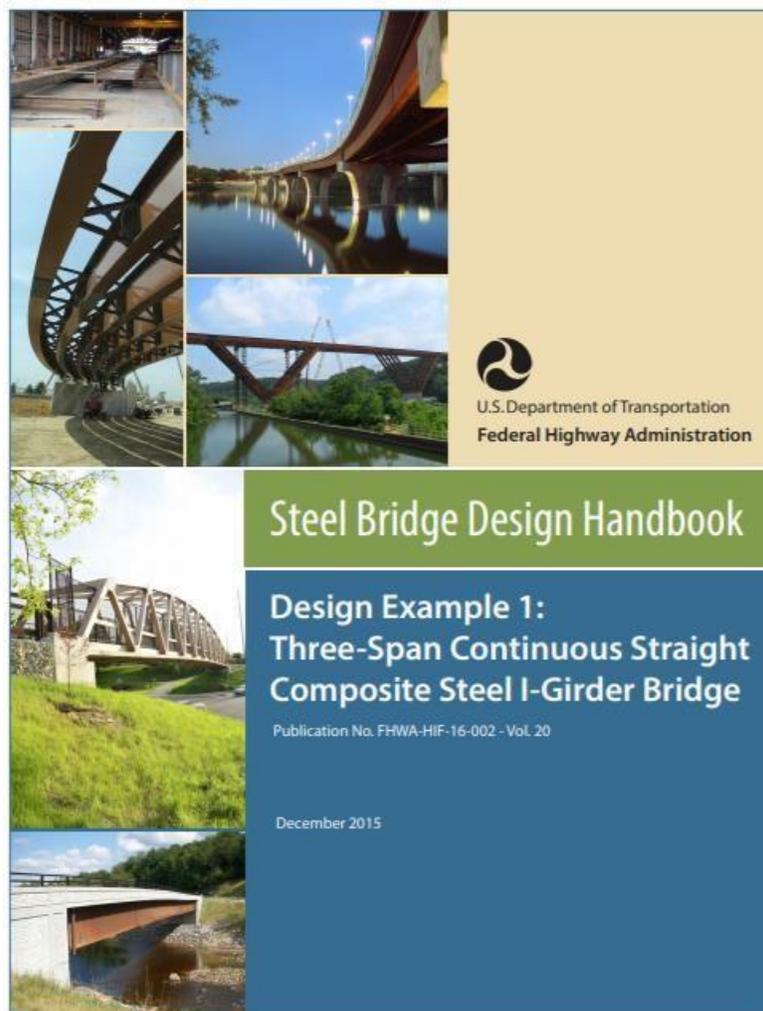
Fuente: (El pretensado Freyssinet, 2014)

Es importante tomar en cuenta estas medidas y longitudes de la tabla, ya que ayudaran a calcular las cantidades de metros lineales de barras requeridas por el refuerzo.

### 3.1.9. THREE SPAN CONTINUOUS STRAIGHT COMPOSITE I GIRDER

El presente documento es un ejemplo de diseño basado en la AASHTO, donde se muestra la sección típica de un tablero apoyado en vigas metálicas tipo I, además de eso se presentan definiciones que hablan sobre la importancia de los arriostres en las vigas para evitar pandeos torsionales y mejorar la rigidez estructural del tablero.

A continuación, se muestra la portada del documento, Steel Bridge Design Handbook



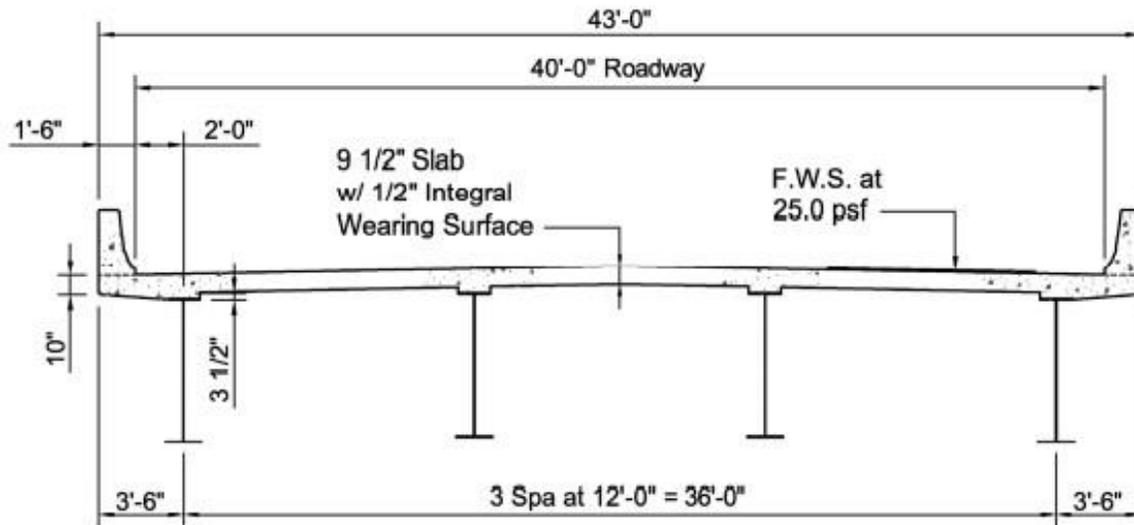
**Ilustración 81 - Ejemplo de viga tipo i compuesta recta continua de tres tramos**

Fuente: (Michael A. Grubb, Robert E. Schmidt, 2004)

Además de la AASHTO, el documento también está respaldado por la National Steel Bridge Alliance y Federal Highway Administration (FHA).

### 3.1.9.1. Sección típica – Typical bridge cross section

A continuación, se presenta como ejemplo del Steel Bridge Design Handbook, la sección típica del tablero soportado por vigas metálicas, la cual está compuesta por 4 vigas I espaciadas a 12 pies de centro a centro y un voladizo de 3.5pies, el ancho total del tablero es de 43 pies, y la superficie de rodadura es de 40pies, en donde existe el suficiente espacio para albergar 3 carriles de 12pies.



**Ilustración 82 - Sección típica del caso de estudio vigas tipo espaciadas 12 pies**

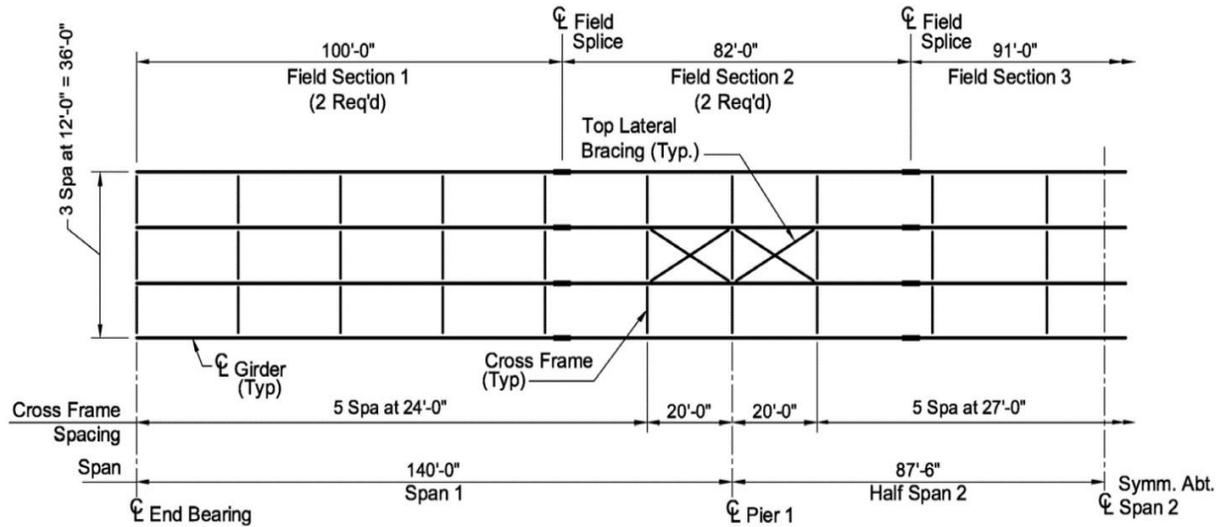
Fuente: (Michael A. Grubb, Robert E. Schmidt, 2004)

En la ilustración se especifican los espesores del tablero, los anchos de la barrera, las separaciones de viga y las dimensiones de los voladizos. Todas estas medidas y las rotulaciones de materiales, espesores alguna otra especificación se deberán incluir en los planos de detalle.

### 3.1.9.2. Arriostres – Cross frame

Los arriostres proveen estabilidad lateral, en los patines superior e inferior de la viga, distribuyen las fuerzas verticales muertas y vivas de la estructura, transfieren cargas laterales de viento desde la base de la viga al tablero de la losa, y del tablero de la losa hacia los apoyos. Reducen los efectos del pandeo lateral, y los esfuerzos transversales del tablero, y proveen una adecuada distribución de la carga, para asegurar relativamente igual las deflexiones de la viga durante el proceso de construcción. (Michael A. Grubb, Robert E. Schmidt, 2004, p. 2)

Se procede a presentar la planta y entramado de vigas en donde se observa el arriostre lateral de las vigas entre otros detalles y especificaciones de relevancia.



**Ilustración 83 - Planta de entramado de vigas – (framing plan)**

Fuente: (Michael A. Grubb, Robert E. Schmidt, 2004)

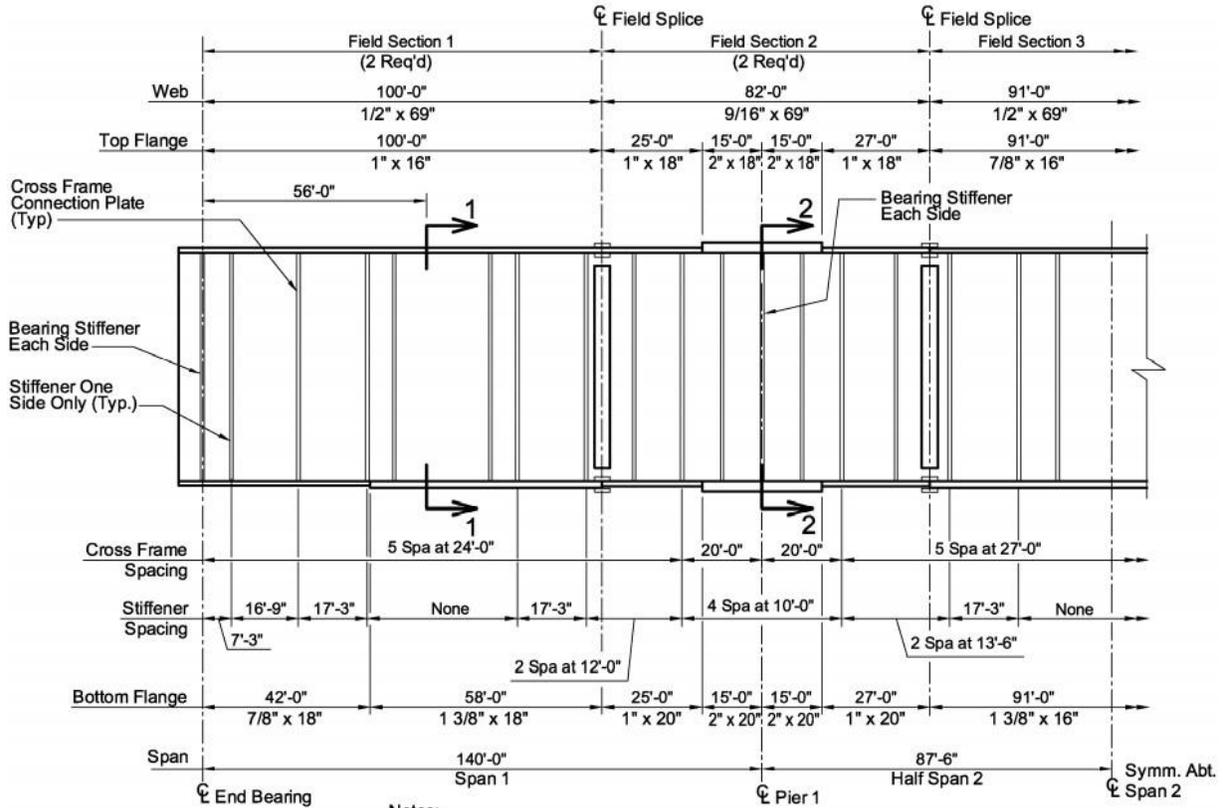
En la planta de entramado se observan los espaciamentos de los arriostres horizontales (top lateral bracing) y verticales (cross frame), se muestra el espaciamento de las vigas (3 spa at 12'-0" = 36'0"), los apoyos del estribo (end bearing) y pilares (cl pier 1) se especifican las uniones o juntas (field splice). Todos estos elementos deberán ser acotados y rotulados en el plano de vigas.

#### *Detalles de la elevación de la viga exterior - Elevation of exterior girder*

En la elevación lateral de la viga se observa varios elementos, entre ellos destacan: los atiesadores en los apoyos (bearing stiffener each side), los atiesadores en el alma de la viga (stiffener one side), las placas de conexión de los arriostres verticales (cross frame connection plate) las juntas de construcción o uniones (field splice) y los diferentes espesores de patines inferiores a lo largo de la viga.

En los planos de estructuras metálicas se deberán detallar estos detalles, y además de estos se suele hacer un detalle para cada elemento de la viga, desde los arriostres, puntos de unión de arriostres en las vigas, platinas de refuerzo entre otros

A continuación, se presenta la ilustración con los detalles de la viga exterior, preste atención a las cotas, rotulaciones y notas.



**Ilustración 84 - Planta de entramado de vigas – (framing plan)**

Fuente: (Michael A. Grubb, Robert E. Schmidt, 2004)

En los planos de estructuras metálicas se deberán detallar todos estos elementos, como diafragmas, placas de unión, soldadura y pernos.

### 3.1.10. INFRA - MANUAL DE ELECTRODOS PARA SOLDAR

En la obra civil, los procesos de unión de perfiles metálicos son indispensable, y es gracias a todas estas uniones que se logran formar los marcos rígidos, tanto para estructuras verticales (edificios), como para estructuras horizontales (puentes), uno de estos métodos de unión estructural es la soldadura por arco, la cual ha sido probado durante décadas, demostrando ser un método confiable para la unión permanente de estructuras metálicas.

Es indispensable que el lector posea conocimientos básicos de los procesos y materiales requeridos para la soldadura de arco, ya que ciertas de estas especificaciones, se deben acotar y rotular en los planos de estructuras metálicas.

A continuación, se presenta la portada del manual, sus conceptos y gráficos que serán de utilidad para el desarrollo del manual.



**Ilustración 85 - INFRA manual de electrodos para soldar**

Fuente: (INFRA - Manual de electrodos para soldar, 2009)

Los electrodos Infra se fabrican en las medidas más comunes para hierro dulce, aceros al carbono, aceros de baja aleación, acero inoxidable, hierro colado, aluminio, cobre y sus aleaciones, recuperación y protección de piezas sujetas al desgaste y para proceso semiautomático (INFRA - Manual de electrodos para soldar, 2009)

A continuación, se procede a presentar la clasificación de los electrodos

### 3.1.10.1 *Identificación de electrodos de acero al carbono para proceso smaw*

La A.W.S. y la A.S.M.E. (Sociedad Americana de Soldadura y Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos, respectivamente), reconocidas autoridades dentro del renglón de la soldadura dictan normas de clasificación de electrodos. Las diferentes características de operación de varios electrodos son atribuidas al revestimiento. El alambre es generalmente del mismo tipo; acero al carbón A.I.S.I 1010 que tiene un porcentaje de carbono de 0.080.12C% para la serie de electrodos más comunes. En la especificación tentativa de electrodos para soldar hierro dulce, la A.W.S. ha adoptado una serie de 4 ó 5 números siguiendo a la letra E, esta letra E significa que el electrodo es para soldadura por arco. Las

dos primeras cifras de un número de 4, o las 3 primeras de 5 significan la resistencia mínima a la tracción en miles de libras por pulgada cuadrada del metal depositado. La penúltima cifra significa la posición en que se debe aplicar (plana, horizontal, vertical y sobre cabeza). La última cifra significa el tipo de corriente (corriente alterna o corriente continua) el tipo de escoria, tipo de arco, penetración y presencia de compuestos químicos en el recubrimiento. (INFRA - Manual de electrodos para soldar, 2009, p. 3)

Para un mejor entendimiento del párrafo anterior se procede a mostrar las tablas que contienen los ejemplos para la identificación de los electrodos.

**ΤΑΒΛΑ 1: ΧΛΑΣΙΟΤΥΧΑΧΙΩΝ Α.Ω.Σ. ΠΑΡΑ ΕΛΕΧΤΡΟΔΟΣ (ΣΥΣΤΗΜΑ ΙΝΓΛ-Σ)**

ΚΙΦΡΑ	ΣΗΝΙΦΙΚΑΔΟ	ΕΧΕΜΠΛΟ
Las 2 ó 3 primeras	Μίνιμα ρεσιστενκία α λια τρ ακκίον	E 60 XX = 60 000 lb/pulg <sup>2</sup> (μίνιμο).
Penúltima	Ποσικίον δε soldadura	E XX1X = toda posición E XX2X = plana y horizontal E XX4X = P, H, VD, SC
Última	Tipo de corriente Tipo de escoria Tipo de arco Penetración Presencia de compuestos químicos en el revestimiento	Ver Tabla 2

**NOTA:** El prefijo "E" significa electrodo para soldadura por arco.

**ΤΑΒΛΑ 1Α: ΧΛΑΣΙΟΤΥΧΑΧΙΩΝ Α.Ω.Σ. ΠΑΡΑ ΕΛΕΧΤΡΟΔΟΣ (ΣΥΣΤΗΜΑ ΙΝΤΕΡΝΑΧΙΩΝΑ)**

ΚΙΦΡΑ	ΣΗΝΙΦΙΚΑΔΟ	ΕΧΕΜΠΛΟ
Las 2 primeras	Ρεσιστενκία μίνιμα α λια τένσικίον	E 43 XX = 430 MPa (μίνιμο)
Penúltima	Ποσικίον δε soldadura	E XX1X = toda posición E XX2X = plana y horizontal E XX4X = P, H, VD, SC
Última	Tipo de corriente Tipo de escoria Tipo de arco Penetración Presencia de compuestos químicos en el revestimiento	Ver Tabla 2

### Ilustración 86 - Clasificación A.W.S. para electrodos

Fuente: (INFRA - Manual de electrodos para soldar, 2009)

En las especificaciones de los planos de estructuras metálicas se deben rotular características, como el nombre del electrodo a usar, la resistencia a la tracción, corriente, amperaje y composición

**ΤΑΒΛΑ 2: ΙΝΤΕΡΠΕΤΑΧΙΩΝ ΔΕ ΛΑ ΒΛΤΙΜΑ ΧΙΦΡΑ ΕΝ ΛΑ ΧΛΑΣΙΟΤΥΧΑΧΙΩΝ Α.Ω.Σ. Δ Ε ΕΛΕΧΤΡΟΔΟΣ ΔΕ ΑΧΕΡΟ ΛΑ ΧΑΡΒΟΝΟ**

ULTIMA	E-XX10	E-XX11	E-XX12	E-XX13	E-XX14	E-XX15	E-XX16	E-XX17	E-XX18
Tipo de corriente	CDPI e+ Polaridad invertida	CA o CD e+ Polaridad invertida	CA o CD Polaridad Directa e-	CA o CD e+ - Ambas Polaridades	CA o CD e+ - Ambas polaridades	CD e+ Polaridad invertida	CA o CD e+ Polaridad invertida	CD e+ Polaridad invertida	CA o CD e+ Polaridad invertida
Tipo de revestimiento	b Orgánico	Orgánico	Rutilo	Rutilo	Rutilo	Bajo Hidrógeno	Bajo Hidrógeno	Bajo Hidrógeno	Bajo Hidrógeno
Tipo de arco	Fuerte	Fuerte	Mediano	Suave	Suave	Mediano	Mediano	Suave	Mediano
Penetración	c Profunda	Profunda	Mediana	Ligera	Ligera	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana

a - E-6010/E 4310 C.D.PI. b - E-6010/E 4310 ORGANICO; E-6020/E 4320 MINERAL E-6020/E 4320 C.A. Y C.D.PD.

c - E-6010/4310 PROFUNDA; E-6020/E4320 MEDIA

química.

**Ilustración 87 - Interpretación de la clasificación A.W.S. de electrodos**

Fuente: (INFRA - Manual de electrodos para soldar, 2009)

Una de las características de los electrodos es el tipo de corriente, y el tipo de penetración, dichas configuraciones, podrán tener un efecto positivo o negativo si no se aplican de la manera correcta.

**3.1.10.2 Ubicación de los elementos del símbolo de soldadura**

La AWS ha establecido un sistema de símbolos, los cuales nos sirven para identificar plenamente cualquier detalle de una unión o soldadura en planos de fabricación, con la ventaja de evitar anotaciones o leyendas explicativas tocante a los múltiples detalles que pudiera tener unión alguna. A continuación, se presentan los símbolos utilizados para representar la soldadura.

R A N U R A								
Cuadrada	Inclinada o de empalme	V	Bisel	U	J	Abocinado en V	Abocinado en bisel	
Filete	Tapón o botón	Pernos	Puntos o proyección	Costura	De o en el respaldo	Recubrimiento	Borde o pestaña	

**Ilustración 88 - Símbolos básicos de soldadura**

Fuente: (INFRA - Manual de electrodos para soldar, 2009)

Según los requerimientos de las cargas a soportar en la estructura se necesitará de diferentes tipos de soldadura, como soldadura de filete, de tapón o de recubrimiento, cada una de ellas brinda un tipo de unión y resistencia según la cantidad de material depositado al momento de soldar.

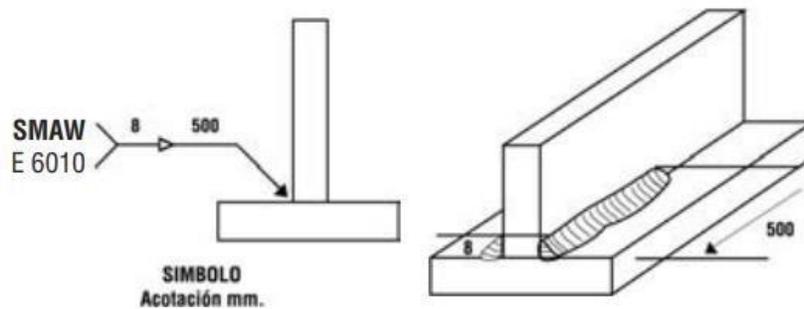
Soldadura todo alrededor	Soldadura de campo	Penetración completa	Inserto consumible (plano)	Respaldo o separador (rectangular)	Contorno		
					A ras o plano	Convexo	Cóncavo

**Ilustración 89 - Símbolos básicos complementarios de soldadura**

Fuente: (INFRA - Manual de electrodos para soldar, 2009)

Al momento de detallar las uniones estructurales en los planos, se deberá hacer uso de la simbología para especificar la forma, características y tipos de soldadura.

A continuación, se presentan esquemas de detalles de unión con soldadura, los cuales se deberán especificar en el plano de detalles de vigas metálicas.

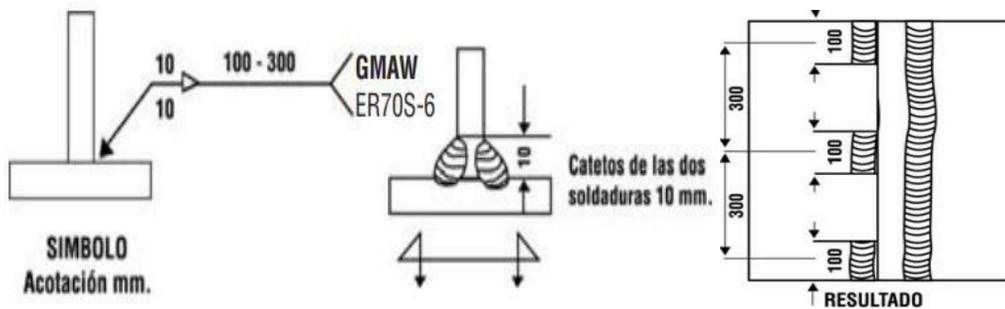


**Ilustración 90 - Ejemplo para soldadura doble en ángulo interior**

Fuente: (INFRA - Manual de electrodos para soldar, 2009)

Soldadura por ambos lados con electrodo E6010 medida de la pierna 8mm. con longitud de 500mm. del lado opuesto a la flecha

Se presentan detalles de soldadura intermitente y continua

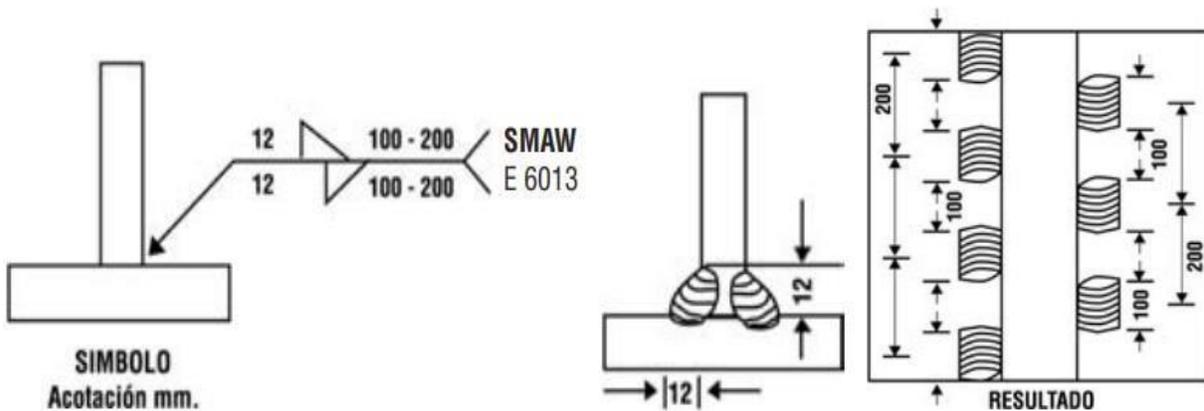


**Ilustración 91 - Ejemplo para soldadura continua e intermitente en ángulo interior.**

Fuente: (INFRA - Manual de electrodos para soldar, 2009)

Del lado opuesto a la flecha los cordones de soldadura tendrán una longitud de 100mm. y una separación de 300mm. de centro a centro de las soldaduras. De lado de la flecha la soldadura es continua, ya que en el símbolo se omitió el dato de longitud. Toda la soldadura se ejecutará con proceso GMAW y aporte ER70S-6.

También la soldadura puede ser intermitente en ambos lados, observe la siguiente ilustración

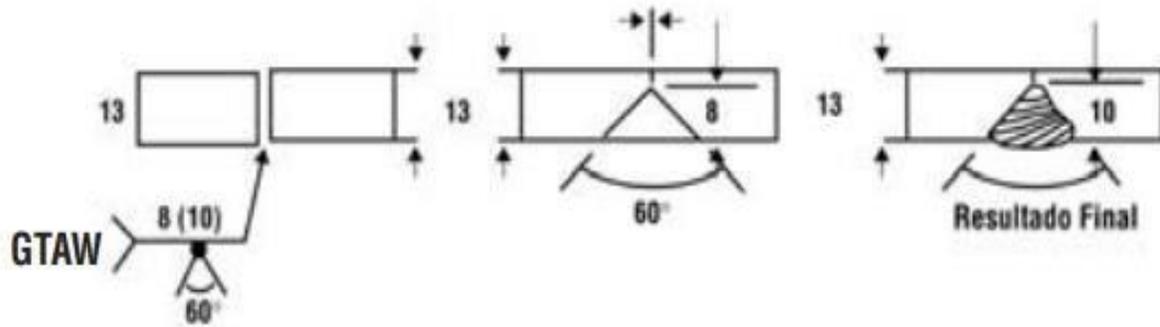


**Ilustración 92 - Ejemplo para soldadura intermitente alternada en ángulo interior.**

Fuente: (INFRA - Manual de electrodos para soldar, 2009)

La soldadura quedará alternada como lo muestra la figura con longitud de 100mm. y separación de 200mm. de centro a centro de las soldaduras. Se harán las soldaduras con electrodo E6013.

La soldadura también puede servir para unir dos placas de metal, observe la siguiente ilustración



**Ilustración 93 - Ejemplo para soldadura en ranura en "V" sencilla**

Fuente: (INFRA - Manual de electrodos para soldar, 2009)

En la preparación se le darán 8mm. a la profundidad del bisel y en la terminación el tamaño o garganta efectiva será igual a la profundidad del chaflán más la penetración en la raíz (10 mm en total). La soldadura con proceso GTAW.

### 3.1.2. ANÁLISIS DEL MICROENTORNO

Honduras es un país de topografía montañosa, desde las cuales nacen ríos que cruzan todo el territorio nacional, es debido a estos cauces y a la necesidad de interconectar los departamentos del país, que el estado decidió iniciar la construcción masiva de puentes, estandarizar los procesos de diseño y representación de dichas estructuras, en detalles y planos constructivos, como resultado de esto, surgieron los 8 Tomos de Manuales de SOPTRAVI en 1996, los cuales se enfocan en brindar los parámetros para el diseño técnico de obras públicas como carreteras y los puentes, tema en el cual se enfoca esta investigación.

#### 3.1.2.1 MANUAL DE CARRETERAS SOPTRAVI-TOMO 6: DRENAJES Y PUENTES

En el año 1996 fueron lanzados los ocho tomos del manual de carreteras de Honduras, en los cuales se señalan aspectos importantes del diseño de una carretera desde aspectos geométricos hasta estructuras complementarias y estudios para construir puentes. Es así como el tomo número seis "Drenajes y Puentes" se dedica a brindar información sobre el diseño de los drenajes y el tema de los puentes en el cual nos estaremos enfocando.

REPÚBLICA DE HONDURAS

SECRETARÍA DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE OBRAS PÚBLICAS,  
TRANSPORTE Y VIVIENDA



DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

**MANUAL DE CARRETERAS**

TOMO 6  
DRENAJE Y PUENTES

### **Ilustración 94 - Portada Manual de carreteras-tomo 6: Drenajes y puentes**

Fuente: (SOPTRAVI Tomo 6,1996)

En el manual se menciona las normas, parámetros y estudios necesarios para la construcción de puentes en el territorio nacional, mostrando a los ingenieros los requerimientos básicos con los cuales deberán cumplir dichas estructuras:

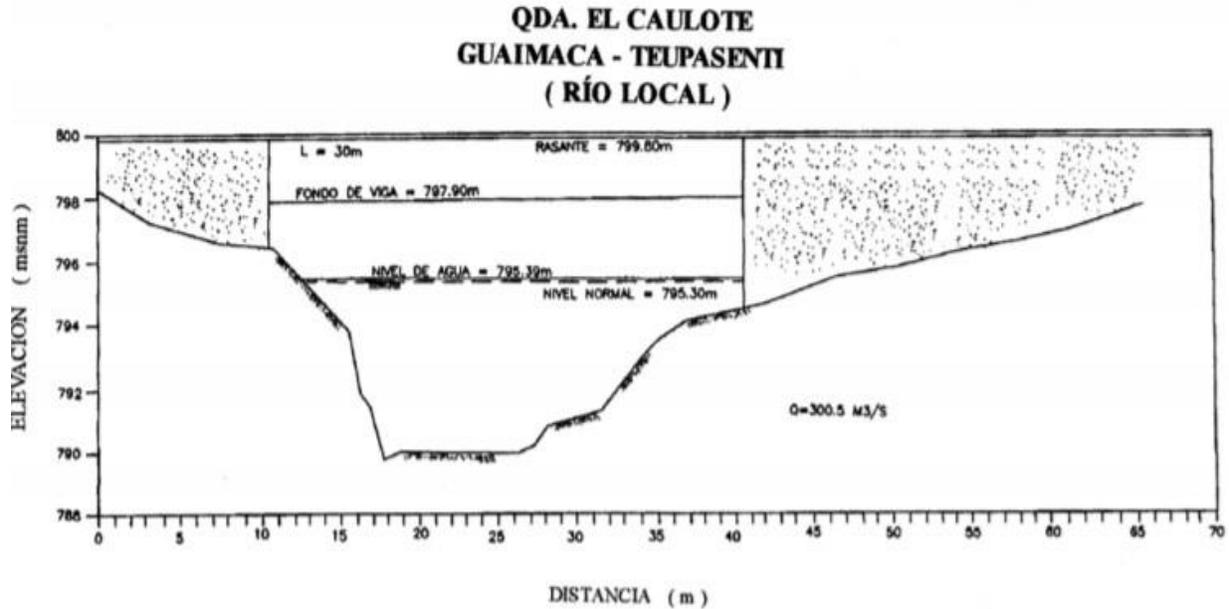
Dada la profusión metodológica que existe en la materia resulta complejo establecer una normativa de diseño de las obras de puentes; no obstante, existen lineamientos básicos que sí es posible enunciar, procurando que los diseños se ajusten a esas pautas básicas. Para establecer esas pautas es preciso determinar en primer lugar cuáles son los datos de que dispone el proyectista para diseñar y es aquí donde aparece la primera dificultad: la información disponible en materia de meteorología, agronomía, geología, topografía, geotecnia y economía, que constituyen las ciencias básicas en que se apoya el diseño de los puentes, es a menudo dispersa e insuficiente. Por lo tanto, resulta necesario agrupar, simplificar y completar esa información recurriendo a técnicas indirectas que permitan paliar estas carencias. (SOPTRAVI Tomo 6,1996, p. 226)

A continuación, se procede a mostrar de manera introductoria algunos ejemplos de la temática de los puentes

#### 3.1.2.2 *Hidráulica de puentes*

Para la determinación de la curva de descarga (o curva Altura - Caudal) en el sitio del emplazamiento (ver Figura 6.2) se utiliza el criterio dado en la Sección 4 que consiste en

determinar mediante la expresión de Manning la capacidad hidráulica en función del nivel. (SOPTRAVI Tomo 6,1996, p. 239)



**Ilustración 95 - Perfil de elevación del río Guaimaca**

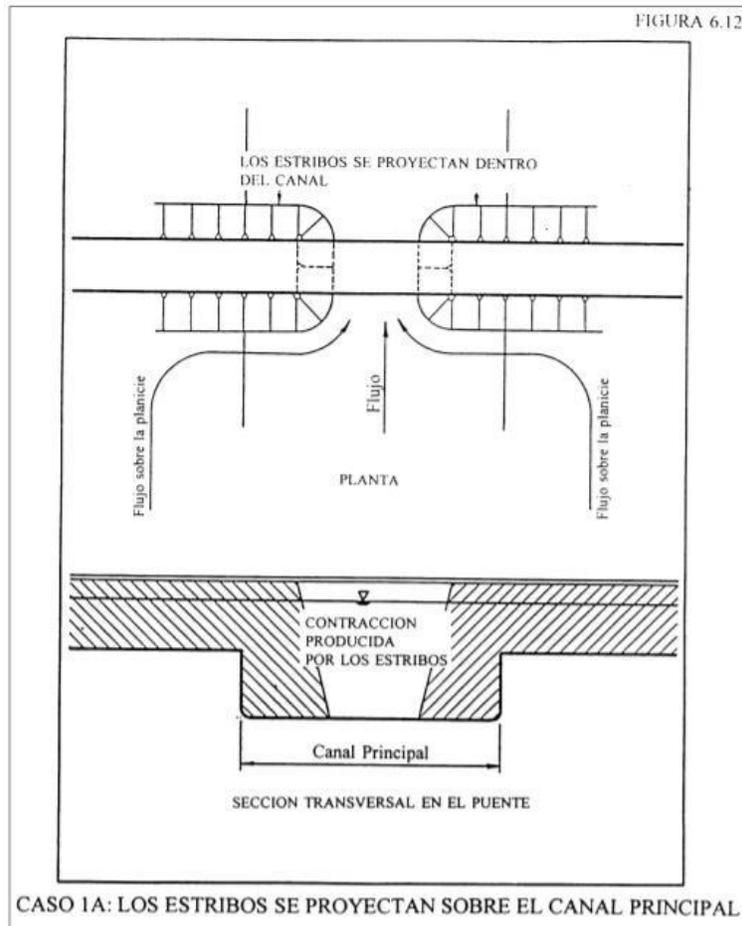
Fuente: (SOPTRAVI Tomo 6,1996)

Observe en la Ilustración 86 el perfil de elevación del cruce del río y preste atención a los elementos acotados y rotulados, en donde se grafica la distancia del claro  $L=30m$ , la rasante, el fondo de la viga los estribos y la línea del fondo del río.

### 3.1.2.3 Socavación en Contracciones

Este tipo de socavación ocurre donde el área de un cauce en crecida se ve reducida ya sea por una contracción natural o por un puente. De la ecuación de continuidad, una disminución en el área de escurrimiento resulta en un aumento en la velocidad media y en la tensión de corte en el lecho a lo largo de la contracción. Se produce por lo tanto un aumento en las fuerzas erosivas de manera que el balance entre el material que entra a una sección y el que es removido es negativo lo cual se traduce a su vez en una degradación del lecho; esta situación progresa hasta que se alcanza un equilibrio. (SOPTRAVI Tomo 6,1996, p. 259)

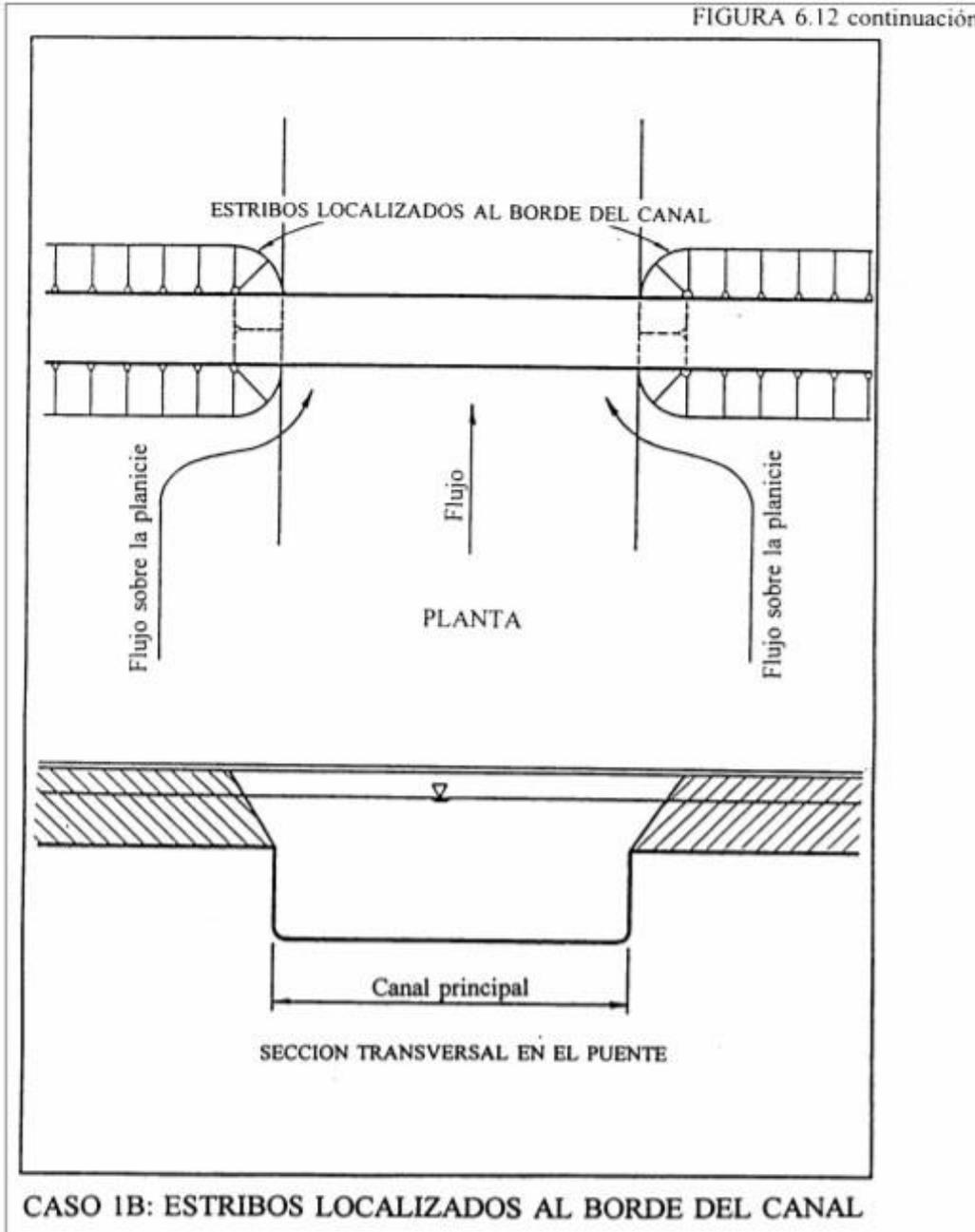
A continuación, se muestran los ejemplos



**Ilustración 96 - Estribos contruidos dentro del canal**

Fuente: (SOPTRAVI Tomo 6,1996)

Como se mencionó en la teoría de socavación, los estribos que se encuentre dentro del cauce ocasionarán la contracción del flujo de agua, generando más velocidad y fricción, por lo tanto, con el paso del tiempo los cimientos del estribo correrán peligro de socavarse y hundirse.

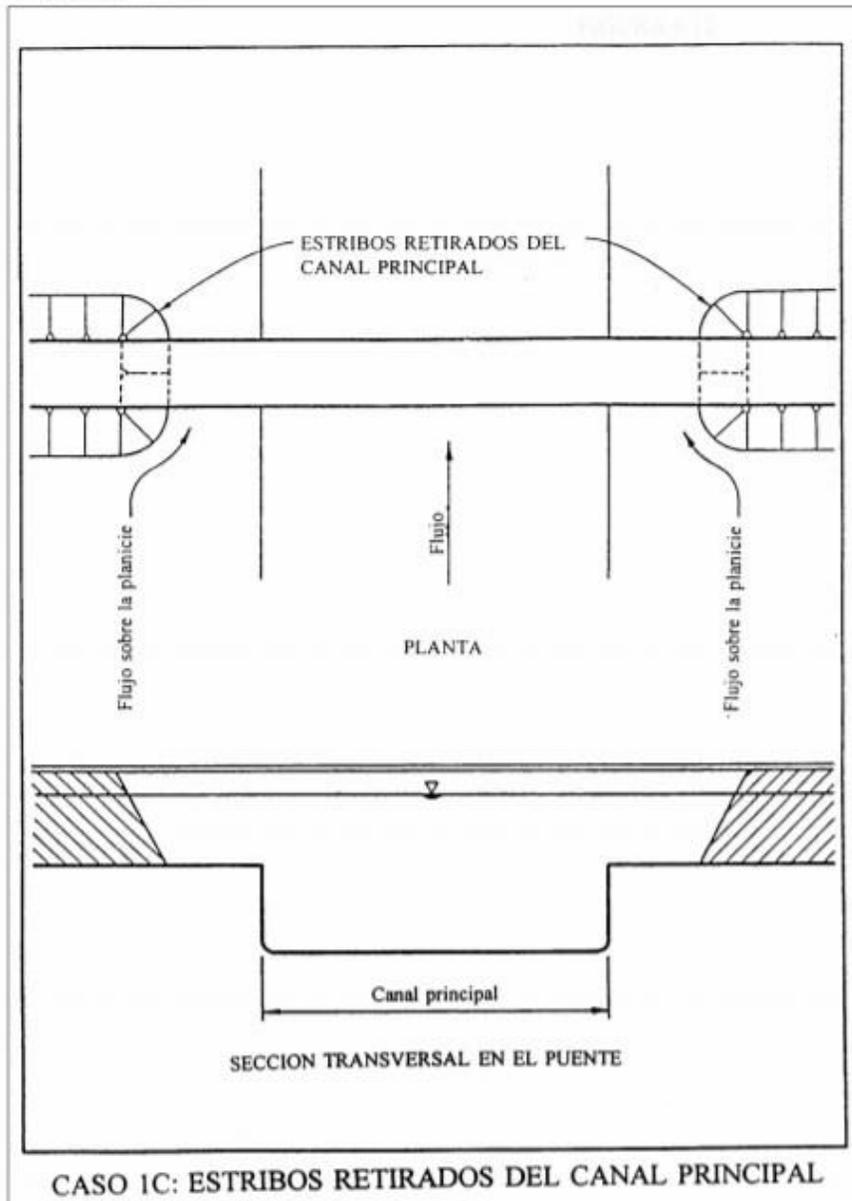


**Ilustración 97 - Estribos construidos sobre el borde del canal**

Fuente: (SOPTRAVI Tomo 6,1996)

En el peligro de socavación en los cimientos de los estribos disminuyen, no obstante, las cargas se transfieren directamente en el borde del canal, lo que puede llegar a producir una falla en el suelo de esa zona.

Figura 6.12, continuación



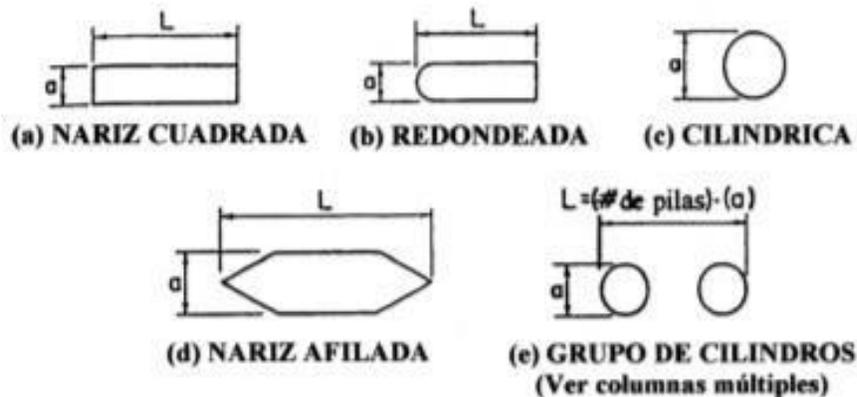
**Ilustración 98 - Estribos construidos fuera del borde del canal**

Fuente: (SOPTRAVI Tomo 6,1996)

Una de las mejores soluciones para evitar problemas de socavación en los cimientos de los estribos, es construirlo en las zonas alejadas del borde del canal, no obstante, se generará un claro más largo, vigas más pesadas y peraltadas, por ende, los costos de la obra se elevarán. Si el diseño lo amerita, se construirá lejos de la zona de los bordes del canal, de lo contrario, los estribos del puente deberán contar con una obra de protección.

### 3.1.2.4 Tipos de pilastras

La geometría de las pilastras suele variar, dichas medidas se basan en el diseño en el cual se busca la resistencia y costos óptimos. Se procede a presentar los ejemplos de pilastras.



**Ilustración 99 - Tipos de pilastras más comunes**

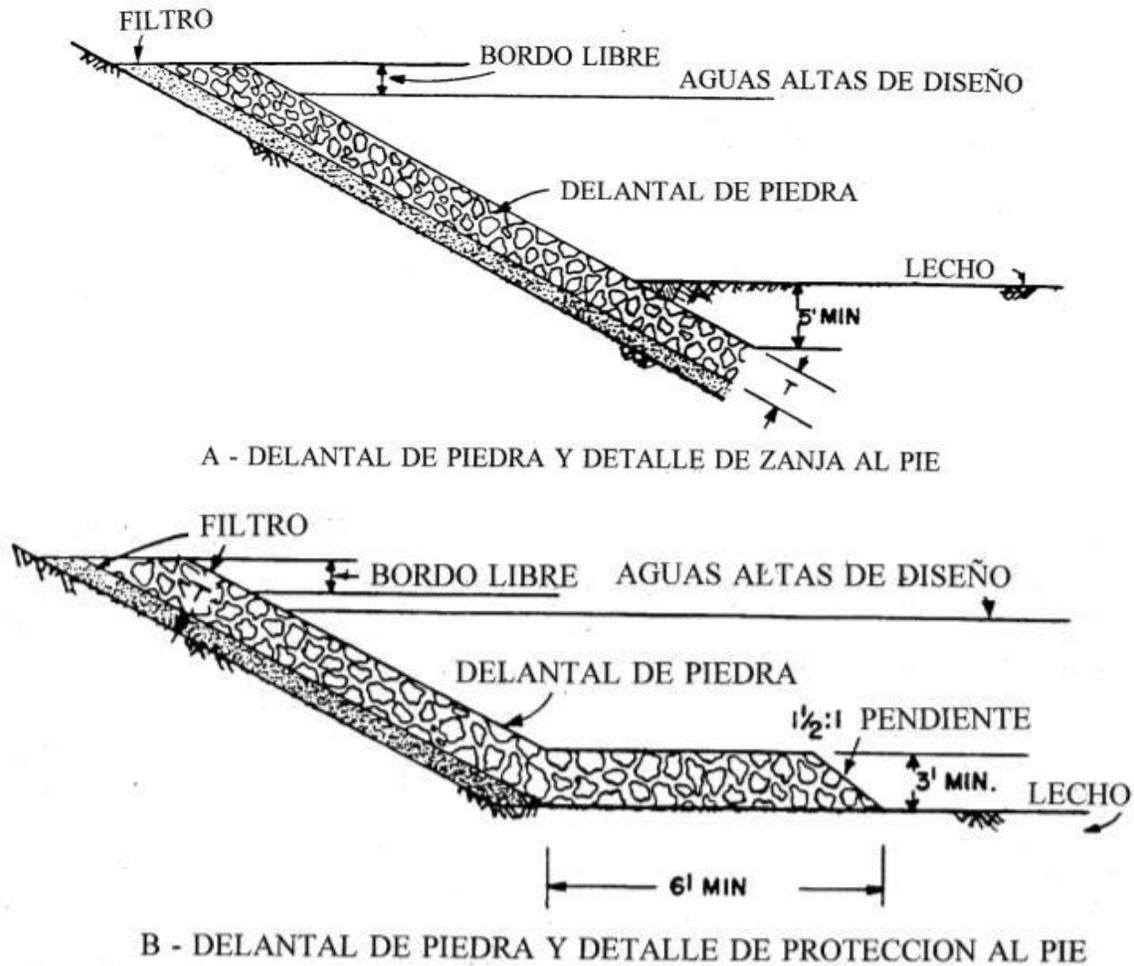
Fuente: (SOPTRAVI Tomo 6,1996)

Observe las dimensiones acotadas, se deberán agregar en el plano de detalles de pilastras, las cotas de anchura, largura, alto y diámetros, así también los ángulos si estos existiesen.

### 3.1.2.5 Diseño de Protecciones con Piedra Volcada

El límite superior de la protección debe extenderse por encima del nivel máximo de diseño. La consideración de un francobordo o altura libre depende de la posibilidad de generación de olas. Asimismo, la colocación de pasto por encima de la protección de piedra provee considerable protección para aquellas crecidas que superen el nivel máximo. Donde el cauce sea de arena o limo, la protección debe extenderse por lo menos cinco pies por debajo del lecho continuando la pendiente del talud. Cuando el pie no pueda ser excavado el delantal debe terminar en una extensión de la protección sobre el lecho para evitar la socavación. En el lado convexo de curvas cerradas, donde la socavación es particularmente severa, el pie de la protección debe colocarse más profundo que en los tramos rectos; la protección debe extenderse tanto agua arriba como agua abajo del lado convexo de la curva. En los tramos rectos la protección debe comenzar y terminar en algún hecho existente estable situado en la margen (árboles, vegetación, material resistente); cuando no se disponga de elementos firmes, deben realizarse trabas. (SOPTRAVI Tomo 6,1996, p. 348)

A continuación, se muestran los ejemplos de las protecciones de las veredas de los ríos con delantal de piedra



**Ilustración 100 - Secciones típicas para protecciones de piedra**

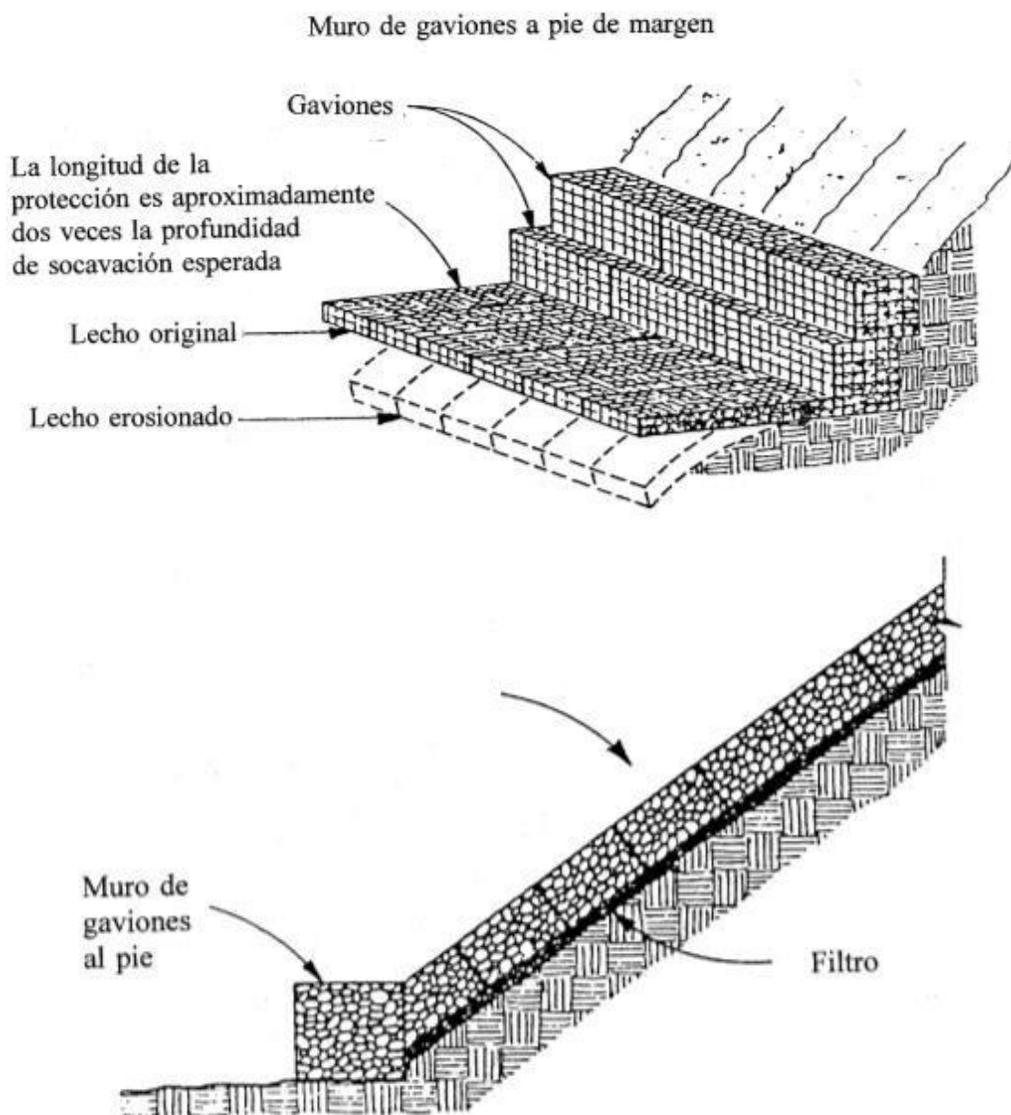
Fuente: (SOPTRAVI Tomo 6,1996)

Observe los detalles de las secciones, se acotan las distancias que se deben cubrir con las piedras y filtros, se señalan los niveles de agua, y las pendientes de la pared y el recubrimiento de protección de piedra, usualmente estas piedras puedan estar sueltas, o pueden ser pegadas con argamasa, en la actualidad dichas estructuras se conforman por gaviones.

### 3.1.2.6 Colchonetas de gaviones

Esta protección es recomendable en localizaciones donde la roca económicamente disponible es demasiado pequeña para ser utilizada como material volcado. Las canastas de alambre son llenadas fuera del sitio de emplazamiento y luego colocadas en posición, atadas y ancladas a la pendiente mediante estacas de madera o metal de 1.5 m de largo aproximadamente. Las dimensiones comerciales usualmente disponibles son: largo = 4 m; ancho = 2 m; espesor = variable entre 0.18 m y 0.23 m. (SOPTRAVI Tomo 6,1996, p. 352)

A continuación, se muestran los ejemplos



**Ilustración 101 - Secciones típicas de muros de gaviones**

Fuente: (SOPTRAVI Tomo 6,1996)

Usualmente los muros de gaviones se colocan en los bordos y paredes de los ríos para protegerlos de la erosión, estos también se pueden utilizar para proteger los cimientos de los estribos

### 3.1.3 ANÁLISIS INTERNO

A lo largo del periodo 2020 se han creado manuales que sirvan de apoyo a los estudiantes, con el objetivo de que los alumnos tengan una bibliografía complementaria que aporte, los conceptos, definiciones, y parámetros requeridos en el área de ingeniería civil, es por eso que se han creado manuales para cubrir las necesidades académicas de los estudiantes y catedráticos, dichos manuales guían al estudiante en procesos de detallado de dibujo estructural, dibujo para las áreas de carretera, y área de saneamiento, además de esto, se provee información acerca de procesos administrativos relacionados a costos de obra y procesos sobre temas de laboratorio que abarcan los tópicos de clasificación de suelos, control de mezclas de concreto y asfálticas.

Ejemplo de estas recopilaciones es "La Guía para la Representación gráfica de Elementos Estructurales, Formatos de Geotecnia y Administrativos" la cual es una síntesis del lenguaje visual utilizado en actividades de la generación de proyectos en la facultad de ingeniería civil con respecto a proyectos de construcción, para efectuar la comunicación de ideas que encierran un contenido físico.

Además del ejemplo mencionado también se tiene el "Manual de Representación para Proyectos de Graduación en las Áreas de Agua y Saneamiento y Vías de Comunicación para la Carrera de Ingeniería Civil UNITEC" como su nombre lo dice, este manual busca ser una ayuda, para que los futuros graduandos, complementen sus proyectos cumpliendo y superando los estándares de calidad de la universidad. Terminando esta breve introducción sobre las guías y manuales que se han creado en la carrera de ingeniería civil, procederemos a presentarlas ampliamente.

### 3.1.3.1 GUÍA PARA LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES, FORMATOS DE GEOTECNIA Y ADMINISTRATIVOS

Como se observa el título de la tesis abarca tres aspectos, pero debido al tema de la investigación actual solo se tomará en cuenta la representación gráfica de elementos estructurales, se procede a recopilar dicha información.

### 3.1.3.2 *Acotación de planos*

Este es el proceso de consignar un plano las dimensiones de un objeto, para esto es importante que sea clara y precisa, ya que de no ser así puede conducir a errores y a una pérdida de tiempo y dinero en el proceso constructivo. (Girard A., Sosa M., Murillo R.,2020)

Se muestran los siguientes conceptos sobre las acotaciones:

**Líneas auxiliares de cota:** Parten de los extremos del elemento objeto de acotación, siendo perpendiculares al mismo. Se dibujarán con línea continua de trazo fino (0,2mm, de grosor). Línea de cota: sirve para indicar la dimensión del elemento de acotación. Se dispone paralelamente al mismo, siendo limitada por las líneas auxiliares de cota. Se dibujarán con líneas continuas con trazo fino.

**Cabeza de cota:** limitan las líneas de cotas por sus extremos

**Cifra de cota:** Indica la medida real del elemento de acotación. Se sitúa sobre la correspondiente línea de cota en la parte media de su longitud, y paralela a la misma. La distancia mínima que debe de haber entre el elemento a acotar y la línea de la primera cota es la altura 2H del texto. La distancia mínima que debe de haber entre el elemento acotar y la línea de la segunda cota es 4 veces la altura H del texto y así sucesivamente para el resto de las cotas que deben usarse en paralelo.

- Se pueden combinar las cotas únicas, en serie y en paralelo en un mismo dibujo en caso de que sea necesario.
- Se debe utilizar un único tipo de cabeza de cota para todo el dibujo el diámetro de la cabeza de la cota es  $\frac{1}{4}$  H del texto

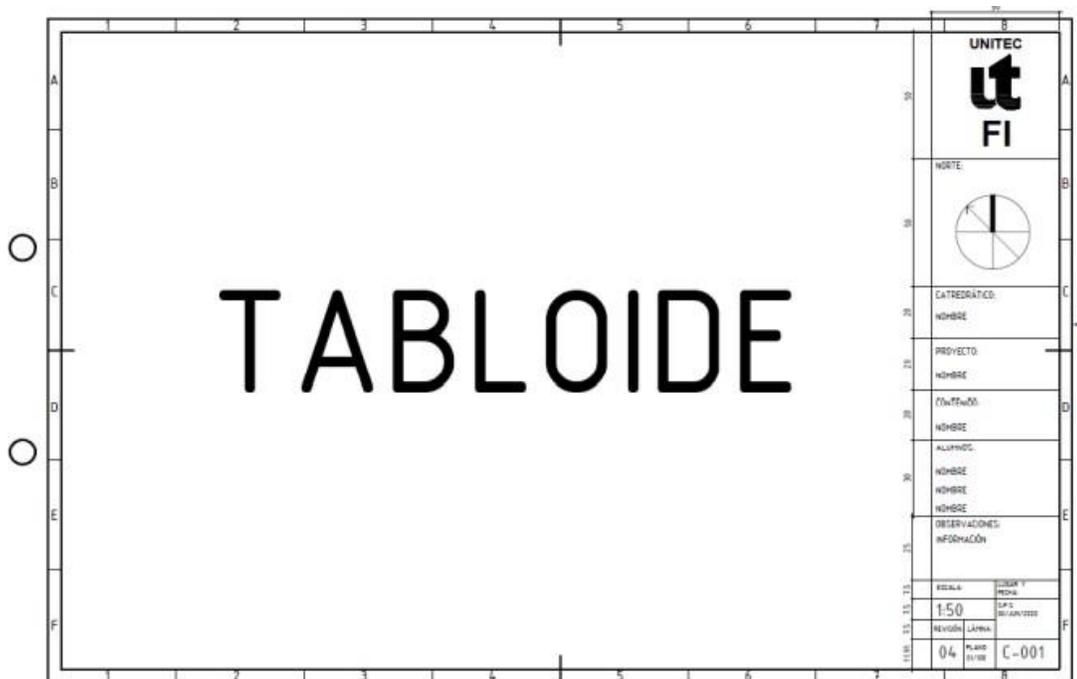
#### *Información y ubicación del rotulo*

El contenido del rotulo es importante y debe tener toda la información necesaria que requiera el personal que utilice los planos según la norma ISO 5457 estas informaciones según las normas citadas deben ser por lo menos:

- Dueño del proyecto.
- Universidad quien desarrolla el proyecto.

- Nombre del Ingeniero quien lo proyecta.
- Nombre del Ingeniero que diseña o calcula.
- Nombre de la persona quien dibuja.
- Nombre del Ingeniero que revisa.
- Nombre del Ingeniero que aprueba
- Fechas. - Nombre del proyecto.
- Observaciones y notas.

### 3.1.3.3 Cajetín y formato del plano



**Ilustración 102 - Ubicación del rotulo en el formato Tamaño Tabloide(11"x17")**

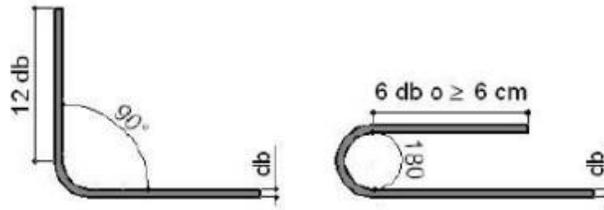
Fuente: (Girard A., Sosa M., Murillo R.,2020)

Se usarán los formatos estipulados por la universidad.

### 3.1.3.4 Detalles de planos estructurales

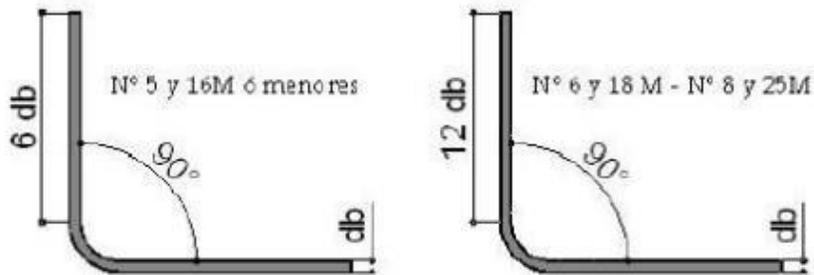
En los planos estructurales y constructivos, se requiere acotar las dimensiones geométricas de las columnas y vigas, además de las especificaciones de los materiales, importante mencionar que estos detalles están basados en la norma ACI, a continuación, se muestran ejemplos.

*Ganchos estándar*



**Ilustración 103 - Dobles de ganchos a 90° y 180° para barras longitudinales**

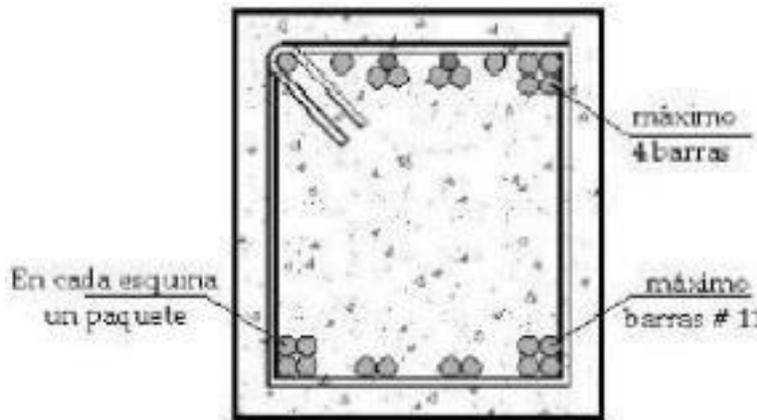
Fuente: (Girard A., Sosa M., Murillo R.,2020)



**Ilustración 104 - Dobles de ganchos a 90° grados**

Fuente: (Girard A., Sosa M., Murillo R.,2020)

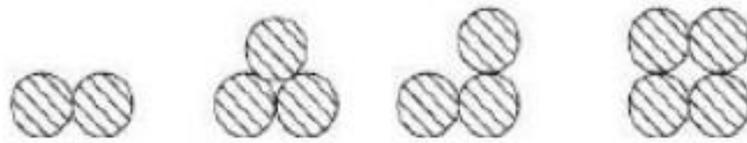
*Vigas*



**Ilustración 105 - Barras en paquetes en viga**

Fuente: (Girard A., Sosa M., Murillo R.,2020)

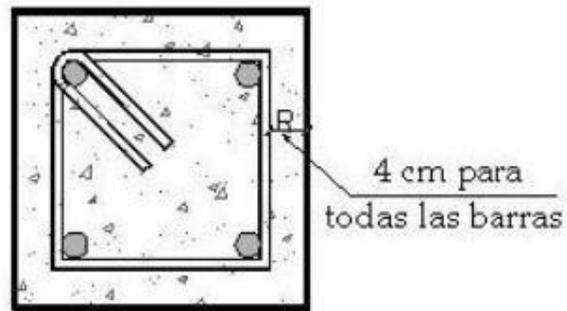
3.1.3.5 *Conformación de las barras en paquetes*



**Ilustración 106 - Forma de agrupación de barras en paquetes**

Fuente: (Girard A., Sosa M., Murillo R.,2020)

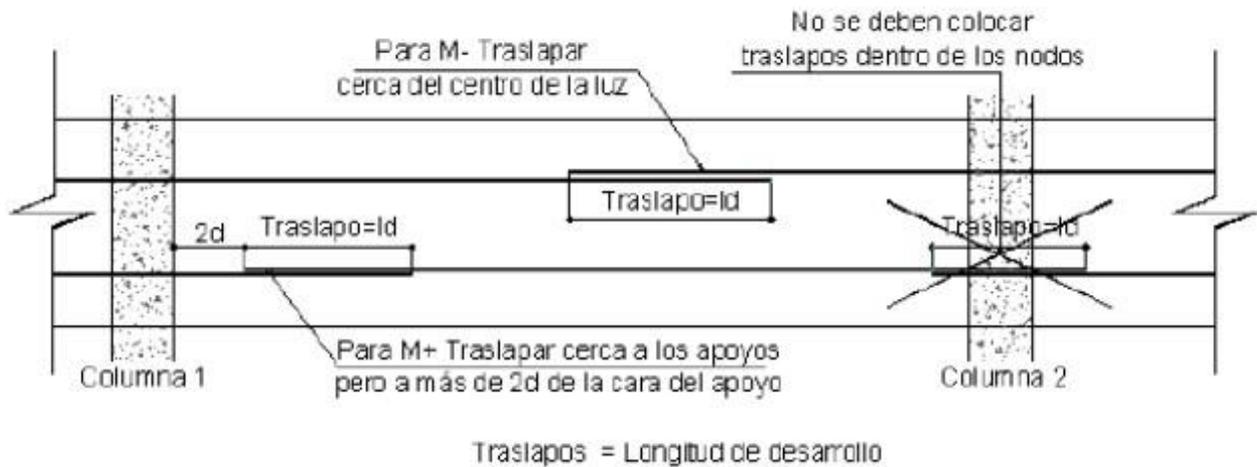
### *Recubrimiento para vigas*



**Ilustración 107 - Recubrimientos de barras de refuerzo en vigas**

Fuente: (Girard A., Sosa M., Murillo R.,2020)

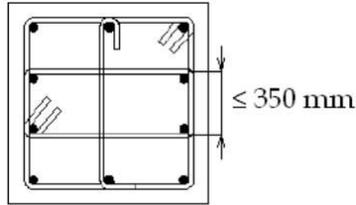
### *Sección longitudinal de una viga*



**Ilustración 108 - Sección longitudinal de viga y traslapes de barra**

Fuente: (Girard A., Sosa M., Murillo R.,2020)

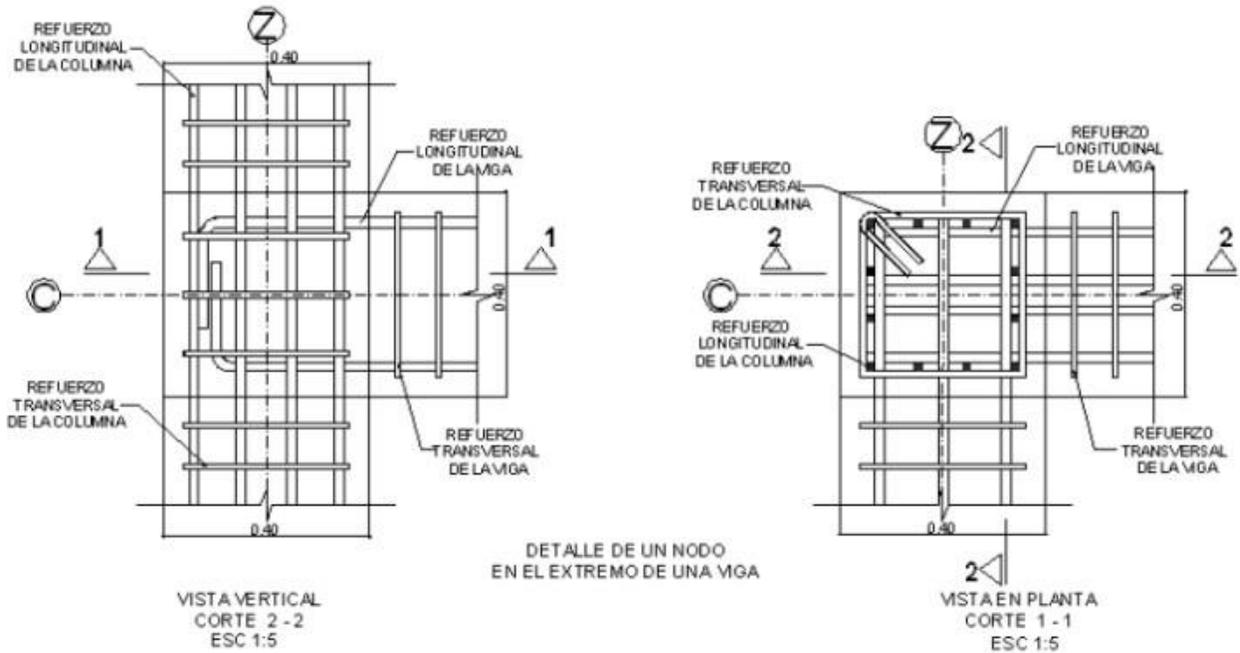
### 3.1.3.6 Separación entre estribos



**Ilustración 109 - Formas de estribos**

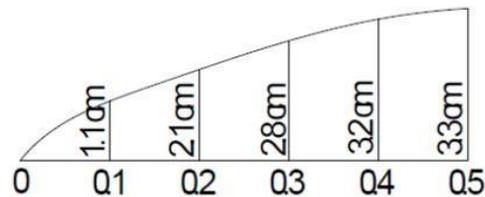
Fuente: (Girard A., Sosa M., Murillo R.,2020)

### 3.1.3.7. Nodos



**Ilustración 110 - Nodos unión viga columna**

Fuente: (Girard A., Sosa M., Murillo R.,2020)



**Ilustración 111 - Acotación de contra flechas**

Fuente: (Girard A., Sosa M., Murillo R.,2020)

En las ilustraciones 94 – 100 se muestran los detalles de los dobleces bajo norma ACI, además de los dobleces mostrados se deberá hacer un detalle para cada doblez de barra el cual contenga

ángulos especiales, también se muestran las barras en paquete, y sus traslapes, se deberá hacer los detalles específicos para estos refuerzos y se acotaran todas las longitudes de traslape por el ingeniero estructuralista. Para un funcionamiento adecuado de los estribos y barras de refuerzo longitudinales se deberán realizar los dobleces de ganchos en los extremos de las barras tal y como se muestran en los detalles.

### 3.1.4 MANUAL DE REPRESENTACIÓN PARA PROYECTOS DE GRADUACIÓN

Fuente: (Barahona, R., Chávez, D. & Natarén, A., 2020)

Este manual se lleva a cabo debido a la necesidad de estandarizar los planos entregados por parte de los alumnos de la carrera de ingeniería civil en la Universidad Tecnológica Centroamérica (UNITEC), campus de San Pedro Sula.

Teniendo como objetivo la entrega de una referencia que sirva a los alumnos y docentes de la carrera para la entrega de planos en las áreas de agua y saneamiento y vías de comunicación, se describen tipos de proyección, principios de representación, representación de elementos y distribución de planos.

Los autores definen una calidad de línea para los dibujos asistidos por ordenador, estas se muestran en la siguiente ilustración 112.

	ROJO	AMARILLO	VERDE	CYAN	AZUL	MAGENTA	BLANCO	8	9	OTROS	252	253	254
PUNTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	7	252	253	254
	0.20	0.25	0.35	0.50	0.60	0.80	0.18	0.13	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10

**Ilustración 112 - Acotación de contra flechas**

Fuente: (Barahona, R., Chávez, D. & Natarén, A., 2020)

La calidad de línea identificada ayuda al dibujante a determinar los distintos grosores mediante la observación de los colores.

Además de la calidad de línea los autores también proponen el contenido básico para cada tipo de plano como se muestra en la tabla 1

**Tabla 1-Contenido de planos del Manual de Representación**

Plano	Contenido
-------	-----------

<b>Ubicación</b>	Ubicación del norte Título del plano Ubicación específica Calles y propiedades colindantes Cajetín Delimitación de Área de construcción Calles y propiedades colindantes
<b>Sección típica</b>	Cotas de sección típica Materiales Espesor de Capas granulares Bombeo Longitud de calzada Bombeo Capas, espesor y material Cunetas
<b>Planta Perfil</b>	Estaciones Ríos, lagos y lagunas Radio de curvatura Longitud de curva Velocidad de diseño Pendiente Elevación Corte y relleno
<b>Sobreelevación</b>	Pc y PT Cotas Longitud de transición Pendiente longitud de transición
<b>Obras adicionales</b>	Tamaño de tubería Material Ubicación de tubería
<b>Instalaciones especiales</b>	Nombre de instalación Cantidades de obra Alineamiento Carretera Ubicación de instalación
<b>Planos de señalización</b>	Nombre de señal vial Número de cada señal utilizada Tipo de pintura Tabla de simbología de tipos de línea

Se deberán tener en cuenta estos aspectos al momento de crear el entregable de planos.

Se deberán tomar en cuenta los ítems mencionados en la tabla, al momento de trazar los detalles en los diferentes planos.

## **3.2 TEORÍA DE SUSTENTO**

Los puentes son elementos importantes en cada región del mundo, estos ayudan a la interconectividad de las ciudades y pueblos, dichas estructuras de puentes son usados primordialmente, para el transporte de personas, y transportes de mercancías, como alimentos y medicina. Cada país del globo posee diferentes normas de diseño, para la construcción de estas estructuras, en Honduras no es la excepción ya que desde el año 1996 se creó un manual que brinda los parámetros de diseño y normas de representación básica de los detalles y planos de los puentes que se construyen a nivel nacional, es importante mencionar que el manual de SOPTRAVI, está basado en normas internacionales de construcción, como la AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS, el código ACI, el código de estructuras metálicas AISC y las normas ASTM.

Para dar validez a la investigación se presentan varios de los fundamentos y parámetros que contienen estas normas y códigos nacionales e internacionales.

### 3.2.1. MANUAL DE CARRETERAS SOPTRAVI-TOMO 6: DRENAJES Y PUENTES

#### 3.2.1.1. *Alcance del manual*

Tanto lo establecido en este Manual como en las normas de cálculo y especificaciones técnicas anexas, ya emitidas o a emitir por parte de la SOPTRAVI, se consideran de aplicación obligatoria por parte de todos los Consultores y Constructores para la ejecución de Puentes en todo el territorio de la República de Honduras. (SOPTRAVI Tomo 6,1996, p. II-1)

#### 3.2.1.2. *Normas de aplicación*

Se procede a presentar las normas en las cuales está fundamentado el manual de SOPTRAVI.

Para el diseño de las estructuras de concreto reforzado, serán de aplicación las especificaciones del "Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-89) (Revised 1992) y Commentary-ACI 318R-89) (Revised 1992)", publicadas por el American Concrete Institute. Para el diseño de las estructuras metálicas, serán de aplicación las especificaciones del American Institute of Steel Construction (AISC), edición 1994. Para el diseño de todos los elementos de puentes no contemplados expresamente en este Manual,

serán de aplicación las Standard Specifications for Highway Bridges, 15 Edición, 1992 de la AASHTO. Alternativamente, podrán utilizarse las AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, publicadas por la AASHTO en 1994 y que incorporan la filosofía de diseño basada en el Método de los Factores de Carga y Resistencia (LRFD). Se hace notar que esta última publicación no discontinuó, en los Estados Unidos, la aplicación de los métodos considerados en la edición de 1992. (SOPTRAVI Tomo 6,1996, p. 352)

#### 3.2.1.3. *Materiales*

A continuación, se mostrarán los materiales típicos para la construcción de puentes en el país.

#### 3.2.1.4. *Concreto*

“Actualmente, se fabrican vigas preesforzadas de concreto con un  $f'c=420 \text{ Kg/cm}^2$ ; sin embargo, la resistencia de concreto más comúnmente utilizada en el diseño y construcción de puentes es de  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ ”. (SOPTRAVI Tomo 6,1996)

#### 3.2.1.5. *Acero*

“Se ha utilizado el acero grado intermedio con un límite de fluencia  $f_y=2800 \text{ Kg/cm}^2$ , actualmente se prefiere usar acero grado duro con un límite de fluencia  $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ ”. (SOPTRAVI Tomo 6,1996)

#### 3.2.1.6. *Mampostería de piedra*

“Consiste en bolones de piedra de río, tallado de 20 a 30 cm de largo y con un ancho aproximadamente igual a la mitad de su largo. Las piedras se unen con mortero 1:3 dando forma a la estructura.” (SOPTRAVI Tomo 6,1996)

#### 3.2.1.7. *Concreto ciclópeo*

“Para su elaboración se usa Concreto clase B ó C y bolones de piedra de río en una proporción de 3:1. Los bolones son de 20 a 30 cm de largo y su ancho es aproximadamente la mitad de su largo.” (SOPTRAVI Tomo 6,1996)

Es indispensable tener una teoría básica sobre los materiales, ya en los planos de detalles se deben colocar notas y especificaciones sobre los materiales que usaran.

#### 3.2.1.8. *Contenido del proyecto planos de obra*

“Los planos de obra se presentarán en tamaño normalizado, en un todo de acuerdo con las especificaciones vigentes y sin plegar. Se utilizarán solamente las escalas 1:50, 1:100, 1:200, 1:250, con sus múltiplos y submúltiplos decimales.” (SOPTRAVI Tomo 6,1996) Cada proyecto contendrá, como mínimo, los siguientes planos:

- a.- Plano de Ubicación
- b.- Plano de Planta y Perfil
- c.- Planos de Superestructura: replanteo y refuerzo
- d.- Planos de Subestructura: replanteo y refuerzo
- e.- Planos de Detalles complementarios

#### *3.2.1.9. Contenido de los planos de ubicación*

El Plano de Ubicación tiene mucha importancia en el caso de torrentes de agua, donde se requieren obras de defensa o canalización del cauce. Para otro tipo de proyectos, como cauces menores o viaductos sobre otras vías, constituye el único caso en que se aceptará la presentación de un solo Plano de Ubicación para un conjunto de varios puentes.

La siguiente lista es necesariamente incompleta, dada la gran variedad de proyectos y situaciones posibles y debe ser interpretada como la expresión de un criterio general y no como una enumeración taxativa.

El plano de ubicación deberá poseer los siguientes ítems:

- a.- Pequeño plano del Departamento mostrando la ubicación del puente.
- b.- Ubicación geográfica, más detallada, del puente proyectado y su posición relativa a otras rutas, poblaciones, etc.
- c.- Dirección del norte magnético.
- d.- Planta con curvas de nivel, mostrando la implantación exacta de la obra. Estos elementos podrán estar en escala 1:500 y se podrá apreciar el curso de agua en una longitud de unos 300 m agua arriba y 100 m agua abajo del lugar previsto para el puente.

- e.- Curvas de nivel con equidistancia de 0.5 m en ríos de llanura, 1 ó 2 m en zona ondulada y 5 m en zona montañosa.
- f.- Curva de nivel correspondiente a la creciente máxima de diseño y al nivel de estiaje, indicando la época del año en la que se esperan estas situaciones y la duración estimada de las mismas.
- g.- Como mínimo 3 perfiles transversales al curso de agua: uno en el eje del puente y los otros dos a 50 m a cada lado.
- h.- Perfil longitudinal del cauce en una longitud mínima de 400 m, comenzando 300 m agua arriba y terminando 100 m agua abajo de la obra.
- i.- Indicación de progresivas, cotas y otros elementos del trazado, referencias de alineamiento o bancos de nivel colocados en el emplazamiento y en los cuales se apoya el proyecto, con su balizamiento.
- j.- Ubicación de las perforaciones efectuadas para el estudio de suelos.
- k.- Puntos de toma de las fotografías que se incluyen en el informe, indicando el ángulo abarcado por las mismas.
- l.- Obras de canalización y defensa de márgenes que eventualmente se hubiesen proyectado, mostradas a través de plantas y cortes.

### *3.2.1.10. Contenido de planos de planta y perfil*

El plano de planta y perfil deberá poseer los siguientes ítems:

- a.- Planta del puente y sus accesos, mostrando: calzada, aceras, barreras de defensa, losas de aproximación, ejes de apoyos, oblicuidad, drenajes, etc., acotando las dimensiones principales.
- b.- Vista y corte longitudinal (mitad de cada uno en la misma figura), donde se muestre: altura total de la superestructura, posición de las vigas transversales o diafragmas, niveles de calzada, accesos, fondo de la estructura, creciente máxima, bordo libre, estiaje, corte de las pilas y estribos, cota probable de fundación de cada base o extremo de pilotes, niveles

superiores e inferiores y extensión de los revestimientos de taludes, gálibos viales, ferroviarios o de navegación, si correspondiere;

c.- Esquema reducido de la planimetría y la altimetría de la vía en la zona del puente, indicando los parámetros del trazado para ese sector (radios, ángulos, centros y pendientes).

d.- Niveles de agua en el eje del puente: estiaje con la época y período aproximado de duración; creciente máximas ordinarias y extraordinarias.

e.- Ubicación de las perforaciones efectuadas para el estudio de suelos, con una estratigrafía esquemática o el perfil del ensayo de penetración (SPT) realizado, posición del nivel freático. Estos esquemas se dibujarán en el lugar correspondiente a las perforaciones efectuadas

f.- Vista y corte longitudinal, mostrando vigas longitudinales y transversales, tipo de apoyos, pilas y estribos, etc., con sus dimensiones principales.

g.- Sección transversal del puente, indicando los elementos principales de la superestructura como: vigas premoldeadas, losas, aceras, drenajes, vigas transversales, pretiles, defensas, etc.

h.- Fundaciones a ejecutar con sus dimensiones generales. - Posición de las defensas para el tráfico en el puente y los accesos.

i.- Listado con el número y título de los planos que completan el proyecto.

#### *3.2.1.11. Contenido de planos de superestructura*

El plano de superestructura deberá poseer los siguientes ítems:

Se presentarán todos los planos que sean necesarios para definir completamente la superestructura del proyecto preparado y su procedimiento constructivo (si fuera necesario por sus características particulares). Estos planos incluirán las previsiones adoptadas para fijar otros elementos tales como pretiles, aceras y barreras de defensa, así como los sistemas de drenaje superficial de la calzada.

#### *3.2.1.12. Superestructura de Concreto*

Incluirá dibujos del replanteo o dimensiones geométricas del elemento terminado; refuerzo, con representación gráfica de todas las posiciones diferentes (pudiendo solamente indicarse

las posiciones repetidas), y las Planillas de Corte y Doblado de Barras de refuerzo que constituirán un documento anexo al plano. Para el caso de estructuras preesforzadas: la curva de trazado del cable medio dada mediante una tabla de coordenadas y el valor de la fuerza total de precompresión a tiempo infinito en la sección más comprometida (no se exige el plano de cableado ni el protocolo de tesado, los que serán preparados por el Constructor de acuerdo al sistema de precompresión que adopte). (SOPTRAVI Tomo 6,1996, p. II-20)

#### *3.2.1.13. Superestructuras de acero*

Se realizarán planos a nivel proyecto ejecutivo, quedando los planos de taller para ser ejecutados por el Constructor. Los planos contendrán la definición completa de las estructuras con las dimensiones y designación de todas las piezas. Detalle de las uniones principales (cuyos diseños surgen del cálculo) indicando cantidad y ubicación de pernos y/o longitud y características de los cordones de soldadura. Adjunto a cada plano, se incluirá una Planilla de Materiales donde se especificarán las dimensiones de las piezas y el cuadro de cantidades de obra. (SOPTRAVI Tomo 6,1996, p. II-21)

#### *3.2.1.14. Contenido de planos de superestructura*

Se presentarán todos los planos que sean necesarios para definir completamente los distintos componentes de la subestructura y su procedimiento constructivo (si fuera necesario por sus características particulares). Incluirá dibujos del replanteo o dimensiones geométricas del elemento terminado; refuerzo, con representación gráfica de todas las posiciones diferentes (pudiendo solamente indicarse las posiciones repetidas), y las Planillas de Corte y Doblado de Barras de refuerzo que constituirán un documento anexo al plano. En estos planos se detallará la colocación y características de los apoyos de la estructura. (SOPTRAVI Tomo 6,1996, p. II-21)

#### *3.2.1.15. Contenido de Planos de Detalles Complementarios*

Completarán el proyecto todos los planos que sean necesarios para definir elementos complementarios tales como; losas de acceso, aceras, pretilas, juntas, drenajes, protección de taludes, barreras de defensa, etc. Para cada uno de estos casos se seguirán los criterios descritos anteriormente según se trate de elementos de concreto, acero o madera. (SOPTRAVI Tomo 6,1996, p. II-21)

### **3.2.2. AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS 2010**

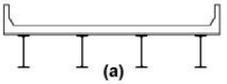
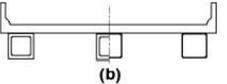
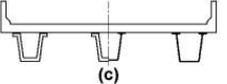
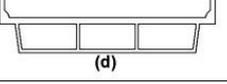
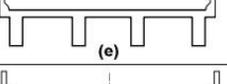
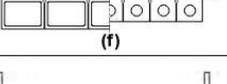
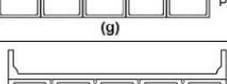
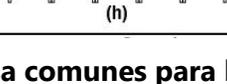
En este libro se establecen aspectos importantes a considerar para desarrollar las estructuras de puentes, dentro de estos aspectos destacan las formulas y ciertos detalles que hacen énfasis en el armado de las estructuras.

Los conceptos de seguridad a través de la redundancia y la ductilidad y de la protección contra el fregado y la colisión son destacados. Las disposiciones de diseño de estas

Especificaciones emplean el diseño del factor de carga y resistencia (LRFD) metodología. Los factores se han desarrollado a partir de la teoría de la fiabilidad basada en el conocimiento estadístico actual de cargas y rendimiento estructural.(AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

A continuación se presentan los detalles que aportara la norma al manual de representación de puentes de concreto reforzado, pretensado y metalico, observe la ilustr. 113

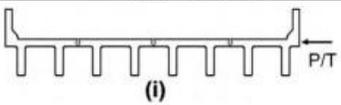
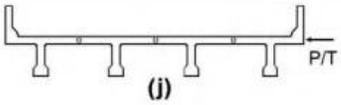
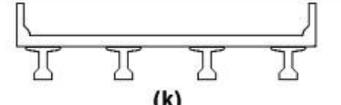
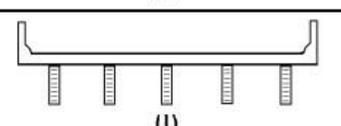
3.2.2.1. *Tableros de losa comunes para la Superestructura - Table 4.6.2.2.1-1*

Supporting Components	Type Of Deck	Typical Cross-Section
Steel Beam	Cast-in-place concrete slab, precast concrete slab, steel grid, glued/spiked panels, stressed wood	 (a)
Closed Steel or Precast Concrete Boxes	Cast-in-place concrete slab	 (b)
Open Steel or Precast Concrete Boxes	Cast-in-place concrete slab, precast concrete deck slab	 (c)
Cast-in-Place Concrete Multicell Box	Monolithic concrete	 (d)
Cast-in-Place Concrete Tee Beam	Monolithic concrete	 (e)
Precast Solid, Voided or Cellular Concrete Boxes with Shear Keys	Cast-in-place concrete overlay	 (f)
Precast Solid, Voided, or Cellular Concrete Box with Shear Keys and with or without Transverse Post-Tensioning	Integral concrete	 (g)
Precast Concrete Channel Sections with Shear Keys	Cast-in-place concrete overlay	 (h)

**Ilustración 113 - Acotación Tableros de la losa comunes para la Superestructura**

Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

Tableros de losa comunes para la Superestructura - Table 4.6.2.2.1-1 (continuación)

Supporting Components	Type Of Deck	Typical Cross-Section
Precast Concrete Double Tee Section with Shear Keys and with or without Transverse Post-Tensioning	Integral concrete	 (i)
Precast Concrete Tee Section with Shear Keys and with or without Transverse Post-Tensioning	Integral concrete	 (j)
Precast Concrete I or Bulb-Tee Sections	Cast-in-place concrete, precast concrete	 (k)
Wood Beams	Cast-in-place concrete or plank, glued/spiked panels or stressed wood	 (l)

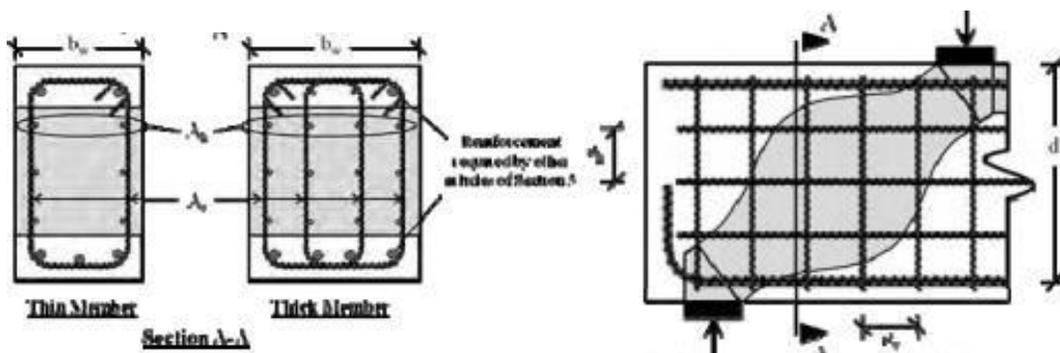
**Ilustración 114 - Acotación Tableros de losa comunes para la Superestructura**

Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

En la tabla de las ilustraciones 113 y 114 se aprecian los diferentes tipo de soporte (viga), se muestran los tipos de tablero comunes, en Honduras los tipos de tableros mas comunes son (a, e, k), las cuales son vigas de metal, vigas de concreto monolitico fundidos in situ y vigas de concreto prefabricadas.

### 3.2.2.2. Detalles de refuerzo en compresion para el control de fisuras en los puntales

Como el titulo lo menciona, este refuerzo es indispensable para rigidizar la zona de los puntales y evitar las fisuras, específicamente en la zona de apoyos.



**Ilustración 115 - Refuerzo en compresión para el control de fisuras en los puntales**

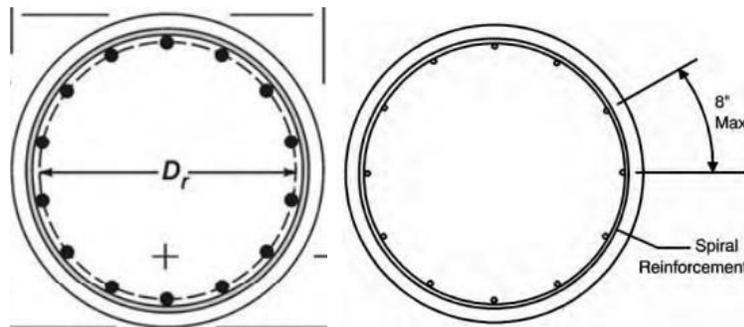
Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

Observe la manera en que se rotulan las barras de refuerzo, se señalan las barras de refuerzo superior e inferior, con su respectivo gancho, además de las barras laterales, los estribos externos e internos que ayudan al control de fisuras y por sobre todo a resistir la fuerza cortante.

### 3.2.2.3. *Espirales*

Refuerzo espiral para miembros de compresión para las pilas, estará compuesta por una o varias espirales continuas espaciadas de manera uniforme de barra deformada o plana o alambre con un diámetro mínimo de 0,375 pulgadas. El refuerzo se dispondrá de manera que todos los refuerzos primarios longitudinales se contengan en el interior y estén en contacto con las barras de refuerzos en espirales. (AASHTO LRFD bridge design specification, 2010, p. 5-66)

En la ilustración 116 se presentan los refuerzos de anillos en espirales, donde se acota el diámetro interno del recubrimiento y el máximo espaciado permitido entre las barras.



**Ilustración 116 - Refuerzo de anillos en espirales**

Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification, 2010)

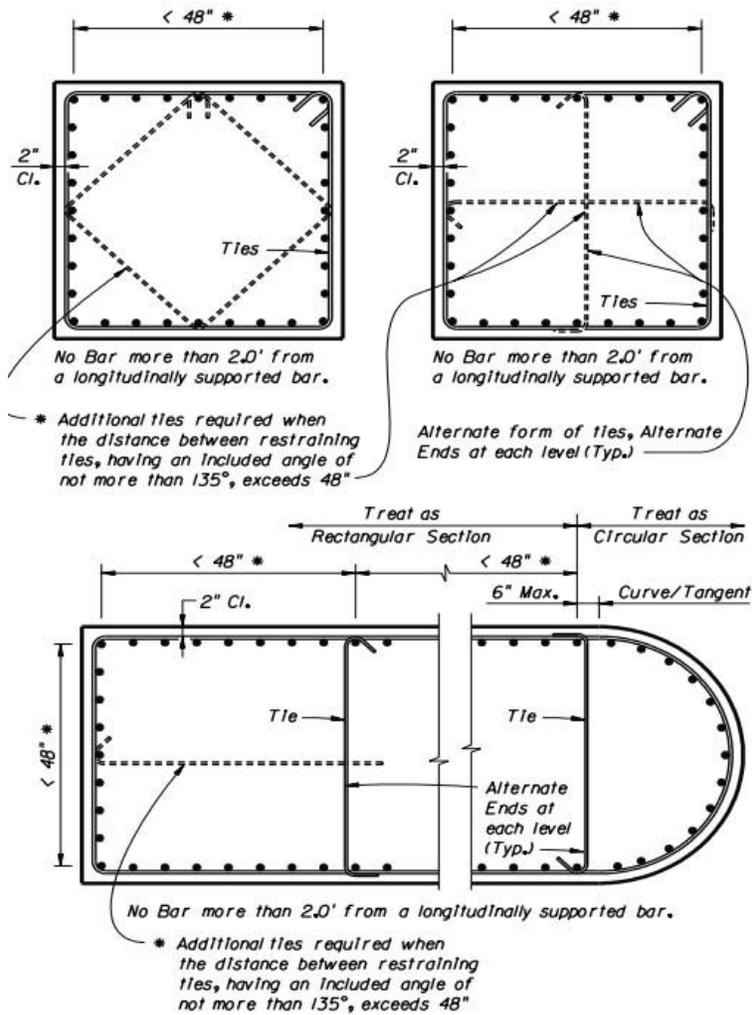
Este refuerzo de barras en forma de anillos se suele colocar en las columnas de las pilastras y estribos, además de ser circulares pueden ser cuadrados o rectangulares según la geometría del elemento, a continuación, se muestran estos detalles.

### 3.2.2.4. *Anillos de refuerzo*

En los miembros sometidos a compresión, todas las barras longitudinales o paquetes de barra estarán encerradas dentro de los anillos laterales que serán equivalentes a los siguientes números de barra: barra No. 3 para barras No. 10 o de diámetro menor, barras No. 4 para barras No. 11 o diámetros mayores. El espaciado de los refuerzos o anillos de confinamiento a lo largo del eje longitudinal del miembro de compresión no excederá la dimensión mínima del miembro de compresión o 12,0 pulgadas. (AASHTO LRFD bridge design specification, 2010, p. 5-123)

Cuando dos o más barras mayores que el N° 10 se agrupan juntas, el espaciado no excederá de la mitad de la dimensión mínima del miembro o 6,0 pulgadas. Se puede utilizar alambre deformado o tela de alambre soldado de área equivalente en lugar de barras. (AASHTO LRFD bridge design specification,2010, p. 5-123)

En el detalle de la ilustración 117 se muestran las diferentes configuraciones de anillos o estribos para columnas.



**Ilustración 117 - Refuerzo de anillos de confinamiento en miembros a compresión**

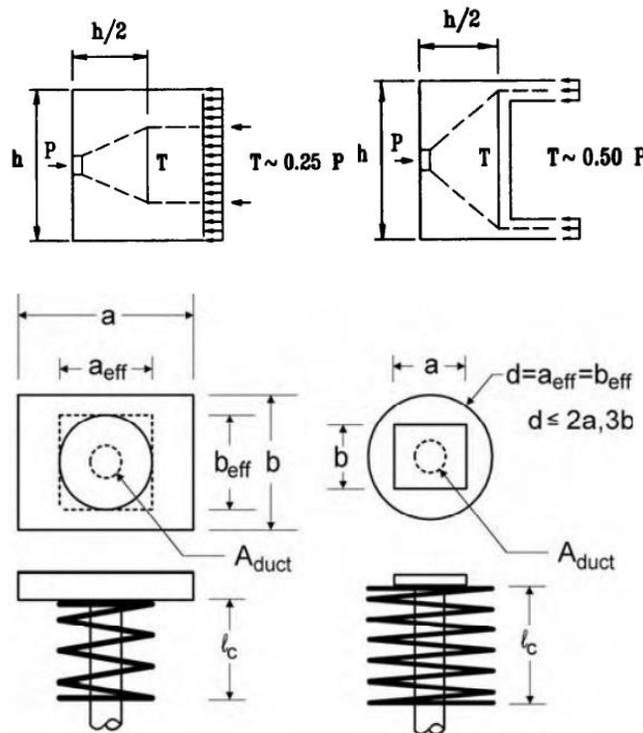
Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

Observe en el detalle los diferentes tipos y formas de anillos de confinamiento, las cuales se encargan de envolver el refuerzo longitudinal, además preste atención a las cotas de recubrimientos y a las rotulaciones adicionales, las cuales hacen mención a los anillos adicionales que se necesitan agregar.

### 3.2.2.5. Puntos y refuerzo de los anclajes

El miembro tiene una sección transversal rectangular y su la extensión longitudinal no es menor que la mayor dimensión transversal de la sección transversal; El miembro no tiene discontinuidades dentro o por delante de la zona de anclaje; El miembro no tiene discontinuidades dentro o por delante de la zona de fondeo; Sólo un dispositivo de anclaje o un grupo de cerca los dispositivos de anclaje espaciados se encuentran en el zona de anclaje. (AASHTO LRFD bridge design specification,2010, p. 5-141)

A continuación se presentan los detalles del refuerzo en la zona de anclaje, observe la ilustración 118, la cual muestra un refuerzo en espiral, que se coloca en las vigas postensadas



**Ilustración 118 - Refuerzo de anillos de confinamiento en miembros a tensión**

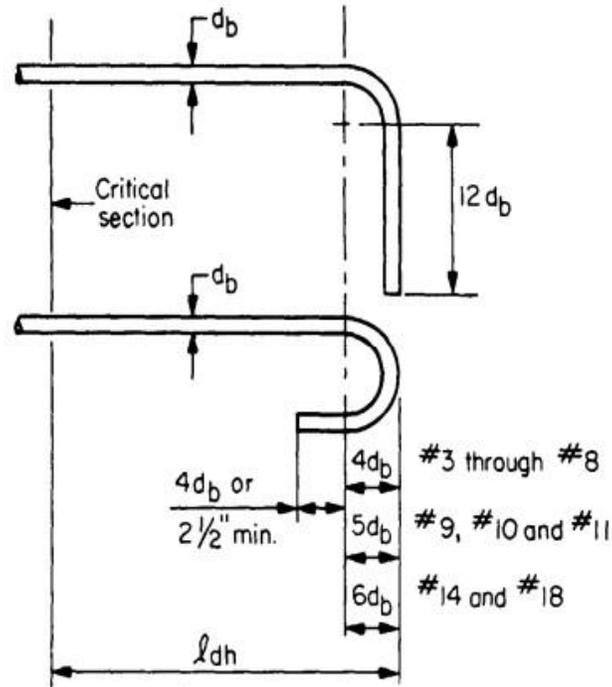
Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

Observe el detalle en el espiral en la zona de anclaje de los cables o tendones en tensión, se deberá acotar su radio o diámetro, su paso el cual representa el espaciamiento y la distancia total

### 3.2.2.6. Detalle de ganchos y longitud de desarrollo en miembros a tensión

“La longitud de desarrollo, para barras deformadas en tensión que terminan en un gancho estándar especificado en el artículo 5.10.2.1 no será inferior a: 8 veces el diámetro de la barra o 6 pulgadas.” (AASHTO LRFD bridge design specification,2010, p. 5-167)

A continuación se presentan los detalles de dobleces de barra según el diametro



**Ilustración 119 - Detalle de ganchos y longitud de desarrollo**

Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

Como se muestran en la ilustración se deberán respetar los dobleces y longitud de desarrollo para cada barra, así como lo muestra el detalle.

### 3.2.2.7. *Fatiga inducida por carga*

El efecto de fuerza considerado para el diseño de fatiga en el detalle del puente de acero será el rango de tensión de carga viva. Para miembros de flexión con conectores de cizalladura proporcionados a lo largo de todo el tablero y toda su longitud, y con cubierta de hormigón reforzado (AASHTO LRFD bridge design specification,2010, p. 6-31)

A continuación, se presentan las ilustraciones de las de fatiga, cargas inducidas y detalles de soldadura

**Table 6.6.1.2.3-1—Detail Categories for Load-Induced Fatigue**

Description	Category	Constant $A$ (ksi <sup>3</sup> )	Threshold $(\Delta F)_m$ ksi	Potential Crack Initiation Point	Illustrative Examples
Section 1—Plain Material away from Any Welding					
1.1 Base metal, except noncoated weathering steel, with rolled or cleaned surfaces. Flame-cut edges with surface roughness value of 1,000 μ-in. or less, but without re-entrant corners.	A	$250 \times 10^8$	24	Away from all welds or structural connections	
1.2 Noncoated weathering steel base metal with rolled or cleaned surfaces designed and detailed in accordance with FHWA (1989). Flame-cut edges with surface roughness value of 1,000 μ-in. or less, but without re-entrant corners.	B	$120 \times 10^8$	16	Away from all welds or structural connections	
1.3 Member with re-entrant corners at copes, cuts, block-outs or other geometrical discontinuities made to the requirements of AASHTO/AWS D1.5, except weld access holes.	C	$44 \times 10^8$	10	At any external edge	
1.4 Rolled cross sections with weld access holes made to the requirements of AASHTO/AWS D1.5, Article 3.2.4.	C	$44 \times 10^8$	10	In the base metal at the re-entrant corner of the weld access hole	
1.5 Open holes in members (Brown et al., 2007).	D	$22 \times 10^8$	7	In the net section originating at the side of the hole	

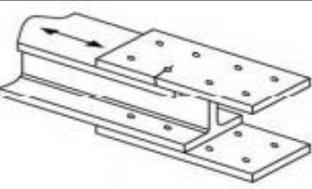
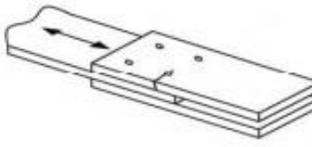
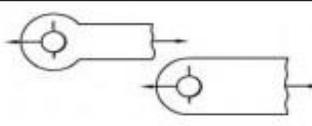
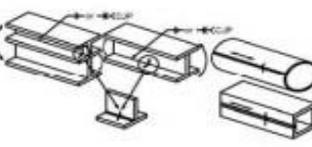
*continued on next page*

**Ilustración 120 - Categorías de detalle de fatiga inducida por carga**

Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

La ilustración 120 categoriza y muestra las posibles fallas en un elemento estructural debido a la aplicación de ciclos de carga continua las cuales pueden inducir una falla.

**Table 6.6.1.2.3-1 (continued)—Detail Categories for Load-Induced Fatigue**

Description	Category	Constant $A$ (ksi <sup>2</sup> )	Threshold $(\Delta F)_{TH}$ ksi	Potential Crack Initiation Point	Illustrative Examples
Section 2—Connected Material in Mechanically Fastened Joints					
2.1 Base metal at the gross section of high-strength bolted joints designed as slip-critical connections with pre-tensioned high-strength bolts installed in holes drilled full size or subpunched and reamed to size—e.g., bolted flange and web splices and bolted stiffeners. (Note: see Condition 2.3 for bolt holes punched full size.)	B	$120 \times 10^3$	16	Through the gross section near the hole	
2.2 Base metal at the net section of high-strength bolted joints designed as bearing-type connections, but fabricated and installed to all requirements for slip-critical connections with pre-tensioned high strength bolts installed in holes drilled full size or subpunched and reamed to size. (Note: see Condition 2.3 for bolt holes punched full size.)	B	$120 \times 10^3$	16	In the net section originating at the side of the hole	
2.3 Base metal at the net section of all bolted connections in hot dipped galvanized members (Huhn and Valimat, 2004); base metal at the appropriate section defined in Condition 2.1 or 2.2, as applicable, of high-strength bolted joints with pretensioned bolts installed in holes punched full size (Brown et al., 2007), and base metal at the net section of other mechanically fastened joints, except for eyebars and pin plates; e.g., joints using ASTM A307 bolts or non pretensioned high strength bolts.	D	$22 \times 10^3$	7	In the net section originating at the side of the hole or through the gross section near the hole, as applicable	
2.4 Base metal at the net section of eyebar heads or pin plates (Note: for base metal in the shank of eyebars or through the gross section of pin plates, see Condition 1.1 or 1.2, as applicable).	E	$11 \times 10^3$	4.5	In the net section originating at the side of the hole	
Section 3—Welded Joints Joining Components of Built-Up Members					
3.1 Base metal and weld metal in members without attachments built-up of plates or shapes connected by continuous longitudinal complete joint penetration groove welds back-gouged and welded from the second side, or by continuous fillet welds parallel to the direction of applied stress.	B	$120 \times 10^3$	16	From surface or internal discontinuities in the weld away from the end of the weld	

*continued on next page*

**Continuación de Ilustración 120- Categorías de detalle de fatiga inducida por carga**

Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

La ilustración 120 categoriza y muestra las posibles fallas en un elemento estructural debido a la aplicación de ciclos de carga continua las cuales pueden inducir una falla. En este caso en aperturas o secciones de elementos estructurales que posean un hueco.

Table 6.6.1.2.3-1 (continued)—Detail Categories for Load-Induced Fatigue

Description	Category	Constant $A$ (ksi <sup>2</sup> )	Threshold $(\Delta F)_{TH}$ ksi	Potential Crack Initiation Point	Illustrative Examples
3.2 Base metal and weld metal in members without attachments built-up of plates or shapes connected by continuous longitudinal complete joint penetration groove welds with backing bars not removed, or by continuous partial joint penetration groove welds parallel to the direction of applied stress.	B'	$61 \times 10^8$	12	From surface or internal discontinuities in the weld, including weld attaching backing bars	
3.3 Base metal and weld metal at the termination of longitudinal welds at weld access holes made to the requirements of AASHTO/AWS D1.5, Article 3.2.4 in built-up members. (Note: does not include the flange butt splice).	D	$22 \times 10^8$	7	From the weld termination into the web or flange	
3.4 Base metal and weld metal in partial length welded cover plates connected by continuous fillet welds parallel to the direction of applied stress.	B	$120 \times 10^8$	16	From surface or internal discontinuities in the weld away from the end of the weld	
3.5 Base metal at the termination of partial length welded cover plates having square or tapered ends that are narrower than the flange, with or without welds across the ends, or cover plates that are wider than the flange with welds across the ends:				In the flange at the toe of the end weld or in the flange at the termination of the longitudinal weld or in the edge of the flange with wide cover plates	
Flange thickness $\leq 0.8$ in.	E	$11 \times 10^8$	4.5		
Flange thickness $> 0.8$ in.	E'	$3.9 \times 10^8$	2.6		
3.6 Base metal at the termination of partial length welded cover plates with slip-critical bolted end connections satisfying the requirements of Article 6.10.12.2.3.	B	$120 \times 10^8$	16	In the flange at the termination of the longitudinal weld	

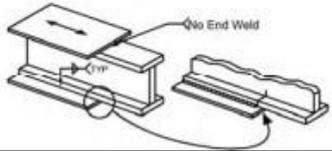
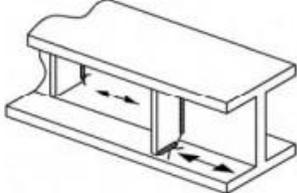
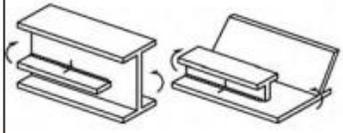
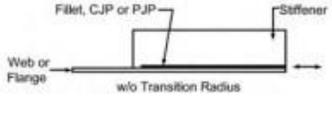
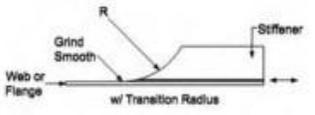
continued on next page

### Continuación de Ilustración 120 - Categorías de detalle de fatiga inducida por carga

Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

La ilustración 120 categoriza y muestra las posibles fallas en un elemento estructural debido a la aplicación de ciclos de carga continua las cuales pueden inducir una falla. En este caso en secciones de elementos estructurales que fueron unidas por soldadura

**Table 6.6.1.2.3-1 (continued)—Detail Categories for Load-Induced Fatigue**

Description	Category	Constant $A$ (ksi <sup>2</sup> )	Threshold $(\Delta F)_{TH}$ ksi	Potential Crack Initiation Point	Illustrative Examples
3.7 Base metal at the termination of partial length welded cover plates that are wider than the flange and without welds across the ends.	E'	$3.9 \times 10^8$	2.6	In the edge of the flange at the end of the cover plate weld	
<b>Section 4—Welded Stiffener Connections</b>					
4.1 Base metal at the toe of transverse stiffener-to-flange fillet welds and transverse stiffener-to-web fillet welds. (Note: includes similar welds on bearing stiffeners and connection plates).	C'	$44 \times 10^8$	12	Initiating from the geometrical discontinuity at the toe of the fillet weld extending into the base metal	
4.2 Base metal and weld metal in longitudinal web or longitudinal box-flange stiffeners connected by continuous fillet welds parallel to the direction of applied stress.	B	$120 \times 10^8$	16	From the surface or internal discontinuities in the weld away from the end of the weld	
4.3 Base metal at the termination of longitudinal stiffener-to-web or longitudinal stiffener-to-box flange welds:					
With the stiffener attached by fillet welds and with no transition radius provided at the termination:				In the primary member at the end of the weld at the weld toe	
Stiffener thickness < 1.0 in.	E	$11 \times 10^8$	4.5		
Stiffener thickness ≥ 1.0 in.	E'	$3.9 \times 10^8$	2.6		
With the stiffener attached by welds and with a transition radius $R$ provided at the termination with the weld termination ground smooth:					
$R \geq 24$ in.	B	$120 \times 10^8$	16	In the primary member near the point of tangency of the radius	
$24$ in. > $R \geq 6$ in.	C	$44 \times 10^8$	10		
$6$ in. > $R \geq 2$ in.	D	$22 \times 10^8$	7		
$2$ in. > $R$	E	$11 \times 10^8$	4.5		

*continued on next page*

**Continuación de Ilustración 120- Categorías de detalle de fatiga inducida por carga**

Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

La ilustración 120 categoriza y muestra las posibles fallas en un elemento estructural debido a la aplicación de ciclos de carga continua las cuales pueden inducir una falla. En este caso en secciones de elementos estructurales que fueron unidas por soldadura en el alma de la viga

**Table 6.6.1.2.3-1 (continued)—Detail Categories for Load-Induced Fatigue**

Description	Category	Constant $A$ (ksi <sup>3</sup> )	Threshold $(\Delta F)_{TH}$ ksi	Potential Crack Initiation Point	Illustrative Examples
<b>Section 5—Welded Joints Transverse to the Direction of Primary Stress</b>					
<p>5.1 Base metal and weld metal in or adjacent to complete joint penetration groove welded butt splices, with weld soundness established by NDT and with welds ground smooth and flush parallel to the direction of stress. Transitions in thickness or width shall be made on a slope no greater than 1:2.5 (see also Figure 6.13.6.2-1).</p> <p><math>F_y &lt; 100</math> ksi</p> <p><math>F_y \geq 100</math> ksi</p>	B	$120 \times 10^8$	16	From internal discontinuities in the filler metal or along the fusion boundary or at the start of the transition	
<p>5.2 Base metal and weld metal in or adjacent to complete joint penetration groove welded butt splices, with weld soundness established by NDT and with welds ground parallel to the direction of stress at transitions in width made on a radius of not less than 2 ft with the point of tangency at the end of the groove weld (see also Figure 6.13.6.2-1).</p>	B	$120 \times 10^8$	16	From internal discontinuities in the filler metal or discontinuities along the fusion boundary	
<p>5.3 Base metal and weld metal in or adjacent to the toe of complete joint penetration groove welded T or corner joints, or in complete joint penetration groove welded butt splices, with or without transitions in thickness having slopes no greater than 1:2.5 when weld reinforcement is not removed. (Note: cracking in the flange of the 'T' may occur due to out-of-plane bending stresses induced by the stem).</p>	C	$44 \times 10^8$	10	From the surface discontinuity at the toe of the weld extending into the base metal or along the fusion boundary	

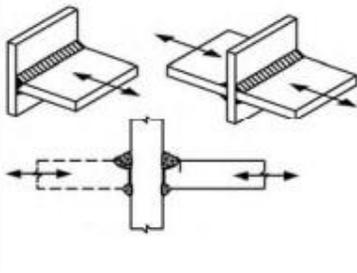
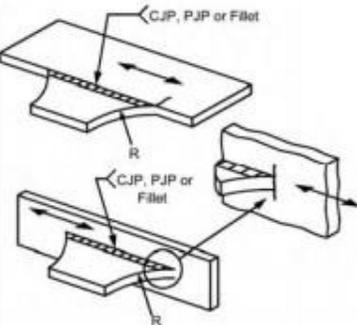
*continued on next page*

**Continuación de Ilustración 120- Categorías de detalle de fatiga inducida por carga**

Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

La ilustración 120 categoriza y muestra las posibles fallas en un elemento estructural debido a la aplicación de ciclos de carga continua las cuales pueden inducir una falla. En este caso en secciones de elementos estructurales creados a partir de platinas las cuales fueron unidas mediante soldadura de relno en sus aristas.

**Table 6.6.1.2.3-1 (continued)—Detail Categories for Load-Induced Fatigue**

Description	Category	Constant $A$ (ksi <sup>3</sup> )	Threshold $(\Delta F)_{TH}$ ksi	Potential Crack Initiation Point	Illustrative Examples
5.4 Base metal and weld metal at details where loaded discontinuous plate elements are connected with a pair of fillet welds or partial joint penetration groove welds on opposite sides of the plate normal to the direction of primary stress.	C as adjusted in Eq. 6.6.1.2.5-4	$44 \times 10^8$	10	Initiating from the geometrical discontinuity at the toe of the weld extending into the base metal or, initiating at the weld root subject to tension extending up and then out through the weld	
Section 6—Transversely Loaded Welded Attachments					
6.1 Base metal in a longitudinally loaded component at a transversely loaded detail (e.g. a lateral connection plate) attached by a weld parallel to the direction of primary stress and incorporating a transition radius $R$ with the weld termination ground smooth.				Near point of tangency of the radius at the edge of the longitudinally loaded component	
$R \geq 24$ in.	B	$120 \times 10^8$	16		
$24$ in. $> R \geq 6$ in.	C	$44 \times 10^8$	10		
$6$ in. $> R \geq 2$ in.	D	$22 \times 10^8$	7		
$2$ in. $> R$	E	$11 \times 10^8$	4.5		
(Note: Condition 6.2, 6.3 or 6.4, as applicable, shall also be checked.)					

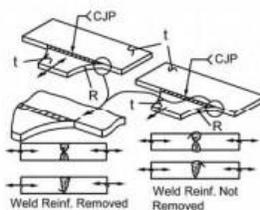
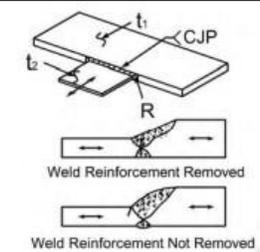
*continued on next page*

**Continuación de Ilustración 120- Categorías de detalle de fatiga inducida por carga**

Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

La ilustración 120 categoriza y muestra las posibles fallas en un elemento estructural debido a la aplicación de ciclos de carga continua de manera transversal las cuales pueden inducir una falla. En este caso en secciones de elementos estructurales creados a partir de platinas las cuales fueron unidas mediante soldadura de relleno en sus aristas y en la sección central del alma de la platina.

**Table 6.6.1.2.3-1 (continued)—Detail Categories for Load-Induced Fatigue**

Description	Category	Constant $A$ ( $\text{ksi}^2$ )	Threshold $(\Delta F)_{th}$ ksi	Potential Crack Initiation Point	Illustrative Examples
<p>6.2 Base metal in a transversely loaded detail (e.g. a lateral connection plate) attached to a longitudinally loaded component of equal thickness by a complete joint penetration groove weld parallel to the direction of primary stress and incorporating a transition radius <math>R</math>, with weld soundness established by NDT and with the weld termination ground smooth:</p> <p>With the weld reinforcement removed:</p> <p><math>R \geq 24</math> in.</p> <p>24 in. <math>&gt; R \geq 6</math> in.</p> <p>6 in. <math>&gt; R \geq 2</math> in.</p> <p>2 in. <math>&gt; R</math></p>	<p>B</p> <p>C</p> <p>D</p> <p>E</p>	<p><math>120 \times 10^6</math></p> <p><math>44 \times 10^6</math></p> <p><math>22 \times 10^6</math></p> <p><math>11 \times 10^6</math></p>	<p>16</p> <p>10</p> <p>7</p> <p>4.5</p>	<p>Near points of tangency of the radius or in the weld or at the fusion boundary of the longitudinally loaded component or the transversely loaded attachment</p>	
<p>With the weld reinforcement not removed:</p> <p><math>R \geq 24</math> in.</p> <p>24 in. <math>&gt; R \geq 6</math> in.</p> <p>6 in. <math>&gt; R \geq 2</math> in.</p> <p>2 in. <math>&gt; R</math></p> <p>(Note: Condition 6.1 shall also be checked.)</p>	<p>C</p> <p>C</p> <p>D</p> <p>E</p>	<p><math>44 \times 10^6</math></p> <p><math>44 \times 10^6</math></p> <p><math>22 \times 10^6</math></p> <p><math>11 \times 10^6</math></p>	<p>10</p> <p>10</p> <p>7</p> <p>4.5</p>	<p>At the toe of the weld either along the edge of the longitudinally loaded component or the transversely loaded attachment</p>	
<p>6.3 Base metal in a transversely loaded detail (e.g. a lateral connection plate) attached to a longitudinally loaded component of unequal thickness by a complete joint penetration groove weld parallel to the direction of primary stress and incorporating a weld transition radius <math>R</math>, with weld soundness established by NDT and with the weld termination ground smooth:</p> <p>With the weld reinforcement removed:</p> <p><math>R \geq 2</math> in.</p> <p><math>R &lt; 2</math> in.</p> <p>For any weld transition radius with the weld reinforcement not removed:</p> <p>(Note: Condition 6.1 shall also be checked.)</p>	<p>D</p> <p>E</p> <p>E</p>	<p><math>22 \times 10^6</math></p> <p><math>11 \times 10^6</math></p> <p><math>11 \times 10^6</math></p>	<p>7</p> <p>4.5</p> <p>4.5</p>	<p>At the toe of the weld along the edge of the thinner plate</p> <p>In the weld termination of small radius weld transitions</p> <p>At the toe of the weld along the edge of the thinner plate</p>	

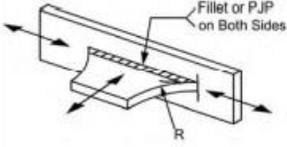
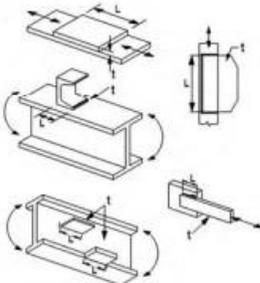
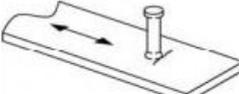
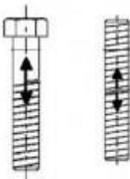
*continued on next page*

### Continuación de Ilustración 120- Categorías de detalle de fatiga inducida por carga

Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

La ilustración 120 categoriza y muestra las posibles fallas en un elemento estructural debido a la aplicación de ciclos de carga continua las cuales pueden inducir una falla. En este caso en secciones de elementos estructurales creados a partir de platinas de diferentes espesores las cuales fueron unidas mediante soldadura de relleno en sus aristas.

**Table 6.6.1.2.3-1 (continued)—Detail Categories for Load-Induced Fatigue**

Description	Category	Constant $A$ (ksi <sup>2</sup> )	Threshold $(\Delta F)_{thr}$ ksi	Potential Crack Initiation Point	Illustrative Examples
<p>6.4 Base metal in a transversely loaded detail (e.g. a lateral connection plate) attached to a longitudinally loaded component by a fillet weld or a partial joint penetration groove weld, with the weld parallel to the direction of primary stress</p> <p>(Note: Condition 6.1 shall also be checked.)</p>	See Condition 5.4				
<b>Section 7—Longitudinally Loaded Welded Attachments</b>					
<p>7.1 Base metal in a longitudinally loaded component at a detail with a length <math>L</math> in the direction of the primary stress and a thickness <math>t</math> attached by groove or fillet welds parallel or transverse to the direction of primary stress where the detail incorporates no transition radius:</p> <p><math>L &lt; 2</math> in.</p> <p><math>2</math> in. <math>\leq L \leq 12t</math> or <math>4</math> in.</p> <p><math>L &gt; 12t</math> or <math>4</math> in.</p> <p><math>t &lt; 1.0</math> in.</p> <p><math>t \geq 1.0</math> in.</p>	C D E E'	$44 \times 10^8$ $22 \times 10^8$ $11 \times 10^8$ $3.9 \times 10^8$	10 7 4.5 2.6	In the primary member at the end of the weld at the weld toe	
<b>Section 8—Miscellaneous</b>					
8.1 Base metal at stud-type shear connectors attached by fillet or automatic stud welding	C	$44 \times 10^8$	10	At the toe of the weld in the base metal	
<p>8.2 Nonpretensioned high-strength bolts, common bolts, threaded anchor rods and hanger rods with cut, ground or rolled threads. Use the stress range acting on the tensile stress area due to live load plus prying action when applicable.</p> <p>(Fatigue II) Finite Life</p> <p>(Fatigue I) Infinite Life</p>	E' D	$3.9 \times 10^8$ N/A	N/A 7	At the root of the threads extending into the tensile stress area	

**Ilustración 120- Categorías de detalle de fatiga inducida por carga**

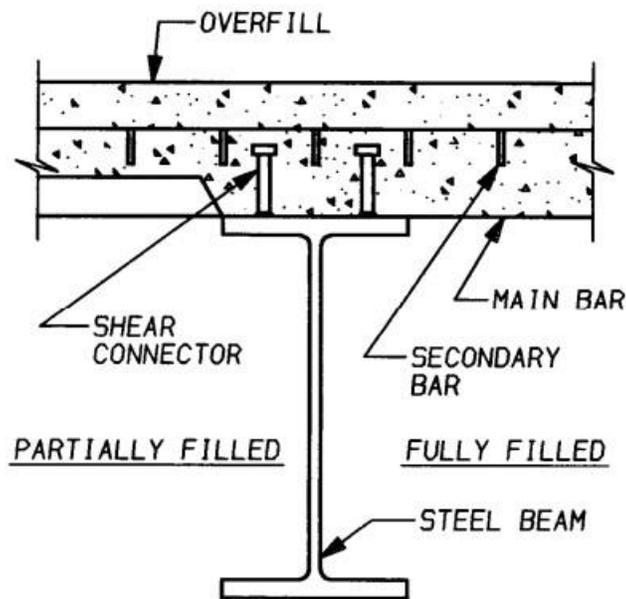
Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

La ilustración 120 categoriza y muestra las posibles fallas en un elemento estructural debido a la aplicación de ciclos de carga continua de manera longitudinal las cuales pueden inducir una falla. En este caso en secciones de elementos estructurales creados a partir de platinas las cuales fueron unidas mediante soldadura de relleno en sus aristas y en el alma central de la sección.

### 3.2.2.8. Tableros de losa metálicos

La cubierta de la rejilla se compuso de los elementos principales que se extienden entre vigas, largueros o vigas transversales y miembros secundarios que se interconectan y abarcan entre los elementos principales. Los elementos principales y secundarios pueden formar un patrón rectangular o diagonal y será unidos de forma segura. Todas las intersecciones de elementos en pisos de cuadrícula abiertos, cubiertas de cuadrícula parcialmente llenas y sin llenar las cubiertas de rejilla compuestas con losas de hormigón armado deberán ser soldado. (AASHTO LRFD bridge design specification,2010, p. 6-31)

A continuación se presenta el detalle de conectores de cortante en losa los cuales son soldados en el patin superior de la viga.



**Ilustración 121 - Detalle de conexión a cortante en tablero de losa metálica**

Fuente: (AASHTO LRFD bridge design specification,2010)

Detalle de conexión a cortante en tablero de losa metálica, estas conexiones de cortante se realizan con pernos tipo Nelson los cuales son soldados a la viga por medio de alta corriente para proporcionar un mejor anclaje en el concreto.

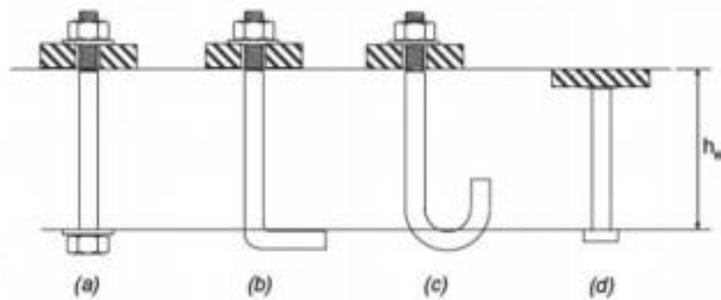
### 3.2.3. CODIGO ACI – 318S – 14

Los "Requisitos de Reglamento para concreto estructural" ("Reglamento") contiene requisitos mínimos para los materiales, diseño y detallado de edificaciones de concreto estructural y, donde sea aplicable, en estructuras diferentes de edificaciones. El Reglamento también cubre sistemas estructurales, miembros y conexiones, incluyendo concreto construido en obra, construcción prefabricada, concreto simple, construcción no

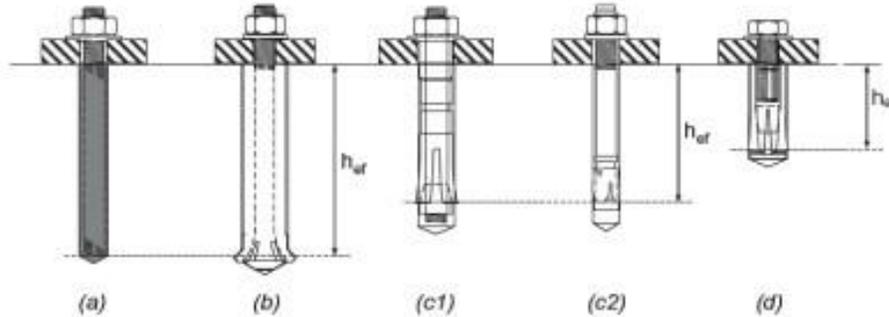
preesforzada, construcción preesforzada y construcción compuesta. (ACI 318S,2014, P. 3) A continuación, se procede a presentar los detalles y conceptos mostrados en el manual.

### 3.2.3.1. Anclaje (anchor)

Los anclajes preinstalados incluyen los tornillos con cabeza, tornillos con extremo con forma de gancho (J o L) y pernos con cabeza. Los anclajes postinstalados incluyen anclajes de expansión, anclajes con sobreperforación en su base y anclajes adheridos. Los elementos de acero para anclajes adheridos incluyen barras roscadas, barras corrugadas de refuerzo, o camisas de acero roscadas internamente y con deformaciones externas. (ACI 318S,2014, P. 34) Observe los diferentes detalles de anclajes según la norma ACI.



A. Anclajes preinstalados: (a) Tornillo con cabeza hexagonal y arandela, (b) Tornillo en L, (c) Tornillo en J, (d) Perno con cabeza soldada



B. Anclajes postinstalados: (a) Anclaje adherido, (b) Anclaje con sobreperforación en su base, (c) Anclajes de expansión de torque controlado: (c1) Con camisa, (c2) Tipo perno, (d) Anclaje de expansión de desplazamiento controlado tipo pasante.

**Ilustración 122 - Detalle de anclajes**

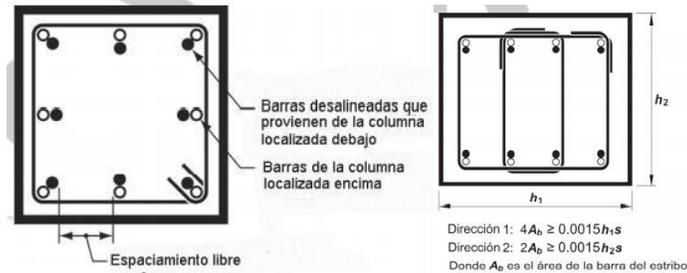
Fuente: (ACI 318s, 2014)

Estos detalles de anclaje se pueden utilizar en la instalación de barandales para las aceras de peatones.

### 3.2.3.2. Empalmes del refuerzo longitudinal

“Todo empalme deben diseñarse para la tracción máxima calculada para la barra.” (ACI 318S,2014, P. 169) a continuación se presentan los detalles de empalmes en barras longitudinales y estribos.

En la ilustración 123 se pueden observar la manera en que se representan los empalmes en una columna, observe el detalle de las barras.



**Ilustración 123 - Detalle de empalmes**

Fuente: (ACI 318s, 2014)

La idea de empalmar las barras de refuerzo se realiza con el objetivo de brindar continuidad para transferir las cargas de manera segura.

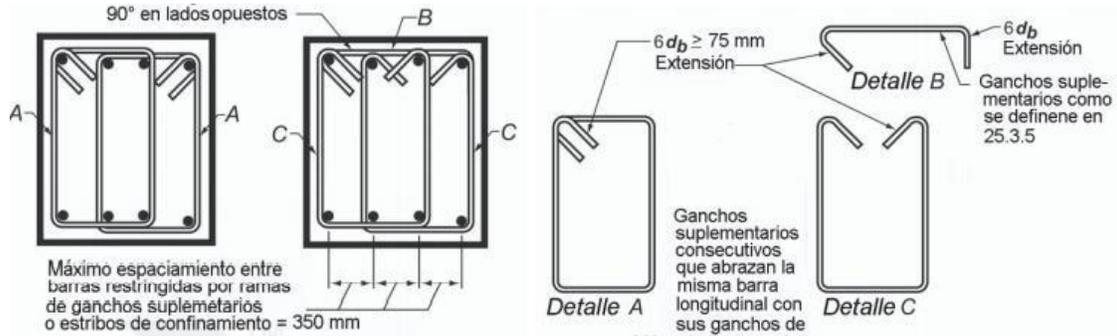
“En los empalmes longitudinales se debe dejar un espaciamiento entre barra y barra, con el propósito de mejorar la adherencia entre el concreto y las barras de refuerzo, y así obtener la mayor resistencia a tracción.” (ACI 318S,2014, P. 221)

Sólo se permiten empalmes por traslape de refuerzo longitudinal corrugado cuando se proporcionan estribos cerrados de confinamiento o espirales en la longitud de empalme por traslape. El espaciamiento del refuerzo transversal que confina las barras traslapadas no debe exceder al menor entre  $d$  y 100mm. No deben usarse empalmes por traslape en ubicaciones identificadas de (a) hasta (c): (a) Dentro de los nudos. (b) En una distancia de dos veces la altura de la viga medida desde la cara del nudo (c) Dentro de una distancia del doble de la altura de la viga medida desde secciones donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de los desplazamientos laterales que excedan el rango elástico de comportamiento.” (ACI 318S,2014, P. 221)

Los empalmes por traslape del refuerzo están prohibidos a lo largo de regiones en las cuales se espera fluencia por flexión debido a que dichos empalmes por traslape no se consideran confiables en condiciones de carga cíclica dentro del rango inelástico. El refuerzo transversal para los empalmes por traslape en cualquier ubicación es obligatorio debido a la posible pérdida del concreto de recubrimiento y por la necesidad de confinar el empalme. (ACI 318S,2014, P. 221)

### 3.2.3.3. Refuerzo transversal

Deben colocarse estribos cerrados de confinamiento en las siguientes regiones de las vigas: (a) En una longitud igual a dos veces la altura de la viga, medida desde la cara de miembros de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos de la viga. (b) En longitudes iguales a dos veces la altura de la viga a ambos lados de una sección donde puede ocurrir fluencia por flexión debido a los desplazamientos laterales más allá del rango elástico de comportamiento. (ACI 318S,2014, P. 294)



**Ilustración 124 - Ejemplos de estribos cerrados de confinamiento superpuestos**

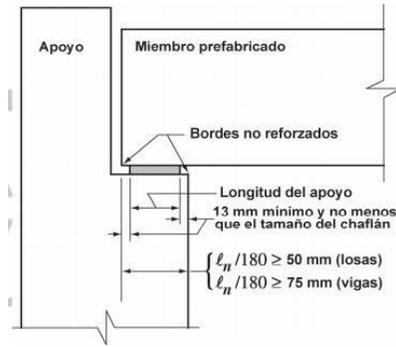
Fuente: (ACI 318s, 2014)

Observe en la ilustración 124 se muestra el límite del máximo de espaciamiento horizontal de barras longitudinales restringidas lateralmente, los ganchos suplementarios ayudaran a la estructura a confinarse de mejor manera en una eventualidad sismica.

#### 3.2.3.4. Dimensiones mínimas de apoyo

Las almohadillas de apoyo distribuyen las cargas y reacciones concentradas sobre el área de contacto, y permiten movimientos horizontales y rotacionales limitados que alivian los esfuerzos. Para prevenir el descascaramiento bajo las zonas de contacto muy cargadas, las almohadillas de soporte no se deben extender hasta el borde del apoyo, a menos que el borde esté reforzado. Los bordes pueden reforzarse con platinas o ángulos de acero anclados. (ACI 318S,2014, P. 221)

Se muestra la ilustración de las distancias mínimas de apoyo, se deben respetar los espaciamientos mínimos en los estribos de puente.



**Ilustración 125 - Detalle de empalmes**

Fuente: (ACI 318s, 2014)

Se deberá respetar los espacios de separación entre los elementos, dejando 13mm mínimo de distancia, aunque lo ideal es deja 25mm.

### 3.2.3.5. Ganchos estándar, ganchos sísmicos, ganchos suplementarios y diámetro interior de doblado

Los dobleces estándar de las barras de refuerzo se describen en términos del diámetro interior de doblado, ya que éste resulta más fácil de medir que el radio de dicho doblado. Los factores principales que afectan el diámetro mínimo de doblado son la capacidad del acero de doblarse sin romperse y la prevención del aplastamiento del concreto dentro del doblado. (ACI 318S,2014, P. 436)

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta <sup>[1]</sup> $\ell_{ext}$ , mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		

<sup>[1]</sup> El gancho estándar para las barras corrugadas en tracción incluye el diámetro interior específico del doblado y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la resistencia de anclaje del gancho.

**Ilustración 126 - Geometría del gancho y longitud de desarrollo de barras**

Fuente: (ACI 318s, 2014)

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta <sup>1)</sup> $l_{ext}$ , mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		

<sup>1)</sup> El gancho estándar para estribos y estribos cerrados de confinamiento incluye el diámetro interior del doblado específico y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la

### Ilustración 127 - Diámetro mínimo interior de doblado en ganchos

Fuente: (ACI 318s, 2014)

Observe la relación de los dobles con el diámetro de la barra, las cuales ayudan a definir los diámetros para el dobles y la longitud de extensión de los mismos. También preste atención a las siguientes directrices que brinda el código ACI.

Puede utilizarse refuerzo electrosoldado de alambre liso o corrugado para estribos. El alambre en las intersecciones soldadas no tiene la misma ductilidad y capacidad de doblado uniformes que en las zonas en que no se ha calentado por la soldadura en el proceso de fabricación del refuerzo de alambre electrosoldado. Estos efectos de la temperatura de soldadura, por lo general, se disipan a una distancia de aproximadamente cuatro diámetros del alambre. Los diámetros mínimos de doblado permitidos son, en la mayoría de los casos, los mismos que los requeridos en los ensayos de doblado para alambre de las normas ASTM. (ASTM A1064M y A1022M). (ACI 318S,2014, P. 437-438)

Los ganchos sísmicos usados para anclar los estribos, estribos cerrados de confinamiento y ganchos suplementarios deben cumplir con (a) y (b): (a) Doble mínimo de 90 grados para estribos cerrados de confinamiento circulares y de 135 grados para los demás estribos cerrados de confinamiento. (b) El gancho debe abrazar el refuerzo longitudinal y la extensión debe proyectarse hacia el interior del estribo o estribo cerrado de confinamiento. (ACI 318S,2014, P. 438)

Los ganchos suplementarios deben cumplir de (a) hasta (e): (a) Los ganchos suplementarios deben ser continuos entre los extremos. (b) Debe existir un gancho sísmico en un extremo. (c) Debe existir un gancho estándar en el otro extremo con un dobles mínimo de 90 grados (d) Los ganchos deben abrazar las barras longitudinales periféricas. (e) Los ganchos de 90 grados de dos ganchos suplementarios sucesivos que abrazan las mismas barras longitudinales deben quedar con los extremos alternados (ACI 318S,2014, P. 438)

### 3.2.3.6. Estribos en columnas

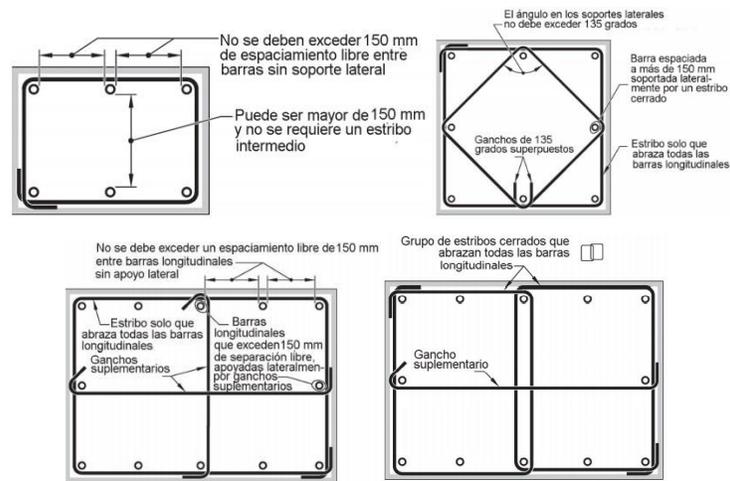
Los estribos de columnas deben en barras corrugadas cerradas con un espaciamiento que cumplan con (a) y (b): (a) Espaciamiento libre de al menos  $(4/3)bd$ . (b) El espaciamiento centro a centro no debe exceder el menor de  $16bd$  de barra longitudinal,  $48bd$  de barra de estribo y la menor dimensión del miembro. (ACI 318S,2014, P. 464)

El diámetro de la barra del estribo debe ser al menos (a) o (b): (a) Barras No. 10 encerrando barras longitudinales No. 32 o menores. (b) Barras No. 13 encerrando barras longitudinales No. 36 o mayores o paquetes de barras longitudinales. (ACI 318S,2014, P. 464)

Las barras o alambres enrollados de forma continua pueden ser considerados como estribos, siempre que su paso y área sean al menos equivalentes en área y espaciamiento a estribos individuales. El anclaje de los extremos de las barras o alambres doblados de manera continua debe consistir con un gancho estándar igual al requerido para estribos individuales. (ACI 318S,2014, P. 464)

Los estribos rectilíneos deben disponerse de tal forma de cumplan con (a) y (b): (a) Cada barra longitudinal de esquina y barra alterna debe tener apoyo lateral dado por la esquina de un estribo con un ángulo interior no mayor de 135 grados. (b) Ninguna barra que no esté apoyada lateralmente puede estar separada más de 150 mm libres de una barra apoyada lateralmente. (ACI 318S,2014, P. 464)

A continuación, se muestran los diferentes ejemplos de estribos en columnas permitidos por el ACI



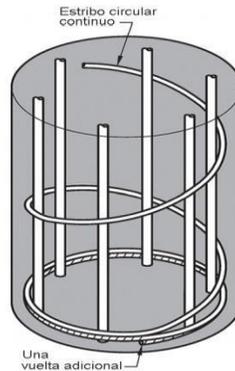
**Ilustración 128 – Estribos y ganchos suplementarios en columnas**

Fuente: (ACI 318s, 2014)

De ser necesario se agregaran ganchos o estribos suplementarios para mejorar el refuerzo en las columnas

El anclaje de estribos circulares individuales debe cumplir con (a) hasta (c): (a) Los extremos deben traslapar al menos 150 mm (b) Los extremos deben terminar con ganchos estándar que abracen una barra longitudinal de acuerdo con 25.3.2 (c) El traslapeo en los extremos de estribos circulares adyacentes se debe escalonar a lo largo del perímetro encerrado por las barras longitudinales. (ACI 318S,2014, P. 466)

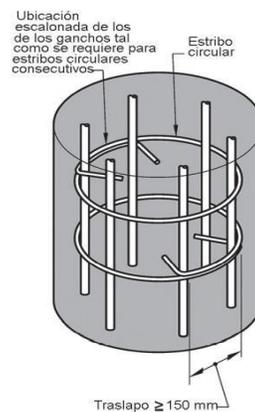
Observe el siguiente detalle de un anillo en espiral como refuerzo para una columna circular.



**Ilustración 129 – Detalle de anillos en espiral continuo**

Fuente: (ACI 318s, 2014)

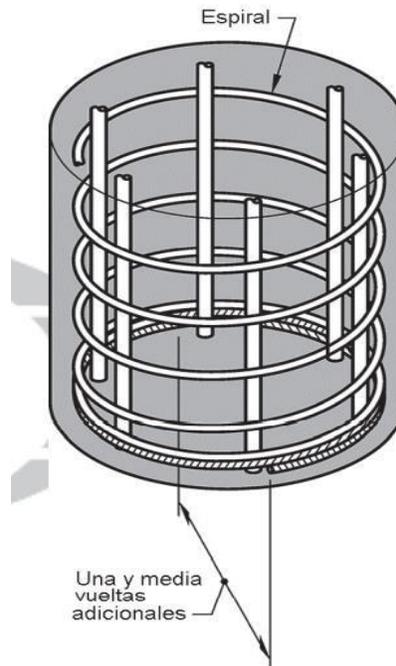
Este detalle es mucho mas resistente que un anillo convencional, ya que se enrolla toda una barra en espiral de manera continua sin uniones o traslapes, no obstante se requiere de maquinaria especial para generar este refuerzo en espiral. Por su parte el anillo o estribo convencional (ver ilustracion 130) brinda una produccion mas rapida y simple, pero con el inconveniente de que se generan traslapes los cuales pueden representar un punto de falla



**Ilustración 130 - Anclaje de estribos circulares.**

Fuente: (ACI 318s, 2014)

El detalle convencional de estribos con traslapes puede generar un punto de falla.



**Ilustración 131 - Anclaje de estribos circulares.**

Fuente: (ACI 318s, 2014)

La ilustración 132 muestra los traslapes entre anillos en forma de espiral.

Refuerzo	Recubrimiento	Extremos de la barra o alambre en espiral traslapado	Longitud de traslapo en mm
Barras corrugada	Sin recubrimiento o con recubrimiento de zinc (galvanizada)	No requiere gancho	$48d_b$
	Recubierta con epóxico o con recubrimiento dual de zinc y epóxico	No requiere gancho	$72d_b$
		Gancho estándar según 25.3.2 <sup>[1]</sup>	$48d_b$
Alambres corrugado	Sin recubrimiento	No requiere gancho	$48d_b$
	Recubierta con epóxico	No requiere gancho	$72d_b$
		Gancho estándar según 25.3.2 <sup>[1]</sup>	$48d_b$
Barras lisas	Sin recubrimiento o con recubrimiento de zinc (galvanizada)	No requiere gancho	$72d_b$
		Gancho estándar según 25.3.2 <sup>[1]</sup>	$48d_b$
Alambres lisos	Sin recubrimiento	No requiere gancho	$72d_b$
		Gancho estándar según 25.3.2 <sup>[1]</sup>	$48d_b$

<sup>[1]</sup> Los ganchos deben estar embebidos dentro del núcleo confinado por la espiral.

**Ilustración 132 - Longitud de traslapo para el refuerzo en espiral**

Fuente: (ACI 318s, 2014)

La longitud de los traslapes dependerá del tipo de barra y su diámetro.

### 3.2.4. MANUAL DE CONSTRUCCIÓN EN ACERO AISC LRFD

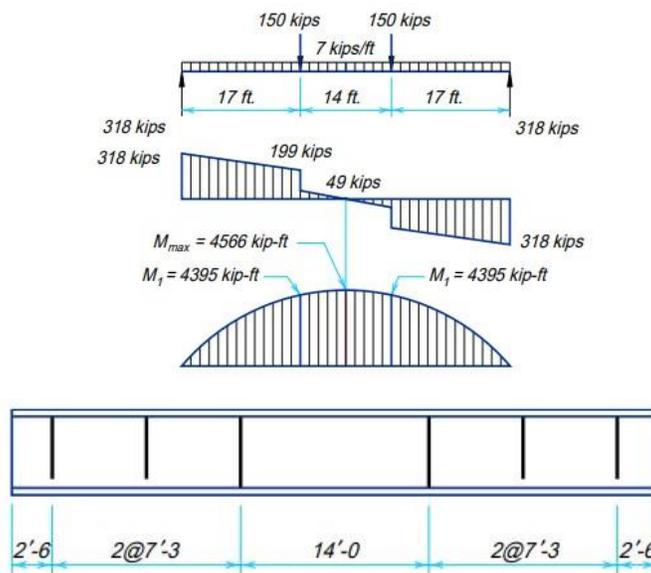
El manual busca la uniformidad en los detalles y fórmulas para elementos metálicos, en el documento se proveen todas las propiedades de las secciones metálicas que se fabrican en la industria y que actualmente se utilizan en la construcción.

“El objetivo principal de la especificación LRFD es proporcionar una fiabilidad uniforme para estructuras de acero bajo diversas condiciones de carga. Esta uniformidad no puede obtenerse con el formato de diseño de tensión permitido (ASD)”. (AISC LRFD, 1994, p. 2-5)

A continuación se presentan las ilustraciones con los diferentes detalles que contiene el AISC.

#### 3.2.4.1. Detalles de viga hechas a partir de platinas

La ilustración 33 muestra las cargas que se aplican a la viga, y mediante el análisis estático se definirán los refuerzos de la viga.

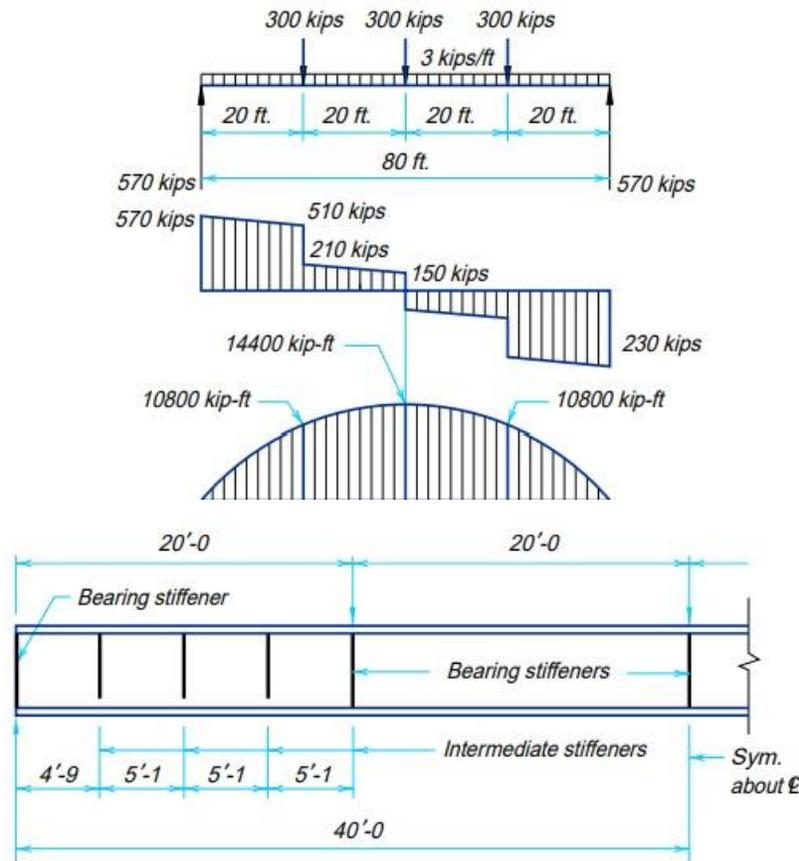


**Ilustración 133 - Detalle longitudinal de viga #1**

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

Observe el diseño de la viga que resulta de la aplicación de las cargas, se pueden apreciar los rigidizantes espaciados según la carga, para evitar deformaciones y pandeos en el alma de la viga. En el plano se deberán acotar y rotular todos estos elementos, según las especificaciones del proyectista.

Se muestra otro ejemplo de un detalle de viga



**Ilustración 134 - Detalle longitudinal de viga #2**

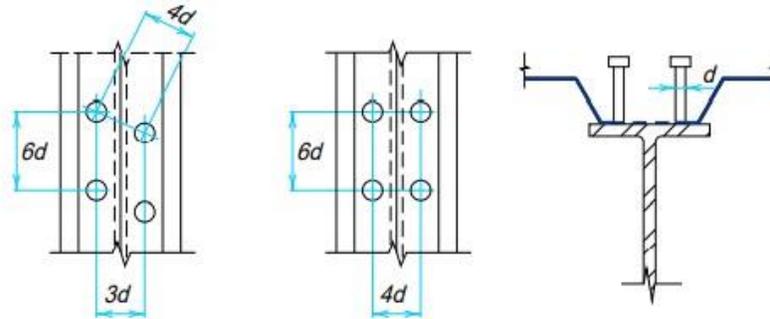
Fuente: (AISC LRFD, 1994)

Según la necesidad del diseño se colocarán rigidizantes al inicio de la viga, específicamente en las zonas de apoyo, también se colocarán de manera intermedia, y en donde se apliquen cargas puntuales.

### 3.2.4.2. Conectores de cizallamiento

Se permite la separación uniforme de los conectores de cizallamiento, excepto en presencia de cargas concentradas pesadas. Cuando se instalan conectores de cizalladura de espárragos en vigas con cubierta de acero formada, la cubierta de hormigón a los lados de los postes adyacentes a los lados de las costillas de acero no es crítica. Las pruebas han demostrado que los postes instalados tan cerca como se permite para lograr la soldadura de postes no reduce la capacidad del haz compuesto. (AISC LRFD, 1994, p. 6-214)

A continuación, se muestran los conectores de cizallamiento



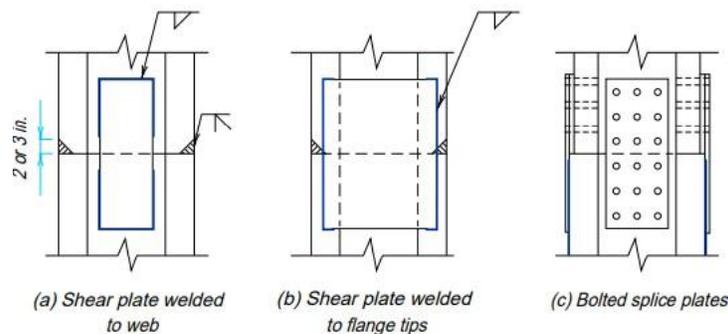
**Ilustración 135 - Detalle y distribución de conectores de cortante o cizalla**

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

Observe que la distribución y separación de los conectores de cortante depende de su diámetro, se en el plano se deberá especificar el tipo de conector y como este se soldara a la viga.

### 3.2.4.3. Conexiones, uniones y sujetadores – Pernos en combinación con soldadura

Las soldaduras no compartirán la carga por igual con los sujetadores mecánicos en el tipo de conexiones de rodamiento antes de que se produzca la carga final, el sujetador se deslizará y la soldadura llevará una parte indeterminadamente mayor de la carga. (AISC LRFD, 1994, p. 6-217)



**Ilustración 136 - Empalmes soldados y apernados**

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

El uso de pernos y soldadura mejora la resistencia de la estructura. No obstante, esta soldadura deberá ser realizada por un técnico especializado.

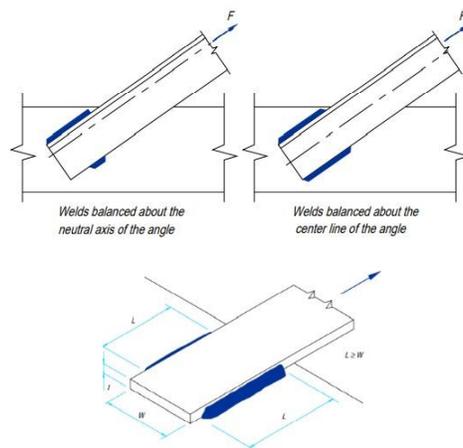
### 3.2.4.4. Conexiones, uniones y sujetadores - Soldaduras de ranura

El ingeniero que prepara los planos de diseño del contrato no puede especificar la profundidad de ranura sin conocer el proceso de soldadura y la posición de soldadura. En consecuencia, sólo la garganta eficaz para soldaduras de ranura de penetración de unión parcial debe especificarse en los dibujos de diseño, lo que permite al fabricante producir esta garganta eficaz con su propia elección de proceso de soldadura y posición (AISC LRFD, 1994, p. 6-219)

### 3.2.4.5. Conexiones, uniones y sujetadores - Soldaduras de filete – Área efectiva

La garganta efectiva de una soldadura de filete se basa en la raíz de la junta y la cara de la soldadura esquemática, por lo tanto, esta definición no da crédito para la soldadura penetración o refuerzo en la cara de soldadura. Si la soldadura de filete se realiza mediante el proceso de soldadura por arco sumergido, se hace algo de crédito para la penetración. Si la pierna el tamaño de la soldadura de acuerdo resultante supera los 3/8 pulgadas y, a continuación, se añade 0,11 pulgadas a la garganta teórica. Este aumento de la garganta de soldadura se permite porque el sumergido el proceso de arco produce una penetración profunda de soldaduras de calidad consistente. Sin embargo, es necesario ejecutar una longitud corta de soldadura de filete para estar seguro de que este aumento se obtiene la penetración. En la práctica, esto generalmente se hace inicialmente mediante la sección cruzada de las placas de escorrentía de la articulación. Una vez hecho esto, no se realizan más pruebas requerido, siempre y cuando no se cambie el procedimiento de soldadura. (AISC LRFD, 1994, p. 6-219)

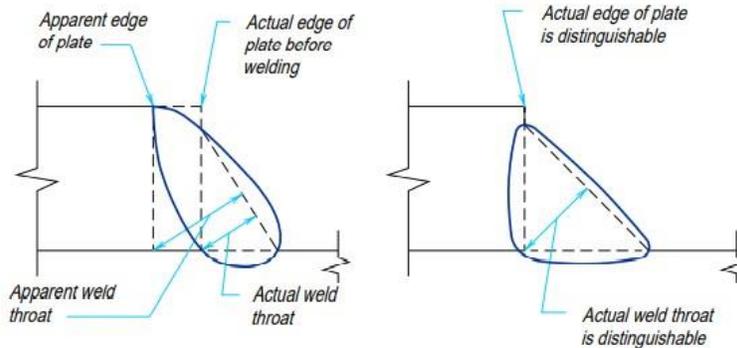
La ilustración 137 muestra la manera correcta de unir dos elementos metálicos por medio de soldadura



**Ilustración 137 - Disposición de la soldadura según el eje del elemento**

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

Se deberá especificar el tipo de soldadura, su longitud, y garganta, preste atención a los detalles. Se debe garantizar que las soldaduras penetren lo suficiente en el material, para proporcionar la máxima resistencia en las uniones.



**Ilustración 138 - Soldadura e identificación del borde de la platina**

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

Se prefiere que la garganta o forma de la soldadura, tenga una forma triangular, con el propósito de revisar y obtener su área efectiva para deducir su resistencia.

#### 3.2.4.6. *Especificación para uso de uniones estructurales pernos ASTM A325 o A490*

Esta especificación se refiere al diseño del factor de carga y resistencia de las uniones estructurales utilizando pernos de alta resistencia ASTM A325, pernos de alta resistencia ASTM A490 o equivalentes sujetadores, y para la instalación de tales pernos en conexiones de miembros de acero estructural. La Especificación se refiere únicamente a aquellos aspectos de los materiales conectados que tener en cuenta el rendimiento de los sujetadores. (AISC LRFD, 1994, p. 6-373)

#### 3.2.4.7. *Pernos, tuercas, arandelas - Especificaciones de Pernos*

Los pernos deberán ajustarse a los requisitos de la corriente edición de la "Especificación" de la American Society for Testing and Materials for High-Strength Bolts for Structural Steel Joints," ASTM A325, or "Specification for Heat Treated, Steel Structural Bolts, 150 ksi Tensile Strength," ASTM A490, excepto según lo dispuesto en el párrafo (d) de esta sección. El Ingeniero de Registro especificará el tipo de pernos a utilizar. (AISC LRFD, 1994, p. 6-374)

#### 3.2.4.8. *Pernos, tuercas, arandelas - Geometría del perno*

Las dimensiones del perno se ajustarán a la americana actual Estándar del Instituto Nacional de Estándares, "Pernos estructurales hexagonales pesados", ANSI Norma B18.2.1, salvo lo dispuesto en el párrafo d) de esta sección. La longitud de los pernos será tal que el extremo del perno se enjuague con o proyectar más allá de la cara de la tuerca cuando se instala correctamente. (AISC LRFD, 1994, p. 6-374)

#### 3.2.4.9. *Pernos, tuercas, arandelas – Especificaciones de las Tuercas*

Las tuercas deben cumplir con los requisitos químicos y mecánicos actuales de la Especificación de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales para tuercas de acero al carbono y aleación", ASTM A563, o Especificación para tuercas de acero al carbono y aleación para pernos para alta presión y Servicio de alta temperatura, ASTM A194. El grado y el acabado superficial de los frutos de cáscara de cada tipo serán los siguientes: (AISC LRFD, 1994, p. 6-374)

A325 Bolt Type	Nut Specification, Grade and Finish
1 and 2, plain (uncoated)	A563 C, C3, D, D3 and DH3 or A194 2 and 2H; plain
1 and 2, galvanized	A563 DH or A194 2H; galvanized and lubricated
3, plain	A563 C3 and DH3; plain
A490 Bolt Type	Nut Specification, Grade and Finish
1 and 2, plain	A563 DH and DH3 or A194 2H; plain
3, plain	A563 DH3; plain

### Ilustración 139 - Tipo de perno y tuerca

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

La ilustración 127 muestra el tipo de perno y tuerca con la que deberá ir acoplada

#### 3.2.4.10. Pernos, tuercas, arandelas – Especificaciones de las Arandelas

“Arandelas circulares planas y arandelas biseladas cuadradas o rectangulares se ajustará a los requisitos actuales de la Sociedad Americana para Pruebas y materiales, Especificación para arandelas de acero endurecido, ASTM F436.” (AISC LRFD, 1994, p. 6-375)

Para el uso correcto de las uniones emperradas se debe perforar correctamente los orificios en los cuales estos se acoplarán, para ello se presentan la ilustración 140 que proporciona las dimensiones nominales de orificios.

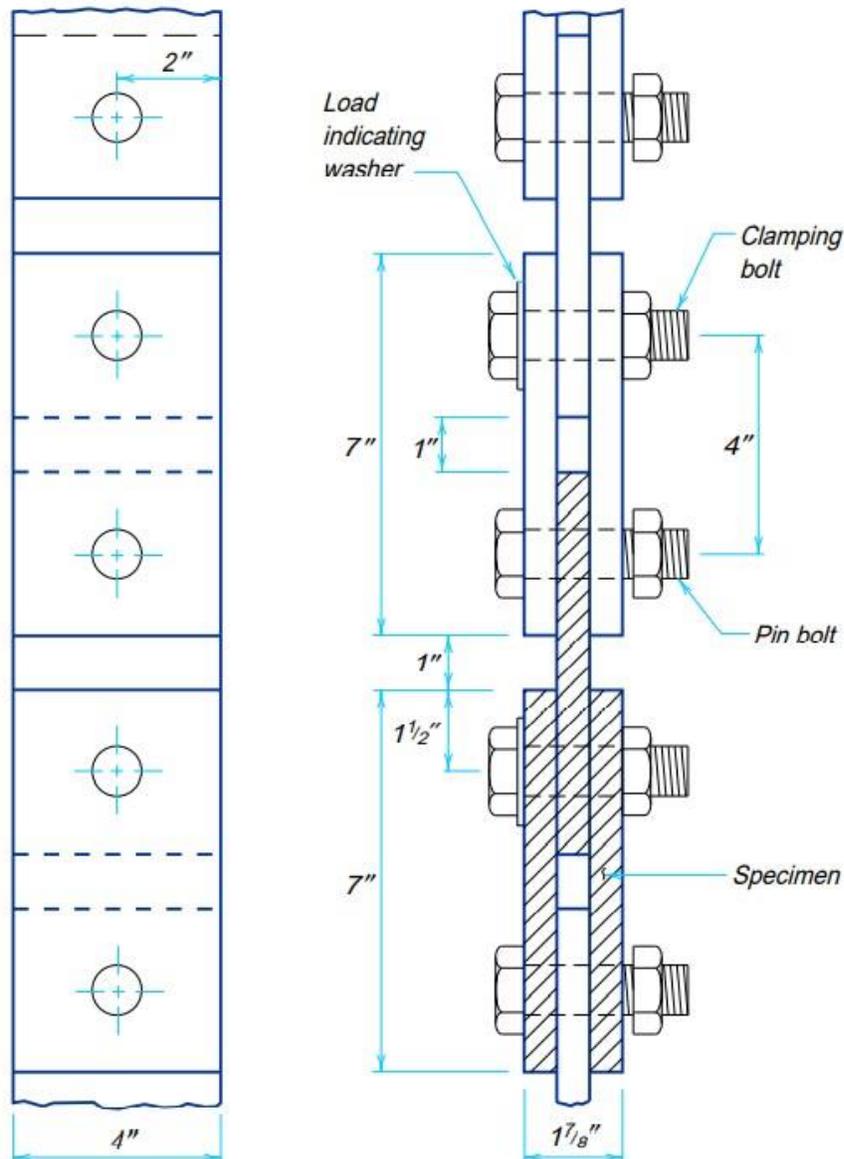
Bolt Dia.	Hole Dimensions			
	Standard (Dia.)	Oversize (Dia.)	Short Slot (Width × Length)	Long Slot (Width × Length)
1/2	9/16	5/8	9/16 × 1 1/16	9/16 × 1 1/4
5/8	1 1/16	13/16	1 1/16 × 7/8	1 1/16 × 1 9/16
3/4	13/16	15/16	13/16 × 1	13/16 × 1 7/8
7/8	15/16	1 1/16	15/16 × 1 1/8	15/16 × 2 3/16
1	1 1/16	1 1/4	1 1/16 × 1 5/16	1 1/16 × 2 1/2
≥ 1 1/8	$d + 1/16$	$d + 5/16$	$(d + 1/16) \times (d + 3/8)$	$(d + 1/16) \times (2.5 \times d)$

### Ilustración 140 - Dimensiones nominales del agujero

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

Al momento de realizar los orificios se debe verificar correctamente el espaciamiento de los mismos.

A continuación, se muestra el detalle de uniones con pernos y tuercas, preste atención a los espacimientos acotados en la ilustración 141



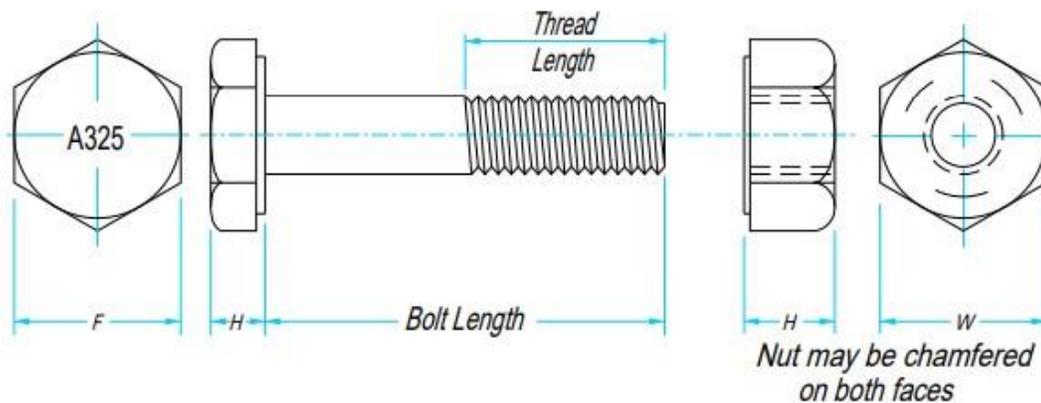
**Ilustración 141 - Dimensiones nominales del agujero**

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

Observe las acotaciones y rotulaciones que se muestran en el detalle, se deberá acotar el diámetro de los orificios, su eje y alineaciones, en los pernos se deberá especificar el material y el grado.

A continuación, se muestran los detalles y dimensiones de los pernos, la ilustración 142 muestra los diámetros y longitudes nominales con las cuales se fabrican los pernos.

Nominal Bolt Size, Inches D	Bolt Dimensions, Inches Heavy Hex Structural Bolts			Nut Dimensions, Inches Heavy Hex Nuts	
	Width across flats, F	Height H	Thread length	Width across flats, W	Height H
1/2	7/8	5/16	1	7/8	31/64
5/8	1 1/16	25/64	1 1/4	1 1/16	39/64
3/4	1 1/4	15/32	1 3/8	1 1/4	47/64
7/8	1 7/16	35/64	1 1/2	1 7/16	55/64
1	1 5/8	39/64	1 3/4	1 5/8	64/64
1 1/8	1 13/16	11/16	2	1 13/16	17/64
1 1/4	2	25/32	2	2	17/32
1 3/8	2 3/16	27/32	2 1/4	2 3/16	1 11/32
1 1/2	2 3/8	15/16	2 1/4	2 3/8	1 15/32



**Ilustración 142 - Perno estructural hexagonal pesado y tuerca hexagonal pesada**

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

Observe las dimensiones del perno, estas se deberán especificar y rotular en los planos donde se requiera.

Para saber qué tipo de perno y rosca se debe agregar en el plano se procede a mostrar la tabla de identificación de pernos.

TYPE	A325		A490	
	BOLT	NUT	BOLT	NUT
1	(1) 	 MFGR IDENTIFICATION (TYPICAL) ARCS INDICATE GRADE C GRADE MARK (2) D, DH, 2 OR 2H		 DH OR 2H (2)
2	 NOTE MANDATORY 3 RADIAL LINES AT 60	SAME AS TYPE 1	 NOTE MANDATORY 6 RADIAL LINES AT 30	SAME AS TYPE 1
3	(3)  NOTE MANDATORY UNDERLINE	(3) 	(3)  NOTE MANDATORY	(3) 

(1) ADDITIONAL OPTIONAL 3 RADIAL LINES AT 120 MAY BE ADDED.

(2) TYPE 3 ALSO ACCEPTABLE

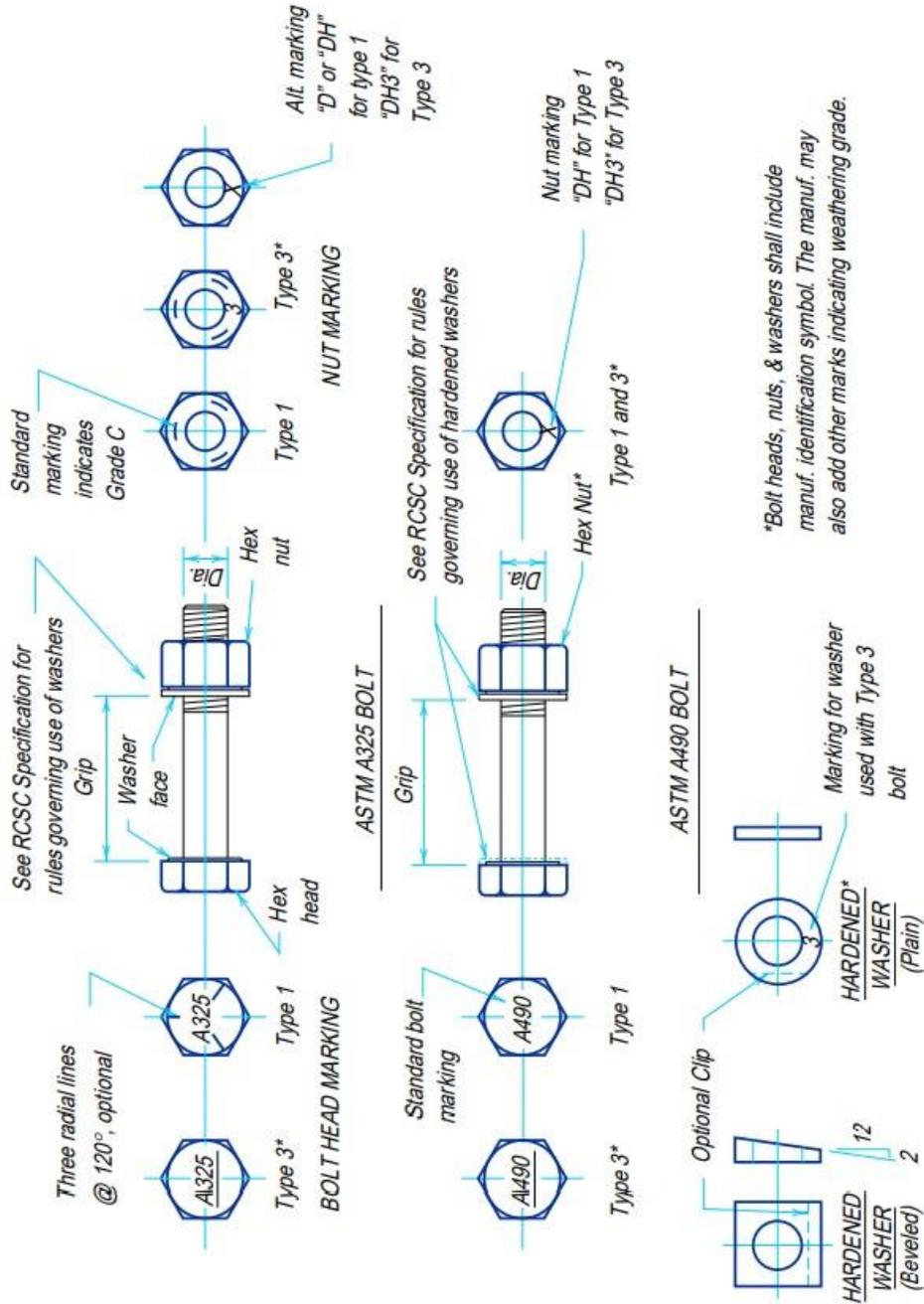
(3) ADDITIONAL OPTIONAL MARK INDICATING WEATHERING MAY BE ADDED

**Ilustración 143 - Marcado necesario para conjuntos aceptables de pernos y tuercas**

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

Además de marcado para identificar los pernos, existe otro tipo de marcaje y rotulación especial, para pernos estructurales de alta resistencia. Los cuales son usados en puentes y en edificaciones de gran altura.

En la ilustración 144 se muestran las marcas A325 y A490 que ayudan a identificar las resistencias de los pernos.



**Ilustración 144 - Identificación de pernos estructurales de alta resistencia**

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

Observe los pernos estructurales pueden ser de tipo 1 y tipo 3, tanto en A325 como en A490. La siguiente ilustración muestra las dimensiones nominales de los pernos, tuercas y arandelas.

**Table 8-2.**  
**Dimensions of High-Strength Fasteners, in.**

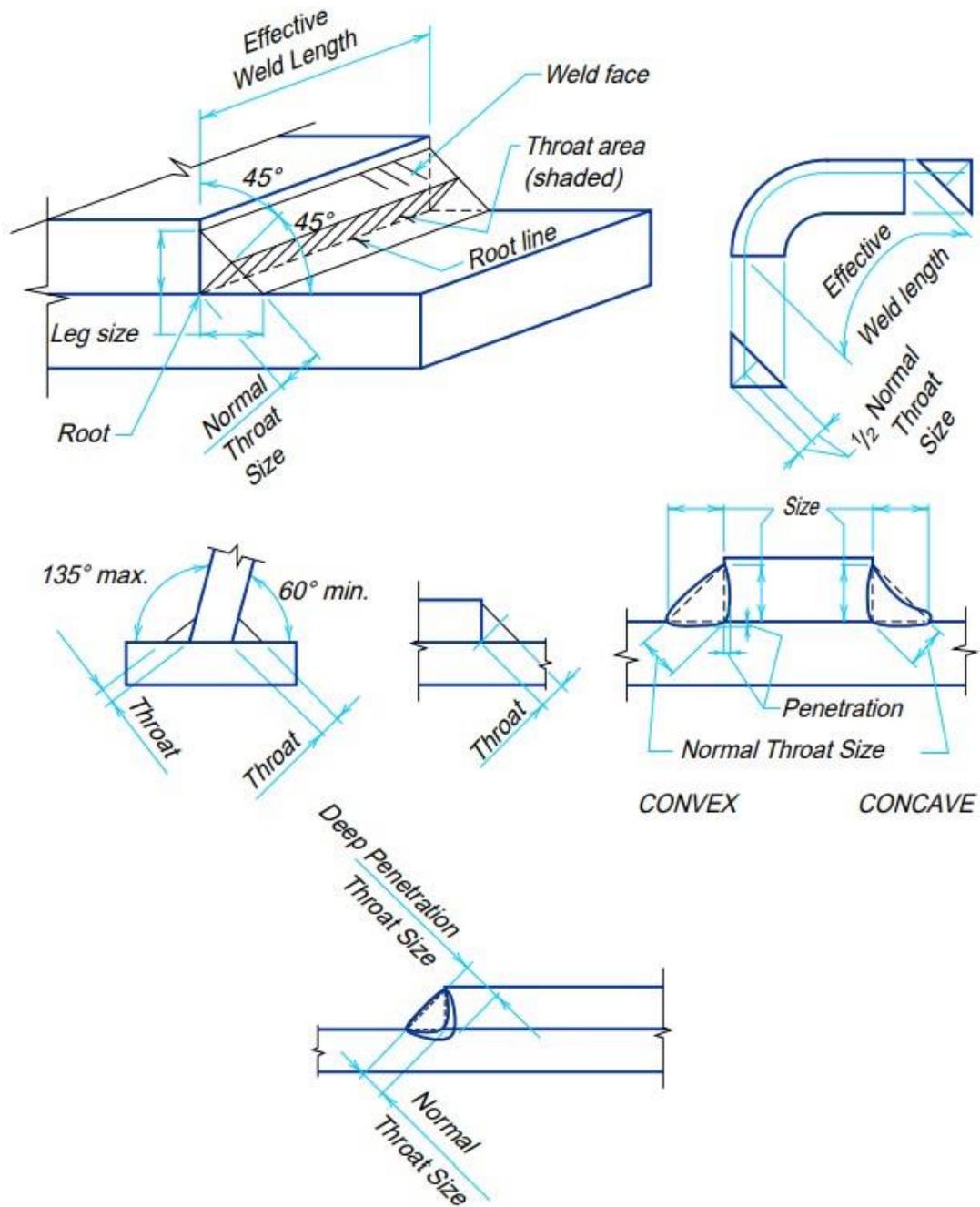
Measurement		Nominal Bolt Diameter, in.									
		1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	
A325 and A490 Bolts <sup>a</sup>	Width Across Flats <i>F</i>	7/8	1 1/16	1 1/4	1 7/16	1 5/8	1 13/16	2	2 3/16	2 3/8	
	Height <i>H</i>	5/16	25/64	15/32	35/64	39/64	11/16	25/32	27/32	15/16	
	Thread Length	1	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 3/4	2	2	2 1/4	2 1/4	
	Bolt Length <sup>f</sup> = Grip + →	1 1/16	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 1/2	1 5/8	1 3/4	1 7/8	
A563 Nuts <sup>b</sup>	Width Across Flats <i>W</i>	7/8	1 1/16	1 1/4	1 7/16	1 5/8	1 13/16	2	2 3/16	2 3/8	
	Height <i>H</i>	31/64	39/64	47/64	55/64	63/64	1 7/64	1 7/32	1 11/32	1 15/32	
F436 Circular Washers <sup>c</sup>	Nom. Outside Diameter <i>OD</i>	1 1/16	1 5/16	1 15/32	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	
	Nom. Inside Diameter <i>ID</i>	17/32	11/16	13/16	15/16	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	
	Thckns. <i>T</i>	Max.	0.097	0.122	0.122	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136
		Min.	0.177	0.177	0.177	0.177	0.177	0.177	0.177	0.177	0.177
Min. Edge Distance <i>E</i> <sup>d</sup>	7/16	9/16	2 1/32	25/32	7/8	1	1 3/32	1 7/32	1 5/16		
F436 Square or Rect. Washers <sup>e</sup>	Min. Side Dimension <i>A</i>	1 3/4	1 3/4	1 3/4	1 3/4	1 3/4	2 1/4	2 1/4	2 1/4	2 1/4	
	Mean Thckns. <i>T</i>	5/16	5/16	5/16	5/16	5/16	5/16	5/16	5/16	5/16	
	Taper in Thickness	2:12	2:12	2:12	2:12	2:12	2:12	2:12	2:12	2:12	
	Min. Edge Distance <i>E</i> <sup>d</sup>	7/16	9/16	2 1/32	25/32	7/8	1	1 3/32	1 7/32	1 5/16	
a	Tolerances as specified in ASTM A325 and A490.										
b	Tolerances as specified in ASTM A563.										
c	ASTM F436 Washer Tolerances, in.:										
	Nominal Outside Diameter							-1/32; +1/32			
	Nominal Diameter of Hole							-0; +1/32			
	Flatness: max. deviation from straight-edge placed on cut side shall not exceed										
	0.010										
Concentricity: center of hole to outside diameter (full indicator runout)											
0.030											
Burr shall not project above immediately adjacent washer surface more than											
0.010											
d	For clipped washers only.										
e	For use with American standard beams (S) and channels (C).										
f	Tabular value does not include thickness of washer(s).										

**Ilustración 145 - Dimensiones de pernos estructurales de alta resistencia**

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

Se debe conocer las dimensiones nominales de los pernos y tuercas, ya que se deben colocar en los planos.

La soldadura al igual que los pernos, posee sus propios detalles e identificaciones, se muestran a continuación.

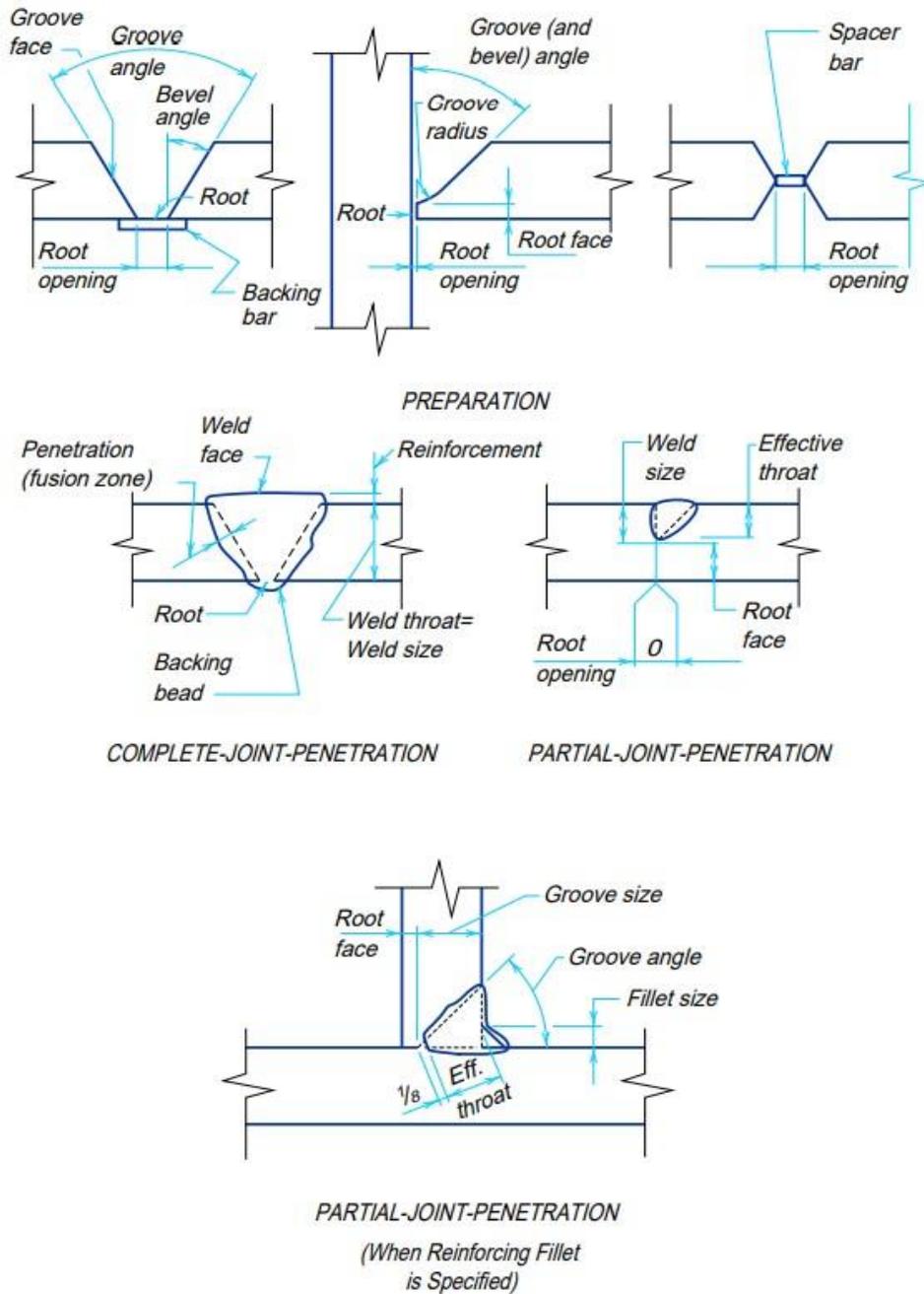


**Ilustración 146 - Nomenclatura de soldadura de filete**

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

La ilustración 146 muestra los diferentes tipos de soldadura, por ejemplo una soldadura puede ser concava o convexa.

La ilustración 147 muestra la preparación que se les debe dar a las piezas metálicas antes de unirlos.



**Ilustración 147 - Nomenclatura de soldadura de ranura**

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

También la ilustración 147 muestra la penetración efectiva, que debe tener la soldadura en las piezas metálicas.

La ilustración 148 muestra la nomenclatura para los diferentes tipos de soldadura, como los símbolos, las posiciones de soldadura entre otros datos relevantes.

<b>Table 8-36. Prequalified Welded Joints</b>	
<b>Symbols for Joint Types</b>	
<b>B</b> butt joint	<b>BC</b> butt or corner joint
<b>C</b> corner joint	<b>TC</b> T- or corner joint
<b>T</b> T-joint	<b>BTC</b> butt, T-, or corner joint
<b>Symbols for Base Metal Thickness and Penetration</b>	
<b>L</b> limited thickness, complete-joint-penetration	
<b>U</b> unlimited thickness, complete-joint-penetration	
<b>P</b> partial-joint-penetration	
<b>Symbols for Weld Types</b>	
<b>1</b> square-groove	<b>6</b> single-U-groove
<b>2</b> single-V-groove	<b>7</b> double-U-groove
<b>3</b> double-V-groove	<b>8</b> single-J-groove
<b>4</b> single-bevel-groove	<b>9</b> double-J-groove
<b>5</b> double-bevel-groove	<b>10</b> Flare-bevel-groove
<b>Symbols for Welding Processes if not Shielded Metal Arc welding (SMAW):</b>	
<b>S</b> submerged arc welding SAW	
<b>G</b> gas metal arc welding GMAW	
<b>F</b> flux cored arc welding FCAW	
<b>Symbols for Welding Positions</b>	
<b>F</b> flat	
<b>H</b> horizontal	
<b>V</b> vertical	
<b>OH</b> overhead	
The lower case letters, e.g., a, b, c, d, etc., are used to differentiate between joints that would otherwise have the same joint designation.	
<b>Notes to Prequalified Welded Joints</b>	
<b>A</b>	Not prequalified for GMAW using short circuiting transfer. Refer to AWS D1.1 Appendix A.
<b>B</b>	Joints welded from one side only.
<b>Br</b>	Bridge applications limit the use of these joints to the horizontal position. Refer to AWS D1.1 Section 9.12.5.
<b>C</b>	Back gouge root to sound metal before welding second side.
<b>E</b>	Minimum effective throat ( <i>E</i> ) as shown in <i>LRFD Specification Table J2.3</i> ; <i>S</i> as specified on drawings.
<b>J</b>	If fillet welds are used in buildings to reinforce groove welds in corner and T-joints, they shall be equal to $\frac{1}{4}T_1$ , but need not exceed $\frac{3}{8}$ -in. Groove welds in corner and T-joints in bridges shall be reinforced with fillet welds equal to $\frac{1}{4}T_1$ , but not more than $\frac{3}{8}$ -in.
<b>J2</b>	If fillet welds are used in buildings to reinforce groove welds in corner and T-joints, they shall be equal to $\frac{1}{4}T_1$ , but not more than $\frac{3}{8}$ -in.
<b>L</b>	Butt and T-joints are not prequalified for bridges.
<b>M</b>	Double-groove welds may have grooves of unequal depth, but the depth of the shallower groove shall be not less than one-fourth of the thickness of the thinner part joined.
<b>Mp</b>	Double-groove welds may have grooves of unequal depth, provided they conform to the limitations of Note E. Also, the effective throat ( <i>E</i> ), less any reduction, applies individually to each groove.
<b>N</b>	The orientation of the two members in the joints may vary from 135° to 180°, provided the basic joint configuration (groove angle, root face, root opening) remains the same and the design throat thickness is maintained.
<b>Q</b>	For corner and T-joints, the member orientation may be changed provided the groove dimensions are maintained as specified.
<b>Q2</b>	The member orientation may be changed provided the groove dimensions are maintained as specified.
<b>R</b>	The orientation of two members in the joint may vary from 45° to 135° for corner joints and from 45° to 90° for T-joints, provided the basic joint configuration (groove angle, root face, root opening) remains the same and the design throat thickness is maintained.
<b>V</b>	For corner joints, the outside groove preparation may be in either or both members, provided the basic groove configuration is not changed and adequate edge distance is maintained to support the welding operations without excessive edge melting.

### Ilustración 148 - Simbología de Soldadura #1

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

Es importante conocer estas especificaciones ya que se deberán colocar en los planos de detalle de estructuras metálicas.

Por ultimo la ilustracion 149 muestra los simbolos con los cuales se debe de representar la soldadura en los planos.

Table 8-36 (cont.). Prequalified Welded Joints														
Basic Weld Symbols														
Back	Fillet	Plug or Slot	Groove or Butt											
			Square	V	Bevel	U	J	Flare V	Flare Bevel					
Supplementary Weld Symbols														
Backing	Spacer	Weld All Around	Field Weld	Contour		For other basic and supplementary weld symbols, see AWS A2.4								
				Flush	Convex									
Standard Location of Elements of a Welding Symbol														
Finish symbol	Contour symbol	Root opening, depth of filling for plug and slot welds	Effective throat	Depth of preparation or size in inches	Reference line	Specification, process, or other reference	Tail (omitted when reference is not used)	Basic weld symbol or detail reference	Groove angle or included angle or countersink for plug welds	Length of weld in inches	Pitch (c. to c. spacing) of welds in inches	Field weld symbol	Weld-all-around symbol	Arrow connects reference line to arrow side of joint. Use break as at A or B to signify that arrow is pointing to the grooved member in bevel or J-grooved joints.
<p>Note:</p> <p>Size, weld symbol, length of weld, and spacing must read in that order, from left to right, along the reference line. Neither orientation of reference nor location of the arrow alters this rule.</p> <p>The perpendicular leg of      weld symbols must be at left.</p> <p>Arrow and other side welds are of the same size unless otherwise shown. Dimensions of fillet welds must be shown on both the arrow side and the other side symbol.</p> <p>The point of the field weld symbol must point toward the tail.</p> <p>Symbols apply between abrupt changes in direction of welding unless governed by the "all around" symbol or otherwise dimensioned.</p> <p>These symbols do not explicitly provide for the case that frequently occurs in structural work, where duplicate material (such as stiffeners) occurs on the far side of a web or gusset plate. The fabricating industry has adopted this convention: that when the billing of the detail material discloses the existence of a member on the far side as well as on the near side, the welding shown for the near side shall be duplicated on the far side.</p>														

**Ilustración 149 - Simbología de Soldadura #2**

Fuente: (AISC LRFD, 1994)

Se debera especificar el tipo de soldadura en el plano de manera similar a la que se muestra en el detalle de la ilustracion 149.

### 3.3 MARCO CONCEPTUAL

En esta sección se presentan las definiciones de las palabras que se estarán utilizando a lo largo del proyecto de investigación.

#### 1) *Aguas abajo:*

“con relación a una sección de un curso de agua, se dice que un punto está aguas abajo, si se sitúa después de la sección geométrica o hidráulica considerada, avanzando en el sentido de la corriente. Otra expresión también usada es río abajo.” (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

#### 2) *Aguas arriba:*

con relación a una sección de un curso de agua, se dice que un punto está aguas arriba, si se sitúa antes de la sección geométrica o hidráulica considerada, retrocediendo en el sentido de la corriente. Otra expresión también usada es río arriba. (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

#### 3) *Apoyos:*

“se le denomina apoyos o dispositivos de apoyo a los elementos que tienen por función servir de soporte a la superestructura y transmitir las cargas a la subestructura.” (Manual para Inspección de Puentes, 2018) 4) *Banquetas:*

“elementos de concreto contruidos en las orillas de la calzada, cuyo objetivo es permitir, en condiciones de seguridad, el paso de peatones.” (Manual para Inspección de Puentes, 2018) 5)

#### *Bombeo:*

“pendiente Transversal descendente hacia ambos lados del eje de la calzada, en tangente horizontal.” (Manual para Inspección de Puentes, 2018) 6) *Erosión del suelo:*

“es la remoción del material superficial por acción del viento o del agua. El proceso se presenta gracias a la presencia del agua en las formas: pluvial (lluvia) o de escorrentía (escurrimiento), que, en contacto con el suelo, vence la resistencia de las partículas de éste generándose el proceso de erosión.” (Manual para Inspección de Puentes, 2018) 7) *Puente:*

“Estructura requerida para atravesar un accidente geográfico o un obstáculo natural o artificial.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016) 8) *Ancho del Puente:*

“Es el ancho total de la superestructura e incluye, calzadas, veredas o aceras, ciclo vías, barreras y/o barandas.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016) 9) *Calzada del Puente:*

“Es la parte de la superficie del tablero, destinada al tránsito vehicular cuyo ancho se mide en forma perpendicular al Eje Longitudinal del Puente. Se compone de un cierto número de carriles más las bermas que constituyen el acceso de la carretera al puente.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

10) *Dispositivos de Apoyo:*

“Son elementos sobre los que se apoya el sistema de vigas o losas del tablero y que permite el traspaso de las cargas de la superestructura a la subestructura. Generalmente son metálicos o de elastómeros.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

11) *Luz del Tramo de Puente:*

“Distancia longitudinal entre los ejes de apoyo de cada tramo que constituye la superestructura de un puente.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

12) *Junta de Expansión:*

“Elemento cuyo propósito es permitir las deformaciones longitudinales debidas a cambios de temperatura, o sismos u otras acciones.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

13) *Estudios Básicos de Ingeniería de Puentes:*

“Conjunto de estudios para obtener los datos necesarios para la elaboración de los anteproyectos y proyectos del puente. Los Estudios que pueden ser necesarios dependiendo de la magnitud y complejidad de la obra” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Estudios Topográficos.

Estudios Hidrológicos e Hidráulicos.

Estudios Geológicos y Geotécnicos.

Estudios de Riesgo Sísmico.

Estudios de Impacto Ambiental.

Estudios de Tráfico.

Estudios Complementarios.

Estudios de Trazos de la Vía.

14) *Estribos:*

“estructura tipo muro usada como apoyo extremo que proveen soporte a la superestructura, establecen la conexión entre la superestructura y el terraplén, son diseñados para soportar la carga que soporta la superestructura y las presiones del suelo.” (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

15) *Esviaje:*

“se dice que una estructura tiene esviaje o que está construido con esviaje, cuando la forma en planta del tablero no es rectangular. Esto quiere decir que la horizontal de los apoyos del tablero forman un ángulo distinto a 90 grados, con el eje longitudinal del tablero” (Manual para Inspección de Puentes, 2018) 16) *Pilas:*

“son elementos de apoyo intermedios del puente los cuales conducen los esfuerzos de la superestructura hacia el suelo.” (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

17) *Pilotes:*

“elemento constructivo de cimentación profunda de tipo puntual cuya dimensión mayor es de máximo 60 cm de diámetro o de lado en caso de que tenga sección cuadrada, que permite transmitir las cargas de la superestructura y subestructura a través de estratos suaves e inconsistentes, hasta estratos más profundos con la capacidad de carga suficiente para soportarlas; o bien, para repartir estas en un suelo relativamente blando de tal manera que atraviesen lo suficiente para que permita soportar la estructura con seguridad.” (Manual para Inspección de Puentes, 2018) 18) *Rasante:*

“proyección del desarrollo del eje de la corona de una carretera sobre un plano vertical. En la sección transversal está representada por un punto.” (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

19) *Sobreelevación:*

“pendiente transversal descendente que se da a la corona de las estructuras hacia el centro de las curvas de la alineación horizontal, para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga.” (Manual para Inspección de Puentes, 2018) 20) *Socavación:*

“remoción de materiales del lecho de un cause debido a la acción erosiva del flujo del agua alrededor de una estructura.” (Manual para Inspección de Puentes, 2018) 21) *Subestructura:*

“son los componentes estructurales de un puente que soportan directamente la superestructura. Está conformada por las pilas (apoyos centrales) y por los estribos (apoyos extremos); encargados en transmitir las cargas a la cimentación.” (Manual para Inspección de Puentes, 2018) 22)

*Superestructura:*

se denomina superestructura al sistema estructural formado por el tablero y la estructura portante principal. El tablero está constituido por los elementos estructurales que soportan en primera instancia, las cargas de los vehículos para luego transmitir sus efectos a la estructura principal.

Estructura portante, se denomina así, al sistema estructural que soporta al tablero y salva el claro entre apoyos, transmitiendo las cargas a la subestructura. (Manual para Inspección de Puentes, 2018)

23) *Carretera:*

“Superficie preparada para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes” (SIECA, 2011, p. 359).

24) *Tramo:*

“Cualquier porción de una carretera comprendida entre dos secciones transversales cualesquiera con alguna característica de trazado homogénea” (Ministerio de Fomento, 2016, p. 219).

25) *Tránsito:*

“Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes” (Ministerio de Obras Públicas, 2020, sec. 6.005.2).

26) *Seguridad vial:*

“Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes” (Ministerio de Obras Públicas, 2020, sec. 6.005.2).

27) *Estudios Topográficos:*

“son un conjunto de actividades de campo y gabinete, necesarios para representar gráficamente y a una escala convenida, la topografía de un lugar mediante sus proyecciones horizontales y verticales denominadas planimetría y altimetría respectivamente” (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 2011, p. 259).

28) *Compactación:*

“Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de suelos, mezclas bituminosas, morteros y concretos frescos de cemento Pórtland” (SIECA, 2011, p. 360).

29) *Agregado:*

“Un material granular duro de composición mineralógica como la arena, la grava, la escoria, o la roca triturada, usado para ser mezclado en diferente tamaños” (SIECA, 2011, p. 354).

30) *Granulometría:*

“Medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una forma sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas”(Cotton, 2016, s.r.).

31) *Derecho de vía:*

“Superficie de terreno cuyas dimensiones fijan las dependencias gubernamentales, que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y, en general, para el uso adecuado de una vía de comunicación y/o de sus servicios auxiliares” (Reyes, 2004, p. 29).

32) *Pc*:

“Principio de curva: punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva” (Cárdenas Grisales, 2015, p. 38).

33) *Pt*:

“Principio de tangente: punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida” (Cárdenas Grisales, 2015, p. 38).

34) *Pendiente transversal del terreno*:

“Corresponde a las inclinaciones naturales del terreno, medidas en el sentido transversal del eje de la vía” (Montoya & Garrido, 2020, p. 11).

35) *Velocidad de proyecto*:

“Velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un tramo de carretera y que se utiliza para su diseño geométrico” (Reyes, 2004, p. 31).

36) *Construcción*:

“Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes” (SIECA, 2011, p. 360).

37) *Drenaje*:

“Conjunto de elementos que permiten captar y desalojar el agua de lluvia o de escurrimientos superficiales” (J. Ramírez, 2015, p. 14).

38) *Señales*:

“Conjunto lógico de símbolos, iconos, rótulos y otros, colocados en vías y carreteras para ordenar y facilitar la circulación de vehículos” (*Ley de Tránsito*, 2005, s.r.).

39) *Señales verticales*:

“Dispositivos de control de tránsito instalados a nivel del camino o sobre él, destinados a transmitir un mensaje a los conductores y peatones, mediante palabras o símbolos, sobre la reglamentación de tránsito vigente” (SIECA, 2014, sec. 2.1).

40) *Señales horizontales:*

“Corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, cordones y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas” (Ministerio de Obras Públicas y Comunicación, 2019, p. 621).

41) *Barrera de seguridad vial:*

“Sistema de contención de vehículos instalados en los márgenes o en el separador central de la carretera y en los bordes de los puentes” (SIECA, 2011, p. 357).

### **3.4 MARCO LEGAL**

#### 3.4.1. LEY ORGÁNICA DEL COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE HONDURAS

##### *Capítulo I objeto del colegio artículo 1*

- El Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras tiene los siguientes fines:

- d) Propulsar y estimular la superación cultural de los Colegiados, con el objeto de enaltecer la profesión del Ingeniero Civil y de que ésta cumpla con la función social que le corresponde;
- e) Cooperar con las Universidades y demás instituciones culturales del país en los aspectos administrativo, técnico y cultural;
- k) Aplicar las normas éticas para el ejercicio de la profesión;

##### *Capítulo III de las obligaciones y derechos artículo 9.*

- Son obligaciones de los Colegiados: b) Empeñarse por la superación y prestigio de la profesión.

## IV. METODOLOGÍA

La metodología de investigación y sus procesos serán parte fundamental para el desarrollo del “Manual para la Representación Estructural de Puentes de Concreto Reforzado, Pretensado y Metálicos UNITEC, Campus S.P. S”, a continuación, se procede a mostrar el enfoque, variables e indicadores influyentes para la descripción de la metodología usada.

### 4.1. ENFOQUE

La investigación planteada propone un enfoque cuantitativo que implican la cuantificación y enumeración de datos, recolectados mediante encuestas y en entrevista, además de los tópicos reunidos durante la investigación que ayuden a concretar los resultados del manual.

A continuación, se presenta la tabla de enfoques cuantitativos y cualitativos

**Tabla 2 - Enfoques cuantitativos y cualitativos**

**Supuestos de los enfoques cuantitativos y cualitativos**

Supuesto	Pregunta	Cuantitativo	Cualitativo
----------	----------	--------------	-------------

Metodológico	¿Cuál es el proceso de la investigación?	Deductivo: Causa y efecto Diseño Estático Categorías Aisladas del Estudio Libre de Contexto Generalizaciones que conduzcan la predicción y explicación y comprensión La seguridad y la confianza mediante la verificación	Inductivo: formas mutuamente simultaneas de factores. Diseño emergente Categorías identificadas durante el proceso de investigación Contexto limitado Patrones y teorías desarrolladas para la comprensión. La seguridad y confianza mediante la validez y veracidad
Técnicas de investigación	¿Cómo se aproxima a la realidad para estudiarla	Observación no participante, dirigida y encuesta.	Observación participante, y cuestionario abierto

Fuente: (Matute, J., 2021). Basado en: (Martínez Ruiz, 2012, p. 106)

Como se observa en la tabla 2 de los enfoques cualitativos y cuantitativos se tomarán en cuenta las técnicas de investigación que proponen el enfoque cuantitativo.

## 4.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se muestran los principales aspectos que rigen la operacionalización del proyecto, estos incluyen el planteamiento del problema, objetivos generales y específicos preguntas de investigación y por ultimo las variables independientes y dependientes.

**Tabla 3 - Tabla de Variables de Operacionalización**

<b>Título</b>	<b>“Manual de Representación Estructural de Puentes de Concreto Reforzado, Pretensado y Metálicos UNITEC, campus S.P. S”</b>				
<b>Problema</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Preguntas de investigación</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Variables Independientes</b>	<b>Variable Dependiente</b>
¿Qué información técnica, geométrica y detalles constructivos se deberán incluir en el desarrollo del Manual de Representación Estructural de Puentes de Concreto Reforzado, Pretensado y Metálicos para estudiantes de ingeniería civil en UNITEC San Pedro Sula 2021?	“Desarrollar un Manual de Representación Estructural de Puentes de Concreto Reforzado, Pretensado y Metálicos, en base a las normas internacionales (AASHTO, ACI, AISC) y las necesidades del mercado laboral de Honduras para los estudiantes de ingeniería civil UNITEC, S.P.S 2021”	1) En base a las necesidades de construcción de puentes en Honduras: ¿qué normas, detalles y notas técnicas se deberán incluir en los planos de puentes?  2) Según las necesidades de los ingenieros y el entorno laboral: ¿cuál será el entregable de planos y el contenido a presentar?  3) En función de las necesidades y requerimientos académicos de los catedráticos	1) Definir las normativas y detalles técnicos que incluirá el Manual de Representación Estructural de Puentes de Concreto Reforzado, Pretensado y Metálicos.  2) Mostrar el contenido, anotaciones y entregable de planos que requiere la construcción de un puente.  3) Determinar los temas a cubrir en base a las necesidades de los catedráticos de UNITEC.	Normativas de diseño  Estructura y Entregable de planos  Requerimientos Académicos del Docente	Manual de Representación Estructural de Puentes de Concreto Reforzado, Pretensado y Metálicos UNITEC, campus S.P. S

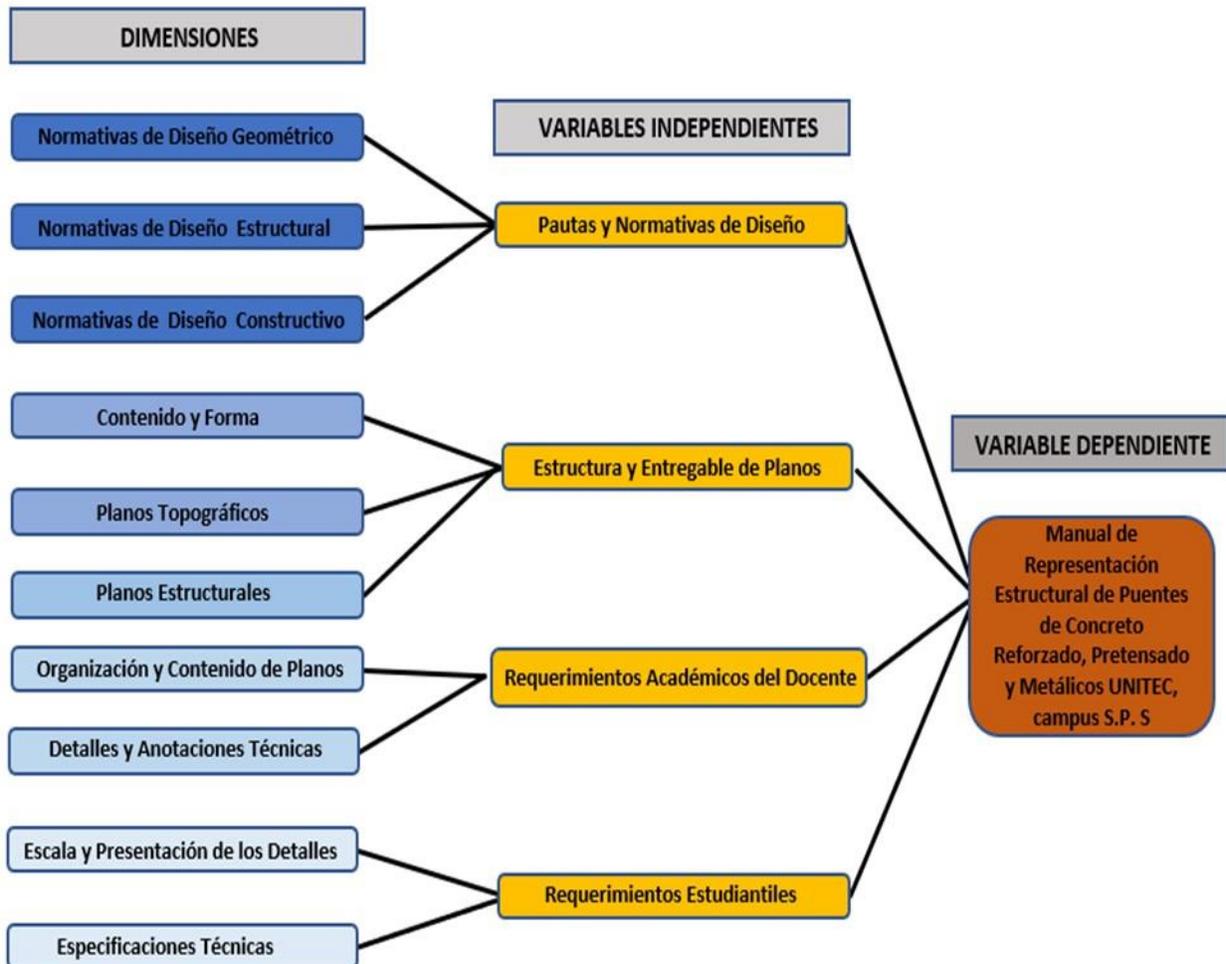
		de UNITEC: ¿qué otros temas se deberían abarcar en el manual de dibujo de puentes?			
--	--	--	--	--	--

		4) Según los requerimientos de los alumnos de UNITEC: ¿Qué aspectos y que otros detalles se deberán mostrar en el manual, para que los estudiantes complementen de manera satisfactorias sus trabajos que abarquen la temática de puentes de concreto reforzado, pretensado y metálico?	4) Agregar los aspectos y detalles más relevantes, para que los alumnos complementen de manera satisfactorias sus trabajos de clase de puentes.	Requerimientos estudiantiles	
--	--	---	---	------------------------------	--

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021)

#### 4.2.1. DIAGRAMA DE VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

El "Manual para Representación Estructural de Puentes de Concreto Reforzado, Pretensado y Metálicos UNITEC, campus S.P.S" será la variable dependiente, por consiguiente, las variables independientes son las que de manera directa afectan el contenido.



**Ilustración 150 - Diagrama de Variables de Operacionalización**

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021)



4.2.2. TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN

**Tabla 4 - Descripción de las variables de operacionalización**

Tabla descripción de las variables de operacionalización							
Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidades	Escala
	Conceptual	Operacional					
<b>Normativas de Diseño</b>	Las normativas de diseño rigen el desarrollo de los proyectos mediante fórmulas, ecuaciones matemáticas y factores de seguridad los cuales son necesarios para el diseño geométrico y estructural de los elementos que componen una estructura.	Se analizan las normativas internacionales y nacionales existentes para el diseño de las estructuras de puentes de concreto y metálicos las cuales dicten su diseño geométrico, estructural y detalles constructivos.	Normativa de Diseño Geométrico	Lineamientos de Diseño Geométrico	¿Qué normas dictan el dimensionamiento de los elementos estructurales de puentes? ¿Qué altura mínima deberá tener la barrera de contención y el pretil del puente? ¿Cuál será la separación máxima entre vigas según las normas? ¿Qué conceptos mencionara la norma, sobre los elementos que conforman la estructura de un puente? ¿Según lineamientos nacionales, que dimensiones mínimas deberá tener la acera peatonal del puente y anchos de carril? ¿Según lineamientos nacionales, que espaciamiento debe existir desde el borde de la barrera hasta la línea de pintura de carril?		

Fuente: (Matute, 2021)  
Continuación Tabla 4...

**Tabla descripción de las variables de operacionalización**

Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidades	Escala
	Conceptual	Operacional					
<b>Normativas de Diseño</b>	Las normativas de diseño rigen el desarrollo de los proyectos mediante fórmulas, ecuaciones matemáticas y factores de seguridad los cuales son necesarios para el diseño geométrico y estructural de los elementos que componen una estructura.	Se analizan las normativas internacionales y nacionales existentes para el diseño de las estructuras de puentes de concreto y metálicos las cuales dicten su diseño geométrico, estructural y detalles constructivos.	Normativa de Diseño Estructural	Lineamientos de Diseño Estructural	¿Qué criterios, formulas y parámetros rigen el diseño estructural de puentes concreto reforzado y metálico? Según norma: ¿Qué resistencia mínima deberá tener el concreto de refuerzo de la viga, losa, y barreras de contención, y como se representará esta resistencia en los planos? ¿Cómo se representará el acero de refuerzo de la viga, losa, barrera de contención y demás elementos estructurales en el plano? ¿Cómo se mostraran en el plano los detalles de soldadura, pernos y placa de unión cuando se trabaje con una estructura metálica?		

Fuente: (Matute, 2021) Continuación Tabla 4...

**Tabla descripción de las variables de operacionalización**

Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidades	Escala
	Conceptual	Operacional					
<b>Normativas de Diseño</b>	Las normativas de diseño rigen el desarrollo de los proyectos mediante fórmulas, ecuaciones matemáticas y factores de seguridad los cuales son necesarios para el diseño geométrico y estructural de los elementos que componen una estructura.	Se analizan las normativas internacionales y nacionales existentes para el diseño de las estructuras de puentes de concreto y metálicos las cuales dicten su diseño geométrico, estructural y detalles constructivos.	Normativa de Diseño Constructivo y Materiales	Lineamientos de Diseño Constructivo y Materiales	¿Qué normas rigen la resistencia de los materiales con los cuales se construirá un puente? ¿Qué pruebas de laboratorio habrá que realizar a estos materiales para confirmar su resistencia? ¿Qué especificaciones técnicas sobre los materiales habrá que colocar en los planos, y cuáles serán los aspectos relevantes a resaltar? ¿Qué menciona la norma sobre la protección contra la corrosión en una estructura metálica y que especificaciones técnicas se deberán colocar en el plano?		

Fuente: (Matute, 2021)

Continuación Tabla 4...

Tabla descripción de las variables de operacionalización							
Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidades	Escala
	Conceptual	Operacional					
<b>Estructura de Planos</b>	Detalla la disposición de los esquemas presentados en el plano, así mismo las notas pertinentes como especificaciones que deberá tener cada detalle constructivo según corresponda	Se busca un orden lógico, en los esquemas y en la información que provea la facilidad de comprensión por parte del lector	Forma	Dimensiones de Hoja	¿Cuáles serán los tamaños de hoja a utilizar 24"x36" 11"x17" u otros?		
				Altura de Texto	¿Con que altura y tipo de texto se debiera acotar los títulos, especificaciones y notas de proyecto?		
				Calidad de Línea	¿Qué grosores deberán tener los márgenes? ¿Con que grosor se deberán trazar los detalles estructurales como el acero de refuerzo en la losa del puente en el plano? ¿Qué grosor se deberá utilizar en el plano para mostrar la textura de los materiales?		

Continuación Tabla 4...

			Contenido	Notas de proyecto	¿Como se deberán mostrar las especificaciones técnicas y notas de proyecto?		
--	--	--	-----------	-------------------	---	--	--

Fuente: (Matute, 2021)

Tabla descripción de las variables de operacionalización							
Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidades	Escala
	Conceptual	Operacional					
<b>Estructura de Planos</b>	Detalla la disposición de los esquemas presentados en el plano, así mismo las notas pertinentes como especificaciones	Se busca un orden lógico, en los esquemas y en la información que provea la facilidad de comprensión por parte del lector	Contenido	Cuadro de Cantidades de Acero	¿Cuáles serán los tamaños de hoja a utilizar 24"x36" 11"x17" u otros?		
				Detalles	¿Cómo y que dimensiones o especificaciones se deberán acotar y anotar en el plano, en los detalles del estribo, pilastra, viga, losa, diafragmas, barrera y pretil?		

Fuente: (

Continuación Tabla 4...

	<p>que deberá tener cada detalle constructivo según corresponda</p>			<p>Simbología</p>	<p>¿Cómo se mostrará la simbología de los anclajes de los cables pretensados en las vigas? ¿Cómo se representará la simbología de dobleces de barras de refuerzo estructural? ¿Cómo se deberá presentar la simbología de la soldadura, pernos?</p>		
				<p>Orden y lógica</p>	<p>¿Cuál será el orden y lógica para seguir en el trazado y detallado de los planos, del estribo, pilastra y viga?</p>		

Matute, 2021)

Continuación Tabla 4...

Tabla descripción de las variables de operacionalización							
Variables	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidades	Escala
Independientes	Conceptual	Operacional					
<b>Entregable de Planos</b>	Todo proyecto de ingeniería civil es requiere de un juego de planos, el cual está formado por los detalles, especificaciones, tablas de cuantificación de materiales que ayuden ingeniero o contratista a la ejecución y construcción del proyecto	Se observan la cantidad y tipo de planos básicos que se deberá mostrar la construcción de los puentes de concreto reforzado, pretensado y metálico.	Planos Generales	Planos de portada e índice	¿Cómo se deberá de mostrar la portada, títulos e índice?		
				Planos de Ubicación del Proyecto	¿Cómo se deberá mostrar la ubicación y coordenadas del proyecto y datos relacionados? ¿Cómo se deberán mostrar las curvas de nivel del terreno, derechos de vías y estructuras existentes?		
				Planos de Planta y Perfil	¿Qué elementos son los más importantes y que se deben acotar tanto en planta como en perfil? ¿Cuál será la mejor escala para mostrar en la planta y en el perfil?		

Fuente: (Matute, 2021)

Fuente: (

Continuación Tabla 4...

Tabla descripción de las variables de operacionalización							
Variables	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidades	Escala
Independientes	Conceptual	Operacional					
<b>Entregable de Planos</b>	Todo proyecto de ingeniería civil es requiere de un juego de planos, el cual está formado por los detalles, especificaciones, tablas de cuantificación de materiales que ayuden ingeniero o contratista a la ejecución y construcción del proyecto	Se observan la cantidad y tipo de planos básicos que se deberá mostrar la construcción de los puentes de concreto reforzado, pretensado y metálico.	Planos Estructurales	Planos del Estribo	¿Cómo se mostrará la cimentación y pilotes del estribo? ¿Cómo se verán las vistas frontales, laterales y secciones del estribo? ¿Cómo se mostraran y acotaran los refuerzos estructurales de la cimentación, muro, viga capitel y pantalla del estribo? ¿Cómo se detallara el refuerzo de la losa de aproximación?		
				Planos de la Pilastra	¿Cómo se mostrará la cimentación y pilotes de la pilastra? ¿Cómo se verán las vistas frontales, laterales y secciones de la pilastra? ¿Cómo se mostraran y acotaran los refuerzos estructurales de la cimentación, columna y viga capitel de la pilastra?		

Tabla descripción de las variables de operacionalización							
Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidades	Escala
	Conceptual	Operacional					
<b>Entregable de Planos</b>	Todo proyecto de ingeniería civil es requiere de un juego de planos, el cual está formado por los detalles, especificaciones, tablas de cuantificación de materiales que ayuden ingeniero	Se observan la cantidad y tipo de planos básicos que se deberá mostrar la construcción de los puentes de concreto reforzado, pretensado y metálico.	Planos Estructurales	Planos de la Viga	¿Cómo se mostrarán las barras de refuerzo o cables pretensados de la viga? ¿Cómo se mostrará el refuerzo a cortante en los extremos y centro de la viga? ¿Cómo se verán las vistas frontales, laterales y secciones de la viga? ¿Qué dimensiones y especificaciones técnicas se deberán acotar y anotar en los detalles de la viga?		

Fuente: (Matute, 2021)

Continuación Tabla 4...

	o contratista a la ejecución y construcción del proyecto			Planos de la Losa y Diafragma	<p>¿Cómo se mostrarán las barras de refuerzo inferior y superior, longitudinal y transversal de la losa?</p> <p>¿Cómo se mostrará las barras del refuerzo del diafragma?</p> <p>¿Qué dimensiones y especificaciones técnicas se deberán acotar y anotar?</p>		
--	--	--	--	-------------------------------	--	--	--

Tabla descripción de las variables de operacionalización							
Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidades	Escala
	Conceptual	Operacional					
<b>Entregable de Planos</b>	Todo proyecto de ingeniería civil es requiere de un juego de planos, el cual está formado por los detalles, especificaciones, tablas de	Se observan la cantidad y tipo de planos básicos que se deberá mostrar la construcción de los puentes de concreto reforzado,	Planos Estructurales	Planos de la Barrera de Contención y Pretel	<p>¿Cómo deberá detallarse el refuerzo del pretel y la barrera de contención?</p> <p>¿Cómo se verán las vistas frontales, laterales y secciones del pretel y barrera? ¿Qué dimensiones y especificaciones técnicas se deberán acotar y anotar?</p>		

Fuente: (Matute, 2021)

	<p>cuantificación de materiales que ayuden ingeniero o contratista a la ejecución y construcción del proyecto</p>	<p>pretensado y metálico.</p>		<p>Planos de la Estructura Metálica</p>	<p>¿Qué dimensiones y especificaciones técnicas se deberán acotar y anotar en los detalles de la viga?          ¿Cómo se verán las crucetas o arriostres y atiesadores de la viga? ¿Cómo deberá detallarse las uniones de soldadura o pernos en la viga? ¿Qué especificaciones técnicas se deberán anotar sobre la protección contra la corrosión en la estructura metálica?</p>	
--	---	-------------------------------	--	---	--	--

Fuente: (Matute, 2021)

Continuación Tabla 4...

Tabla descripción de las variables de operacionalización							
Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidades	Escala
	Conceptual	Operacional					
<b>Requerimientos Académicos del Docente</b>	Se tomarán en cuenta los temas abarcados en clase y las metas de enseñanza que el docente necesite cumplir según el reglamento académico de UNITEC	Se analizan los requerimientos mínimos con los cuales deberá cumplir el entregable de	Organización y Contenido de Planos	Orden	¿Cómo deberá mostrar y ordenar los planos para que estos tengan sentido y lógica? ¿Cuál será el orden en el que se deberá mostrar los dobleces de barra de cada elemento estructural?		
		estructuras de puente en base a los		Contenido	¿Cómo se deberán presentar en el plano los cuadros de cantidades de obra globales de concreto y acero? ¿Cómo se deberán mostrar las especificaciones técnicas en los detalles?		

Fuente: (

Continuación Tabla 4...

		tópicos estudiados en clase y a las necesidades del mercado laboral	Detalles y Anotaciones Técnicas	Detalles	¿Cómo se deberá mostrar los dobleces y traslapes de barras? ¿Cómo se deberá mostrar los cables pretensados y sus anclajes en la viga? ¿Cómo se deberá mostrar las juntas de dilatación de las losas? ¿Cómo se deberá mostrar los detalles de unión de la losa y el metaldeck? ¿Qué es lo más importante a detallar en un puente con estructura metálica?		
--	--	---	---------------------------------	----------	--	--	--

Matute, 2021)

Tabla descripción de las variables de operacionalización							
Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidades	Escala
	Conceptual	Operacional					
<b>Requerimientos Estudiantiles</b>	Se tomarán en cuenta los temas abarcados en clase y las metas de enseñanza que el docente necesite	Se analizan los requerimientos mínimos con los cuales deberá cumplir el entregable de planos de	Escala y Presentación de Detalles	Escala	¿Cuál será la mejor escala para presentar los detalles estructurales del estribo, pilastra viga, losa y diafragma, barrera de contención y pretil? ¿Qué escala se deberá utilizar para presentar la planta y perfil? ¿Cuál será el orden y contenido de los planos?		

Fuente: (

Continuación Tabla 4...

	cumplir según el reglamento académico de UNITEC	estructuras de puente en base a los tópicos estudiados en clase y a las necesidades del mercado laboral		Detalles	¿Qué calidad de línea se deberá usar para el trazado de los detalles estructurales que se presenten en el plano? ¿Cómo se representará las barras de refuerzo en sección transversal y longitudinal? ¿Cómo se tipificarán y presentarán los diámetros de barra, dobleces y traslapes del refuerzo estructural?
			Especificaciones Técnicas	Especificaciones	¿Qué especificaciones y dimensiones se deberán acotar (ancho, alto, largo, espesores diámetro) y anotar en cada detalle estructural? ¿Qué ítems deberá contener el cuadro de acero?

(Matute, 2021)

Fuente: (

### 4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Las técnicas e instrumentos aplicados forman parte del desarrollo para el “Manual Técnico para el Desarrollo y Construcción de Rampas de Frenado de Emergencia (R.F.E.) Aplicado a las Carreteras de Honduras”

#### 4.3.1. INSTRUMENTOS

##### 4.3.1.1. Paquetes de Autodesk

Para el modelado digital se requiere de los programas de Autodesk



**Ilustración 151 - Autodesk**

Fuente: (Autodesk, 2021b)

El software de diseño para ingeniería Civil 3D® es compatible con BIM (modelado de información para la construcción) y proporciona características integradas para mejorar los bocetos, el diseño y la documentación de construcción. (Autodesk, 2021a)



**Ilustración 152 - Autodesk Civil 3d**

Fuente: (Autodesk, 2021)

AutoCAD® es un software de diseño asistido por computadora (CAD) en el cual se apoyan tanto arquitectos como ingenieros y profesionales de la construcción para crear dibujos precisos en 2D y 3D. Crea, anota y edita geometría en 2D y modelos en 3D con sólidos, superficies y objetos de malla. Automatiza tareas tales como comparar dibujos, agregar bloques, crear planificaciones y muchas más (Autodesk, 2021a)



**Ilustración Ilustración 11153-Autodesk AutoCAD - Autodesk AutoCAD**

Fuente: (Autodesk, 2021)

#### 4.3.1.2. *Paquete de Microsoft*



**Ilustración 154 - Paquete de Microsoft**

Fuente: (Microsoft, 2021)

- Microsoft Word: es un programa que permite elaborar los documentos escritos •
- Microsoft Excel: es un programa que permite tabular y calcular datos de manera rápida
- Microsoft PowerPoint: es un programa que permite diseñar y crear presentaciones para las exposiciones de proyecto
- Microsoft Outlook: permite el intercambio de información mediante correos electrónicos
- Microsoft Project: permite la creación de cronogramas y actividades de trabajo.

#### 4.3.1.3. *Paquetes de Adobe*



**Ilustración 155 - Paquete de Adobe**

Fuente: (Adobe, 2021)

- InDesign: es un programa que permite elaborar los documentos escritos como ser manuales y revistas, agregando diseños para una mejor representación a los entregables.
- Photoshop: es un programa en el cual se pueden editar imágenes para el mejoramiento de la estética o fotomontajes.

#### 4.3.1.4. Zoom



**Ilustración 156 - Zoom Video**

Fuente: Zoom Video (2021)

Zoom es una aplicación que permita la interacción de personas por medio del internet, hace posible el compartir pantallas y video llamadas.

#### 4.3.1.5. Cuestionario

Como instrumento para la obtención de información se generó un cuestionario para los ingenieros y estudiantes de la carrera de ingeniería civil en UNITEC, campus S.P.S , en el cual se crearon varias acerca de los diferentes temas y partes que contienen las estructuras de puentes, por ejemplo a los ingeniero se les pregunta acerca de las normativas que rigen el diseño de puentes, y también acerca de los entregables de planos de puentes, donde se búsqueda los requerimientos y complemento de detalles estructurales con los cuales los planos deben contar. Por parte de los alumnos y para ayudar a reducir el deficit que existe en la generación de planos de detalles estructurales se les pregunto que era lo que más se les difilcutaba al momento de realizar los planos. Para ver de manera completa estos cuestionarios refierase al capitulo v .

A continuación se muestran algunas imágenes del cuestionario que hacen referencia a las preguntas que se realizaron para la obtención de información.

## “MANUAL DE REPRESENTACIÓN ESTRUCTURAL DE PUENTES DE CONCRETO REFORZADO, PRETENSADO Y METÁLICO EN UNITEC CAMPUS S.P.S”

La presente encuesta se ha realizado con el objetivo de recolectar información para el manual de representación estructural de puentes y estandarizar el contenido y entregable de planos en base a los requerimientos académicos y del mercado laboral actual en Honduras, el objetivo es que los alumnos aprendan los conceptos básicos de una estructura de puente de carretera, ya que las estructuras de comunicación del país actualmente se encuentra en reparación, por ende, es de suma importancia que los graduandos conozcan todos los requerimientos y detalles que deberá contener un juego de planos para la construcción de las estructuras de puentes en el país.

\*Obligatorio

¿Qué normas o códigos se deberán usar para el diseño de los puentes para carretera de concreto reforzado, pretensado y metálico - selección múltiple

- 1. ASSHTO LRFD Bridge Design Specification
- 2. AISC- American Institute of Steel Construction
- 3. ACI- American Concrete Institute
- 4. FHWA - Federal Highway Administration
- 5. AWS - American Welding Society Standards
- 6. CHOC
- 7. SOPTRAVI
- Opción B
- Otros: \_\_\_\_\_

¿Qué se deberá acotar en los detalles de la viga? - selección múltiple

¿Qué planos contendrá el entregable de una estructura de un puente de concreto reforzado, pretensado o metálico? - selección múltiple

- 1. Plano de índice y portada
- 2. Plano de localización
- 3. Plano de planta y perfil
- 4. Planos de detalles de estribo (cimentación, muro, viga capitel, pantalla y losa de aproximación)
- 5. Planos de detalles de pilastra (cimentación, columnas, viga capitel)
- 6. Planos de detalle de viga (acero de refuerzo, cables pretensados, dimensiones etc)
- 7. Planos de detalles de losa y diafragma (arriostre)
- 8. Planos de acera peatonal, pretil o barandal y barrera de contención
- 9. Planos de muro de contención (de la conformación del terraplén)
- Otros: \_\_\_\_\_

- 1. Recubrimiento superior, inferior y laterales para el refuerzo de la viga
- 2. Cantidad, separación y tipo de cables de refuerzo a tensión
- 3. Cantidad, separación y tipo de barra de refuerzo a cortante
- 4. Dimensiones de la viga, peralte, ancho base inferior, ancho base superior espesor del alma
- 5. Ancho, alto y largo de la viga capitel de la pilastra
- 6. Tipo, cantidad y separación de refuerzo de la viga capitel de la pilastra
- 7. Especificaciones del material del acero y concreto f'c y fy
- Otros: \_\_\_\_\_

**Ilustración 157 - Cuestionario**

Fuente: Propia

En la ilustración se observan las diferentes preguntas realizadas a los ingenieros y estudiantes.

### 4.3.2. TÉCNICAS

Las técnicas utilizadas en el avance del proyecto se muestran a continuación:

Observación de planos presentados en las licitaciones nacionales, así también los planos y detalles de libros y tesis.

Análisis de documentos como tesis y normativas internacionales (ASSHTO, ACI Y AISC) y asimismo nacionales (CHOC, SOPTRAVI)

Asesorías por parte del cuerpo docente y técnico

Encuestas relacionadas a docentes y a profesionales de la carrera de ingeniería civil

### **Ilustración 1578 - Técnicas de investigación aplicadas**

Fuente: (Matute, 2021)

## **4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

A continuación, se procede a determinar el total de la muestra que se requerirá de la población

### **4.4.1. POBLACIÓN**

La población objetivo se encuentra conformada por los estudiantes de la carrera de ingeniería civil de UNITEC de San Pedro Sula. Se tomarán en cuenta los estudiantes de tercero, cuarto año y proyecto de graduación, ya que el manual hace énfasis en la mejora de la calidad y presentación de los planos estructurales, en este caso para la asignación y temática de los puentes, de concreto reforzado, pretensado y metálico. Se sabe que, por investigaciones anteriores la población estudiantil "corresponde a una cantidad de 185 individuos matriculados en el periodo Q1-2020." Barahona, R., Chávez, D. & Natarén, A., (2020), no obstante, se utilizará como población la cantidad actual de estudiantes antes mencionados, los están cursando las clases de Concreto II, Diseño Estructural I y II, Puentes y Proyecto de Graduación que conforman un total de 40 estudiantes aproximadamente. A pesar de que son pocos estudiantes, se logró contactar a un cierto número de los mismos, ya que, por efectos de pandemia entre otros temas, la comunicación se torna algo complicada.

#### **4.5. METODOLOGÍA DE ESTUDIO**

La metodología de estudio propuesta es de un enfoque mixto, ya que se busca completar la investigación con elementos cualitativos como ser consejos y recomendaciones de expertos, y así mismos datos de elementos cuantitativos, como ser números y fórmulas que aporten veracidad al tema expuesto.

A continuación, se presenta el tipo de diseño.

##### **4.5.1. TIPO DE DISEÑO**

Como se ya se mencionó antes el tipo de enfoque es cuantitativo, ya que se busca reunir información en base a datos numéricos, formulas y parámetros. El tipo de estudio no es experimental puesto que no se pretende probar ninguna hipótesis con la información adquirida. El tipo de diseño es transversal, ya que se recolectarán datos mediante encuestas y entrevistas para describir y analizar las variables en un determinado tiempo. Y por último el alcance de la investigación será descriptivo, ya que, "Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis." (Sampieri, Collado & Lucio, 2014, p.98).



**Ilustración 1589 - Tipo de Diseño de investigación**

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021)

El diseño es exploratorio secuencial contribuye a una “fase inicial de recolección de datos y análisis de datos cualitativos seguido de otra donde se recaban y analizan los datos cuantitativos” (Hernández Sampieri et al., 2014). Así mismo el DEXPLOS es ideal cuando el investigador requiere de un instrumento de investigación estandarizado que concuerde con sus necesidades.

El DEXPLOS se puede desarrollar de la siguiente manera:

Recabar datos cualitativos y analizarlos (obtener categorías y temas, así como segmentos específicos de contenido que los respalden e ilustren).

Utilizar los resultados para construir un instrumento cuantitativo (los temas o categorías emergentes pueden concebirse como las variables y los segmentos de contenido que ejemplifican las categorías pueden adaptarse como ítems y escalas, o generarse reactivos para cada categoría). De forma alternativa, se buscan instrumentos que puedan ser modificados para que concuerden con los temas y frases encontradas durante la etapa cualitativa.

Administrar el instrumento a una muestra probabilística de una población para validarlo.

(Hernández Sampieri et al.,2014, p. 551)

La población objetivo será probabilística puesto que se conoce el número de personas que la conforman y que cada uno de ellos posee la misma probabilidad de ser elegidos. Los instrumentos y técnicas utilizadas serán encuestas, que respondan a las variables y preguntas de investigación, ayudando así al desarrollo del proyecto.

La encuesta

Según nos explica Hernández (2012):

La encuesta por muestreo es la técnica más empleada en las investigaciones realizadas en las ciencias sociales. Se utiliza para recolectar información de personas respecto a características (estado civil, edad), opiniones (¿está realizando el actual presidente una buena labor?), creencias (¿hay vida después de la muerte?), expectativas (¿cree Ud. que la situación económica del país mejorará durante este año?), conocimiento (¿sabe Ud. cómo se trasmite el SIDA?), conducta actual (¿va Ud. a misa frecuentemente?) o conducta pasada (¿votó Ud. en la elección pasada?). (pág. 25).

#### **4.6. FUENTES DE INFORMACIÓN**

La información es un conjunto de datos ordenados e interrelacionados en un contexto determinado y es la base del conocimiento. La misma información puede tener valores diferentes según quien la posea [...] así mismo, solo se puede generar conocimiento cuando poseemos información, cuando sabemos localizar y seleccionarla. (Cid Leal & Perpinya Morera, 2015, p. 11)

La documentación, "Como práctica profesional, abarca todas las actividades de los profesionales que se encargan de diseñar e implementar sistemas de información documentales" (Cid Leal & Perpinya Morera, 2015, p. 14). Es por eso por lo que se decide optar por una variedad de fuentes de información con encuestas.

A continuación, se muestra la tabla 5 en donde se dan a conocer las fuentes de información necesarias para el desarrollo del manual

**Tabla 5 - Fuentes de información**

Fuentes de información	Entrevistas con ingenieros expertos en la temática de diseño y primaria construcción de puentes de concreto reforzado, pretensado y metálicos.
	Manual de SOPTRAVI
	Manual AISC
	Manual de la AASHTO LRFD
	Código ACI
	Periódicos y Revistas virtuales
Fuentes de información secundaria	Artículos relacionados a la temática de los puentes
	Trabajos presentados en congresos, simposios entre otros

Fuente: (Matute, 2021)

Debido a la recopilación de datos obtenida en la encuesta se decidió recopilar la información de manuales como SOPTRAVI, Código ACI y la ASSHTO entre otros artículos relacionados a los estudios y detalles estructurales de puentes.

#### 4.7. CRONOGRAMA DE TRABAJO

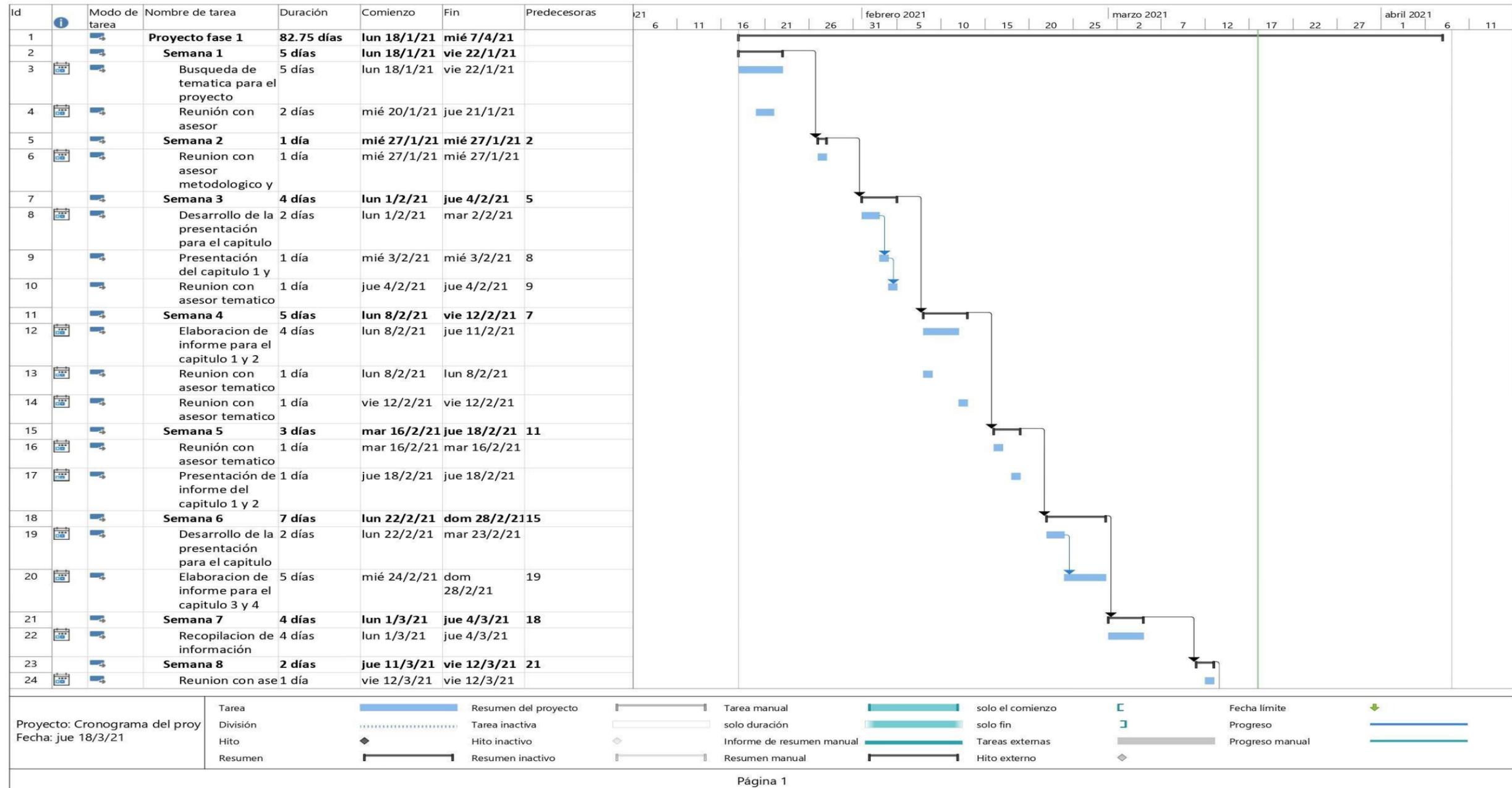


Ilustración 160- Cronograma de trabajo parte 1

Fuente: (Matute, 2021)





## V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Una vez recopilados los datos de las preguntas realizadas en las encuestas, se procederá a ejecutar el análisis de estas, mediante gráficos que serán explicados con una breve introducción y conclusión. Cabe resaltar que los cuestionarios que se realizaron en base a las preguntas de investigación, objetivos y así mismo, se buscaron responder a las incógnitas planteadas en la tabla de operacionalización.

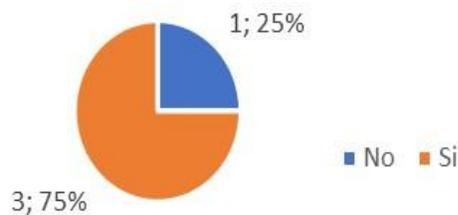
A continuación, se muestran los gráficos, análisis y explicaciones antes mencionadas.

### 5.1. RESULTADOS DE ENCUESTA DIRIGIDA A INGENIEROS CIVILES

A fin de obtener información relevante sobre las necesidades de los ingenieros civiles se desarrolló una encuesta dirigida específicamente a este grupo, en la que se buscó recopilar los criterios más relevantes para el desarrollo de un manual que sea dirigido a la representación gráfica de puentes de concreto reforzado, pretensado y metálico.

#### 1) ¿Ha supervisado, construido o diseñado una estructura de puente de carretera?

Con el fin de obtener cierta veracidad en las respuestas se preguntó a los ingenieros, si ya habían trabajado, en el diseño, supervisión o construcción de un puente.



**Ilustración 159 - Grafico de Porcentaje de ingenieros que han supervisado puentes**

Fuente: (Matute, J., 2021)

El 75% de los ingenieros mencionó que si han supervisado o diseñado obras relacionadas a las estructuras de puentes.

#### 2) ¿Qué normas o códigos se deberán usar para el diseño de los puentes para carretera de concreto reforzado, pretensado y metálico - selección múltiple

Se pregunto a los ingenieros sobre que normas recomendarían para diseño de los puentes, a continuación, se pueden observar las normas que se eligieron por los ingenieros.



**Ilustración 160- Selección de Normas de Diseño para Estructuras de Puentes**

Fuente: (Matute, J., 2021)

Como se observa en el gráfico, la norma más votada fue la AASHTO LRFD, en segundo lugar, el manual de estructuras metálicas AISC y el CHOC, y en tercer lugar el ACI y el manual de SOPTRAVI, como se mencionó antes, el manual de SOPTRAVI, posee cierta información en lo que corresponde al contenido de los planos, no obstante, habrá que obtener más información y detalles complementarios en las otras normas y manuales.

**3) En base a las normas de construcción en Honduras, especifique que dimensiones mínimas tendrá un puente en sus anchos de carril, dimensiones de barrera de contención (ancho y alto) y dimensiones de acera peatonal(ancho) y pretil o barandal(altura)**

RR/ se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Ancho de 7.30 con dos carriles de 3.65m cada uno
- Ancho de barrera de 0.80m y altura de 1.00m
- Ancho de acera mínimo de 1.00m • Altura de pretil o barandal 1.00m Estas respuestas fueron corroboradas en los manuales antes mencionados específicamente en el de SOPTRAVI, Tomo 7 Planos de Obra Tipo, el cual propone ciertas medidas mínimas para el diseño de puente según las necesidades del país, por ende, las respuestas son acertadas.

**4) En base a las normas de construcción en Honduras, especifique que altura mínima deberá dejarse del borde inferior de la viga hasta el pavimento de la calle inferior (galibo)**

RR/ se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Altura H mínima de 5.50m

Estas respuestas fueron corroboradas en los manuales antes mencionados específicamente en el de SOPTRAVI Tomo 7 Planos Tipo Obra, el cual propone ciertas medidas mínimas para el diseño de puente según las necesidades del país, por ende, las respuestas son acertadas.

**5) ¿Qué propiedades mecánicas o especificaciones técnicas se deberán anotar en el plano sobre el concreto del estribo, pilastra, vigas y losa en la construcción de un puente?**

RR/ se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Tipo y resistencia del concreto  $f'c$
- Tamaño máximo de agregado según tamices  $1/2''$ ,  $3/4''$ ,  $1''$
- Slump o revenimiento
- Recubrimientos

Estas respuestas fueron corroboradas en los manuales antes mencionados específicamente en el de la ACI, AAHSTO Y SOPTRAVI, el cual propone ciertas medidas mínimas para el diseño de puente según las necesidades del país, por ende, las respuestas son acertadas.

**6) ¿Qué propiedades mecánicas o especificaciones técnicas se deberán anotar en el plano sobre el acero en la construcción de un puente?**

RR/ se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Tipo de acero
- Diámetros de las barras o pernos  $1/2''$ ,  $3/4''$ ,  $1''$
- Grado y resistencia del acero  $f'y$

Estas respuestas fueron corroboradas en los manuales antes mencionados específicamente en el de la AISC Y SOPTRAVI, el cual propone ciertas medidas mínimas para el diseño de puente según

las necesidades del país, tanto el manual de AISC como el de SOPTRAVI Tomo 6 Drenajes y Puentes, hablan de las resistencias mínimas que deberá tener el acero para construcción de los puentes, los cuales rondan resistencias de 2400kg/cm<sup>2</sup>, 4200kg/cm<sup>2</sup>, por ende, las respuestas son acertadas.

**7) ¿Qué propiedades mecánicas o especificaciones técnicas se deberán anotar en el plano sobre los cables pretensados o potenzados en la construcción de un puente?**

RR/ se obtuvieron las siguientes respuestas:

- # número de cables por viga
- Esfuerzos de tensión a los que estará sometido el cable
- Diámetro y resistencia del cable de acero  $f_y$

Haciendo una revisión de los manuales y las normas se encontró que se acotaban y anotaban especificaciones similares a las mencionadas por los ingenieros, por ende, las respuestas son acertadas.

**8) ¿Qué propiedades mecánicas o especificaciones técnicas se deberán anotar en el plano sobre la soldadura en la construcción de un puente?**

RR/ se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Tipo de soldadura
- Tipo de electrodo
- Ancho, garganta y resistencia  $f_y$

Haciendo una revisión de los manuales y las normas se encontró que se acotaban y anotaban especificaciones similares a las mencionadas por los ingenieros, por ende, las respuestas son acertadas. Además, se optó por buscar especificaciones del manual de electrodos Infra.mx.

Habrá que hacer una investigación más profunda en lo que respecta la parte metálica, ya que por los momentos se ha recolectado más documentos que se dirigen más hacia el diseño de puentes de concreto.

**9) ¿Qué propiedades mecánicas o especificaciones técnicas se deberán anotar en el plano sobre los pernos de unión y conexiones en la construcción de un puente?**

RR/ se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Tipo de perno, paso y dureza
- Grado del acero, diámetro y longitudes
- Resistencia al corte

Haciendo una revisión de los manuales y las normas se encontró que se acotaban y anotaban especificaciones similares a las mencionadas por los ingenieros, el AISC menciona las especificaciones de los pernos entre otros datos relevantes, por ende, las respuestas son acertadas.

**10) ¿Qué propiedades mecánicas o especificaciones técnicas se deberán anotar en el plano sobre los apoyos de neopreno en la construcción de un puente?**

RR/ se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Espesor del neopreno
- Nivel de comprensión al que estará sometido
- Grado de dureza

Se recolectó información de los apoyos de neopreno para las vigas de concreto, ver marco teórico.

**11) ¿Qué deberá datos o ítems deberá contener el cuadro de cantidades de acero de refuerzo de un puente?**

RR/ se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Largo y diámetro
- Cantidad y ubicación
- Grado del acero

Estas respuestas fueron corroboradas en los manuales antes mencionados específicamente en el de SOPTRAVI Tomo 7 Planos de Obra Tipo, el cual propone ciertas medidas mínimas para el diseño de puente según las necesidades del país, por ende, las respuestas son acertadas.

**12) Conoce algún documento que dicte la cantidad de planos y el contenido de los detalles y especificaciones técnicas que estos contendrán para la construcción de puentes de concreto reforzado, pretensado y metálicos en Honduras. Mencínelo**

RR/ se obtuvieron las siguientes respuestas:

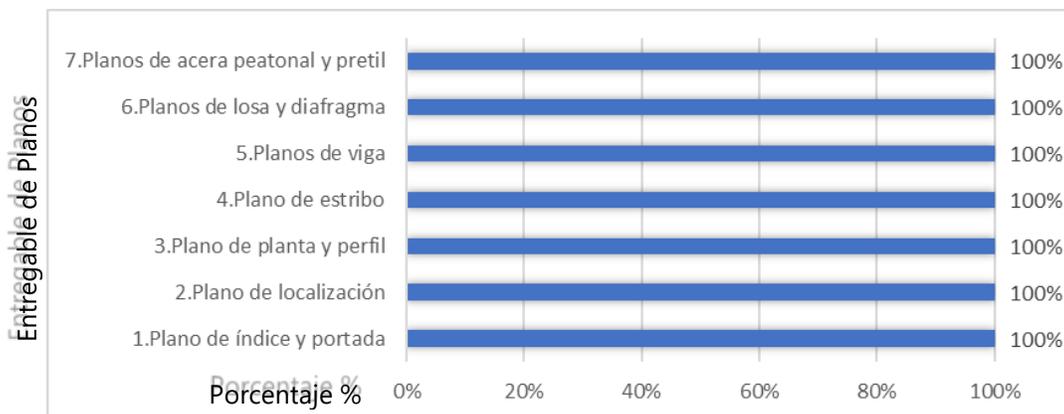
- Manual de SOPTRAVI

Del grupo de los ingenieros, solo una persona contestó la pregunta, respondiendo, que el manual de SOPTRAVI, cuenta con algunas instrucciones sobre esta temática, se revisó el manual para corroborar la respuesta, encontrando que si existen ciertas especificaciones, de lo que debería contener un plano de puente para la losa, viga, y diafragma, así mismo se encontraron ciertas especificaciones para los cuadros de acero de dichos elementos, no obstante, no se encontró las especificaciones para los estribos, su cimentaciones y cuadro de acero, ocurre lo mismo para el caso de la pilastra, además tampoco se encontraron, plantas y perfiles, plantas de localización, ni mucho menos especificaciones para puentes metálicos.

**13) ¿Qué normas o códigos conoce para la protección contra corrosión en puentes de estructuras metálicas?**

RR/ para esta pregunta, no se obtuvo respuesta alguna, por lo que habrá que buscar información en textos, o preguntar a los asesores temáticos sobre dicho tema.

**14) ¿Qué planos contendrá el entregable de una estructura de un puente de concreto reforzado, pretensado o metálico? – selección múltiple**



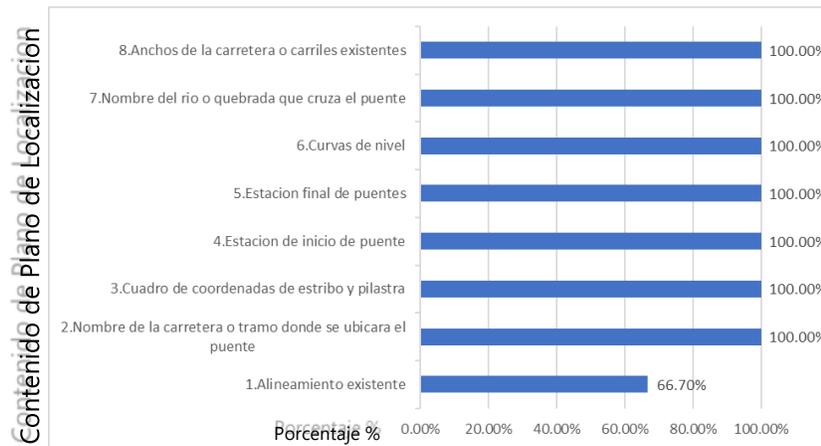
**Ilustración 161 - Entregable de Planos para Estructuras de Puentes**

Fuente: (Matute, J., 2021)

Estas respuestas fueron corroboradas en los manuales antes mencionados específicamente en el de SOPTRAVI Tomo 6 y 7, el cual propone ciertas medidas mínimas para el diseño de puente según las necesidades del país, por ende, las respuestas son acertadas, pero hay que recalcar que, aunque se mencionan algunos planos y que escala deberían llevar, estos no se presentan, como en el caso de la planta de localización, estribos, pilastras y todo lo que respecta a puentes metálicos.

### 15) ¿Qué se deberá anotar y acotar en el plano de localización? -selección múltiple

RR/ se preguntó a los ingenieros que es lo que debería contener un plano de localización para la construcción de un puente, se observan las respuestas.



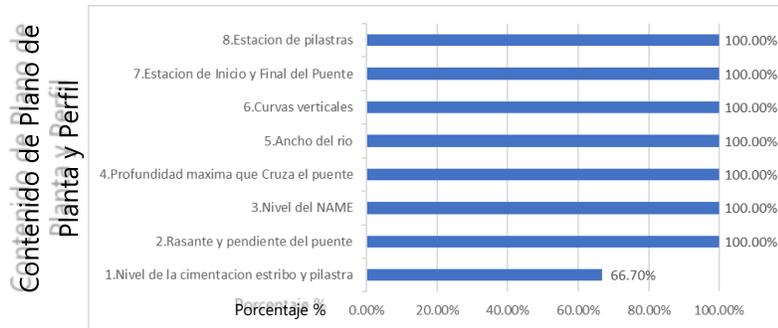
**Ilustración 162 - Entregable de Planos para Plano de Localización**

Fuente: (Matute, J., 2021)

De la respuesta 2 a la 8 obtuvieron el 100%, mientras que la respuesta 1 solo obtuvo el 66.7%, ninguna respuesta quedo por debajo del 50%, por ende, se tomaran en cuenta todas las respuestas.

### 16) ¿Qué se deberá acotar en un plano de planta y perfil? -selección múltiple

RR/ se preguntó a los ingenieros que es lo que debería contener un plano de planta y perfil para la construcción de un puente, se observan las respuestas.



**Ilustración 163 - Entregable de Planos para Planta y Perfil**

Fuente: (Matute, J., 2021)

De la respuesta 2 a la 8 obtuvieron el 100%, mientras que la respuesta 1 solo obtuvo el 66.7%, ninguna respuesta quedo por debajo del 50%, por ende, se tomaran en cuenta todas las respuestas.

**17) ¿Qué se deberá etiquetar en los detalles de los estribos? -selección múltiple**

Todos los ítems tuvieron el 100% por ende, se tomarán en cuenta todas las respuestas.



**Ilustración 164 - Entregable de Planos para Detalles de Estribo**

Fuente: (Matute, J., 2021)

Se han observado detalles de estribos en las diferentes normas, como la AASHTO las cuales indican que se deben acotar y tener en cuenta especificaciones similares, por ende, las respuestas son acertadas

**18) ¿Qué se deberá etiquetar en los detalles de la pilastra? -selección múltiple**

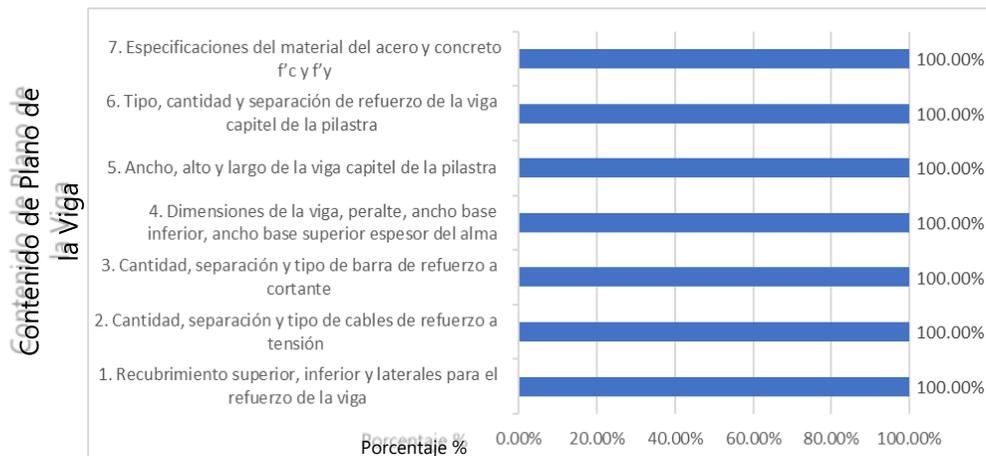
Todos los ítems tuvieron el 100% por ende, se tomarán en cuenta todas las respuestas.



**Ilustración 165 - Entregable de Planos para Detalles de Pilastra**

Fuente: (Matute, J., 2021)

### 19) ¿Qué se deberá acotar en los detalles de la viga? - selección múltiple



**Ilustración 166 - Entregable de Planos para Detalles de Viga**

Fuente: (Matute, J., 2021)

Se han observado detalles de vigas en las diferentes normas, como de la AASHTO y SOPTRAVI Tomo 7 Planos de Obra Tipo, las cuales indican que se deben acotar y tener en cuenta especificaciones similares, por ende, las respuestas son acertadas

### 20) ¿Qué se deberá acotar en los detalles de la losa y el diafragma? -selección múltiple Todos

los ítems tuvieron el 100% por ende, se tomarán en cuenta todas las respuestas.



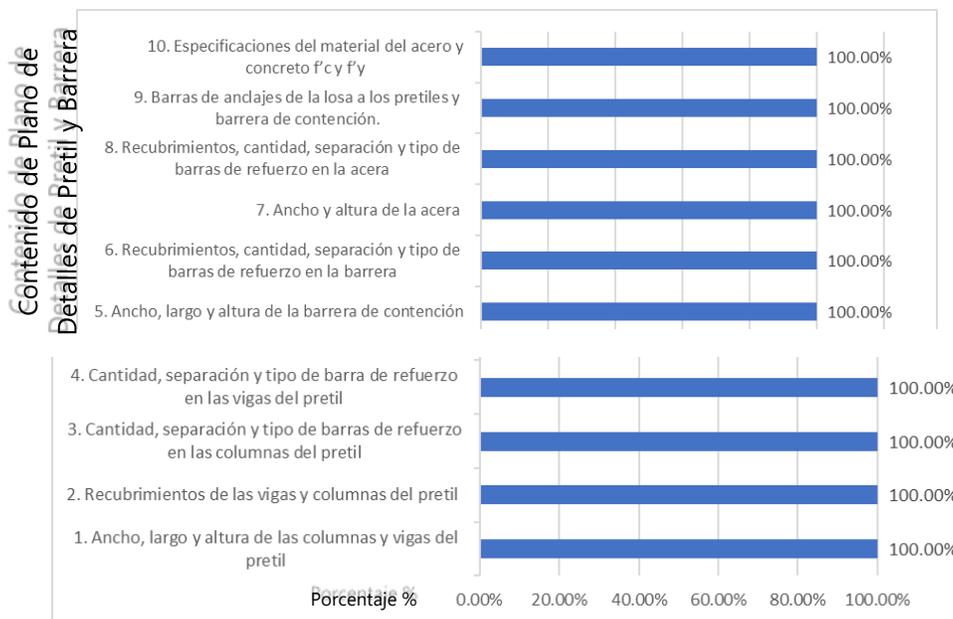
**Ilustración 170 - Entregable de Planos para Detalles de Losa y Diafragma**

Fuente: (Matute, J., 2021)

Se han observado detalles de losa y diafragma en las diferentes normas, como de la AASHTO y SOPTRAVI las cuales indican que se deben acotar y tener en cuenta especificaciones similares, por ende, las respuestas son acertadas

**21) ¿Qué se deberá acotar en los detalles del pretil y barrera de contención? - selección múltiple**

Todos los ítems tuvieron el 100% por ende, se tomarán en cuenta todas las respuestas.



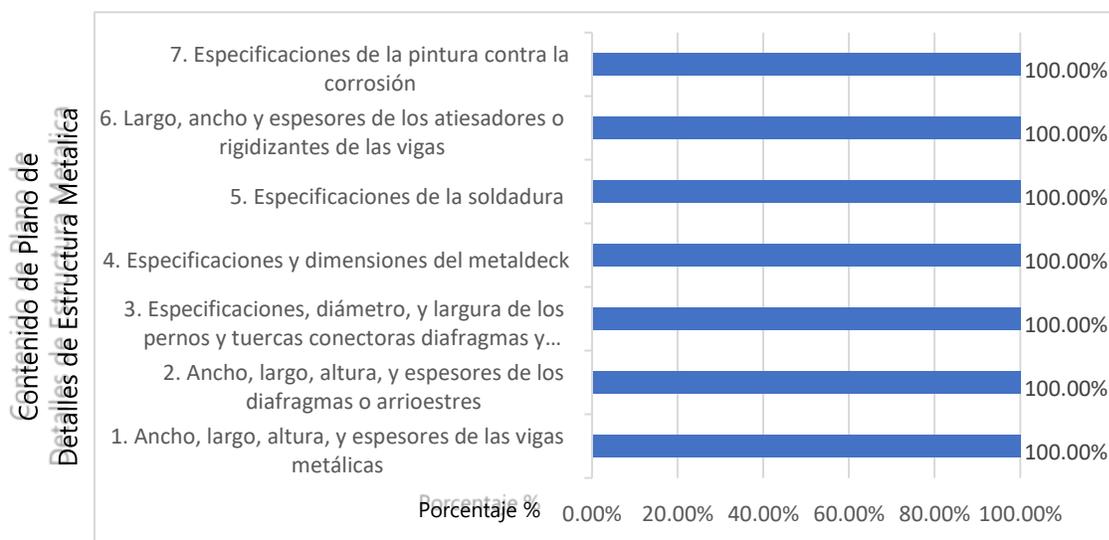
**Ilustración 167 - Entregable de Planos para Detalles de Pretil y Barrera de Contención**

Fuente: (Matute, J., 2021)

Se han observado detalles de pretil y barreras en las diferentes normas, como de la AASHTO y SOPTRAVI Tomo 7 Planos Tipo Obra las cuales indican que se deben acotar y tener en cuenta especificaciones similares, por ende, las respuestas son acertadas

## 22) ¿Qué se deberá acotar en los detalles de un puente hecho con estructura metálica?

RR/ algunas especificaciones como el metaldeck, arriostres, dimensiones y propiedades de vigas y soldaduras se encuentran en el manual de estructuras metálicas AISC, no obstante, habrá que recolectar más información sobre dicha temática.



**Ilustración 168 - Entregable de Planos para Detalles de Estructura Metálica**

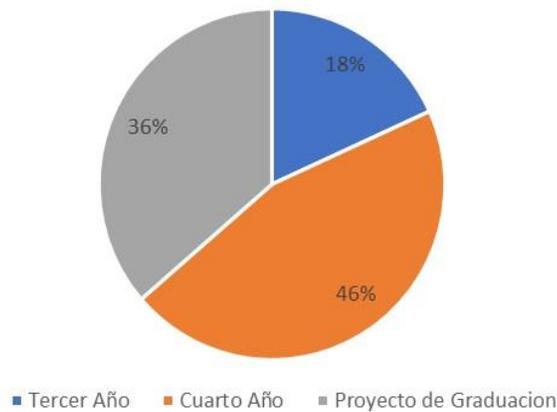
Fuente: (Matute, J., 2021)

## 5.2. CUESTIONARIO PARA ESTUDIANTES

A continuación, se presenta el cuestionario para estudiantes, Con el objetivo de determinar cuáles son las mayores dificultades de los alumnos se optó por realizar una encuesta, y así lograr determinar qué temas se deberán explicar con más énfasis para que los alumnos comprendan sobre el tema de los puentes y el entregable de planos.

### 1. ¿Qué año de la carrera se encuentra cursando?

Para determinar en qué año se encuentran los alumnos encuestados se optó por realizar la agrupación de estos como se observa en el gráfico:



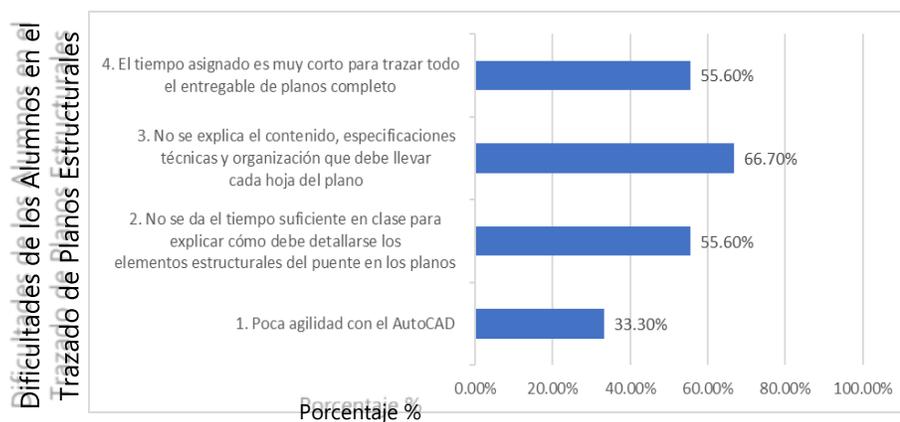
**Ilustración 169 - Agrupación de los Alumnos en la Carrera de Ingeniería Civil**

Fuente: (Matute, J., 2021)

En donde se obtuvo que: 46% de los alumnos se encuentra cursando el 4to año de carrera, el 36% el 3ro año y solo un 18% está en proyecto de graduación, es importante que estos alumnos mencionen cuáles son sus mayores dificultades respecto a la ejecución de los planos estructurales, ya que es en estos años en donde se empieza a exigir al alumno con las complejas tareas de cálculo y trazado de planos.

**2. ¿Por qué siente que la ejecución de los planos estructurales y constructivos es muy difícil? -Señale todas las respuestas que crea correcta**

Con el fin de saber cuáles eran las dificultades de los estudiantes, se preguntó y se dio a elegir cuales eran los mayores problemas al momento del trazado de los planos.



### Ilustración 170 - Dificultades de los alumnos en el trazado de planos

Fuente: (Matute, J., 2021)

Como se predijo anteriormente, la menor problemática está en el uso del AutoCAD, y la mayor problemática es que según los alumnos, no se explica el contenido, especificaciones y organización que deberá contener cada hoja del entregable. Otra problemática que se detectó es que los alumnos mencionaron que el plazo de tiempo para presentar un juego de planos completo tiende a ser muy corto, no dejando espacio a los alumnos para completar el trabajo al 100%

### 3. Al momento de ejecutar un plano de detalles estructurales y constructivos ¿Qué es lo que se le hace más difícil? -Señale todas las respuestas que crea correcta

Se dio a elegir a los alumnos otras posibles dificultades al momento de trazar los detalles para un plano estructural, se seleccionaron las siguientes respuestas.



### Ilustración 171 - Dificultades en los Alumnos en el Trazado de Planos

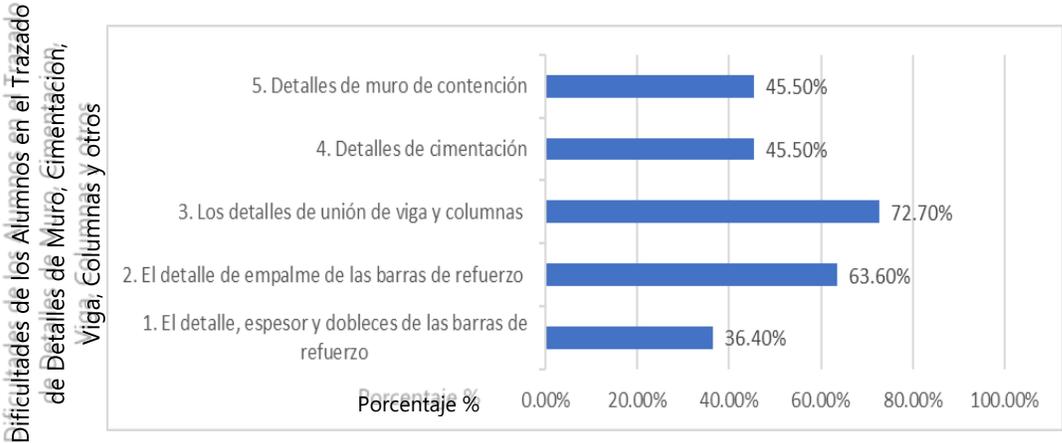
Fuente: (Matute, J., 2021)

El 81.8% de los alumnos menciono, que no sabían cuáles eran las especificaciones más importantes para colocar en el plano, en segundo lugar, con 63.6% está la dificultad para elegir, el contenido, el orden y la escala en que se deberán trazar estos detalles. En tercer lugar, con 45.5% menciono que no sabe cuáles son las principales dimensiones que se deberían acotar. Hay que mencionar que en las clases avanzadas se hace más énfasis en el proceso y memoria de cálculo, dejando a un lado las especificaciones de dibujo, por ende, esta deficiencia podría

relacionarse a que los catedráticos hagan más énfasis en el tema y los procesos de calculo que en la ejecución de los planos.

**4. Al momento de trazar los detalles estructurales de un plano ¿Qué es lo que le resulta más difícil? -Señale todas las respuestas que crea correcta**

Se dio a elegir a los estudiantes entre otras dificultades más puntuales al momento de trazar ciertos detalles estructurales.



**Ilustración 172 - Dificultades en los Alumnos en el Trazado de Detalles**

Fuente: (Matute, J., 2021)

A lo cual destacaron los detalles de unión de viga y columna, empalme de barras de refuerzo, detalles de cimentación y detalles de muro de contención.

**5. ¿Cree usted, que para la mejora de sus proyectos y evitar perder puntos en sus asignaciones futuras se debería crear un taller aparte donde se explique el trazado de estos detalles estructurales para cada clase avanzada como Concreto II, Análisis Estructural I y II y Puentes?**

Aunque los alumnos ya han cursado una clase de dibujo de ingeniería, esta no logra cubrir los temas avanzados, específicamente cuando se trata de los detalles estructurales de un puente, una estructura metálica y detalles similares y relevantes.



**Ilustración 173 - Grafico de aprobación de los alumnos para clases de dibujo**

Fuente: (Matute, J., 2021)

**6. ¿Apoyaría la moción para que se realice un Manual de Representación Estructural de Puentes de Concreto Reforzado, Pretensado y Metálicos; con el objetivo de que entregue sus asignaciones de manera completa y que no pierda puntos?**



**Ilustración 174 - Grafico de aprobación de los alumnos para el desarrollo del manual.**

Fuente: (Matute, J., 2021)

## **VI. PROPUESTA**

El manual se compone de 11 capítulos, de los cuales el capítulo uno es meramente introductorio mostrando todas las partes que componen un puente, los materiales y normas, que rigen el diseño de estas estructuras, el capítulo dos trata de la plantilla de AutoCAD y las configuraciones del texto, alturas de texto, cotas, leaders y tablas; configurar previamente estos elementos ayudará

al estudiante a presentar un trabajo de calidad en el cual todas las anotaciones se verán de un tamaño uniforme y ordenado.

El resto de los capítulos del manual, muestran parte por parte todos los elementos principales que se deben incluir en el juego de entregable de planos para una estructura de puentes, se observan todos los detalles del estribo, la pilastra, vigas, diafragmas, losa, acera, pretil barrera y losa de aproximación.

En cada parte del manual se muestran los conceptos de cada parte del puente, su funcionalidad, y por sobre todo los detalles estructurales del armado que necesita cada elemento y para guiar al estudiante a entender estos detalles se explicó en el manual un ejemplo del paso a paso de cómo realizar un cuadro de acero, el cual se debe incluir en los planos.

## VII. CONCLUSIONES

- 1) Se definieron las normas de acuerdo a las necesidades y requerimientos de los ingenieros obtenidos en la encuesta, la cual indicó que se debe recopilar la información de fuentes confiables, como: la norma ASSHTO LRFD Bridge Design Specification, que brinda las especificaciones principales para el diseño de puentes, también se tomó en cuenta el Manual de Estructuras Metálicas AISC LRFD que brinda las notas y detalles para estructuras metálicas, especialmente la nomenclatura y dimensiones de pernos de alta resistencia A490 y especificaciones para la soldadura y simbología que se debe incluir en los planos, para la temática de puentes de concreto se anotaron algunas definiciones del Código ACI-318-14 las cuales hablan acerca de los dobleces de barra y traslapes según los diámetros nominales de las barras, finalmente para complementar la información se tomó en cuenta el manual de SOPTRAVI el cual brinda de manera parcial, los elementos con los cuales debe contar un plano de estructuras de puente en Honduras.
- 2) En base a la encuesta y las necesidades de los ingenieros se definió el entregable de planos, el cual se compone de: Planos Generales o Topográficos que abarca, el índice de planos de puente, planta de localización general de puentes, planta y perfil de puente, planta de localización de pilotes en estribos #1,#2 y pilastra y Planos Estructurales que abarca, detalles geométricos de estribo, detalles estructurales de estribo, detalles geométricos de la pilastra, detalles estructurales de la pilastra, detalles de la viga de concreto reforzada, detalles de la viga de concreto pretensada ws-100, detalles de la viga de concreto pretensada AASHTO tipo 5, detalles estructurales de losa de puente, detalles estructurales de la acera pretil y barrera, detalles estructurales de la losa de aproximación detalles de la viga metálica.
- 3) De acuerdo con las necesidades de los catedráticos se agregó en el manual los diferentes conceptos, especificaciones y detalles estructurales de todos los elementos que componen un puente, desde los estribos, pilastra, vigas, diafragmas losa, barreras y losa de aproximación.
- 4) En base a las necesidades de los alumnos se colocaron los conceptos y detalles estructurales que componen un puente y se creó al final de cada tema una hoja que muestra las acotaciones, rotulaciones y especificaciones técnicas que se deben incluir en cada plano.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

- 1) Con este manual los catedráticos podrán referir a los alumnos a que estudien el manual como una guía complementaria, que les ayudará a entender el detallado de los refuerzos estructurales para la creación de planos de puentes de concreto reforzado, presforzado y metálico, también se debe hacer uso del manual en las clases avanzadas de estructuras, como Concreto II, ya que es en esta clase que se presentan los primeros temas de pretensado y postensado, en las clases de Estructuras I y Estructuras II, en el cual se ven más a detalle los refuerzos y uniones de viga columna, además de las estructuras metálicas y por ultimo servirá para las clases de Suelos II ya que en el manual, se observan detalles de cimentación piloteada , muros de contención entre otros detalles relevantes.

## BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO LRFD (BDS). (2010). *AASHTO LRFD bridge design specification (BDS)*. U.S.A. Obtenido de [https://www.oaxaca.gob.mx/sinfra/wp-content/uploads/sites/14/2016/02/AASHTO-LRFD\\_Bridge\\_Design\\_Specifications\\_2010.pdf](https://www.oaxaca.gob.mx/sinfra/wp-content/uploads/sites/14/2016/02/AASHTO-LRFD_Bridge_Design_Specifications_2010.pdf)
- ACI 318. (2014). *CODIGO ACI – 318S – 14*. U.S.A. Obtenido de [https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci\\_318s\\_14\\_en\\_espanol.pdf](https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf)
- Adobe. (2021). *Adobe: Creative, Marketing and Document Management Solutions*. . Obtenido de <https://www.adobe.com/>
- AISC LRFD. (1994). *Manual of Steel Construction AISC Load Resistance Factor Design*. U.S.A: American Institute of Steel Construction, Inc.
- Aridos Mengibar. (s.f.). *Construccion de Puentes*. Obtenido de <http://aridosmengibar.com/proyecto/construccion-de-puentes/>
- Autodesk. (2021a). *Autodesk. AutoCAD for Mac y AutoCAD para Windows | Software CAD 2D/3D | Autodesk*. Obtenido de <https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview?term=1-YEAR&support=null>
- Barahona, R., Chavez, D., & Nataren, A. (2020). *Manual de Representación para Proyectos de Graduación en las Áreas de Agua y Saneamiento y Vías de Comunicación para la Carrera de Ingeniería Civil UNITEC*. UNITEC, S.P.S.
- Cárdenas Grisales, J. (2015). *Diseño geométrico de carreteras*. Ecoe Ediciones.

Colorado Department of Transportation. (2021). *The Colorado Department of Transportation (CDOT) Bridge Design Manual (BDM)*. Colorado, U.S.A. Obtenido de [https://www.codot.gov/library/bridge/bridgemanuals/design\\_manual/cdot\\_bridge\\_design\\_manual\\_2021\\_04.pdf](https://www.codot.gov/library/bridge/bridgemanuals/design_manual/cdot_bridge_design_manual_2021_04.pdf)

Construcciones Ecogreen. (s.f.). *Muros de Concreto Ciclopeo*. Obtenido de <http://www.tumuro.com/muros-de-ciclopeos.html>

Cotton, P. (2016). *Consideraciones para el diseño de rampas para frenado de emergencia en carreteras*. . Universidad de San Carlos de Guatemala.

CRAI. (2021). *Busqueda: "Manual de Dibujo para la Representación de Puentes"*. S.P.S. Obtenido de <https://crai.unitec.edu/>

Cyrogas Grupo Indura. (s.f.). *Propiedades del Electrodo E7018*. Obtenido de <http://www.cryogas.com.co/Descargar/INDURA%207018%20RH%20%E2%80%93%20AWS%20E-7018?path=%2Fcontent%2Fstorage%2Fco%2Fbiblioteca%2F5704e1aab61e45829b21c0d1e116a28b.pdf>

El blog del ingeniero civil. (s.f.). *PROCESOS CONSTRUCTIVOS: PUENTES. VIADUCTOS DE VIGAS PREFABRICADAS*. Obtenido de <https://elblogingenierocivil.wordpress.com/2014/06/03/semana-6-procesosconstructivos-puentes-viaductos-de-vigas-prefabricadas/>

E-Zigurat. (s.f.). *Tutorial: Diseño sismorresistente de puentes en concreto armado*. Obtenido de <https://www.e-zigurat.com/blog/es/tutorial-construccion-sismorresistente-puentesconcreto/>

Facultad de Ingeniería . (2015). *Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Civil en el Grado Académico de Licenciatura*. UNITEC, S.P.S.

FREYSSINET. (2014). *EL PRETENSADO* . Francia . Obtenido de [http://www.freyssinet.com/freyssinet/wfreyssinet\\_sp.nsf/0/B9E46FFCCFD47C73C1257C6D004BD9E5/\\$file/C%20III%20\\_EL%20PRETENSADO%20FREYSSINET\\_SP\\_V14.PDF](http://www.freyssinet.com/freyssinet/wfreyssinet_sp.nsf/0/B9E46FFCCFD47C73C1257C6D004BD9E5/$file/C%20III%20_EL%20PRETENSADO%20FREYSSINET_SP_V14.PDF)

Freyssinet. (s.f.). *SERVICIO DE POSTENSADO - PUENTE PASAMAYITO*. Obtenido de <http://freyssinet.pe/puente-pasamayito.html>

Gaona, M. (s.f.). *Trabe AASHTO*. Obtenido de [https://www.academia.edu/12695279/Trabe\\_Aashto](https://www.academia.edu/12695279/Trabe_Aashto)

Girard, A., Sosa, M., & Murillo, R. (2020). *Guía para la Representación de Elementos Estructurales Geotécnicos y Administrativos*. UNITEC, S.P.S.

GrupoArcelorMittal. (s.f.). *Cordones de Acero Pretensado*. Obtenido de <https://www.acindar.com.ar/wp-content/uploads/2018/11/cordones-parapretensado.pdf>

Hernández Sampieri, R. F. (2010). *Metodología de la Investigación. (Quinta Edición)*. México D.F, México: McGraw-Hill.

ibtgroup. (s.f.). *Puentes Namibe*. Obtenido de <https://www.ibtgroup.com/es/puentes-namibe>  
INFRA. (2009). *Manual de Electrodo para Soldar*. Mexico. Obtenido de

[http://www.infrasur.com.mx/uploads/manuales/soldadura/manual\\_electrodos/introduccion.pdf](http://www.infrasur.com.mx/uploads/manuales/soldadura/manual_electrodos/introduccion.pdf)

INFRA Honduras. (s.f.). *Especificaciones de Electrodo E7018 y E6013*. Obtenido de <https://www.infradehonduras.com.hn/shop/consumibles/electrodo-6013-1-8-x-14-2178/>

Lin, T. (1982). *Design of Prestressed Concrete Structures 3ª edición*. Ed. John Wiley & Sons.

Mejor con Acero. (s.f.). *Propiedades de Viga W y Angulos*. Obtenido de [http://www.mejorconacero.com/wpcontent/uploads/2018/07/Tablas\\_de\\_Tension\\_Axial.pdf](http://www.mejorconacero.com/wpcontent/uploads/2018/07/Tablas_de_Tension_Axial.pdf)

MEXPRESA. (s.f.). *Dimensiones Viga Cajon*. Obtenido de [https://www.mexpresa.com/productos/vigas\\_p.php](https://www.mexpresa.com/productos/vigas_p.php)

Michael A. Grubb, Robert E. Schmidt. (2015). *Design Example 1: Three Span-Continuous Straight Composite Steel I Girder Bridge*. U.S.A: Federal Highway Administration. Obtenido de <https://www.fhwa.dot.gov/bridge/steel/pubs/hif16002/designexample01.pdf>

Microsoft. (2021). *Microsoft Office es parte de Microsoft 365*. Obtenido de <https://www.microsoft.com/es-ww/microsoft-365/microsoft-office>

Midas. (s.f.). *Precast Concrete Bridges*. Obtenido de <https://www.midasbridge.com/en/solutions/precast-concrete-bridges>

Ministerio de Fomento. (2016). *Instrucciones de Construcción*.

Ministerio de Obras Públicas. (2020). *Manual de Carreteras*.

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. (2011). *Manual de Carreteras del Paraguay (1.a*

ed.).

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Manual de Puentes – En base a AASHTO LRFD 2014*. Perú. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUAL%20DE%20PUENTES%20PDF.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUAL%20DE%20PUENTES%20PDF.pdf)

Ministerio de Transporte y Obras Publicas Ecuador. (s.f.). *Instalan vigas de hormigón armado en puentes del Anillo Vial Rural de Santo Domingo*. Obtenido de <https://www.obraspublicas.gob.ec/instalan-vigas-de-hormigon-armado-en-puentes-delanillo-vial-rural-de-santo-domingo/>

Montaje Ingenieria y Construccion. (s.f.). *Estructuras para puentes de acero*. Obtenido de <https://www.estructurasmetalicascolombia.com/construcciones-metalicas/puentes-deacero>

Montoya, D., & Garrido, V. (2020). *Criterios de diseño, seguridad y operación geométrico entre los manuales del INVIAS (Colombia), Ministerio de Fomento (España) y AASHTO (EE.UU.)*.

Mtt-Maxim. (s.f.). *Consumibles para Prefabricados de Hormigon*. Obtenido de <https://mttmaxim.com/consumibles-prefabricados-hormigon/>

N. Roy, P. Paultre, J. Proulx. (2010). *Performance-Based Seismic Retrofit of a Bridge Bent: Design and Experimental Validation*. Canada. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/237152027\\_Performancebased\\_seismic\\_retrofit\\_of\\_a\\_bridge\\_bent\\_Design\\_and\\_experimental\\_validation](https://www.researchgate.net/publication/237152027_Performancebased_seismic_retrofit_of_a_bridge_bent_Design_and_experimental_validation) Pinturas-sylpyl. (s.f.). *Sistema de Proteccion Anticorrosivo*. Obtenido de <http://pinturas-sylpyl.mx/>

Ramírez, J. (2015). *Diseño de rampas de emergencia para frenado en carreteras*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Secretaria de Comunicaciones y Transporte. (2018). *Manual para Inspección de Puentes*. Mexico.

Obtenido de

[http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual\\_de\\_Inspeccion\\_de\\_Puentes/Manual\\_de\\_Inspeccion\\_de\\_Puentes.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual_de_Inspeccion_de_Puentes/Manual_de_Inspeccion_de_Puentes.pdf)

Serquén, A. (2012). *Puentes con AASHTO-LRFD 2010 por MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén*. Peru.

Obtenido de [https://www.academia.edu/30075087/Con\\_AASHTO-LRFD\\_2010\\_Fifth\\_Edition](https://www.academia.edu/30075087/Con_AASHTO-LRFD_2010_Fifth_Edition)

SIECA. (2011). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (3.a ed.)*.

SIECA. (2014). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito*.

SOPTRAVI Tomo 6. (1996). *Manual de Carreteras, Tomo 6: Drenajes y Puentes*. Obtenido de

<https://www.tsc.gob.hn/biblioteca/index.php/manuales/646-manual-de-carreteras>

SOPTRAVI Tomo 7. (1996). *Manual de Carreteras, Tomo 7: Planos de Obra Tipo*. Obtenido de

<https://www.tsc.gob.hn/biblioteca/index.php/manuales/646-manual-de-carreteras>

steelmartusa. (s.f.). *Dimensiones de Viga Metalica W*. Obtenido de

<https://steelmartusa.com/web2017/?page=productstable&category=60&fam=84>

Structural Guide. (s.f.). *Plate-Girder*. Obtenido de <https://www.structuralguide.com/plate-girder/>

Tecno Instalaciones. (s.f.). *Tabla de Dimensiones Pernos Nelson*. Obtenido de

<https://tecnoinstalaciones.com/pernos-nelson/>

Tornillos Especializados de Occidente S.A. (s.f.). *Perno A490 Y A325*. Obtenido de <http://www.tornillosespecializados.com/tornillos.php>

Trabis. (s.f.). *Ficha-Tecnica-Trabe-Aashto*. Obtenido de <https://www.trabis.com.mx/soluciones/trabes/aashto/ficha-tecnica-trabe-aashto/>

Vasquez D., Hernandez R. (2004). *Manual para la Construcción de Puentes de Concreto*. El Salvador. Obtenido de [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2076/1/Manual\\_de\\_construcci%C3%B3n\\_de\\_puentes\\_de\\_concreto.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2076/1/Manual_de_construcci%C3%B3n_de_puentes_de_concreto.pdf)

Vietnam Vetiver Network. (s.f.). *VETIVER GRASS SYSTEM*. Obtenido de <http://vetiver.com.vn/vetiver-grass-system/>

Viprocosa. (s.f.). *Trabe T y TT*. Obtenido de <http://www.viprocosa.com/portfolio/trabe-t-y-tt/>

Vwcable. (s.f.). *Cable para Hormigon Pretensado*. Obtenido de <https://es.vwcable.com/prestressed-concrete-steel-strand-guy-wire-cable/>

Wirerope. (s.f.). *Cordon de Acero para Hormigon Pretensado Especificaciones*. Obtenido de <http://wirerope-es.com/1-18-prestressed-strand/>

Zoom Video. (2021). *Zoom Video*. Obtenido de <https://zoom.us/>

# ANEXOS

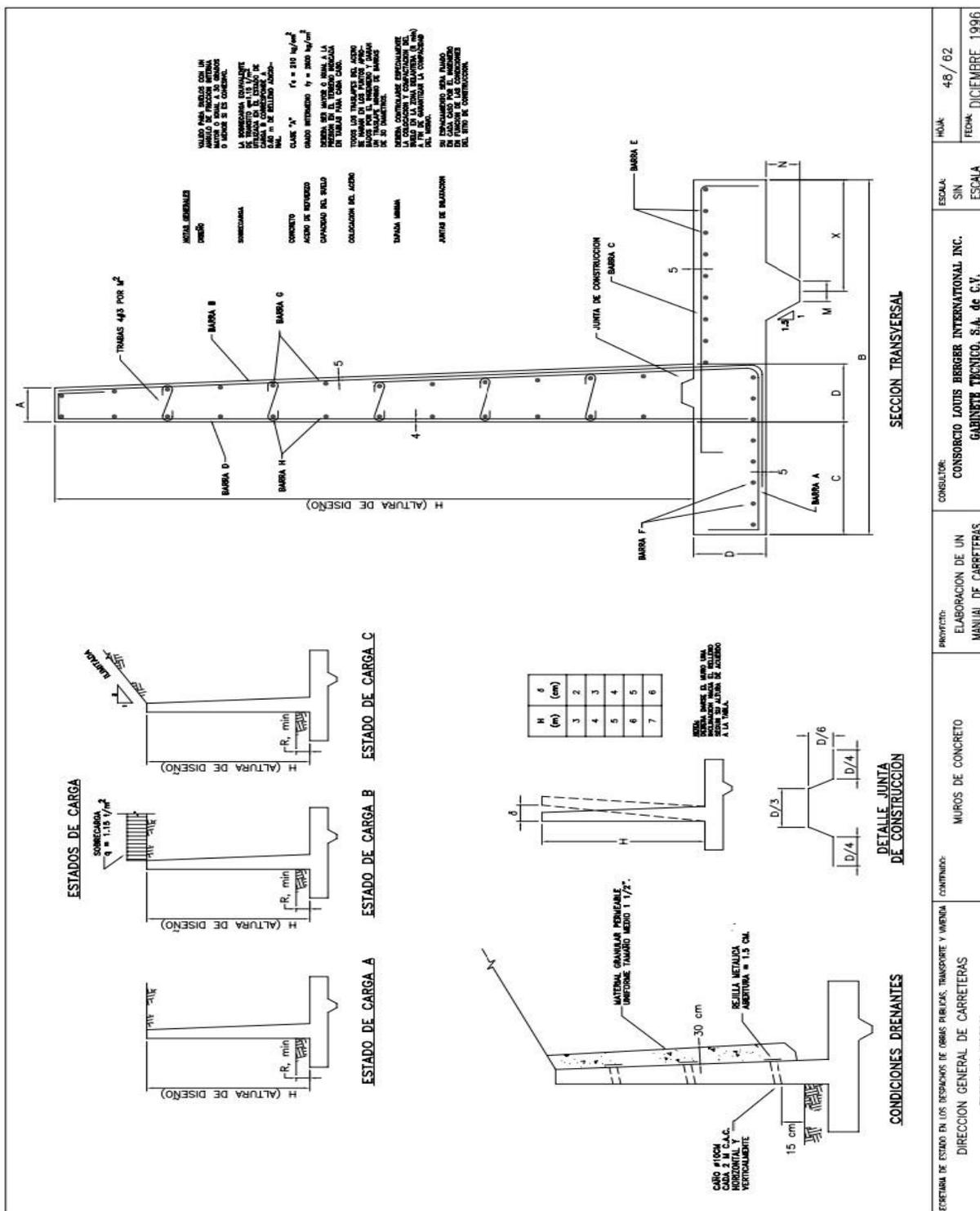


Ilustración 1 - Detalles de muro de concreto

(SOPTRAVI Tomo 7,1996)

ESTADO DE CARGA A										ESTADO DE CARGA B										ESTADO DE CARGA C									
H (m)	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	7.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	7.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	7.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00						
A (m)	0.20	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30	0.20	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30	0.20	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30	0.20	0.25	0.30	0.30	0.30						
B (m)	1.55	2.00	2.55	3.05	3.55	3.55	1.75	2.30	2.85	3.30	3.80	3.80	1.90	2.60	3.20	3.80	3.20	3.80	1.90	2.60	3.20	3.80	4.50						
C (m)	0.55	0.70	0.85	1.05	1.30	1.30	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.40	0.55	0.75	0.95	1.15	1.35	0.55	0.75	0.95	1.15	1.35							
D (m)	0.30	0.40	0.50	0.55	0.60	0.60	0.35	0.45	0.55	0.60	0.65	0.65	0.35	0.45	0.55	0.60	0.65	0.35	0.45	0.55	0.60	0.65							
M (m)	0.20	0.30	0.30	0.35	0.35	0.35	0.25	0.30	0.30	0.30	0.35	0.40	0.25	0.30	0.30	0.30	0.35	0.40	0.25	0.30	0.30	0.35	0.40						
N (m)	0.20	0.25	0.25	0.30	0.35	0.35	0.20	0.25	0.25	0.30	0.35	0.40	0.20	0.25	0.25	0.30	0.35	0.40	0.20	0.25	0.25	0.30	0.35	0.40					
X (m)	0.45	0.60	0.65	1.00	1.20	1.20	0.45	0.70	0.95	1.10	1.25	1.25	0.50	0.90	1.00	1.25	1.50	0.50	0.90	1.00	1.25	1.50	1.50						
BARRA A	#6 A 50	#7 A 46	#7 A 32	#8 A 30	#10 A 34	#10 A 34	#6 A 40	#7 A 38	#8 A 34	#9 A 30	#11 A 34	#11 A 30	#6 A 46	#7 A 40	#8 A 34	#9 A 28	#11 A 30	#6 A 46	#7 A 40	#8 A 34	#9 A 28	#11 A 30							
	X = 86	X = 100	X = 125	X = 152	X = 180	X = 87	X = 147	X = 117	X = 147	X = 173	X = 200	X = 194	X = 82	X = 112	X = 142	X = 168	X = 194	X = 82	X = 112	X = 142	X = 168	X = 194							
	Y = 175	Y = 240	Y = 300	Y = 360	Y = 405	Y = 405	Y = 175	Y = 240	Y = 300	Y = 360	Y = 405	Y = 405	Y = 175	Y = 240	Y = 300	Y = 360	Y = 405	Y = 175	Y = 240	Y = 300	Y = 360	Y = 405							
BARRA B	#6 A 50	#7 A 46	#7 A 32	#8 A 30	#10 A 34	#10 A 34	#6 A 40	#7 A 38	#8 A 34	#9 A 30	#11 A 34	#11 A 30	#6 A 46	#7 A 40	#8 A 34	#9 A 28	#11 A 30	#6 A 46	#7 A 40	#8 A 34	#9 A 28	#11 A 30							
	X = 55	X = 65	X = 80	X = 80	X = 90	X = 90	X = 60	X = 70	X = 85	X = 85	X = 95	X = 95	X = 60	X = 70	X = 85	X = 85	X = 95	X = 60	X = 70	X = 85	X = 85	X = 95							
	Y = 320	Y = 430	Y = 540	Y = 645	Y = 750	Y = 750	Y = 325	Y = 435	Y = 545	Y = 650	Y = 755	Y = 755	Y = 325	Y = 435	Y = 545	Y = 650	Y = 755	Y = 325	Y = 435	Y = 545	Y = 650	Y = 755							
BARRA C	#4 A 25	#4 A 17	#5 A 16	#6 A 15	#6 A 21	#6 A 21	#4 A 20	#5 A 19	#7 A 25	#7 A 20	#9 A 23	#9 A 14	#5 A 17	#7 A 20	#8 A 17	#9 A 14	#11 A 14	#5 A 17	#7 A 20	#8 A 17	#9 A 14	#11 A 14							
	X = 125	X = 155	X = 195	X = 225	X = 250	X = 250	X = 150	X = 175	X = 210	X = 235	X = 265	X = 290	X = 160	X = 210	X = 250	X = 290	X = 340	X = 160	X = 210	X = 250	X = 290	X = 340							
	Y = 20	Y = 30	Y = 40	Y = 45	Y = 50	Y = 50	Y = 25	Y = 35	Y = 45	Y = 50	Y = 55	Y = 55	Y = 25	Y = 35	Y = 45	Y = 50	Y = 55	Y = 25	Y = 35	Y = 45	Y = 50	Y = 55							
BARRA D	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#3 A 20	#3 A 20	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#3 A 20	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20							
	X = 10	X = 15	X = 20	X = 20	X = 20	X = 10	X = 10	X = 15	X = 20	X = 20	X = 20	X = 20	X = 10	X = 15	X = 20	X = 20	X = 20	X = 10	X = 15	X = 20	X = 20	X = 20							
	Y = 320	Y = 430	Y = 540	Y = 645	Y = 750	Y = 750	Y = 325	Y = 435	Y = 545	Y = 650	Y = 755	Y = 755	Y = 325	Y = 435	Y = 545	Y = 650	Y = 755	Y = 325	Y = 435	Y = 545	Y = 650	Y = 755							
BARRA E	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#3 A 20	#3 A 20	#3 A 20	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#4 A 30	#4 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#4 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#4 A 25							
BARRA F	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#3 A 20	#3 A 20	#3 A 20	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#4 A 30	#4 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#4 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#4 A 25							
BARRA G	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#3 A 20	#3 A 20	#3 A 20	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#4 A 30	#4 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#4 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#4 A 25							
BARRA H	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#3 A 20	#3 A 20	#3 A 20	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#4 A 30	#4 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#4 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 25	#3 A 20	#4 A 25							
CONCRETO (m <sup>3</sup> /m)	1.28	2.22	3.39	4.39	5.48	5.48	1.51	2.55	3.81	4.85	6.02	6.52	1.64	2.69	4.04	5.18	6.52	1.64	2.69	4.04	5.18	6.52							
ACERO TOTAL (kg/m)	68	111	184	289	441	441	80	133	226	345	535	762	84	153	272	461	762	84	153	272	461	762							
R mín. (m)	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	0.50	0.25	0.30	0.40	0.55	0.85	1.00	0.40	0.60	0.75	0.85	1.00	0.40	0.60	0.75	0.85	1.00							
PRESION MAX. EN TERRENO (kg/cm <sup>2</sup> )	0.96	1.37	1.67	1.94	2.17	2.17	1.19	1.49	1.77	2.09	2.36	2.61	1.64	1.75	2.20	2.61	2.95	1.64	1.75	2.20	2.61	2.95							

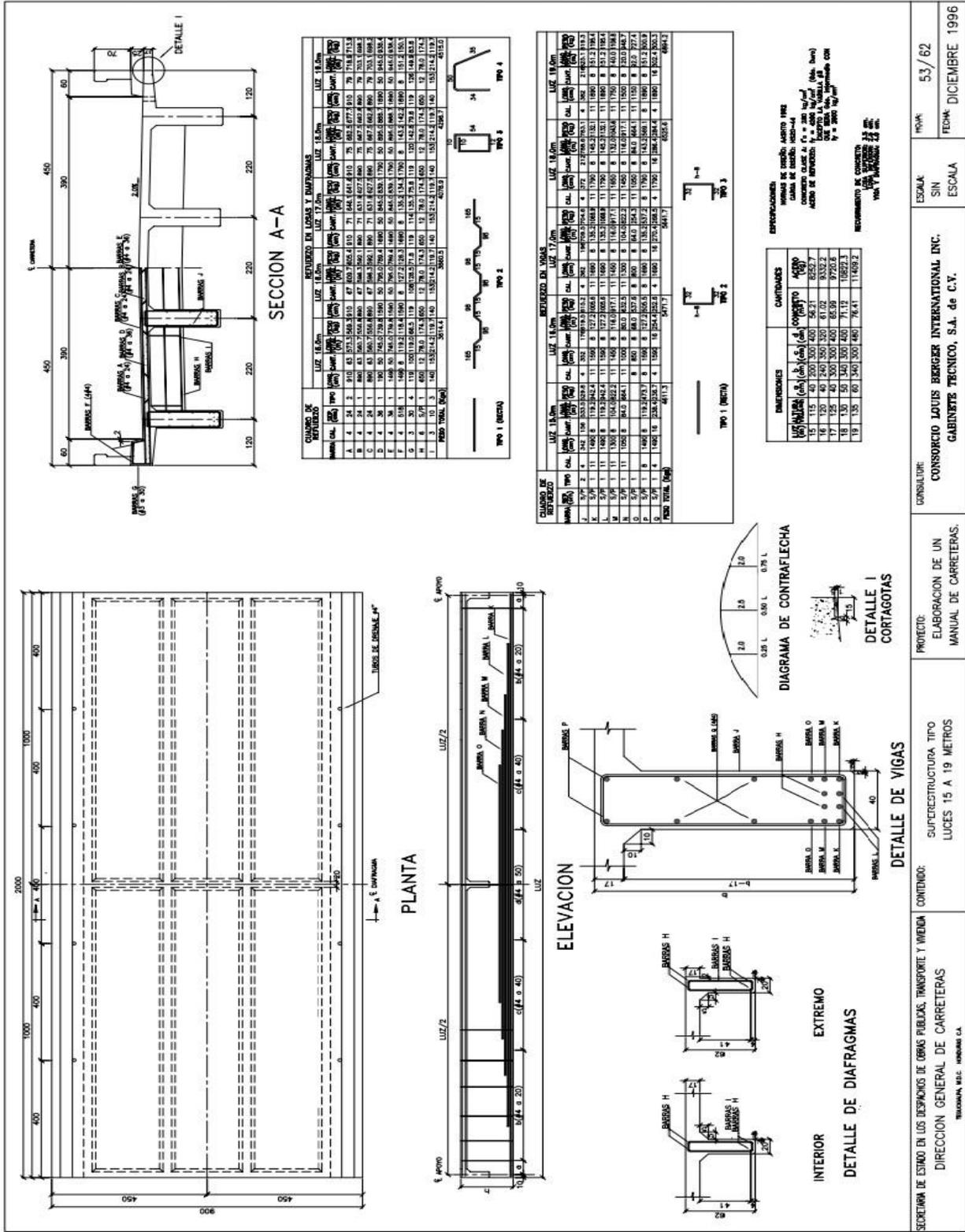
\* = DIMENSIONES EN CENTIMETROS  
# = CALIBRE ASTM

SECRETARIA DE ESTADO EN LOS DEPARTAMENTOS DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA	CONTENIDO:	PROYECTO:	CONSULTOR:	ESCALA:	HOJA:
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS	MUROS DE CONCRETO DEFINICION GEOMETRICA Y MATERIALES	ELABORACION DE UN MANUAL DE CARRETERAS.	CONSORCIO LOUIS BERGER INTERNACIONAL INC. GABINETE TECNICO, S.A. de C.V.	SIN ESCALA	49 / 62
MISION, V.E. INDIANA S.A.					FECHA: DICIEMBRE 1996



(SOPTRAVI Tomo 7,1996)

(SOPTRAVI Tomo 7,1996)



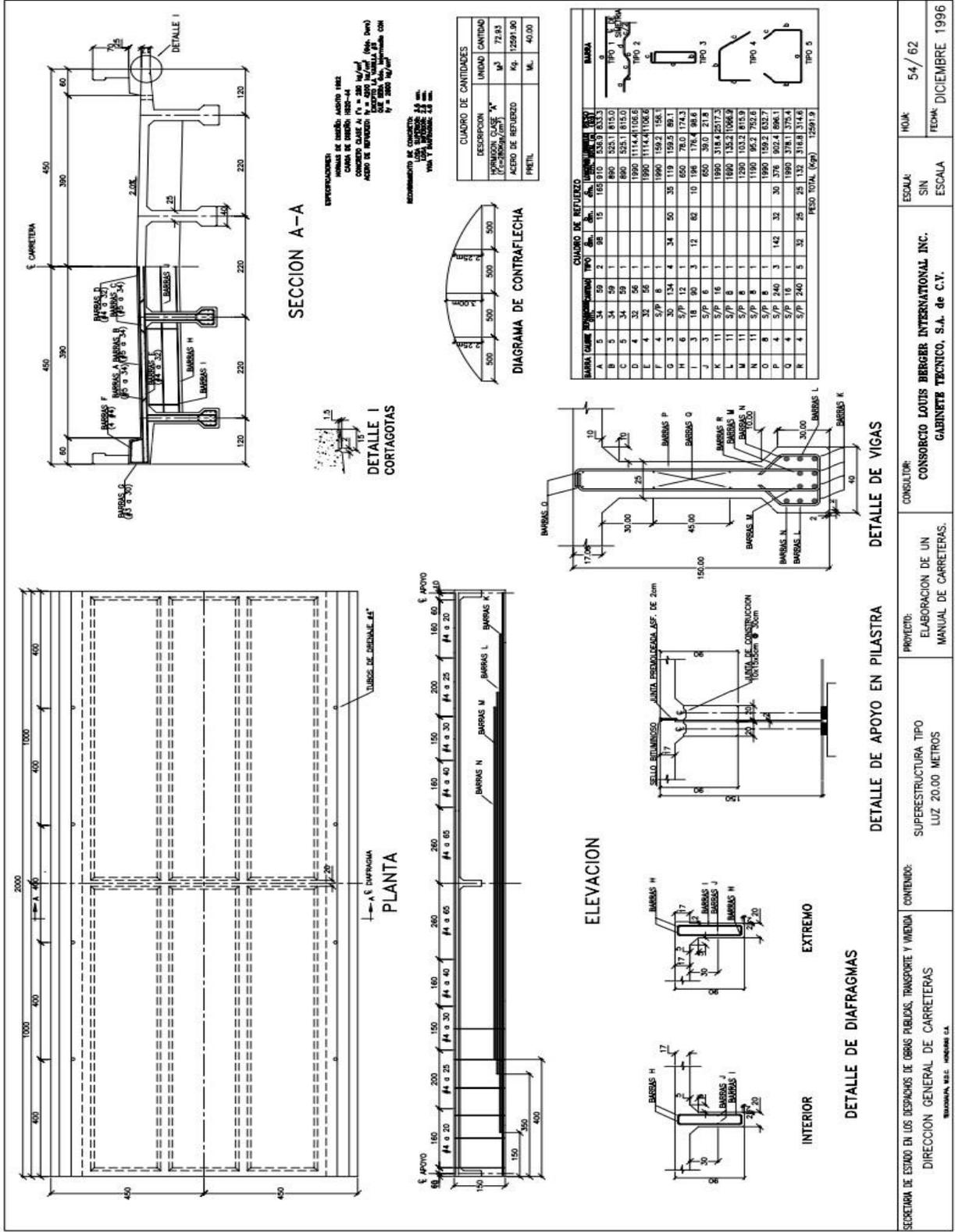


Ilustración -

SECRETARIA DE ESTADO EN LOS DEPARTAMENTOS DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTE Y MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
BOGOTÁ, D.C. - COLOMBIA

PROYECTO: ELABORACION DE UN MANUAL DE CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA TIPO LUZ 20.00 METROS

CONSULTOR: CONSORCIO LOUIS BERGER INTERNATIONAL INC. GABINETE TECNICO, S.A. DE C.V.

ESCALA: SIN ESCALA

HOJA: 54 / 62

FECHA: DICIEMBRE 1996

## 5 Superestructura Tipo Luz 20m

**Ilustración -**

(SOPTRAVI Tomo 7,1996)



## 6 Superestructura Tipo Luz 25m

**Ilustración -**

(SOPTRAVI Tomo 7,1996)

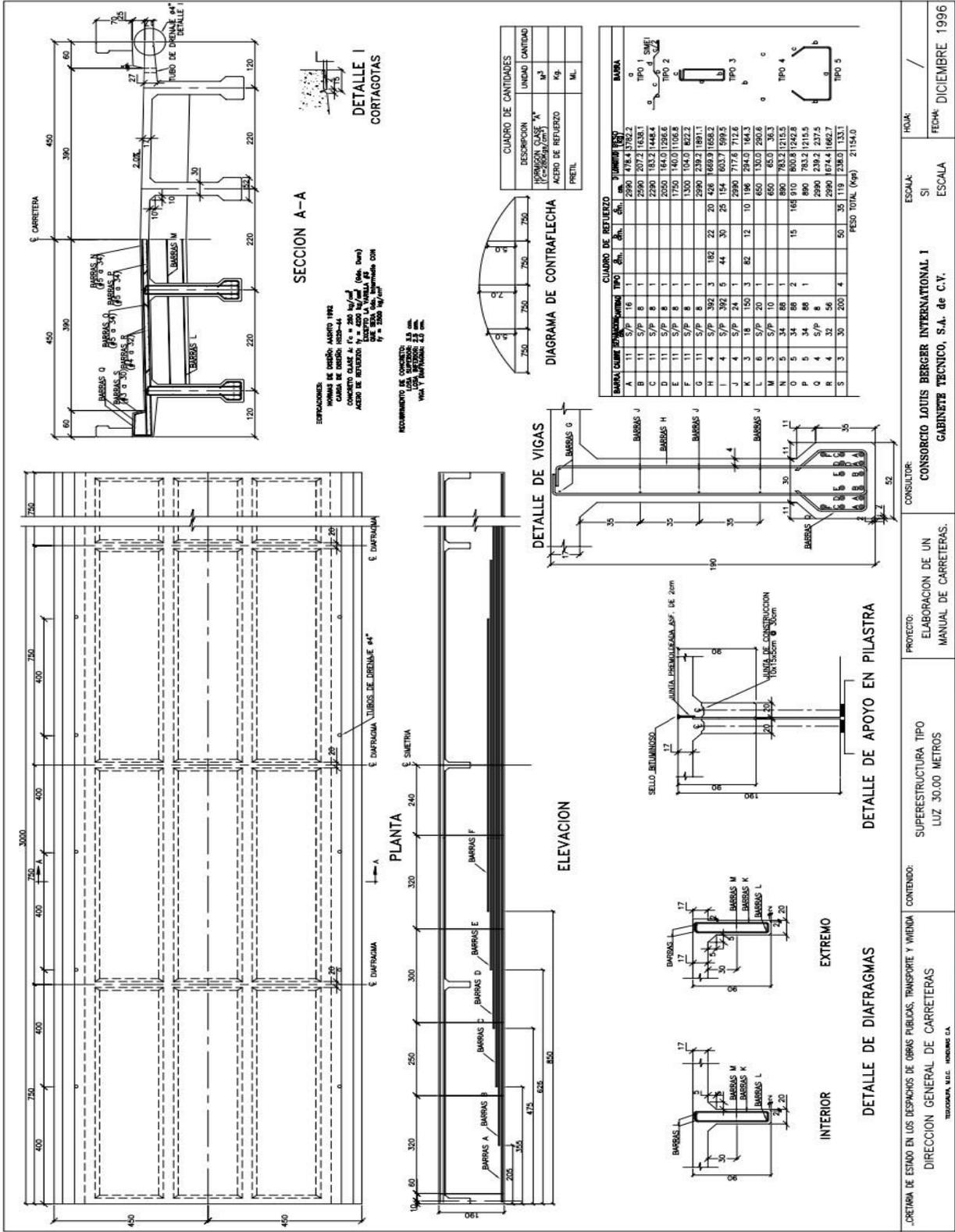
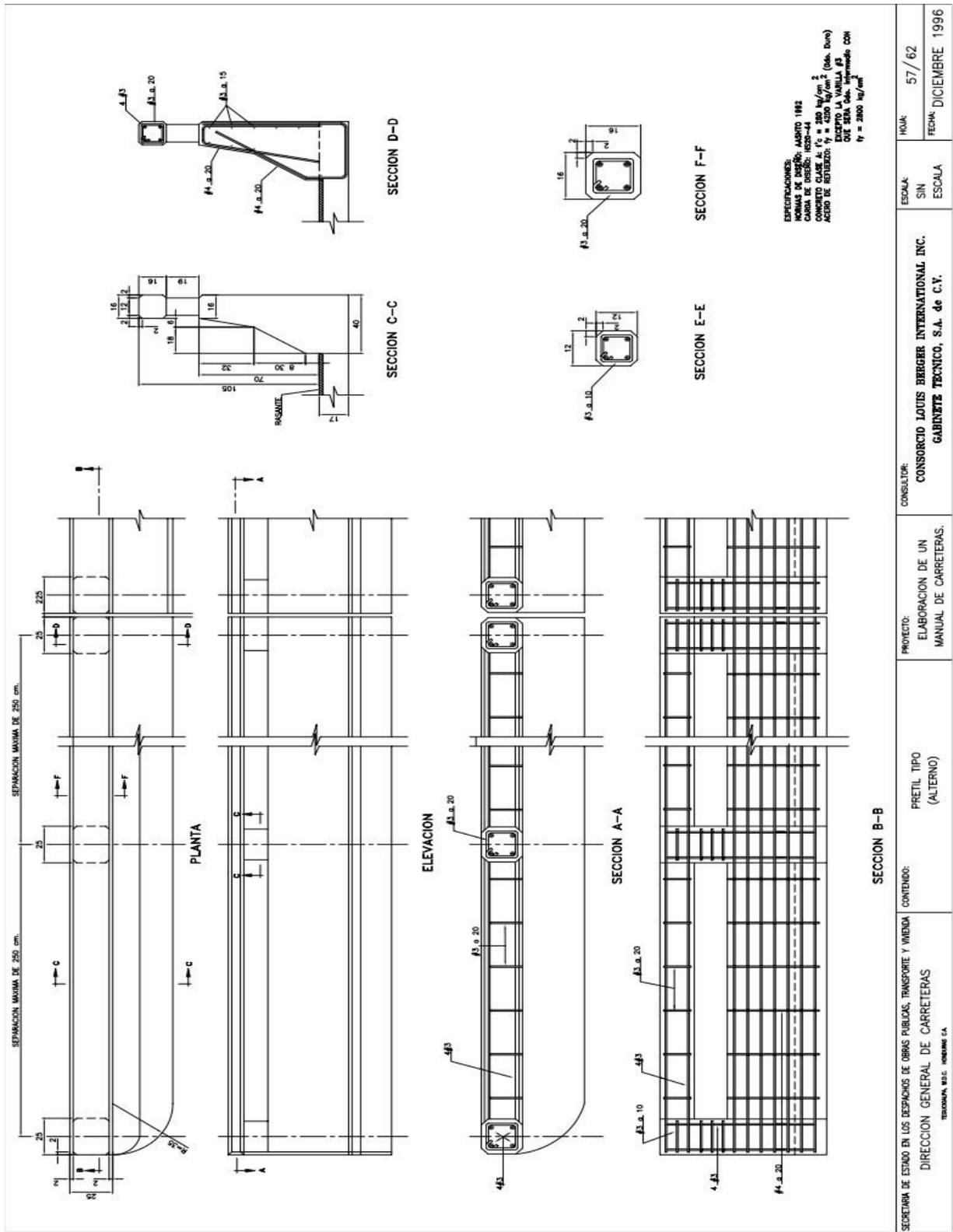


Ilustración -

## 7 Superestructura Tipo Luz 30m

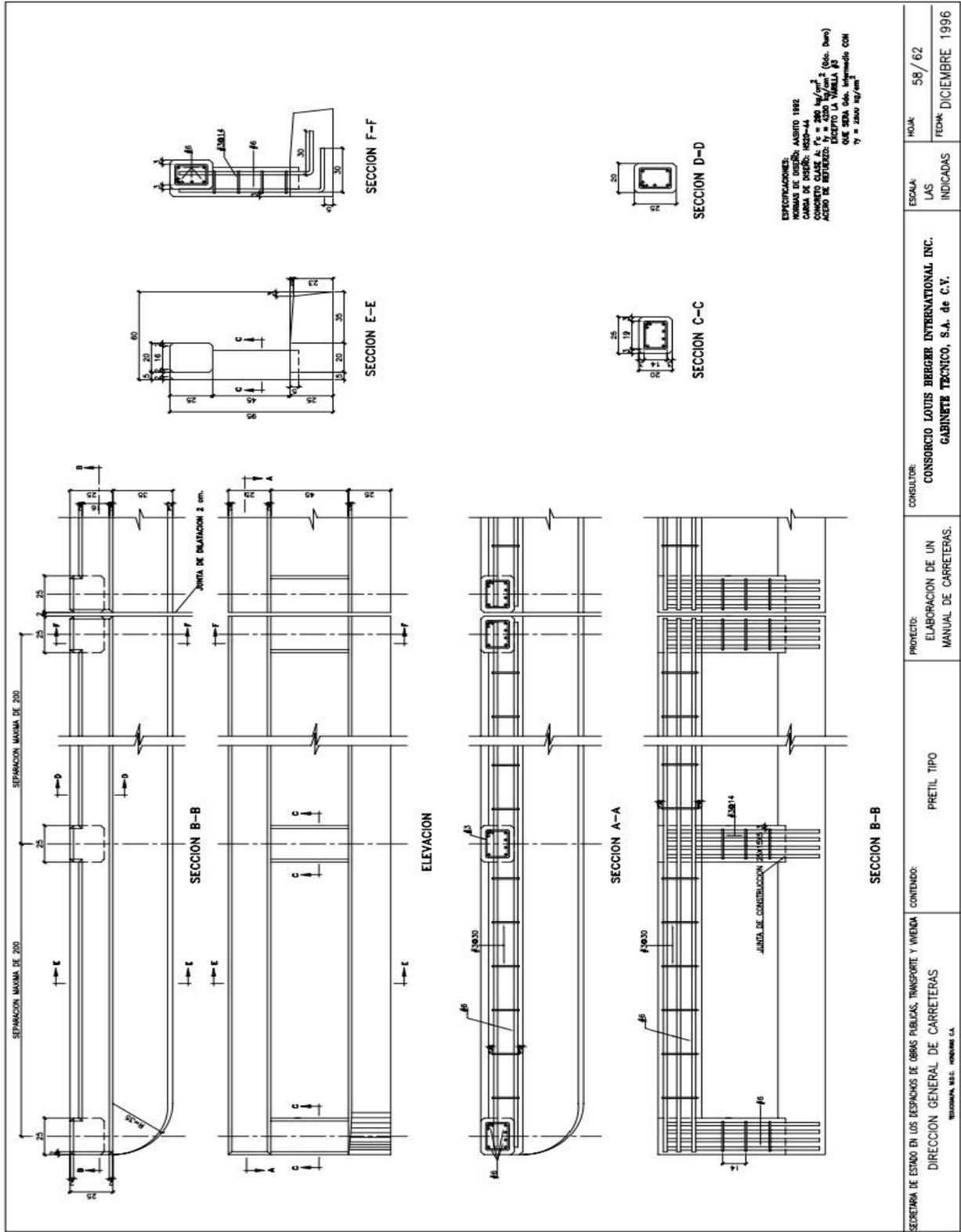
**Ilustración -**

(SOPTRAVI Tomo 7,1996)



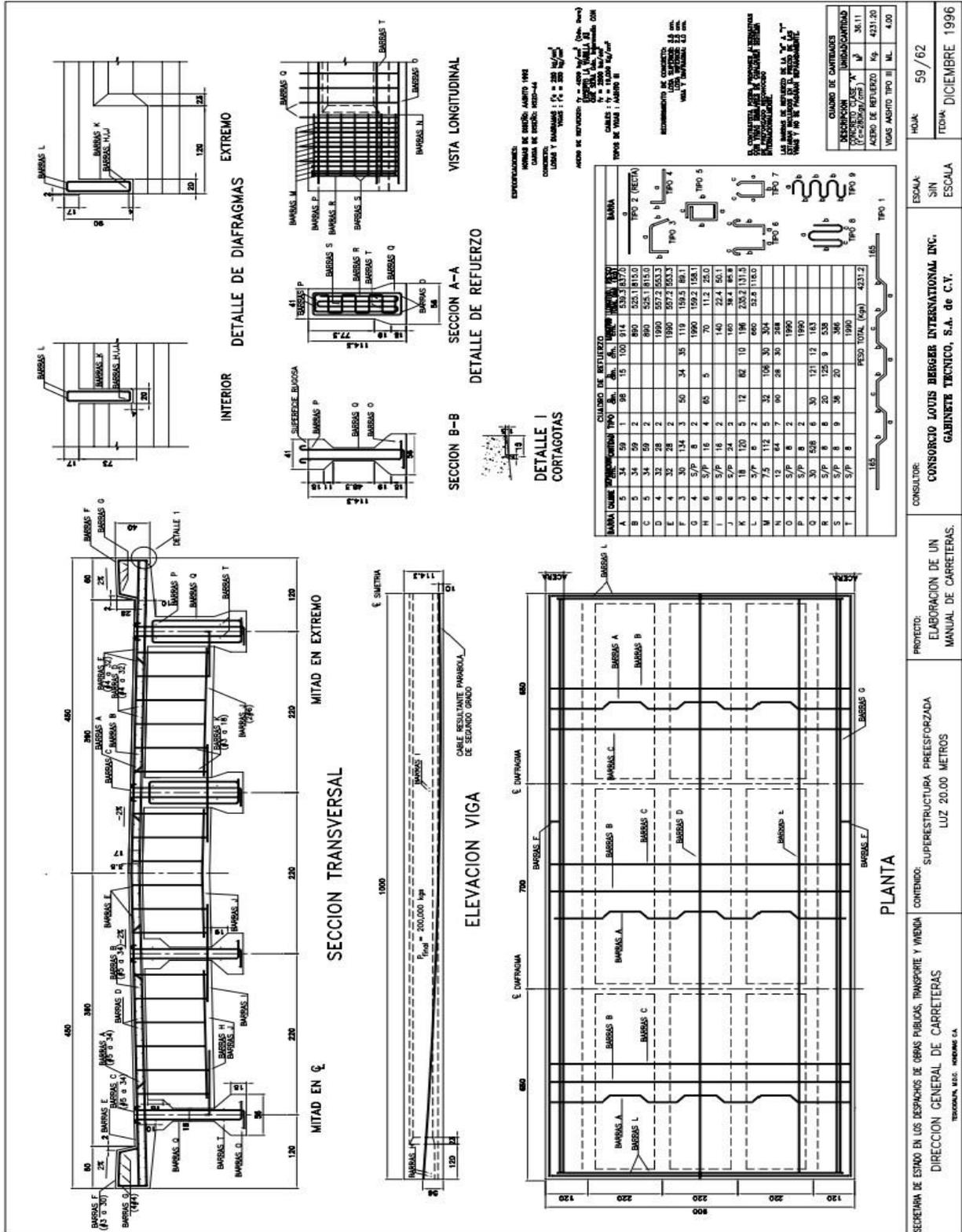
**Ilustración 8 - Detalles de Pretil**

(SOPTRAVI Tomo 7,1996)



**Ilustración 9 - Detalles de Pretil 2**

(SOPTRAVI Tomo 7,1996)



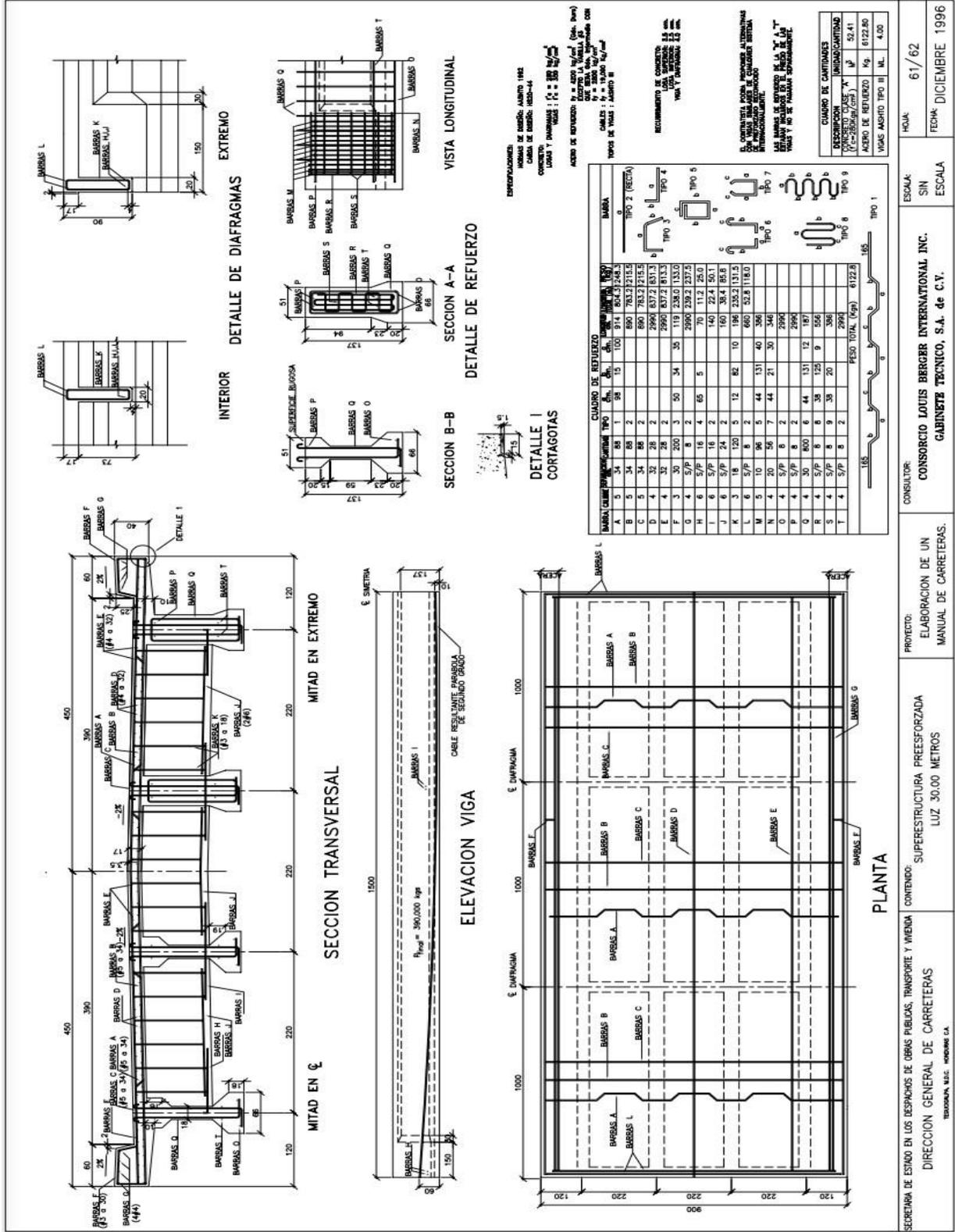
**Ilustración 10 - Superestructura Preesforzada Luz 20m**

(SOPTRAVI Tomo 7,1996)



**Ilustración 11 - Superestructura Preesforzada Luz 25m**

(SOPTRAVI Tomo 7,1996)



**Ilustración 12 - Superestructura Preesforzada Luz 30m**

(SOPTRAVI Tomo 7,1996)

DETALLE 1

DETALLE 2

DETALLE 3

**PILOTE DE CONCRETO (PUNTO DE ALIMENTO)**

ALIMENTO DE 1 PUNTO

$L' = 100$

ALIMENTO DE 2 PUNOS

$L' = 100$

DETALLE 4

DETALLE 5

**NOTAS GENERALES**

- 1- EL MÓDULO DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO A SER EN CUANTO EL TIPO DE SUELO SEAN DIFERENTES CON MATERIALES HETEROGÉNEOS Y EN ESPECIAL EN CASOS DE ALIMENTOS DE 2 PUNOS DONDE EL LARGO DE LOS ALIMENTOS DE CADA UNO DE LOS ALIMENTOS DEBE SER EL MISMO.
- 2- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 3- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 4- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 5- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 6- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 7- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 8- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 9- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 10- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 11- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 12- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 13- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 14- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 15- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 16- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 17- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 18- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 19- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.
- 20- EL TIPO DE ALIMENTO DEBE SER EL MISMO EN LOS DOS LADOS DEL TIPO PUNTO DE ALIMENTO.

**TIPOS DE PILOTES**

TIPO I

TIPO II

TIPO III

TIPO IV

TIPO V

TIPO VI

TIPO VII

TIPO VIII

TIPO IX

TIPO X

TIPO XI

TIPO XII

TIPO XIII

TIPO XIV

TIPO XV

TIPO XVI

TIPO XVII

TIPO XVIII

TIPO XIX

TIPO XX

TIPO XXI

TIPO XXII

TIPO XXIII

TIPO XXIV

TIPO XXV

TIPO XXVI

TIPO XXVII

TIPO XXVIII

TIPO XXIX

TIPO XXX

**CONSULTOR:**  
CONSORCIO LAUIS BERGER INTERNATIONAL INC.  
GABINETE TÉCNICO, S.A. de C.V.

**PROYECTO:**  
ELABORACION DE UN  
MANUAL DE CARRETERAS.

**CONTENIDO:**  
DETALLES DE PILOTES  
TIPO DE 45 TONS

**ESCALA:**  
SIN  
ESCALA

**HUAC:**  
62 / 62

**FECHA:**  
DICIEMBRE 1996

## Ilustración 13 - Detalles de Pilotes

(SOPTRAVI Tomo 7,1996)