

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA.

Facultad de Ciencias Exactas Físicas y  
Naturales.



PRACTICA SUPERVISADA.

**“ANALISIS Y EJECUCIÓN DEL BOULEVARD 9 DE  
JULIO-YERBA BUENA TUCUMAN”**

**Autor:** Romanini, Bruno.

**Tutor:** Ing. Pozzi, Cecilia.

**Tutor Externo:** Ing. Cruz, Roberto.

**Fecha:** 04 de Agosto de 2015.

**INDICE:**

INDICE DE FIGURAS: ..... 3

INDICE DE TABLAS: ..... 8

INDICE DE PLANO: ..... 9

INDICE DE PLANILLAS: ..... 9

AGRADECIMIENTOS: ..... 10

INTRODUCCION:..... 12

OBJETIVOS: ..... 12

RESUMEN: ..... 11

CAPITULO N°1:“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL PROYECTO DE OBRA DE DESAGUE PLUVIAL BOULEVARD 9 DE JULIO.” ..... 16

    1.- INTRODUCCIÓN DE CAPITULO: ..... 16

    2.- METODOLOGIA: ..... 16

    3.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: ..... 16

    3.1.- Descripción de obra Técnica:..... 16

        3.2.- Metodología de Diseño para el Colector Principal: ..... 20

        3.3-CAPACIDAD DE LOS COLECTORES SECUNDARIOS: ..... 46

            3.3.1-Colector Güemes: ..... 47

            3.3.2.- Colector Chacho Peñaloza: ..... 50

            3.3.3.- Colector Rubén Darío-Lantanas: ..... 53

            3.3.4.- Colector Andrés Villa: ..... 56

CAPITULO N°2:“RELEVAMIENTO TOPOGRAFICO Y TRABAJOS PRELIMINARES” ..... 59

    1.-INTRODUCCION DEL CAPÍTULO: ..... 59

    2.-METODOLOGIA: ..... 59

    3.- METODOS EMPLEADOS: ..... 68

        3.1- Método del Área Media:..... 68

        3.2.-Nivelación Geométrica: ..... 69

    4.-REPLANTEO DEL BORDE DE EXCAVACIÓN: ..... 70

CAPITULO N°3:“ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE INTERFERENCIA” ..... 73

    1.-INTRODUCCIÓN DEL CAPÍTULO: ..... 73

    2.-PROGRAMACIÓN DE OBRAS E INTERFERENCIAS: ..... 73

    2.-METODOLOGIA: ..... 74

    3.-EJEMPLOS..... 76

CAPITULO N°4:“EJECUCIÓN DEL CANAL” .....	95
1.- INTRODUCCIÓN.....	95
2.-METODOLOGIA: .....	95
3.-ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS:.....	105
4.- FORMA DE PAGO: .....	106
CONCLUSIONES:.....	110
BIBLIOGRAFÍA:.....	111
ANEXO: .....	112

**INDICE DE FIGURAS:**

<b>Figura N°1:</b> Ubicación de la obra.   Provincia de Tucumán-Google Maps .....	<b>11</b>
<b>Figura N°2:</b> Ubicación de la obra. Ciudad de Yerba Buena-Google Maps .....	<b>12</b>
<b>Figura N°3:</b> Ubicación de la obra- Bv 9 De Julio-Google Maps. ....	<b>12</b>
<b>Figura N°4:</b> Foto de las consecuencias de la lluvia del 12/02/2001- LA GACETA (12/02/2001). ....	<b>13</b>
<b>Figura N°5:</b> Foto de las consecuencias de la lluvia del Marzo de 2015. LA GACETA (07/03/2015). ....	<b>13</b>
<b>Figura N°6:</b> Foto de las consecuencias de la lluvia del Marzo de 2015. LA GACETA (07/03/2015). ....	<b>14</b>
<b>Figura N°1-1:</b> Plano General. ....	<b>17</b>
<b>Figura N°1-2:</b> Figura explicativa de la ecuación de energía. Clase HEC-RAS, Catedra Hidráulica Fluvial, UBA (2011). ....	<b>22</b>
<b>Figura N°1-3:</b> Subdivisión de las secciones transversales. Clase HEC-RAS, Catedra Hidráulica Fluvial, UBA (2011). ....	<b>23</b>
<b>Figura N°1-4:</b> Coeficiente de Energía de Velocidad. Clase HEC-RAS, Catedra Hidráulica Fluvial, UBA (2011). ....	<b>24</b>
<b>Figura N°1-5:</b> Ejemplo del Método Stándar Por Pasos. Ven Te Chow Hidraulica de Canales Abiertos- (2004). Pag 264. ....	<b>25</b>
<b>Figura N°1-6:</b> HEC-RAS: traza tentativa. ....	<b>26</b>
<b>Figura N°1-7:</b> HEC-RAS: geometría de la sección. ....	<b>26</b>
<b>Figura N°1-8:</b> Ubicación del proyecto. Estudio Hidrológico Boulevard 9 de Julio (2013)..	<b>28</b>
<b>Figura N°1-9:</b> Cuenca de aporte proyectada. Área = 2,86km <sup>2</sup> . Estudio Hidrológico Boulevard 9 de Julio (2013). ....	<b>29</b>
<b>Figura N°1-10:</b> Cuenca de aporte real hasta construcción actual. Área = 3.66km <sup>2</sup> . Estudio Hidrológico Boulevard 9 de Julio (2013). ....	<b>29</b>
<b>Figura N°1-11:</b> Abatimiento de Precipitaciones Puntuales. Estudio Hidrológico Boulevard 9 de Julio (2013). ....	<b>31</b>

<b>Figura Nº 1-12:</b> Hietograma Adimensionalizado de estación Yerba Buena del 12/02/2001. Estudio Hidrológico Boulevard 9 de Julio (2013). .....	<b>32</b>
<b>Figura Nº1-13:</b> distribución Temporal en cada estación. Estudio Hidrológico Boulevard 9 de Julio (2013). .....	<b>34</b>
<b>Figura Nº1-14:</b> Perfil Longitudinal de flujo con caudales de 25 años de recurrencia. ....	<b>39</b>
<b>Figura Nº1-15:</b> Perfil Longitudinal de Velocidades para caudales de 25 años de recurrencia. ....	<b>40</b>
<b>Figura Nº1-16:</b> Perfil Longitudinal de flujo con caudales de 10 años de recurrencia. ....	<b>43</b>
<b>Figura Nº1-17:</b> Perfil Longitudinal de Velocidades para caudales de 10 años de recurrencia. ....	<b>44</b>
<b>Figura Nº1-18:</b> Perfil longitudinal de colector Güemes, recurrencia 25 años. ....	<b>47</b>
<b>Figura Nº1-19:</b> Perfil de velocidades de colector Güemes, recurrencia 25 años. ....	<b>48</b>
<b>Figura Nº1-20:</b> Perfil longitudinal de colector Chacho Peñaloza, recurrencia 25 años ....	<b>50</b>
<b>Figura Nº1-21:</b> Perfil de velocidades de colector Chacho Peñaloza, recurrencia 25 años. ....	<b>51</b>
<b>Figura Nº1-22:</b> Perfil longitudinal de colector Rubén Darío-Lantanas, recurrencia 25 años. ....	<b>53</b>
<b>Figura Nº1-23:</b> Perfil de velocidades de colector Rubén Darío-Lantanas, recurrencia 25 años. ....	<b>54</b>
<b>Figura Nº1-24:</b> Perfil longitudinal de colector Andrés Villa, recurrencia 25 años. ....	<b>56</b>
<b>Figura Nº1-25:</b> Perfil de velocidades de colector Andrés Villa, recurrencia 25 años. ....	<b>57</b>
<b>Figura Nº2-1:</b> Perfil Longitudinal. ....	<b>60</b>
<b>Figura Nº2-2:</b> ubicación de los perfiles-tramo 6. ....	<b>61</b>
<b>Figura Nº2-3:</b> Perfil transversal del terreno. ....	<b>61</b>
<b>Figura Nº2-4:</b> Perfil trasversal con sección del canal ....	<b>61</b>
<b>Figura Nº2-5:</b> Instrumento Utilizado. ....	<b>62</b>
<b>Figura Nº2-6:</b> Nivel estacionado para replantear eje y borde de excavación. ....	<b>62</b>
<b>Figura Nº2-7:</b> replanteo del eje del canal. ....	<b>63</b>
<b>Figura Nº2-8:</b> materialización de los bordes de excavación. ....	<b>63</b>

<b>Figura N°2-9:</b> extracción del suelo y traslado del mismo. ....	<b>64</b>
<b>Figura N°2-10:</b> extracción de suelo y traslado del mismo. ....	<b>65</b>
<b>Figura N°2-11:</b> Compactadores manuales.....	<b>65</b>
<b>Figura N°2-12:</b> compactación de los laterales. Se puede apreciar la realización de trabajo en uno de las márgenes. ....	<b>66</b>
<b>Figura N°2-13:</b> sección terminada con laterales sin compactar. ....	<b>66</b>
<b>Figura N°2-14:</b> compactación hasta nivel de losa. Se observa también acopio de material para la compactación de un de los laterales. ....	<b>67</b>
<b>Figura 2-15:</b> Compactación a nivel de rasante. ....	<b>67</b>
<b>Figura N°2-16:</b> método del área media. Principio de Diseño Geométrico Vial (2008).....	<b>68</b>
<b>Figura N°2-17:</b> nivelación geométrica. Instructivo para Ing. Civil. (2011) .....	<b>69</b>
<b>Figura N°2-18:</b> nivelación geométrica doble. Instructivo para Ing. Civil. (2011) .....	<b>70</b>
<b>Figura N°2-19:</b> Ubicación del trabajo de replanteo.....	<b>70</b>
<b>Figura N°2-20:</b> línea a materializar, con los putos a replantear. ....	<b>71</b>
<b>Figura N°3-1:</b> solución de interferencia (caño de agua potable).....	<b>74</b>
<b>Figura N°3-2:</b> Ubicación actual. Tendido actual de Red de 13.2 kv, línea roja. Edet Av. Guzman. ....	<b>76</b>
<b>Figura N°3-3:</b> Corte transversal. Edet Av. Guzman. ....	<b>77</b>
<b>Figura N°3-4:</b> Ubicación propuesta. Edet Av. Guzman. ....	<b>78</b>
<b>Figura N°3-5:</b> Perfil de la sección propuesta. Edet Av. Guzman.....	<b>78</b>
<b>Figura N°3-6:</b> Estructura de paso propuesta. Edet Av. Guzman.....	<b>79</b>
<b>Figura N°3-7:</b> sección de la estructura de paso propuesta. Edet Av. Guzman .....	<b>79</b>
<b>Figura N°3-8:</b> Estructura de cruce definitiva. Edet Av. Guzman. ....	<b>80</b>
<b>Figura N°3-9-a:</b> corte transversal al canal. Edet Av. Guzman.....	<b>80</b>
<b>Figura N°3-9-b:</b> detalle de viga de alojamiento. Armadura. Edet Av. Guzman.....	<b>81</b>

<b>Figura N°3-9-c:</b> detalle viga alojamiento. Armadura. Edet Av. Guzman. ....	<b>81</b>
<b>Figura N°3-10:</b> planta situación actual. EDET RD-L. ....	<b>83</b>
<b>Figura N°3-11:</b> Corte sección canal, situación actual. EDET RD-L. ....	<b>84</b>
<b>Figura N°3-12:</b> Corte- Estructura de paso propuesta. EDET RD-L. ....	<b>84</b>
<b>Figura N°3-13:</b> Sección estructura de paso propuesta. EDET RD-L. ....	<b>85</b>
<b>Figura N°3-14:</b> corte situación propuesta luego de levantamiento del cable. EDET RD-L. .....	<b>85</b>
<b>Figura N°3-15-a:</b> Corte sección canal. EDET RD-L. ....	<b>86</b>
<b>Figura N°3-15-b:</b> corte- viga alojamiento final- despiece armadura. EDET RD-L. ....	<b>86</b>
<b>Figura N°3-15-c:</b> corte- viga alojamiento final- despiece armadura. EDET RD-L. ....	<b>87</b>
<b>Figura N°3-16:</b> foto de la estructura de paso proyectada y el conducto que contiene la línea de media tensión. EDET RD-L. ....	<b>88</b>
<b>Figura N°3-17:</b> foto de la estructura de paso proyectada y el conducto que contiene la línea de media tensión. EDET RD-L. ....	<b>88</b>
<b>Figura N°3-18:</b> Ubicación de interferencia. Cloaca RD-L. ....	<b>89</b>
<b>Figura N°3-19:</b> Planta. Actual. Cloaca RD-L. ....	<b>90</b>
<b>Figura N°3-20:</b> Corte A-A. Actual. Cloaca RD-L. ....	<b>90</b>
<b>Figura N°3-21:</b> Corte B-B. Actual Cloaca RD-L. ....	<b>91</b>
<b>Figura N°3-22:</b> Perfil de Cámaras. Actual. Cloaca RD-L. ....	<b>91</b>
<b>Figura N°3-23:</b> planta. Propuesta. Cloaca RD-L. ....	<b>92</b>
<b>Figura N°3-24:</b> corte C-C. (Propuesto). Cloaca RD-L. ....	<b>92</b>
<b>Figura N°3-25:</b> corte D-D. (Propuesto). Cloaca RD-L. ....	<b>93</b>
<b>Figura N°3-26:</b> corte D-D. (Propuesto) Cloaca RD-L. ....	<b>93</b>
<b>Figura N°3-27:</b> Perfil de Cámaras propuesto. Cloaca RD-L. ....	<b>94</b>
<b>Figura N°3-28:</b> Excavación del imbornal. Cloaca RD-L. ....	<b>94</b>

<b>Figura N°4-1:</b> H-8: Terreno preparado para el colado del Hormigón de limpieza. ....	<b>95</b>
<b>Figura N°4-2:</b> H-8: varios tramos de Hormigón de limpieza terminados.....	<b>96</b>
<b>Figura N°4-3:</b> Solera: armado y encofrado. ....	<b>96</b>
<b>Figura N°4-4:</b> de arriba hacia abajo, se observa un tramo de H-8, un módulo con la armadura de solera lista, y uno con la solera ya hormigonada. ....	<b>97</b>
<b>Figura N° 4-5:</b> Tabique: armado.....	<b>97</b>
<b>Figura N° 4-6:</b> Tabique Hormigonado. ....	<b>98</b>
<b>Figura N° 4-7:</b> Losa: inicio de Trabajos de encofrado. ....	<b>98</b>
<b>Figura N° 4-8:</b> Losa: encofrado. ....	<b>99</b>
<b>Figura N° 4-9:</b> Losa: armado.....	<b>99</b>
<b>Figura N°4-10:</b> Losa: Hormigonado. ....	<b>100</b>
<b>Figura N°4-11:</b> Losa: Hormigonado con bomba. Se observa el uso de tuberías, debido a la imposibilidad de llegar con el mixer. ....	<b>100</b>
<b>Figura N°4-12:</b> Sección terminada. Se puede apreciar las juntas realizadas entra cada módulo. ....	<b>101</b>
<b>Figura N°4-13:</b> Camión Mixer.....	<b>101</b>
<b>Figura N°4-14:</b> Cono de Abrams: molde. Tecnología de los Materiales de Construcción. (2011). ....	<b>102</b>
<b>Figura N°4-15:</b> Cono de Abrams: apisonado. Tecnología de los Materiales de Construcción. (2011). ....	<b>103</b>
<b>Figura N°4-16:</b> Cono de Abrams: medición del asentamiento. Tecnología de los Materiales de Construcción. (2011). ....	<b>103</b>
<b>Figura N°4-17:</b> Cono de Abrams: tabla de valores. Tecnología de los Materiales de Construcción. (2011). ....	<b>104</b>
<b>Figura N°4-18:</b> Ensayo de compresión: molde. Tecnología de los Materiales de Construcción. (2011). ....	<b>104</b>
<b>Figura N°4-19:</b> Ensayo de compresión: curva tensión deformación resultante. Tecnología de los Materiales de Construcción. (2011) ....	<b>105</b>



**INDICE DE TABLAS:**

<b>Tabla N°1-1:</b> Características Principales del Boulevard 9 de Julio-Proyecto Ejecutivo (2013). .....	<b>18</b>
<b>Tabla N°1-2:</b> Características Principales del Colector Secundario Güemes.-Proyecto Ejecutivo. (2013) .....	<b>18</b>
<b>Tabla N°1-3:</b> Características Principales del Colector Secundario Chacho Peñaloza.- Proyecto Ejecutivo. (2013) .....	<b>19</b>
<b>Tabla N°1-4:</b> Características Principales del Colector Secundario Rubén Darío- Lantanas.- Proyecto Ejecutivo. (2013). .....	<b>19</b>
<b>Tabla N°1-5:</b> Características Principales del Colector Secundario Andrés Villa.-Proyecto Ejecutivo. (2013) .....	<b>20</b>
<b>Tabla 1-6:</b> Valores para el coeficiente n de Manning. Ven Te Chow Hidraulica de Canales Abiertos- (2004). .....	<b>27</b>
<b>Tabla 1-7:</b> Parámetros Hidráulicos Adoptados. Ven Te Chow Hidraulica de Canales Abiertos- (2004). .....	<b>27</b>
<b>Tabla 1-8:</b> Tabla I-D-R (idf). Estudio Hidrológico Boulevard 9 de Julio (2013). .....	<b>30</b>
<b>Tabla 1-9:</b> distribución espacial y temporal. Estudio Hidrológico Boulevard 9 de Julio (2013). .....	<b>33</b>
<b>Tabla 1-10:</b> Resumen de la Tormenta de Diseño. Estudio Hidrológico Boulevard 9 de Julio (2013). .....	<b>34</b>
<b>Tabla N°1-11:</b> Precipitaciones Máximas en Estación El Colmenar. Estudio Hidrológico Boulevard 9 de Julio (2013) .....	<b>35</b>
<b>Tabla N°1-12:</b> Tabla de Tormenta de Diseño cada 6 min. Estudio Hidrológico Boulevard 9 de Julio (2013) .....	<b>36</b>
<b>Tabla N°1-13:</b> Coeficientes CN del suelo. Estudio Hidrológico Boulevard 9 de Julio (2013) .....	<b>37</b>
<b>Tabla N°1-14:</b> Series de Caudales Ingresados en el Programa HEC-RAS .....	<b>38</b>
<b>Tabla N°1-15:</b> Planilla de resultados REC 25 Años 1° y 2° parte. ....	<b>41</b>
<b>Tabla N°1-16:</b> Planilla de resultados REC 25 Años 3° 4° y 5° parte. ....	<b>42</b>
<b>Tabla N°1-17:</b> Planilla de resultados REC 10 Años 1° y 2° parte .....	<b>45</b>
<b>Tabla N°1-18:</b> Planilla de resultados REC 10 Años 3° 4° y 5° parte. ....	<b>46</b>
<b>Tabla N°1-19:</b> Planilla de resultados canal Güemes REC 25 Años. ....	<b>49</b>
<b>Tabla N°1-20:</b> Planilla de resultados canal Chacho Peñaloza REC 25 Años. ....	<b>52</b>
<b>Tabla N° 1-21:</b> Planilla de resultados canal Rubén Darío-Lantanas. REC 25 Años. ....	<b>55</b>
<b>Tabla N°1-22:</b> Planilla de resultados canal Andrés Villa. REC 25 Años. ....	<b>58</b>
<b>Tabla N°2-1:</b> Brocas o Puntos Fijos. ....	<b>59</b>
<b>Tabla N°2-2:</b> Puntos replanteados. ....	<b>71</b>
<b>Tabla N°4-1:</b> Planilla de Hormigón del Certificado N°19. ....	<b>107</b>

**INDICE DE PLANO:**

- Plano N°01- PLANO GENERAL.
- Plano N°02 –SECCIÓN I.
- Plano N°03- SECCIÓN II.
- Plano N°04- SECCIÓN III.
- Plano N°05- SECCIÓN IV.
- Plano N°06- PERFIL GÜEMES Y PERFIL RUBÉN DARÍO-LANTANAS.
- Plano N°07- PERFIL C. PEÑALOZA Y PERFIL A, VILLA.
- Plano N°08- CAUDALES 10 AÑOS.
- Plano N°09- CAUDALES 25 AÑOS.
- Plano N°10- COMPARACIÓN DE CAUDALES.
- Plano N°11- REPLANTEO LINEA DE EXCAVACION.
- Plano N°12- CRUCE EDET AV. A. GUZMAN.
- Plano N°13- CRUCE EDET AV. A. GUZMAN.
- Plano N°14- CRUCE EDET RUBEN DARIO Y CARIOLA.
- Plano N°15- CLOACAS RUBEN DARIO Y CARIOLA.
- Plano N°16- CLOACAS RUBEN DARIO Y CARIOLA.
- Plano N°17- COLACAS RUBEN DARIO Y CARIOLA.

**INDICE DE PLANILLAS:**

- Planilla N°1- Volúmenes de Excavación.
- Planilla N°2- Acero.

## **AGRADECIMIENTOS:**

El presente informe marca el final de la etapa de formación inicial en la Ingeniería Civil. Llegar a esta instancia, significó dedicación, esfuerzo, perseverancia y ansias de superación. Pero soy consciente que solo no lo hubiese logrado, necesite la colaboración de personas a las cuales les agradezco infinitamente y les dedico este logro:

En primer lugar a mis Padres, Carlos y Verónica, que me brindaron los medios y todo el apoyo desde el principio hasta el final de la carrera. A mis Hermanos, Carla Franco y Fiorella, cada uno aportó lo suyo. Pero fue con Carla con quien viví y compartí el día a día. A mi novia Ayelen por su apoyo en este último tiempo.

También quiero agradecer a tíos, primos, abuelos, que siempre estuvieron presentes.

Agradezco a mis amigos de la infancia, a los que conocí desde el primer día de clases, a otros que se sumaron durante el trayecto. A compañeros que se transformaron en amigos a lo largo de la carrera, logrando siempre salir adelante.

También siento el deseo de agradecer a todos los profesores que me brindaron su dedicación, sabiduría, cariño, y por qué no su amistad, en todos los niveles educativos.

A la Ing. Cecilia Pozzi, quien fue mi guía y consejera durante la elaboración de este informe.

Agradezco y doy un abrazo simbólico al ing. Roberto Cruz quien fue mi tutor externo, por su buena voluntad, compañerismo, padrinazgo, asesoramiento y amistad para conmigo durante el desarrollo de las Prácticas Supervisadas.

No puedo dejar de agradecer infinitamente a DIOS, ya que su voluntad y Gracia me permitieron lograr este objetivo propuesto.

Una vez más, a todos y cada uno de las personas nombradas en líneas más arriba: MIL GRACIAS!!!!!!

## **RESUMEN:**

El siguiente informe corresponde al Informe Técnico Final de la Práctica Supervisada, realizada en la obra "Canal Boulevard 9 de Julio" de la ciudad de Yerba Buena, Provincia de Tucumán, Argentina. Dicha obra se encuentra actualmente en ejecución, llevada a cabo por una Unión Transitoria de Empresa, entre: Supercemento S.A.I.C., Ingeco S.A. y Perales Aguiar S.A.

El ITF, consta de 4 capítulos bien diferenciados. El primero se ocupa del estudio y análisis del proyecto, que forma parte del Plan director de desagüe pluvial de la ciudad de Yerba Buena. En ese capítulo se procede a estudiar el proyecto, sobre todo en el aspecto hidráulico, simplemente verificando las secciones frente a los caudales de diseño. Se aplica este criterio no solo al canal principal, sino también a los cuatro canales colectores secundarios, que forman parte del mismo proyecto.

Los capítulos siguientes se enfocaron más en la parte de producción de la obra. El capítulo N°2, se basa en las tareas previas necesarias para preparar el terreno para la construcción de la estructura. Se detalla de forma más específica el relevamiento topográfico necesario para poder emplazar la obra en el lugar adecuado.

En el capítulo N°3, se analizan las interferencias producidas por los diferentes servicios públicos, siendo esto muy importante, ya que al tratarse de una obra urbana, es muy común encontrar alguno de estos problemas. En este trabajo se muestran algunos ejemplos de soluciones a diferentes interferencias de las cuales participó el autor.

El último capítulo explica la metodología con la que se lleva a cabo la construcción propiamente dicha de la estructura del canal, el cual se construye íntegramente de H<sup>90</sup>A<sup>90</sup> elaborado en planta. También se da un pantallazo de la forma de pago de la obra, ya que fue uno de los trabajos desarrollados con más dedicación por el autor.

## **OBJETIVOS:**

Los objetivos perseguidos durante el desarrollo tanto de la práctica como del informe técnico final son, entre otros los siguientes:

- Participar de la ejecución de la obra de Desagüe Pluvial Bv. 9 de Julio.
- Revisar el comportamiento de la estructura frente a los caudales de aporte.
- Realizar el relevamiento topográfico de la zona.
- Aplicar técnicas constructivas conocidas para la construcción.
- Poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera, en las diferentes áreas en las cuales pude trabajar.
- Complementar el concepto teórico adquirido con la puesta en práctica de los mismos.
- Realizar una primera experiencia laboral.
- Desarrollar y/o mejorar la capacidad de trabajo en grupo.





**Figura N°3:** Ubicación de la obra- Bv 9 De Julio.

El canal en si constara de un canal principal y 4 colectores secundarios, que captaran los caudales existentes, para trasladarlos hacia el Canal Sur de la ciudad capital de la provincia.

La ejecución del proyecto, es de suma importancia, debido a las graves consecuencias que tienen las grandes tormentas en la zona, produciendo inundaciones e importantes pérdidas económicas. El efecto que producen las tormentas en la zona se puede apreciar en el siguiente recorte del diario “La Gaceta” del día 13/02/2001.



**Figura N°4:** Foto de las consecuencias de la lluvia del 12/02/2001.



**Figura N°5:** Foto de las consecuencias de la lluvia del Marzo de 2015.



**Figura N°6:** Foto de las consecuencias de la lluvia del Marzo de 2015.



## **CAPITULO N°1: “ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL PROYECTO DE OBRA DE DESAGÜE PLUVIAL BOULEVARD 9 DE JULIO.”**

### **1.- INTRODUCCIÓN DE CAPITULO:**

Este capítulo tiene como objetivo estudiar y analizar el proyecto de la obra de Desagüe Pluvial Bv. 9 de Julio.

Se realiza un análisis del proyecto existente, aprobado y en proceso de construcción. Este proyecto forma parte del “Plan Director de Desagüe de Yerba Buena”, Provincia de Tucumán.

### **2.- METODOLOGIA:**

Como se dijo anteriormente, en este capítulo se analiza el proyecto de obra del Desagüe Pluvial Bv. 9 de Julio. Para realizar ese análisis, se usa el programa HEC-RAS.

Inicialmente se describe la obra, es decir, se indica donde se realizará y que estructuras formaran parte de esta. Luego se adoptan las dimensiones de las diferentes secciones, las cuales se obtienen del Proyecto original.

Una vez definida las secciones se procede a verificar la capacidad del canal principal usando el programa mencionado. Los caudales introducidos en el modelo se obtuvieron a partir de un estudio hidrológico, licitado y realizado con anterioridad.

Por último, terminada la verificación del canal principal, se realiza la misma tarea para cada uno de los cuatro colectores secundarios, analizando los resultados.

### **3.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:**

#### **3.1.- Descripción de obra Técnica:**

El proyecto prevé la construcción de un colector principal subterráneo por el Boulevard 9 de Julio, el cual permitirá captar y conducir las aguas pluviales generadas en las cuencas de aporte, hasta la desembocadura en el Canal Sur, de la misma forma que lo hace actualmente el actual zanjón existente sin revestir. El proyecto también propone la ejecución de cuatro colectores secundarios subterráneos, que se desarrollarán entre la Avenida Aconquija y el colector principal del Boulevard 9 de Julio, al cual descargarán sus caudales. Los mismos, de Oeste a Este son:

- Colector por calle Güemes.
- Colector por calle Chacho Peñaloza.
- Colector por calle Rubén Darío, entre Avenida Aconquija y calle Cariola, y por calle Las Lantanas, entre Cariola y el Boulevard 9 de Julio.
- Colector por calle Andrés Villa.

Para todos los colectores, tanto el principal como los secundarios, se adoptaron secciones rectangulares cerradas en  $H^{\circ}A^{\circ}$ , con pendientes longitudinales variables entre el 0.40 % y el 1.00 %, y saltos de alturas varias para salvar los desniveles, en algunos casos generados por pendientes excesivas del terreno natural y en otros para salvar interferencias existentes (agua potable, cloacas, gas). Las dimensiones surgieron en función de los caudales para una recurrencia de 25 años, de acuerdo a estudio hidrológico, actualizado y discretizado para esta oportunidad. . Se enfatiza que siempre se trabajó bajo las hipótesis de que todos los canales planteados en el Plan Director de Desagües de Yerba Buena, están construidos, cosa que no sucede en la realidad.

En la figura N°1-1 se muestra un esquema de la obra, donde se observa el canal principal y sus 4 canales secundarios.

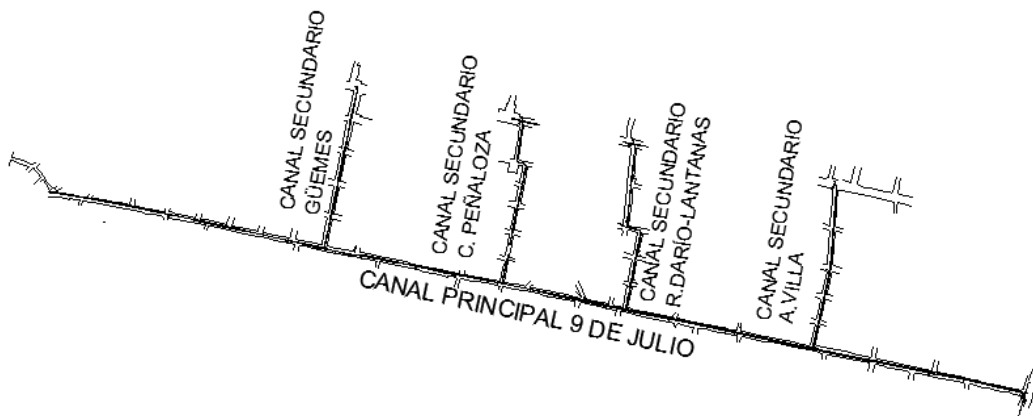


Figura N°1-1: Plano General

**3.1.1.-Colector Principal:**

En la siguiente tabla se muestran los datos geométricos de las diferentes secciones adoptadas para el colector principal del Boulevard 9 de Julio:

Denominación	Longitud (m)	Sección Rectangular	Pendiente m/m	Salto Nº
Tramo1	950.90	2.20 x 2.00	0.006	1
Tramo 2	1109.02	2.60 x 2.20	0.010	4
Tramo 3	1324.57	4.00 x 2.20	0.010	2
Tramo 4	147.32	4.60 x 2.20	0.004	1
<b>TOTAL</b>	<b>3541.78</b>			

TablaN°1-1: Características Principales del Boulevard 9 de Julio

Los **Planos N° 01** muestran la planta del canal colector del Boulevard 9 de Julio proyectado. Las secciones se muestran en los **Planos N°02, N°03, N°04 y N°05**.

**3.1.2.- Colectores Secundarios**

Los Colectores Secundarios de la obra se iniciarán en el Canal Aconquija, en el cual se plantean obras de captación para poder volcar los caudales que transporta dicho canal a los distintos Colectores nuevos.

**3.1.2.1.- Colector Güemes**

Se proyectó para el mismo una única sección transversal, cuyas características se muestran en el siguiente cuadro:

Denominación	Longitud (m)	Sección Rectangular	Pendiente m/m
Tramo único	597.37	2.50 x 1.10	0.0033 – 0.007 – 0.008

Tabla N°1-2: Características Principales del Colector Secundario Güemes

El **Plano N° 01** muestra la planta y el **Plano N°06** el perfil longitudinal del colector Güemes proyectado.

### 3.1.2.2.- Colector Chacho Peñaloza

En la siguiente tabla se muestran los datos geométricos de las diferentes secciones adoptadas para el mismo:

Denominación	Longitud (m)	Sección Rectangular	Pendiente m/m
Tramo1	276.09	1.55 x 1.00	0.011
Tramo 2	187.59	2.00 x 1.00	0.011
Tramo 3	142.59	2.50 x 1.00	0.011

Tabla N°1-3: Características Principales del Colector Secundario Chacho Peñaloza

El **Plano N° 01** muestra la planta y el **Plano N°07** el perfil longitudinal del colector Chacho Peñaloza proyectado, observándose además las secciones transversales obtenidas según cálculo hidráulico.

### 3.1.2.3.- Colector Rubén Darío-Las Lantanas

En la siguiente tabla se muestran los datos geométricos de las diferentes secciones adoptadas para el mismo:

Denominación	Longitud (m)	Sección Rectangular	Pendiente m/m
Tramo1	280.50	1.00 x 1.00	0.012 – 0.013
Tramo 2	354.57	2.00 x 1.00	0.013 – 0.014

Tabla N°1-4: Características Principales del Colector Darío Lantanas

El **Plano N° 01** muestra la planta y el **Plano N°06** el perfil longitudinal del colector Rubén Darío-Las Lantanas proyectado, observándose además las secciones transversales obtenidas según cálculo hidráulico.

### 3.1.5.2.4. Colector Andrés Villa

En la siguiente tabla se muestran los datos geométricos de las diferentes secciones adoptadas para el mismo:

Denominación	Longitud (m)	Sección Rectangular	Pendiente m/m
Tramo1	257.28	1.55 x 1.00	0.011
Tramo 2	324.93	2.50 x 1.00	0.011

Tabla N°1-5: Características Principales del Colector Secundario Andrés Villa

El **Plano N° 01** muestra la planta y el **Plano N°07** el perfil longitudinal del colector Andrés Villa proyectado, observándose además las secciones transversales obtenidas según cálculo hidráulico.

### **3.2.- Metodología de Diseño para el Colector Principal:**

#### **3.2.1.- Revisión del Cálculo y el Dimensionamiento:**

Tanto para el canal Boulevard 9 de Julio como para los colectores secundarios, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones para los diseños:

- Se adoptaron secciones rectangulares cerradas en H°A°, con pendientes longitudinales variables entre el 0.40 % y el 1.10 %, con saltos de alturas variables con el objeto de salvar los desniveles, en algunos casos generados por pendientes excesivas del terreno natural y en otras por salvar interferencias de caños maestros de agua potable y colectores de cloaca y hasta un gasoducto de alta presión.
- Las dimensiones surgieron en función de los caudales para una recurrencia de 25 años, de acuerdo a estudio hidrológico, actualizado y esquematizado para esta oportunidad.

Luego, con el modelo HEC-RAS se determinó el comportamiento hidráulico del Canal del Boulevard 9 de Julio y de los colectores secundarios, verificándose el correcto comportamiento. Los cálculos hidráulicos se realizaron entonces tomando como base la geometría adoptada en el predimensionado del proyecto, respetando todas las singularidades del mismo, tales como los saltos hidráulicos y sus correspondientes cuencos de disipación de energía.

Como resultados se obtuvieron: niveles de agua, niveles de la línea de energía, pendiente de la línea de energía, velocidades, pérdidas de carga, número de Froude, tirante crítico,

etc., con los cuales se verificó el funcionamiento del Canal del Boulevard 9 de Julio y de los colectores secundarios, para los caudales de diseño.

**3.2.1.1.-Comportamiento Hidráulico del Colector Boulevard 9 de Julio y Colectores Secundarios (HEC-RAS) – Determinación del Perfil Hidráulico:**

Se analizó el comportamiento hidráulico del Canal del Boulevard 9 de Julio, para lo cual se procedió al cálculo del perfil hidráulico del mismo haciendo uso del modelo computacional HEC-RAS, desarrollado por Hydrologic Engineering Center (HEC) del U.S. Army Corps of Engineers.

El modelo HEC-RAS se desarrolló para calcular perfiles hidráulicos para flujos permanentes gradualmente variados en canales prismáticos y no prismáticos. Se pueden estimar perfiles subcríticos y supercríticos. Siempre el perfil es unidimensional.

El modelo computa el perfil hidráulico desde una sección a la siguiente, resolviendo la ecuación de la Energía mediante un procedimiento iterativo llamado Método estándar por pasos. La pérdida de energía entre dos secciones está compuesta por las pérdidas por fricción y las pérdidas por contracción y expansión. La determinación de la pendiente de fricción se realiza mediante la ecuación de Manning.

Entonces, dijimos que se parte de la ecuación de energía, unidireccional:

$$y_2 + z_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} = y_1 + z_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + h_e$$

Siendo:

y : profundidad de flujo (tirante).

z : elevación.

$\alpha$  : coeficiente de energía.

v : velocidad media.

g : aceleración de la gravedad.

$h_e$  : pérdidas totales.

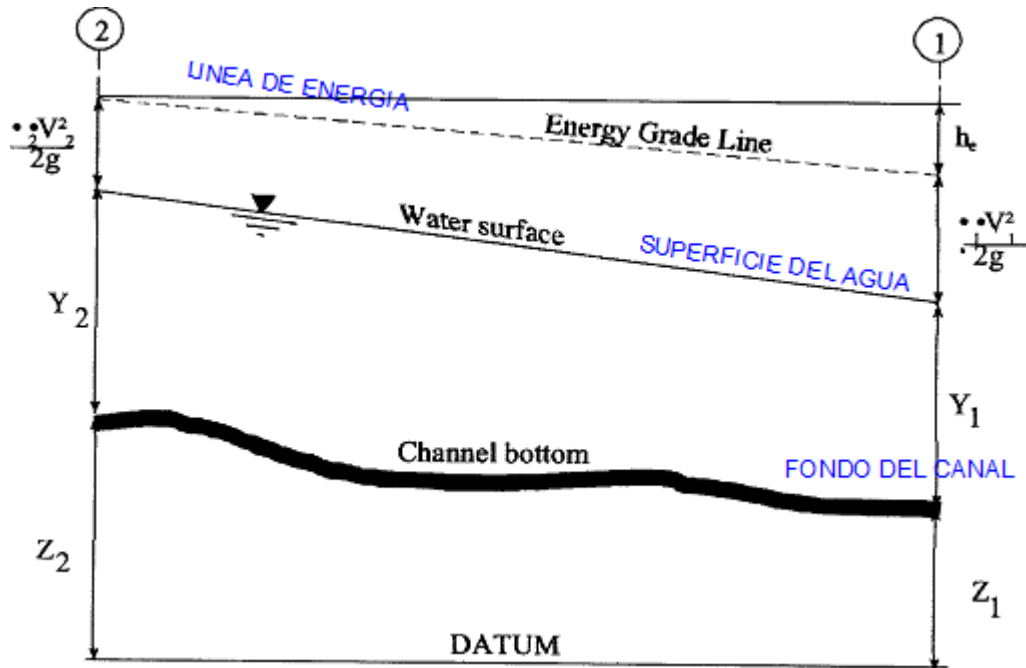


Figura N°1-2: figura explicativa de la ecuación de energía.

Las pérdidas se calculan usando la siguiente formula:

$$h_e = L S_f + C \left| \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right|$$

$S_f$ : pendiente de energía. (Se calcula por manning).

$C$ : coeficiente de expansión o contracción.

$L$ : longitud entre secciones, ponderada.

$$L = \frac{L_{lob} \bar{Q}_{lob} + L_{ch} \bar{Q}_{ch} + L_{rob} \bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}}$$

$L_{lob}$ : longitud entre márgenes izquierdas.

$L_{rob}$ : longitud entre márgenes derechas.

$L_{ch}$ : longitud en el canal. En nuestro caso  $L=L_{ch}$ .

En general se usa la ecuación de Manning, para calcular los caudales en cada margen y en el canal, usando el siguiente método:

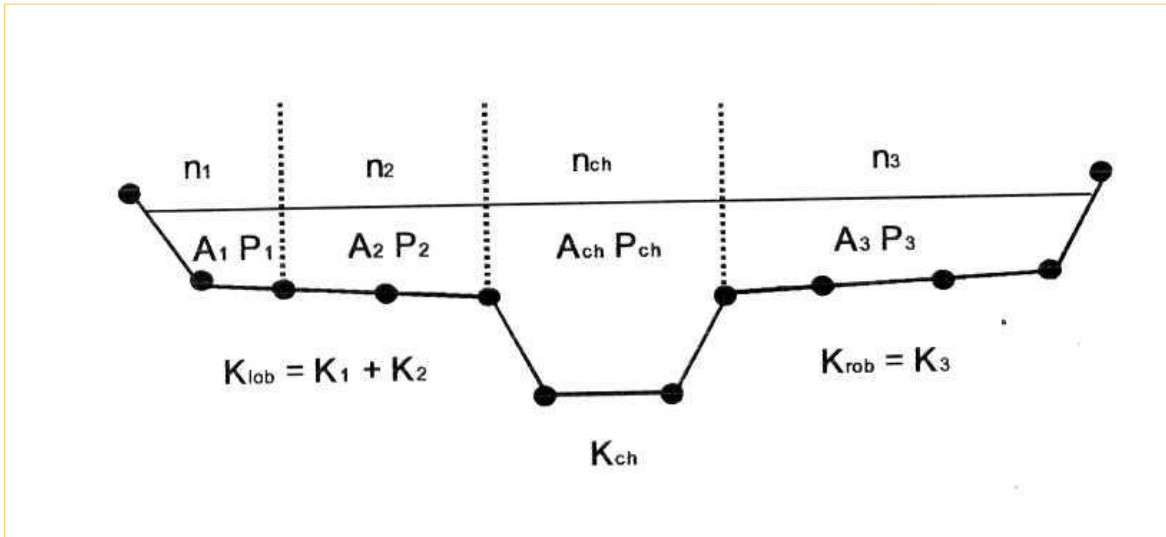


Figura Nº1-3: Subdivisión de las secciones transversales.

$$Q = K S_f^{1/2}$$

$$K = \frac{2.2}{n} A R^{2/3} \text{ (unidades inglesas)}$$

Q: caudal.

K: conductividad hidráulica.

n : coeficiente de rugosidad de Manning, depende del material, en nuestro caso al ser H° n=0.015.

A: área.

R: radio hidráulico. (Propiedad geométrica de la sección).

2.2: es un coeficiente de calibración para unidades del SIU.

Hasta ahora, el único parámetro que nos falta calcular, es el coeficiente de energía, necesario para poder calcular la altura de velocidad. Este coeficiente se usa para cuantificar las diferentes alturas de velocidad dentro de una misma sección, debido las diferentes formas de las subareas (en el caso de estar dividido), o diferencia de materiales.



Como se observa en la figura siguiente:

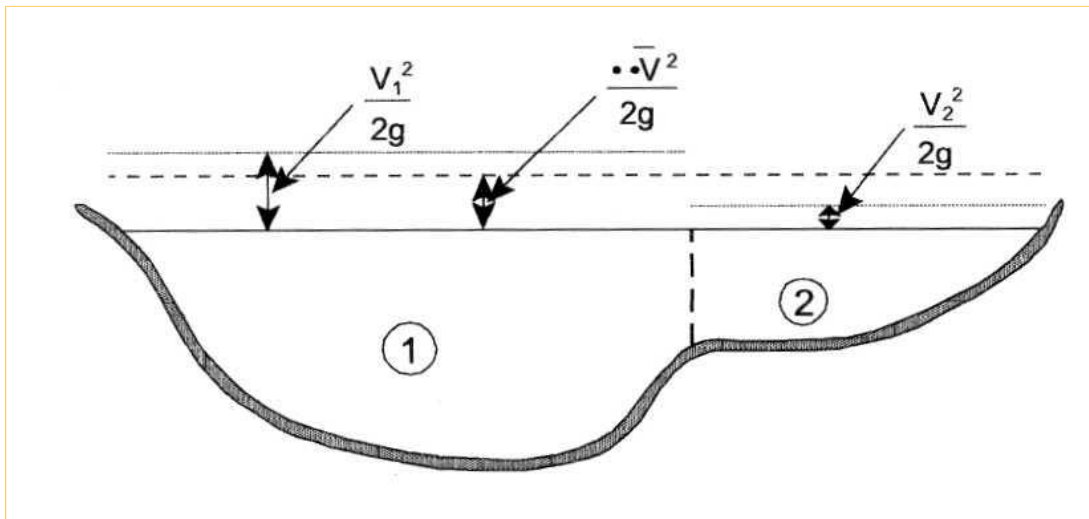


Figura N°1-4: Coeficiente de Energía de Velocidad.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{(Q_1 V_1^2 + Q_2 V_2^2 + \dots + Q_n V_n^2)}{Q \bar{V}^2}$$

En el caso que se está analizando, al ser una sección rectangular de material uniforme, este coeficiente siempre será igual a la unidad.

Con todo esto podemos calcular las pérdidas totales, que se obtienen de sumar la pérdida por fricción y las pérdidas por variación de sección (contracción y expansión).

Perdida por fricción:

$$h_e = L S_f$$

$S_f$ : pendiente de fricción, que se calcula mediante la fórmula de Manning, usando generalmente:

$$S_f = \left( \frac{Q}{K} \right)^2$$

Perdida por expansión o contracción:

$$h_{ce} = C \left| \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right|$$

El programa considera una expansión siempre que la energía de velocidad aguas arriba sea mayor que la energía de velocidad aguas abajo, y una contracción en caso contrario.

**Método Aplicado:** para obtener el perfil hidráulico, el HEC-RAS, aplica la ecuación de energía, mediante el Método Estándar por Pasos. En este método se calcula la profundidad de flujo en las estaciones, en las cuales la distancia entre ellas es conocida, mediante un proceso de prueba y error, es decir, iterando.

Proceso de iteración:

- Proponemos el tirante en una de las secciones. Y1(aguas abajo- en régimen Supercrítico) o Y2 (aguas arriba- régimen Subcrítico).
- Cálculo V y K.
- Cálculo  $S_f$ , usando la Ecuación de Manning. Y con esta la pérdida  $h_e$ .
- Con estos datos calculo Y (sea aguas arriba o aguas abajo) y comparo con el supuesto. Se itera hasta que ambos valores sean suficientemente parecidos.
- Una vez que encuentro el valor de la profundidad de flujo en esa sección, avanzo a la sección siguiente.

A continuación se muestra una imagen de una tabla típica de este método:

Estación	Z	y	A	V	$\alpha V^2/2g$	H	R	$R^{1.486}$	$S_f$	$S_f$	$\Delta x$	$h_f$	$h_e$	H
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
0 + 00	605.000	5.00	150.00	2.667	0.1217	605.122	3.54	5.40	0.000370	.....	...	.....	...	605.122
1 + 55	605.048	4.80	142.08	2.819	0.1356	605.184	3.43	5.17	0.000433	0.000402	155	0.062	0	605.184
3 + 18	605.109	4.60	134.32	2.979	0.1517	605.261	3.31	4.92	0.000507	0.000470	163	0.077	0	605.261
4 + 91	605.186	4.40	126.72	3.156	0.1706	605.357	3.19	4.70	0.000598	0.000553	173	0.096	0	605.357
6 + 79	605.286	4.20	119.28	3.354	0.1925	605.479	3.08	4.50	0.000705	0.000652	188	0.122	0	605.479
8 + 91	605.426	4.00	112.00	3.572	0.2184	605.644	2.96	4.25	0.000850	0.000778	212	0.165	0	605.644
11 + 46	605.633	3.80	104.88	3.814	0.2490	605.882	2.84	4.02	0.001020	0.000935	255	0.238	0	605.882
13 + 04	605.786	3.70	101.38	3.948	0.2664	606.052	2.77	3.88	0.001132	0.001076	158	0.170	0	606.052
15 + 00	605.909	3.60	97.92	4.085	0.2856	606.285	2.71	3.78	0.001244	0.001188	196	0.233	0	606.285
16 + 23	606.146	3.55	96.21	4.158	0.2968	606.442	2.68	3.72	0.001310	0.001277	123	0.157	0	606.442
17 + 77	606.343	3.50	94.50	4.233	0.3067	606.650	2.65	3.66	0.001382	0.001346	154	0.208	0	606.650
18 + 98	606.507	3.47	93.48	4.278	0.3131	606.820	2.63	3.63	0.001427	0.001405	121	0.170	0	606.820
20 + 50	606.720	3.44	92.45	4.326	0.3202	607.040	2.61	3.59	0.001471	0.001449	152	0.220	0	607.040
21 + 87	606.919	3.42	91.80	4.357	0.3246	607.244	2.60	3.57	0.001500	0.001486	137	0.204	0	607.244
23 + 75	607.201	3.40	91.12	4.388	0.3292	607.530	2.59	3.55	0.001535	0.001518	188	0.286	0	607.530

Figura Nº1-5: Ejemplo del Método Estándar Por Pasos. Ven Te Chow Hidraulica de Canales Abiertos- año 2004. Pag 264.

**Metodología:**

Una vez que se crea el proyecto, se busca definir la geometría del canal. Primero se bosqueja una traza tentativa de la obra. Esto se observa en la siguiente figura.

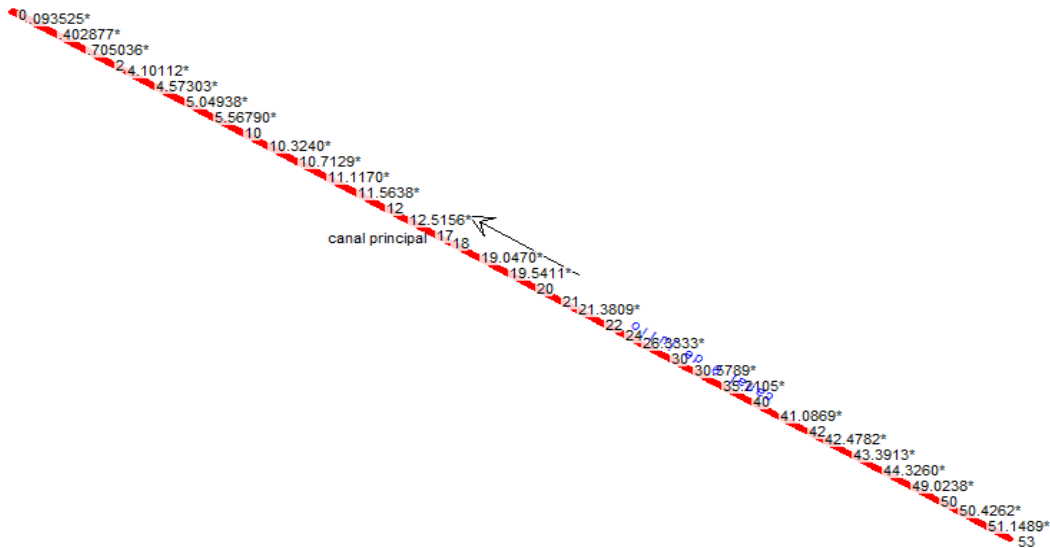


Figura N°1-6: HEC-RAS: traza tentativa.

El paso siguiente para definir la geometría, consiste en introducir los datos de las secciones, es decir, forma, dimensiones, cota, material (se ve representado por el coeficiente de Manning), posición con respecto a las demás secciones, es decir, distancia entre ellas. Siempre se empieza de la sección 0 (aguas abajo), colocando y se coloca la distancia a la sección más próxima aguas abajo. En la siguiente figura se muestra la ventana en la cual definimos la sección.

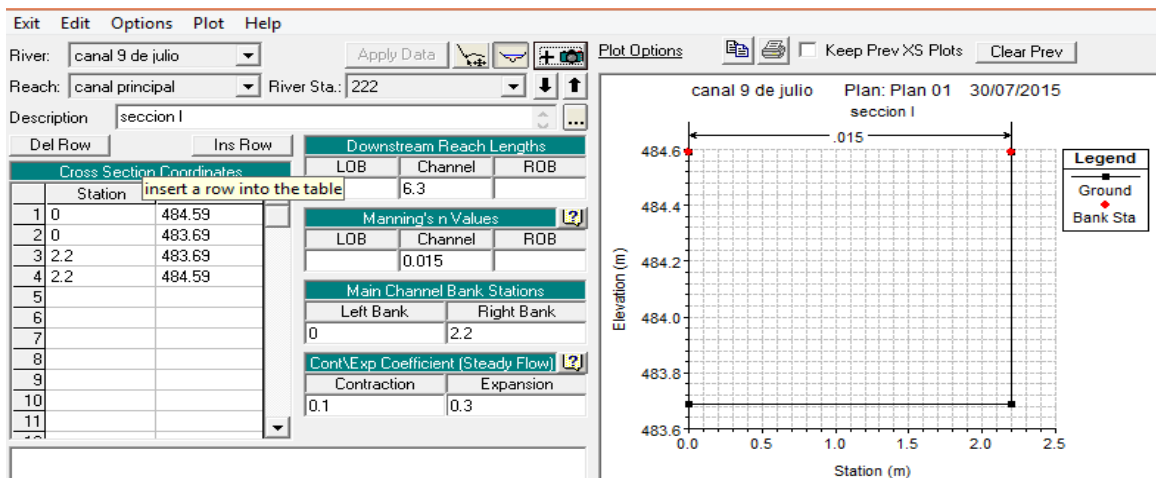


Figura N°1-7: HEC-RAS: geometría de la sección.

Como se puede apreciar en la figura anterior, para todas las secciones se definieron los siguientes coeficientes:

<b>Paredes y Solera de H°</b>	n= 0,015
-------------------------------	----------

Tabla 1-6: Valores para el coeficiente n de Manning

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
<b>B. Canales revestidos o desarmables</b>			
<b>B-1. Metal</b>			
<b>a. Superficie lisa de acero</b>			
1. Sin pintar	0.011	<b>0.012</b>	0.014
2. Pintada	0.012	0.013	0.017
<b>b. Corrugado</b>	0.021	0.025	0.030
<b>B-2. No metal</b>			
<b>a. Cemento</b>			
1. Superficie pulida	0.010	0.011	0.013
2. Mortero	0.011	0.013	0.015
<b>b. Madera</b>			
1. Cepillada, sin tratar	0.010	0.012	0.014
2. Cepillada, creosotada	0.011	0.012	0.015
3. Sin cepillar	0.011	0.013	0.015
4. Láminas con listones	0.012	0.015	0.018
5. Forrada con papel impermeabilizante	0.010	0.014	0.017
<b>c. Concreto</b>			
1. Terminado con lana metálica (palustre)	0.011	<b>0.013</b>	0.015
2. Terminado con lana de madera	0.013	<b>0.015</b>	0.016
3. Pulido, con gravas en el fondo	0.015	0.017	0.020
4. Sin pulir	0.014	0.017	0.020
5. Lanzado, sección buca	0.016	0.019	0.023
6. Lanzado, sección ondulada	0.018	0.022	0.025
7. Sobre roca bien excavada	0.017	0.020	
8. Sobre roca irregularmente excavada	0.022	0.027	
<b>d. Fondo de concreto terminado con lana de madera y con lados de</b>			
1. Piedra labrada, en mortero	0.015	0.017	0.020
2. Piedra sin seleccionar, sobre mortero	0.017	0.020	0.024
3. Mampostería de piedra cementada, recubierta	0.016	0.020	0.024
4. Mampostería de piedra cementada	0.020	0.025	0.030
5. Piedra suelta o <i>riprap</i>	0.020	0.030	0.035
<b>e. Fondo de gravas con lados de</b>			
1. Concreto encofrado	0.017	0.020	0.025
2. Piedra sin seleccionar, sobre mortero	0.020	0.023	0.026
3. Piedra suelta o <i>riprap</i>	0.023	0.033	0.036
<b>f. Ladrillo</b>			
1. Barnizado o lacado	0.011	<b>0.013</b>	0.015
2. En mortero de cemento	0.012	<b>0.015</b>	0.018
<b>g. Mampostería</b>			
1. Piedra partida cementada	0.017	0.025	0.030
2. Piedra suelta	0.023	0.032	0.035
<b>h. Bloques de piedra labrados</b>	0.013	0.015	0.017
<b>i. Asfalto</b>			
1. Liso	0.013	0.013	
2. Rugoso	0.016	0.016	
<b>j. Revestimiento vegetal</b>	0.030	-----	0.500

Tabla 1-7: Parámetros Hidráulicos Adoptados

<b>Coef de Expansión</b>	0.3
<b>Coef de Contracción</b>	0.1

Estos valores, son los adoptados por defecto por el HEC-RAS, y corresponden a una transición suave.

El paso siguiente consiste en definir el tipo de flujo, introducir los caudales, y las condiciones de contorno. Se usó un análisis para flujo permanente, ingresando caudales que se obtuvieron a partir de un estudio hidrológico realizado anteriormente al proyecto.

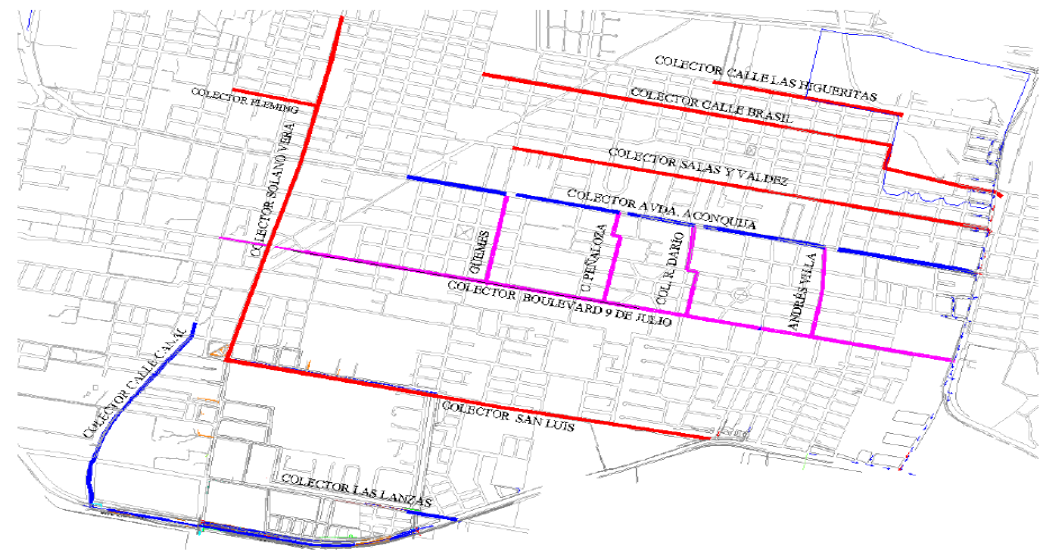
Una vez ingresados los caudales, se procede a correr el programa, para luego poder visualizar los resultados y analizarlos. Para el cálculo se usó una interpolación cada 2.5 metros, para mayor precisión.

Las figuras correspondientes a los últimos dos pasos, se muestran más abajo en el capítulo.

**Determinación de los caudales de Diseño:** (se utiliza un estudio Hidrológico existente)

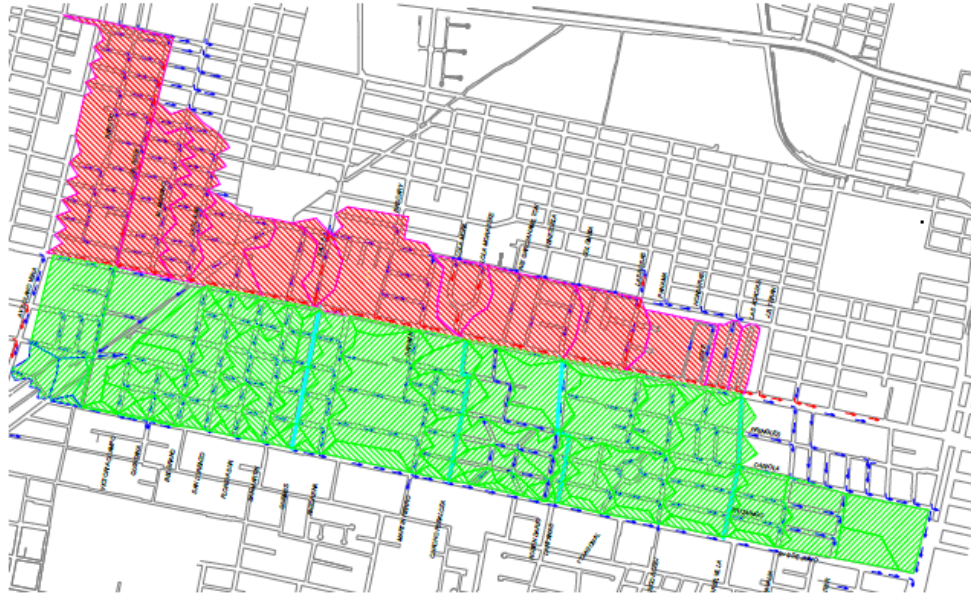
#### **Cuenca de Aporte Considerada:**

La cuenca de aporte del Boulevard de Julio estaba limitada al norte por el futuro colector a ubicarse por calle Salas y Valdez y al oeste por el colector Solano Vera - San Luis. A la fecha el colector Salas y Valdez no tiene desarrollado ningún nivel de proyecto, mientras que en el colector San Luis ya se está gestionando financiamiento para concretar su obra.

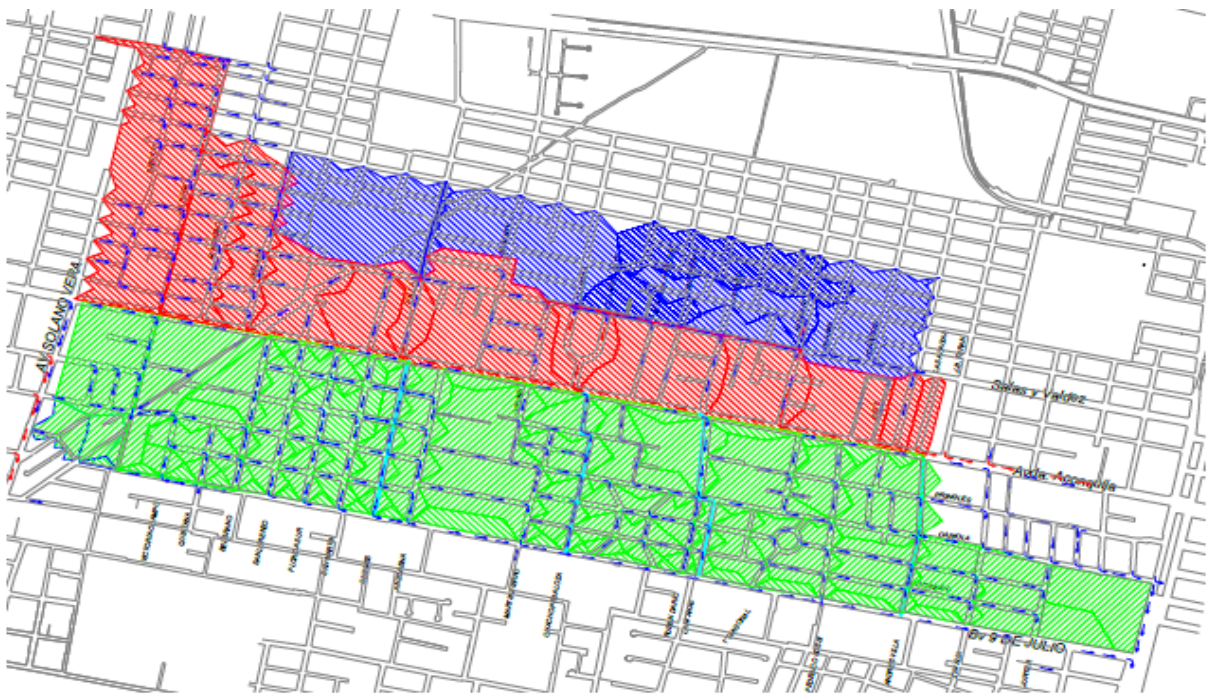


**Figura N°1-8:** ubicación del proyecto.

Para la verificación se incorporó un área correspondiente a la cuenca de canal Salas y Valdez (aun no construido), ya que se comprobó en campo, que el caudal escurrido por esta transita por Av. Aconquija y es captado por la obra que está en construcción.



**Figura N°1-9:** cuenca de aporte proyectada. Área = 2,86km<sup>2</sup>.



**Figura N°1-10:** cuenca de aporte real hasta construcción actual. Área = 3.66km<sup>2</sup>.

**Tormenta de Diseño:**

Se presentan los criterios adoptados en el estudio hidrológico para los tres componentes de una tormenta de diseño: la precipitación puntual, su distribución superficial y su distribución temporal.

Precipitación puntual.

Se adoptará para los estudios la relación I-D-R correspondiente al periodo 1942/93 de la Estación El Colmenar, teniendo en cuenta que posee un periodo de registros de mayor longitud.

Tabla 1-8: Tabla I-D-R (idf)

Duración (min)	Recurrencia (años)								
	2	5	10	15	20	25	30	40	45
5	124.7	178.2	223.3	252.5	274.9	293.3	309.1	335.5	346.8
10	101.5	136.9	166.0	184.5	198.6	210.0	219.8	236.0	242.9
15	90.9	119.6	137.5	147.2	153.9	159.1	163.3	170.0	172.7
20	81.4	107.0	122.8	131.3	137.2	141.7	145.4	151.2	153.6
30	68.3	88.4	99.1	104.4	107.8	110.3	112.3	115.4	116.6
45	54.0	69.6	77.7	81.5	84.0	85.7	87.1	89.2	90.1
60	44.2	57.1	63.8	66.9	68.9	70.4	71.5	73.2	73.9
120	27.3	36.0	41.1	43.7	45.5	46.8	47.9	49.6	50.3
180	20.2	26.8	30.7	32.8	34.2	35.3	36.1	37.5	38.1

En el estudio consideraron eventos con duraciones inferiores a los 180min.

Distribución superficial.

Para áreas menores a 5km<sup>2</sup> el abatimiento de la precipitación puntual es despreciable y además éste abatimiento disminuye con el aumento de la duración considerada, por lo cual se deberían considerar ambas características de la tormenta para la determinación del mismo. Para duraciones de 120min o mayores el abatimiento mínimo de la precipitación puntual debería ser del 90% para 12km<sup>2</sup>, del 85% para 25km<sup>2</sup>, del 75% para 50km<sup>2</sup>.

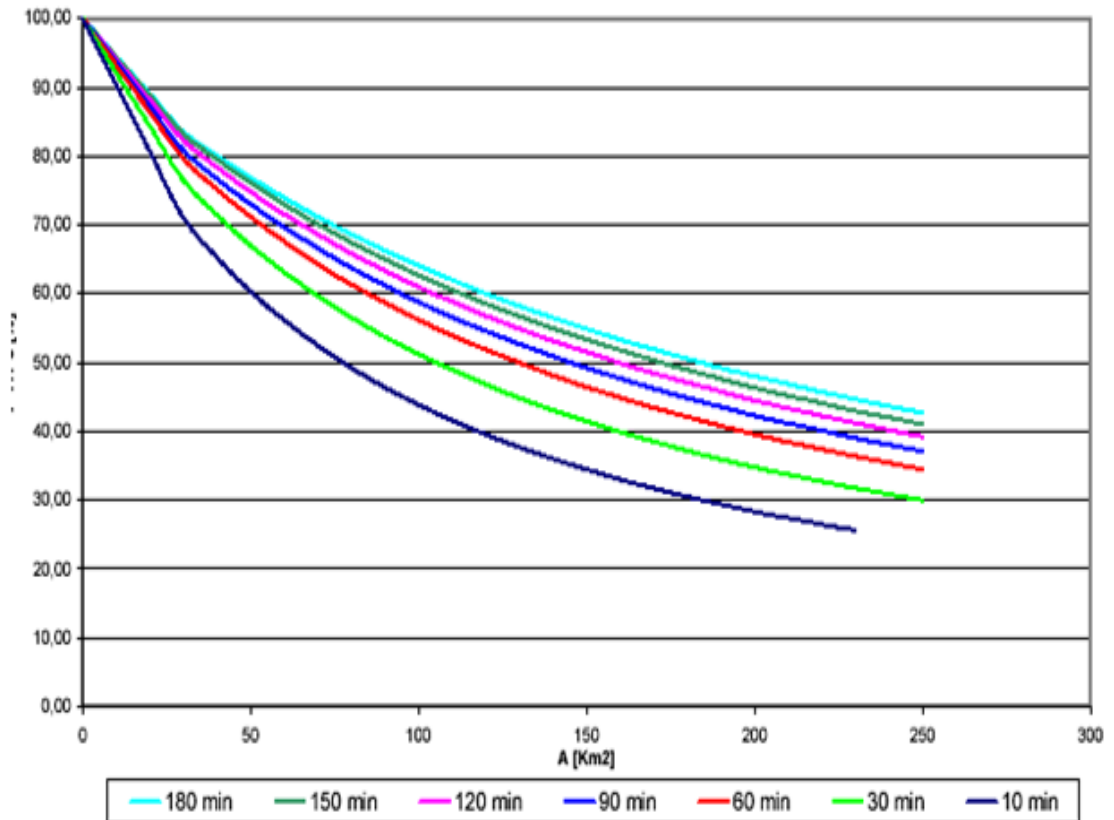


Figura Nº1-11: Abatimiento de Precipitaciones Puntuales.

Teniendo en cuenta que el área de la cuenca en estudio es de aproximadamente 3km<sup>2</sup>, en función de las conclusiones anteriores se adoptará el criterio de considerar una tormenta de diseño con lámina uniforme.

#### Distribución temporal.

Se adoptó la distribución temporal correspondiente al evento del 12 de Febrero de 2001 registrado en la Estación Yerba Buena, considerada como la más desfavorable de todas las analizadas, cuyo hietograma adimensionalizado se detalla a continuación.



HISTOGRAMA PARCIAL ADIMENSIONALIZADO.  
TORMENTA 12 DE FEBRERO DE 2001.  
ESTACION YERBA BUENA.

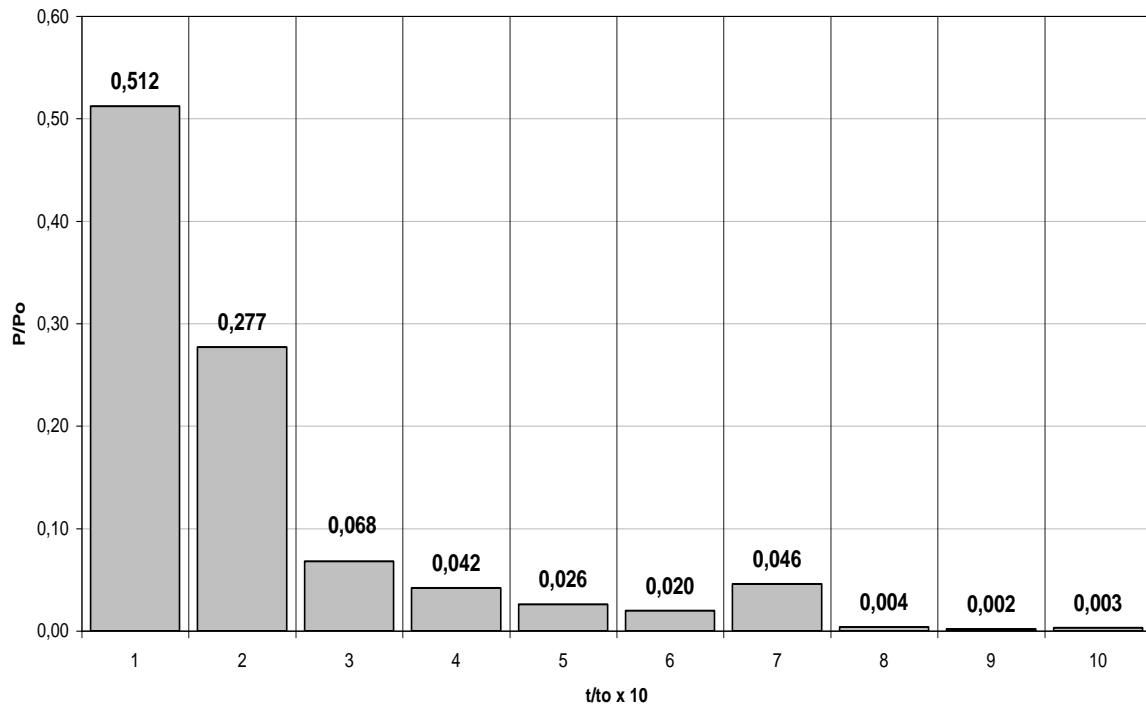


Figura Nº 1-12: Hietograma Adimensionalizado de estación Yerba Buena del 12/02/2001.

En la figura anterior se puede ver la distribución típica de una lluvia de verano en la zona, la cual inicia con una gran intensidad, descargando casi su totalidad en los primeros periodos, luego decayendo de manera muy marcada. Esta situación agrava los problemas de captación de las precipitaciones, ya que recibe un gran caudal de manera repentina.

La distribución espacial y temporal de la tormenta, en las diferentes estaciones, fue la siguiente:

TORMENTA DEL 12-2-01 CADA 30 MINUTOS					
HORA	FAZ	EEAOC	Y.BUENA	CITROMAX	NOGALES
23:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
00:00	3.2	0.2	0.0	0.0	0.0
00:30	36.8	1.6	33.8	3.8	0.6
01:00	68.2	4.2	96.6	13.6	15.5
01:30	91.6	15.0	130.8	37.6	59.1
02:00	107.6	23.2	167.2	75.4	75.6
02:30	121.2	30.0	183.8	97.6	95.7
03:00	133.6	36.8	194.8	109.4	110.6
03:30	137.0	40.8	200.6	112.8	112.5
04:00	140.2	43.4	204.4	115.2	113.1
04:30	143.6	45.2	209.4	116.6	113.1
05:00	146.6	46.8	212.8	117.4	113.1
05:30	149.2	47.6	215.6	117.6	113.4
06:00	152.2	49.4	217.6	117.8	113.7
06:30	154.0	51.6	220.0	118.2	114.0
07:00	155.2	52.6	221.6	119.4	114.0
07:30	156.6	54.6	223.0	121.0	114.3
08:00	158.4	56.8	225.2	122.4	114.9
08:30	161.2	58.2	228.8	124.6	115.2
09:00	164.4	59.0	234.4	126.4	115.5
09:30	165.8	59.8	236.2	127.8	115.8
10:00	165.8	60.6	236.8	129.0	116.4
10:30	165.8	60.6	237.2	130.6	116.4
11:00	165.8	60.6	237.2		116.7
11:30	165.8	60.8	237.4		116.7
12:00	166.0	61.0	237.8		116.7
<b>12:30</b>	<b>166.0</b>	<b>61.2</b>	<b>238.0</b>	<b>130.6</b>	<b>117.0</b>

Tabla 1-9: distribución espacial y temporal.

La tabla anterior la podemos expresar gráficamente en la figura a continuación:

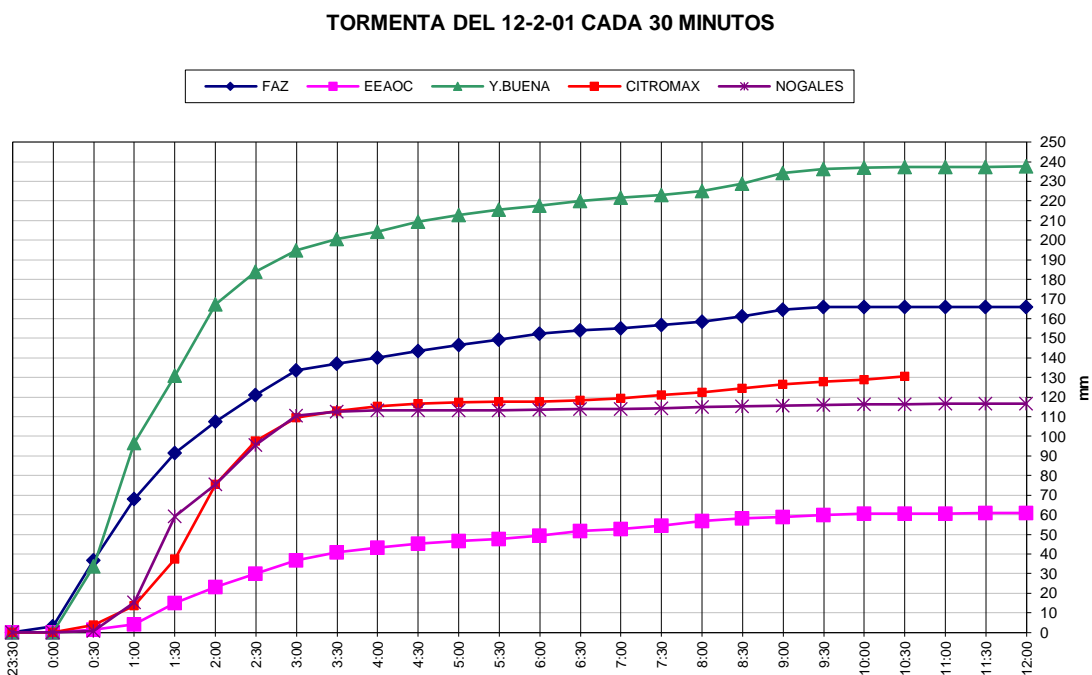


Figura N°1-13: distribución Temporal en cada estación.

Las conclusiones del informe con respecto a la Tormenta de Diseño se vuelcan en la siguiente tabla

Tabla 1-10: Resumen de la Tormenta de Diseño.

FECHA	ESTACION	MONTO	DURACION	INTENSIDAD MAXIMA POR DURACION (mm/hora)				
				5	15	30	60	120
12/02/2001	UNT-Y.B.	238	13	178	159	128	114	88
Recurrencia		años		10	15	20	> 25	> 25

Esta tormenta provocó el colapso del Canal Sud a la altura de su confluencia con el Canal Yerba Buena, produciéndose la rotura y caída de numerosos paños de hormigón y el desborde incontrolado por margen derecha, afectando a viviendas linderas.

Se adoptó como elemento de diseño meteorológico la precipitación diaria máxima, con lo cual se efectuó un análisis estadístico con el fin de relacionar los montos precipitados, en mm, con la recurrencia, en años.

La estación seleccionada para el análisis fue El Colmenar (Estación Experimental Obispo Colombes), habiéndose adoptado para éste caso los registros diarios a partir del año 1972 hasta el año 2000 incluido (29 años), serie que incluye periodos secos, medios y

húmedos, con predominancia de años húmedos. Los datos provienen de la publicación recopilada: **E.E.A.O.C. Figueroa R., Lamelas C., Forciniti.** “Extremos pluviométricos en San Miguel de Tucumán”. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán. Tomo 77, pág 71-77. Año 2000.

El análisis estadístico arrojó los siguientes resultados:

**Tabla Nº1-11:** Precipitaciones Máximas en Estación El Colmenar.

**PRECIPITACION MAXIMA DIARIA (mm) - RECURRENCIA (años)**

<b>ESTACION</b>	<b>10 AÑOS</b>	<b>25 AÑOS</b>
EL COLMENAR	138mm	160 mm

Se seleccionó la distribución temporal de la tormenta registrada el 12 de Febrero de 2001 en las cercanías del cruce de Av. Solano Vera y Av. Aconquija.

Un análisis de la tormenta de diseño adoptada puede observarse en el Cuadro siguiente, donde puede apreciarse la adimensionalización realizada y su adecuación a una recurrencia de 25 años.

Tabla N°1-12: Tabla de Tormenta de Diseño cada 6 min.

TORRENTA DEL 12-2-01 CADA 5 MINUTOS				Y.BUENA real: 238,4mm en 13hs20min			
REAL		ADOPTADA		9deJulio adoptada: 217,6mm.			
HORA	mm	PARCIAL	ACUM.	Diseño: 160mm (25 años)	Diseño: 138mm (10 años)	Diseño: 138mm (10 años)	Diseño: 138mm (10 años)
0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0
0:05	0,0	0,8	0,8	0,6	1	0,5	1
0:10	0,8	1,4	2,2	1,0	2	0,9	1
0:15	2,2	7,0	9,2	5,1	7	4,4	6
0:20	9,2	12,2	21,4	9,0	16	7,7	14
0:25	21,4	12,4	33,8	9,1	25	7,9	21
0:30	33,8	8,0	41,8	5,9	31	5,1	27
0:35	41,8	5,2	47,0	3,8	35	3,3	30
0:40	47,0	9,8	56,8	7,2	42	6,2	36
0:45	56,8	13,8	70,6	10,1	52	8,8	45
0:50	70,6	14,8	85,4	10,9	63	9,4	54
0:55	85,4	11,2	96,6	8,2	71	7,1	61
1:00	96,6	7,8	104,4	5,7	77	4,9	66
1:05	104,4	6,2	110,6	4,6	81	3,9	70
1:10	110,6	6,0	116,6	4,4	86	3,8	74
1:15	116,6	5,4	122,0	4,0	90	3,4	77
1:20	122,0	3,6	125,6	2,6	92	2,3	80
1:25	125,6	5,2	130,8	3,8	96	3,3	83
1:30	130,8	7,8	138,6	5,7	102	4,9	88
1:35	138,6	8,0	146,6	5,9	108	5,1	93
1:40	146,6	8,6	155,2	6,3	114	5,5	98
1:45	155,2	5,4	160,6	4,0	118	3,4	102
1:50	160,6	3,6	164,2	2,6	121	2,3	104
1:55	164,2	3,0	167,2	2,2	123	1,9	106
2:00	167,2	3,6	170,8	2,6	126	2,3	108
2:05	170,8	4,2	175,0	3,1	129	2,7	111
2:10	175,0	3,0	178,0	2,2	131	1,9	113
2:15	178,0	1,8	179,8	1,3	132	1,1	114
2:20	179,8	1,8	181,6	1,3	134	1,1	115
2:25	181,6	2,2	183,8	1,6	135	1,4	117
2:30	183,8	1,8	185,6	1,3	136	1,1	118
2:35	185,6	2,6	188,2	1,9	138	1,6	119
2:40	188,2	1,8	190,0	1,3	140	1,1	120
2:45	190,0	2,4	192,4	1,8	141	1,5	122
2:50	192,4	1,6	194,0	1,2	143	1,0	123
2:55	194,0	0,8	194,8	0,6	143	0,5	124
3:00	194,8	1,8	196,6	1,3	145	1,1	125
3:05	196,6	2,4	199,0	1,8	146	1,5	126
3:10	199,0	0,4	199,4	0,3	147	0,3	126
3:15	199,4	0,2	199,6	0,1	147	0,1	127
3:20	199,6	0,4	200,0	0,3	147	0,3	127
3:25	200,0	0,6	200,6	0,4	148	0,4	127
3:30	200,6	0,2	200,8	0,1	148	0,1	127
3:35	200,8	0,6	201,4	0,4	148	0,4	128
3:40	201,4	0,6	202,0	0,4	149	0,4	128
3:45	202,0	1,0	203,0	0,7	149	0,6	129
3:50	203,0	0,6	203,6	0,4	150	0,4	129
3:55	203,6	0,8	204,4	0,6	150	0,5	130
4:00	204,4	1,2	205,6	0,9	151	0,8	130
4:05	205,6	0,6	206,2	0,4	152	0,4	131
4:10	206,2	1,0	207,2	0,7	152	0,6	131
4:15	207,2	0,8	208,0	0,6	153	0,5	132
4:20	208,0	0,6	208,6	0,4	153	0,4	132
4:25	208,6	0,8	209,4	0,6	154	0,5	133
4:30	209,4	0,8	210,2	0,6	155	0,5	133
4:35	210,2	0,6	210,8	0,4	155	0,4	134
4:40	210,8	0,6	211,4	0,4	155	0,4	134
4:45	211,4	0,4	211,8	0,3	156	0,3	134
4:50	211,8	0,4	212,2	0,3	156	0,3	135
4:55	212,2	0,6	212,8	0,4	156	0,4	135
5:00	212,8	0,6	213,4	0,4	157	0,4	135
5:05	213,4	0,6	214,0	0,4	157	0,4	136
5:10	214,0	0,2	214,2	0,1	158	0,1	136
5:15	214,2	0,2	214,4	0,1	158	0,1	136
5:20	214,4	0,6	215,0	0,4	158	0,4	136
5:25	215,0	0,6	215,6	0,4	159	0,4	137
5:30	215,6	0,6	216,2	0,4	159	0,4	137
5:35	216,2	0,2	216,4	0,1	159	0,1	137
5:40	216,4	0,4	216,8	0,3	159	0,3	137
5:45	216,8	0,2	217,0	0,1	160	0,1	138
5:50	217,0	0,4	217,4	0,3	160	0,3	138
5:55	217,4	0,2	217,6	0,1	160	0,1	138
6:00	217,6	0,6	218,2	0,4	160	0,4	138

**Suelo Vegetal:**

Los coeficientes CN adoptados:

**Tabla N°1-13:** Coeficientes CN del suelo.

**Parámetros de Complejo Suelo-Cobertura Vegetal**

CN: 70 CAÑA DE AZUCAR
CN: 73 SELVA SAN JAVIER
CN: 87 CITRUS
CN: 60 SIN USO CON CESPED
CN: 60 PARA ZONA ARBOLADA URBANA
CN: 96 URBANA

Se corre el modelo y los resultados obtenidos se detallan en los **Plano N°08- Caudales a 10 años** y **Plano N°09- Caudales a 25 años**, donde se detallan los caudales pico en cada punto de salida.

Los caudales obtenidos en el estudio hidrológico para la condición actual de obra, donde se incorpora la superficie de aporte del colector Salas y Valdez, fueron volcados en el **Plano N°10 -Comparación de caudales**. Estos fueron los utilizados una verificación de la capacidad de la totalidad de los colectores secundarios y del colector principal.

En el estudio hidrológico se observa claramente que los caudales que deberá conducir el colector troncal del Boulevard 9 de Julio en todo su recorrido para una recurrencia de 10 años en la condición actual, son prácticamente del mismo orden de magnitud que los caudales del proyecto licitado para una recurrencia de 25años, ver Figura 3 del plano nombrado anteriormente. Advirtiéndolo este hecho y considerando que a futuro el municipio encarará el canal Salas y Valdez, se aconseja mantener la misma geometría del colector troncal del proyecto licitado, haciendo la salvedad que el mismo funcionará adecuadamente para una recurrencia de 10 años.

Basándonos en lo expuesto se verificó la capacidad máxima de los cuatro colectores propuestos con la geometría original y se cotejó los mismos con los caudales en su condición actual.

**Caudales de Diseño**

De acuerdo al informe de hidrología se realizó la modelización con las siguientes series de caudales:

	River	Reach	RS	REC 10 AÑOS	REC 25 AÑOS
1	A VILLA	AFLUENTE 4	584.47	3.01	3.86
2	A VILLA	AFLUENTE 4	304.81	4.36	5.57
3	A VILLA	AFLUENTE 4	285.63	4.36	5.57
4	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL	3623.09	1.5	1.5
5	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL	3535.93	2.08	2.26
6	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL	3442	4.72	5.58
7	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL	3256.3	4.79	5.68
8	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL	3158.14	4.83	5.75
9	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL	3048.2	6.21	7.5
10	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL	2908.3	7.01	8.56
11	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL	2802.5	7.18	8.75
12	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL	2702.6	8.32	10.29
13	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL II	2573.42	13.93	17.92
14	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL II	2462.42	14.7	18.93
15	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL II	2083	15.82	20.12
16	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL III	1917.20	20.08	25.75
17	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL III	1620.3	20.12	25.75
18	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL III	1518.6	20.94	26.69
19	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL IV	1469.80	24.07	30.85
20	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL IV	1291	24.49	31.3
21	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL IV	1079.30	26.13	33.44
22	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL V	781.04	26.13	33.44
23	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL V	772.35	30.63	39.54
24	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL V	580	31.34	40.33
25	CANAL BOULEVA	CANAL PPAL V	359	31.73	40.71
26	CANAL CH PEÑAI	AFLUENTE 2	610.04	3.27	4.1
27	CANAL CH PEÑAI	AFLUENTE 2	478.52	3.68	4.6
28	CANAL CH PEÑAI	AFLUENTE 2	320.27	4.26	5.38
29	CANAL CH PEÑAI	AFLUENTE 2	130.46	4.76	5.96
30	CANAL GUEMES	AFLUENTE 1	588.87	5.92	7.3
31	CANAL GUEMES	AFLUENTE 1	338.87	6	7.55
32	CANAL GUEMES	AFLUENTE 1	117.27	6.22	7.82
33	CANAL SUR abajo	CANAL SUR	2	200	400
34	CANAL SUR arriba	CANAL SUR	4	200	400
35	LANTANA	AFLUENTE 3	637.59	1.73	2.2
36	LANTANA	AFLUENTE 3	339.88	2.6	3.3
37	LANTANA	AFLUENTE 3	336.10*	3.29	4.19

**Tabla N°1-14:** Series de Caudales Ingresados en el Programa HEC-RAS

**Resultados:**

A continuación se muestran los perfiles hidráulicos por sección, como así también los perfiles de velocidad. Primero se muestran los resultados para un tiempo de recurrencia de 25 años, y luego los correspondientes a 10 años.

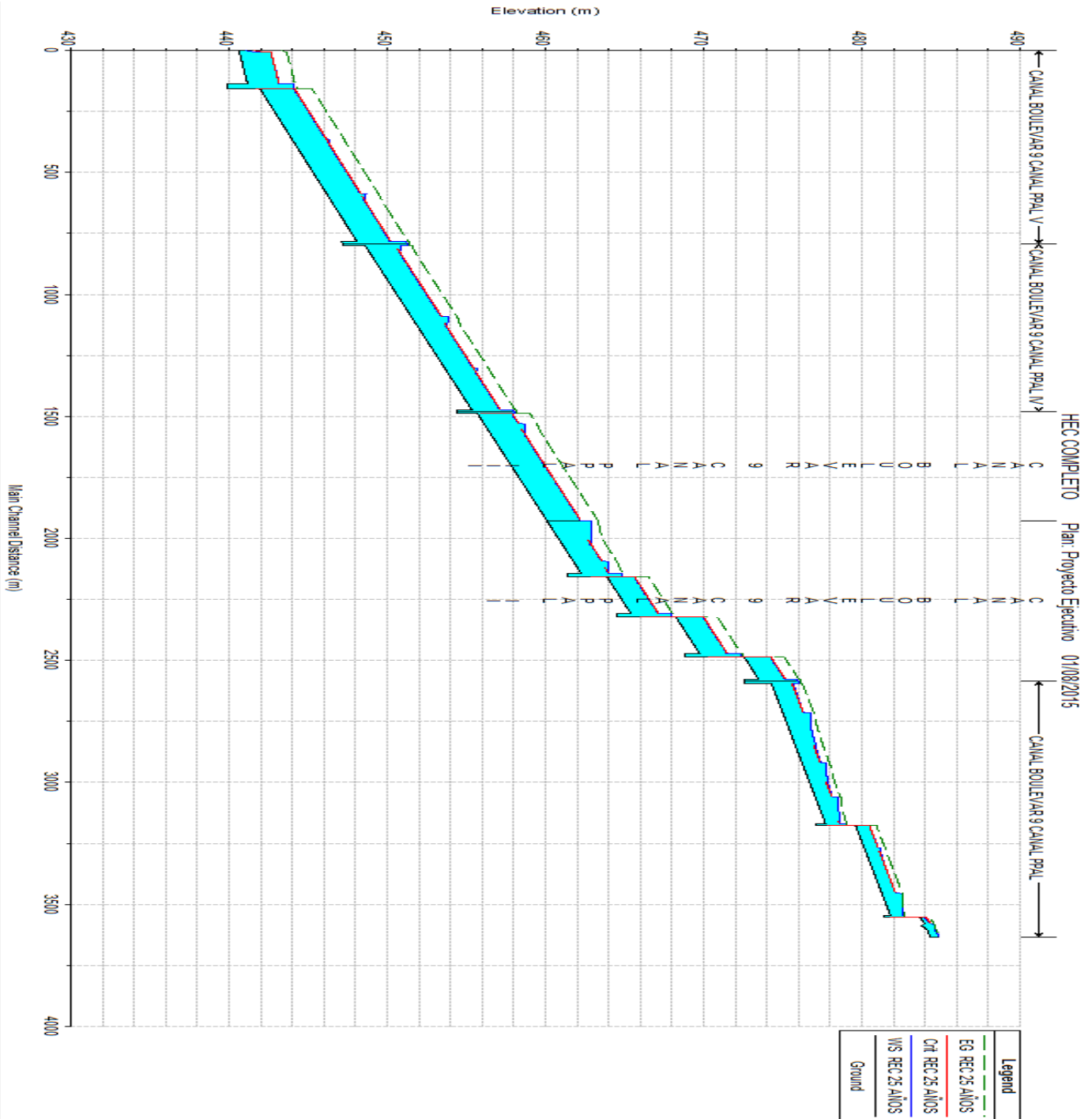


Figura Nº1-14: Perfil Longitudinal de flujo con caudales de 25 años de recurrencia.



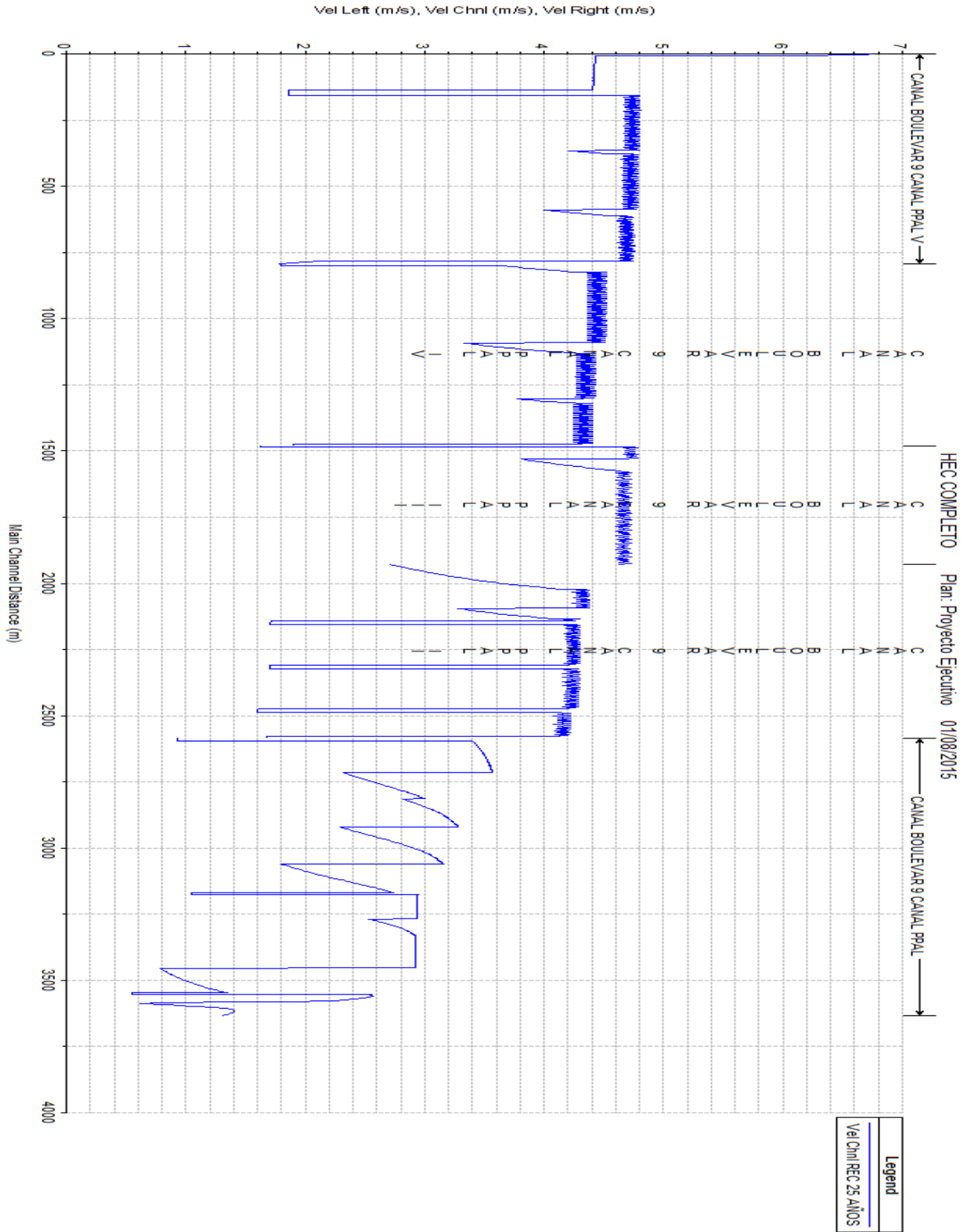


Figura Nº1-15: Perfil Longitudinal de Velocidades para caudales de 25 años de recurrencia.

Tabla N°1-15: Planilla de resultados REC 25 Años 1° y 2° parte.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Hydr Depth (m)	Froude # Ch
CANAL PPAL	3623.09	REC 25 AÑOS	1.5	484.32	484.89	484.75	484.98	0.006275	1.29	1.16	2.59	0.45	0.62
CANAL PPAL	3591.35	REC 25 AÑOS	1.5	484.12	484.6		484.68	0.007717	1.25	1.2	3.58	0.33	0.69
CANAL PPAL	3576.28	REC 25 AÑOS	1.5	483.73	484.59		484.61	0.001007	0.62	2.42	4.12	0.59	0.26
CANAL PPAL	3568.61	REC 25 AÑOS	1.5	483.98	484.37	484.36	484.56	0.020973	1.93	0.78	2	0.39	0.99
CANAL PPAL	3568.56	REC 25 AÑOS	1.5	483.98	484.36	484.36	484.56	0.004732	1.95	0.77	2	0.38	1
CANAL PPAL	3542.03	REC 25 AÑOS	1.5	483.67	483.96	484.05	484.3	0.010657	2.56	0.59	2	0.29	1.51
CANAL PPAL	3541.98	REC 25 AÑOS	1.5	481.42	482.67	481.78	482.68	0.000137	0.55	2.75	2.2	1.25	0.16
CANAL PPAL	3540.28	REC 25 AÑOS	1.5	481.42	482.67		482.68	0.000137	0.55	2.75	2.2	1.25	0.16
CANAL PPAL	3535.98	REC 25 AÑOS	1.5	481.42	482.67		482.68	0.000137	0.55	2.75	2.2	1.25	0.16
CANAL PPAL	3535.93	REC 25 AÑOS	2.26	481.82	482.58		482.68	0.001179	1.35	1.68	2.2	0.76	0.49
CANAL PPAL	3442	REC 25 AÑOS	5.58	481.26	482.13	482.12	482.56	0.005026	2.92	1.91	2.2	0.87	1
CANAL PPAL	3256.3	REC 25 AÑOS	5.68	480.15	481.02	481.02	481.46	0.005037	2.94	1.93	2.2	0.88	1
CANAL PPAL	3166.37	REC 25 AÑOS	5.68	479.61	480.48	480.48	480.92	0.005074	2.94	1.93	2.2	0.88	1
CANAL PPAL	3166.32	REC 25 AÑOS	5.68	477.07	479.02	477.82	479.07	0.000321	1.04	5.45	2.8	1.95	0.24
CANAL PPAL	3158.14	REC 25 AÑOS	5.75	477.07	479.01		479.07	0.000331	1.06	5.44	2.8	1.94	0.24
CANAL PPAL	3158.09	REC 25 AÑOS	5.75	477.7	478.66	478.58	479.04	0.004119	2.74	2.1	2.2	0.96	0.89
CANAL PPAL	3048.2	REC 25 AÑOS	7.5	477.05	478.13	478.1	478.63	0.005034	3.16	2.38	2.2	1.08	0.97
CANAL PPAL	2908.3	REC 25 AÑOS	8.56	476.22	477.4	477.37	477.95	0.005123	3.28	2.61	2.2	1.19	0.96
CANAL PPAL	2802.5	REC 25 AÑOS	8.75	475.58	476.91		477.37	0.004	3	2.91	2.2	1.32	0.83
CANAL PPAL	2702.6	REC 25 AÑOS	10.29	474.99	476.3	476.29	476.95	0.005675	3.57	2.89	2.2	1.31	0.99
CANAL PPAL	2584.7	REC 25 AÑOS	10.29	474.29	475.67	475.6	476.25	0.005017	3.4	3.03	2.2	1.38	0.93
CANAL PPAL	2584.65	REC 25 AÑOS	10.29	472.6	476.05		476.09	0.000174	0.93	11.04	3.2	3.45	0.16
CANAL PPAL	2573.62	REC 25 AÑOS	10.29	472.6	476.04	473.61	476.09	0.000174	0.93	11.03	3.2	3.45	0.16
CANAL PPAL II	2573.42	REC 25 AÑOS	17.92	472.6	475.95		476.09	0.000566	1.67	10.72	3.2	3.35	0.29
CANAL PPAL II	2566.97	REC 25 AÑOS	17.92	472.6	475.94		476.08	0.000567	1.67	10.71	3.2	3.35	0.29
CANAL PPAL II	2566.92	REC 25 AÑOS	17.92	473.48	475.16	475.16	476.01	0.005679	4.09	4.38	2.6	1.69	1
CANAL PPAL II	2475.71	REC 25 AÑOS	17.92	472.56	474.25	474.26	475.1	0.005681	4.09	4.38	2.6	1.69	1.01
CANAL PPAL II	2475.66	REC 25 AÑOS	17.92	468.84	472.33	470.31	472.46	0.000511	1.6	11.18	3.2	3.49	0.27
CANAL PPAL II	2462.47	REC 25 AÑOS	17.92	468.84	472.33		472.46	0.000514	1.61	11.15	3.2	3.49	0.27
CANAL PPAL II	2462.42	REC 25 AÑOS	18.93	469.75	471.5	471.5	472.38	0.005763	4.16	4.55	2.6	1.75	1
CANAL PPAL II	2311.44	REC 25 AÑOS	18.93	468.24	469.96	469.99	470.87	0.006033	4.24	4.47	2.6	1.72	1.03
CANAL PPAL II	2311.39	REC 25 AÑOS	18.93	464.49	467.97	466.02	468.12	0.000577	1.7	11.12	3.2	3.48	0.29
CANAL PPAL II	2298.19	REC 25 AÑOS	18.93	464.49	467.96		468.11	0.00058	1.71	11.09	3.2	3.47	0.29
CANAL PPAL II	2298.14	REC 25 AÑOS	18.93	465.4	467.15	467.15	468.04	0.005765	4.16	4.55	2.6	1.75	1
CANAL PPAL II	2145.56	REC 25 AÑOS	18.93	463.88	465.59	465.63	466.51	0.00606	4.24	4.46	2.6	1.72	1.03
CANAL PPAL II	2145.51	REC 25 AÑOS	18.93	461.36	464.82	462.88	464.97	0.000582	1.71	11.09	3.2	3.46	0.29
CANAL PPAL II	2132.76	REC 25 AÑOS	18.93	461.36	464.81		464.96	0.000585	1.71	11.06	3.2	3.46	0.29
CANAL PPAL II	2132.71	REC 25 AÑOS	18.93	462.26	464.01	464.01	464.89	0.005765	4.16	4.55	2.6	1.75	1
CANAL PPAL II	2083	REC 25 AÑOS	20.12	461.76	463.58	463.58	464.5	0.005867	4.25	4.74	2.6	1.82	1
CANAL PPAL II	1917.7	REC 25 AÑOS	20.12	460.1	462.96	461.92	463.33	0.00192	2.71	7.43	2.6	2.86	0.51

Tabla N°1-16: Planilla de resultados REC 25 Años 3° 4° y 5° parte.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Hydr Depth	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	
CANAL PPAL III	1917.2	REC 25 AÑOS	25.75	460.1	462.25		463.33	0.00634	4.61	5.58	2.6	2.15	1
CANAL PPAL III	1620.3	REC 25 AÑOS	25.75	457.13	459.23	459.28	460.36	0.006692	4.71	5.46	2.6	2.1	1.04
CANAL PPAL III	1518.6	REC 25 AÑOS	26.69	456.11	458.32	458.32	459.42	0.006386	4.66	5.73	2.6	2.2	1
CANAL PPAL III	1474.82	REC 25 AÑOS	26.69	455.68	457.84	457.88	458.99	0.006686	4.74	5.63	2.6	2.16	1.03
CANAL PPAL III	1474.8	REC 25 AÑOS	26.69	454.45	458.03	455.95	458.16	0.000377	1.62	16.47	4.6	3.58	0.27
CANAL PPAL III	1469.9	REC 25 AÑOS	26.69	454.45	458.03	455.95	458.16	0.000378	1.62	16.46	4.6	3.58	0.27
CANAL PPAL IV	1469.8	REC 25 AÑOS	30.85	454.45	457.98		458.16	0.000523	1.9	16.23	4.6	3.53	0.32
CANAL PPAL IV	1462.82	REC 25 AÑOS	30.85	454.45	457.97		458.16	0.000525	1.9	16.21	4.6	3.52	0.32
CANAL PPAL IV	1462.8	REC 25 AÑOS	30.85	455.35	457.17	457.17	458.08	0.004322	4.24	7.27	4	1.82	1
CANAL PPAL IV	1291	REC 25 AÑOS	31.3	453.63	455.47	455.47	456.39	0.004338	4.26	7.34	4	1.84	1
CANAL PPAL IV	1079.3	REC 25 AÑOS	33.44	451.51	453.43	453.43	454.4	0.004396	4.36	7.67	4	1.92	1
CANAL PPAL IV	787.69	REC 25 AÑOS	33.44	448.59	450.89		451.56	0.002708	3.63	9.21	4	2.3	0.76
CANAL PPAL IV	787.64	REC 25 AÑOS	33.44	447.19	451.25		451.41	0.000433	1.79	18.67	4.6	4.06	0.28
CANAL PPAL IV	781.64	REC 25 AÑOS	33.44	447.17	451.25	448.91	451.41	0.000427	1.78	18.78	4.6	4.08	0.28
CANAL PPAL V	781.04	REC 25 AÑOS	33.44	447.17	451.25		451.41	0.000427	1.78	18.78	4.6	4.08	0.28
CANAL PPAL V	772.35	REC 25 AÑOS	39.54	447.12	451.17		451.4	0.000609	2.12	18.62	4.6	4.05	0.34
CANAL PPAL V	772.3	REC 25 AÑOS	39.54	448.09	450.23	450.23	451.31	0.004566	4.61	8.58	4	2.14	1
CANAL PPAL V	580	REC 25 AÑOS	40.33	446.17	448.34	448.34	449.44	0.004583	4.64	8.7	4	2.17	1
CANAL PPAL V	359	REC 25 AÑOS	40.71	443.98	446.16	446.16	447.27	0.004592	4.65	8.75	4	2.19	1
CANAL PPAL V	156.41	REC 25 AÑOS	40.71	441.95	444.07	444.14	445.24	0.004977	4.8	8.49	4	2.12	1.05
CANAL PPAL V	156.36	REC 25 AÑOS	40.71	439.87	444.08	441.71	444.26	0.000413	1.86	21.89	5.2	4.21	0.29
CANAL PPAL V	137.58	REC 25 AÑOS	40.71	439.87	444.07		444.25	0.000415	1.86	21.85	5.2	4.2	0.29
CANAL PPAL V	137.53	REC 25 AÑOS	40.71	441.17	443.18	443.16	444.17	0.003986	4.41	9.23	4.6	2.01	0.99
CANAL PPAL V	8	REC 25 AÑOS	40.71	440.66	442.65	442.65	443.65	0.004048	4.43	9.18	4.6	2	1
CANAL PPAL V	0	REC 25 AÑOS	40.71	440.62	441.04	441.56	443.37	0.034748	6.75	6.03	14.2	0.42	3.31

Como se puede observar, que para los caudales analizados, el canal responde de una manera adecuada, ya que las velocidades generadas en cada sección, están generalmente entre los 4 y 5 m/s, valores límites que indica el Pliego de “Norte Grande Hídrica”. Teniendo estos valores de velocidad, obtenemos un número de Froude cercano a 1 (mínima energía).

En el caso de los Saltos Hidráulicos, la velocidad aumenta, lo cual es esperable en este tipo de estructuras.

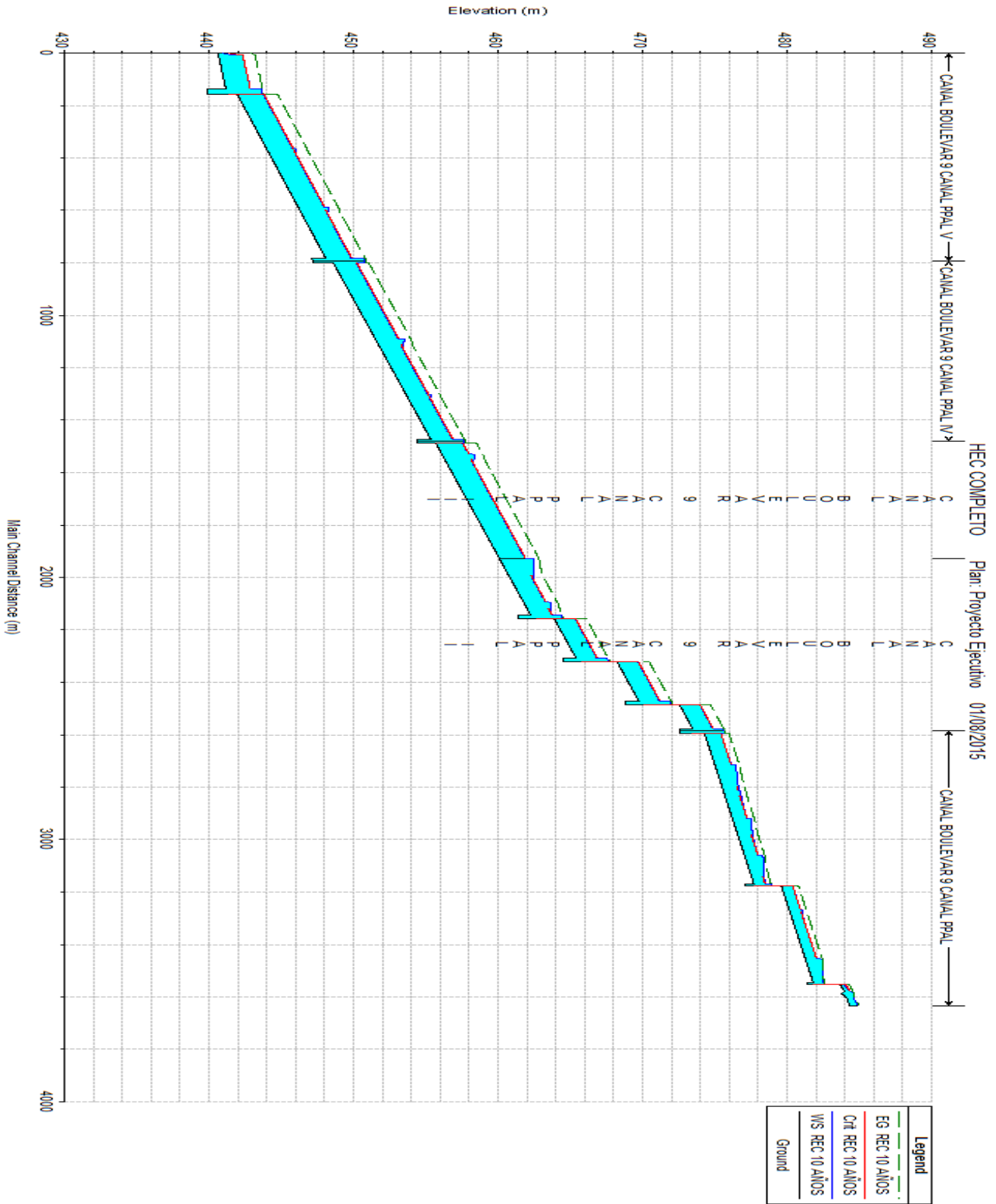


Figura N°1-16: Perfil Longitudinal de flujo con caudales de 10 años de recurrencia.

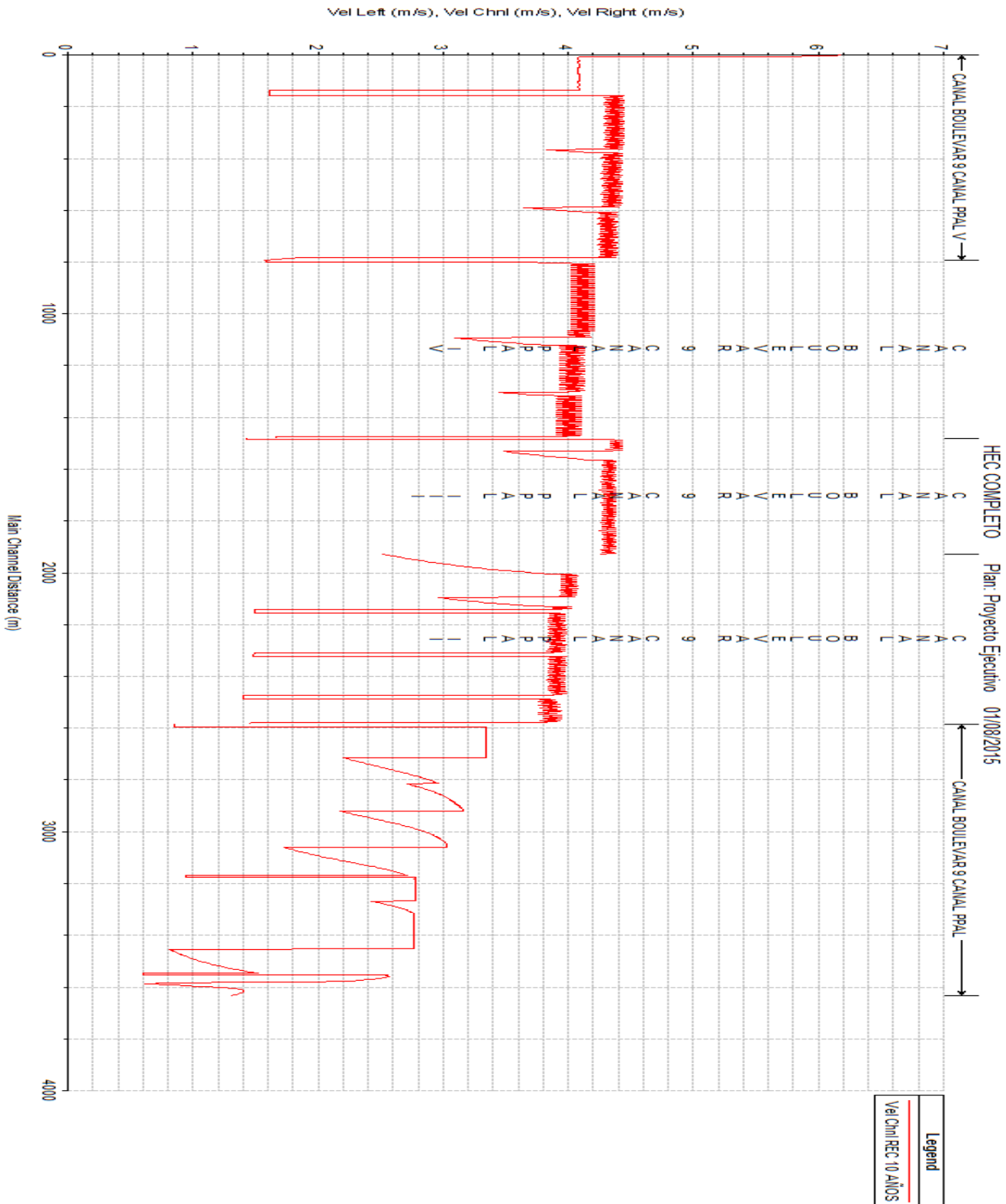


Figura N°1-17: Perfil Longitudinal de Velocidades para caudales de 10 años de recurrencia.

Tabla N°1-17: Planilla de resultados REC 10 Años 1° y 2° parte

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Hydr Depth	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	(m)	
CANAL PPAL	3623.09	REC 10 AÑOS	1.5	484.32	484.89	484.75	484.98	0.006275	1.29	1.16	2.59	0.45	0.62
CANAL PPAL	3591.35	REC 10 AÑOS	1.5	484.12	484.6		484.68	0.007717	1.25	1.2	3.58	0.33	0.69
CANAL PPAL	3576.28	REC 10 AÑOS	1.5	483.73	484.59		484.61	0.001007	0.62	2.42	4.12	0.59	0.26
CANAL PPAL	3568.61	REC 10 AÑOS	1.5	483.98	484.37	484.36	484.56	0.020973	1.93	0.78	2	0.39	0.99
CANAL PPAL	3568.56	REC 10 AÑOS	1.5	483.98	484.36	484.36	484.56	0.004732	1.95	0.77	2	0.38	1
CANAL PPAL	3542.03	REC 10 AÑOS	1.5	483.67	483.96	484.05	484.3	0.010669	2.56	0.59	2	0.29	1.51
CANAL PPAL	3541.98	REC 10 AÑOS	1.5	481.42	482.55	481.78	482.57	0.000178	0.6	2.49	2.2	1.13	0.18
CANAL PPAL	3540.28	REC 10 AÑOS	1.5	481.42	482.55		482.57	0.000178	0.6	2.49	2.2	1.13	0.18
CANAL PPAL	3535.98	REC 10 AÑOS	1.5	481.42	482.55		482.57	0.000179	0.6	2.49	2.2	1.13	0.18
CANAL PPAL	3535.93	REC 10 AÑOS	2.08	481.82	482.44		482.56	0.001793	1.52	1.36	2.2	0.62	0.62
CANAL PPAL	3442	REC 10 AÑOS	4.72	481.26	482.04	482.03	482.42	0.004893	2.76	1.71	2.2	0.78	1
CANAL PPAL	3256.3	REC 10 AÑOS	4.79	480.15	480.93	480.93	481.32	0.004902	2.77	1.73	2.2	0.78	1
CANAL PPAL	3166.37	REC 10 AÑOS	4.79	479.61	480.39	480.39	480.78	0.004938	2.78	1.72	2.2	0.78	1
CANAL PPAL	3166.32	REC 10 AÑOS	4.79	477.07	478.87	477.74	478.92	0.000278	0.95	5.05	2.8	1.8	0.23
CANAL PPAL	3158.14	REC 10 AÑOS	4.83	477.07	478.87		478.92	0.000284	0.96	5.04	2.8	1.8	0.23
CANAL PPAL	3158.09	REC 10 AÑOS	4.83	477.7	478.51	478.49	478.88	0.004584	2.71	1.78	2.2	0.81	0.96
CANAL PPAL	3048.2	REC 10 AÑOS	6.21	477.05	477.98	477.98	478.45	0.00513	3.03	2.05	2.2	0.93	1
CANAL PPAL	2908.3	REC 10 AÑOS	7.01	476.22	477.23	477.22	477.73	0.005259	3.15	2.22	2.2	1.01	1
CANAL PPAL	2802.5	REC 10 AÑOS	7.18	475.58	476.69	476.61	477.13	0.004387	2.96	2.42	2.2	1.1	0.9
CANAL PPAL	2702.6	REC 10 AÑOS	8.32	474.99	476.12	476.12	476.69	0.005477	3.34	2.49	2.2	1.13	1
CANAL PPAL	2584.7	REC 10 AÑOS	8.32	474.29	475.42	475.42	475.99	0.005499	3.35	2.49	2.2	1.13	1.01
CANAL PPAL	2584.65	REC 10 AÑOS	8.32	472.6	475.65	473.48	475.69	0.000153	0.85	9.77	3.2	3.05	0.16
CANAL PPAL	2573.62	REC 10 AÑOS	8.32	472.6	475.65	473.48	475.69	0.000153	0.85	9.77	3.2	3.05	0.16
CANAL PPAL II	2573.42	REC 10 AÑOS	13.93	472.6	475.58		475.69	0.000455	1.46	9.54	3.2	2.98	0.27
CANAL PPAL II	2566.97	REC 10 AÑOS	13.93	472.6	475.57		475.68	0.000456	1.46	9.53	3.2	2.98	0.27
CANAL PPAL II	2566.92	REC 10 AÑOS	13.93	473.48	474.9	474.9	475.62	0.005311	3.76	3.71	2.6	1.43	1
CANAL PPAL II	2475.71	REC 10 AÑOS	13.93	472.56	473.99	473.99	474.71	0.005338	3.76	3.7	2.6	1.42	1.01
CANAL PPAL II	2475.66	REC 10 AÑOS	13.93	468.84	471.94	470.08	472.04	0.000412	1.4	9.93	3.2	3.1	0.25
CANAL PPAL II	2462.47	REC 10 AÑOS	13.93	468.84	471.94		472.04	0.000414	1.41	9.91	3.2	3.1	0.25
CANAL PPAL II	2462.42	REC 10 AÑOS	14.7	469.75	471.23	471.23	471.97	0.005387	3.83	3.84	2.6	1.48	1
CANAL PPAL II	2311.44	REC 10 AÑOS	14.7	468.24	469.69	469.72	470.46	0.005699	3.91	3.76	2.6	1.45	1.04
CANAL PPAL II	2311.39	REC 10 AÑOS	14.7	464.49	467.58	465.78	467.7	0.000463	1.49	9.89	3.2	3.09	0.27
CANAL PPAL II	2298.19	REC 10 AÑOS	14.7	464.49	467.58		467.69	0.000466	1.49	9.87	3.2	3.08	0.27
CANAL PPAL II	2298.14	REC 10 AÑOS	14.7	465.4	466.88	466.88	467.63	0.005387	3.83	3.84	2.6	1.48	1
CANAL PPAL II	2145.56	REC 10 AÑOS	14.7	463.88	465.33	465.36	466.1	0.00569	3.91	3.76	2.6	1.45	1.04
CANAL PPAL II	2145.51	REC 10 AÑOS	14.7	461.36	464.44	462.64	464.55	0.000467	1.49	9.85	3.2	3.08	0.27
CANAL PPAL II	2132.76	REC 10 AÑOS	14.7	461.36	464.43		464.54	0.00047	1.49	9.83	3.2	3.07	0.27
CANAL PPAL II	2132.71	REC 10 AÑOS	14.7	462.26	463.73	463.73	464.48	0.005387	3.83	3.84	2.6	1.48	1
CANAL PPAL II	2083	REC 10 AÑOS	15.82	461.76	463.31	463.31	464.09	0.005488	3.92	4.03	2.6	1.55	1
CANAL PPAL II	1917.7	REC 10 AÑOS	15.82	460.1	462.51	461.66	462.84	0.001792	2.52	6.27	2.6	2.41	0.52

Tabla N°1-18: Planilla de resultados REC 10 Años 3° 4° y 5° parte.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Hydr Depth	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	
CANAL PPAL III	1917.2	REC 10 AÑOS	20.08	460.1	461.92		462.84	0.005861	4.24	4.73	2.6	1.82	1
CANAL PPAL III	1620.3	REC 10 AÑOS	20.12	457.13	458.93	458.95	459.87	0.006071	4.3	4.67	2.6	1.8	1.02
CANAL PPAL III	1518.6	REC 10 AÑOS	20.94	456.11	457.98	457.98	458.93	0.005941	4.31	4.86	2.6	1.87	1
CANAL PPAL III	1474.82	REC 10 AÑOS	20.94	455.68	457.53	457.55	458.49	0.006061	4.34	4.83	2.6	1.86	1.02
CANAL PPAL III	1474.8	REC 10 AÑOS	20.94	454.45	457.63	455.73	457.74	0.000313	1.43	14.64	4.6	3.18	0.26
CANAL PPAL III	1469.9	REC 10 AÑOS	20.94	454.45	457.63	455.73	457.73	0.000314	1.43	14.63	4.6	3.18	0.26
CANAL PPAL IV	1469.8	REC 10 AÑOS	24.07	454.45	457.59		457.73	0.000427	1.66	14.46	4.6	3.14	0.3
CANAL PPAL IV	1462.82	REC 10 AÑOS	24.07	454.45	457.59		457.73	0.000428	1.67	14.44	4.6	3.14	0.3
CANAL PPAL IV	1462.8	REC 10 AÑOS	24.07	455.35	456.89	456.89	457.67	0.004135	3.91	6.16	4	1.54	1
CANAL PPAL IV	1291	REC 10 AÑOS	24.49	453.63	455.19	455.19	455.97	0.004143	3.93	6.23	4	1.56	1
CANAL PPAL IV	1079.3	REC 10 AÑOS	26.13	451.51	453.14	453.14	453.96	0.00419	4.01	6.51	4	1.63	1
CANAL PPAL IV	787.69	REC 10 AÑOS	26.13	448.59	450.38	450.22	451.06	0.003251	3.66	7.15	4	1.79	0.87
CANAL PPAL IV	787.64	REC 10 AÑOS	26.13	447.19	450.76		450.89	0.000363	1.59	16.44	4.6	3.57	0.27
CANAL PPAL IV	781.64	REC 10 AÑOS	26.13	447.17	450.76	448.65	450.89	0.000357	1.58	16.55	4.6	3.6	0.27
CANAL PPAL V	781.04	REC 10 AÑOS	26.13	447.17	450.76		450.89	0.000357	1.58	16.55	4.6	3.6	0.27
CANAL PPAL V	772.35	REC 10 AÑOS	30.63	447.12	450.7		450.88	0.000495	1.86	16.49	4.6	3.58	0.31
CANAL PPAL V	772.3	REC 10 AÑOS	30.63	448.09	449.89	449.89	450.81	0.004316	4.23	7.24	4	1.81	1
CANAL PPAL V	580	REC 10 AÑOS	31.34	446.17	448.01	448.01	448.93	0.004338	4.27	7.35	4	1.84	1
CANAL PPAL V	359	REC 10 AÑOS	31.73	443.98	445.83	445.83	446.76	0.004351	4.28	7.41	4	1.85	1
CANAL PPAL V	156.41	REC 10 AÑOS	31.73	441.95	443.73	443.8	444.74	0.004797	4.44	7.14	4	1.79	1.06
CANAL PPAL V	156.36	REC 10 AÑOS	31.73	439.87	443.66	441.43	443.79	0.000329	1.61	19.68	5.2	3.78	0.26
CANAL PPAL V	137.58	REC 10 AÑOS	31.73	439.87	443.65		443.78	0.00033	1.62	19.64	5.2	3.78	0.27
CANAL PPAL V	137.53	REC 10 AÑOS	31.73	441.17	442.86	442.86	443.71	0.003896	4.09	7.76	4.6	1.69	1
CANAL PPAL V	8	REC 10 AÑOS	31.73	440.66	442.34	442.34	443.19	0.003902	4.09	7.76	4.6	1.69	1.01
CANAL PPAL V	0	REC 10 AÑOS	31.73	440.62	440.98	441.42	442.93	0.03563	6.18	5.13	14.2	0.36	3.28

Como es de esperar, para una recurrencia menor, el canal verifica con mayor seguridad.

### **3.3-CAPACIDAD DE LOS COLECTORES SECUNDARIOS:**

Se busca verificar la capacidad de los cuatro colectores secundarios que aportan desde Avda. Aconquija hacia el colector principal del canal de Boulevard 9 de Julio, siempre considerando caudales con una recurrencia de 25 años.

**3.3.1-Colector Güemes:**

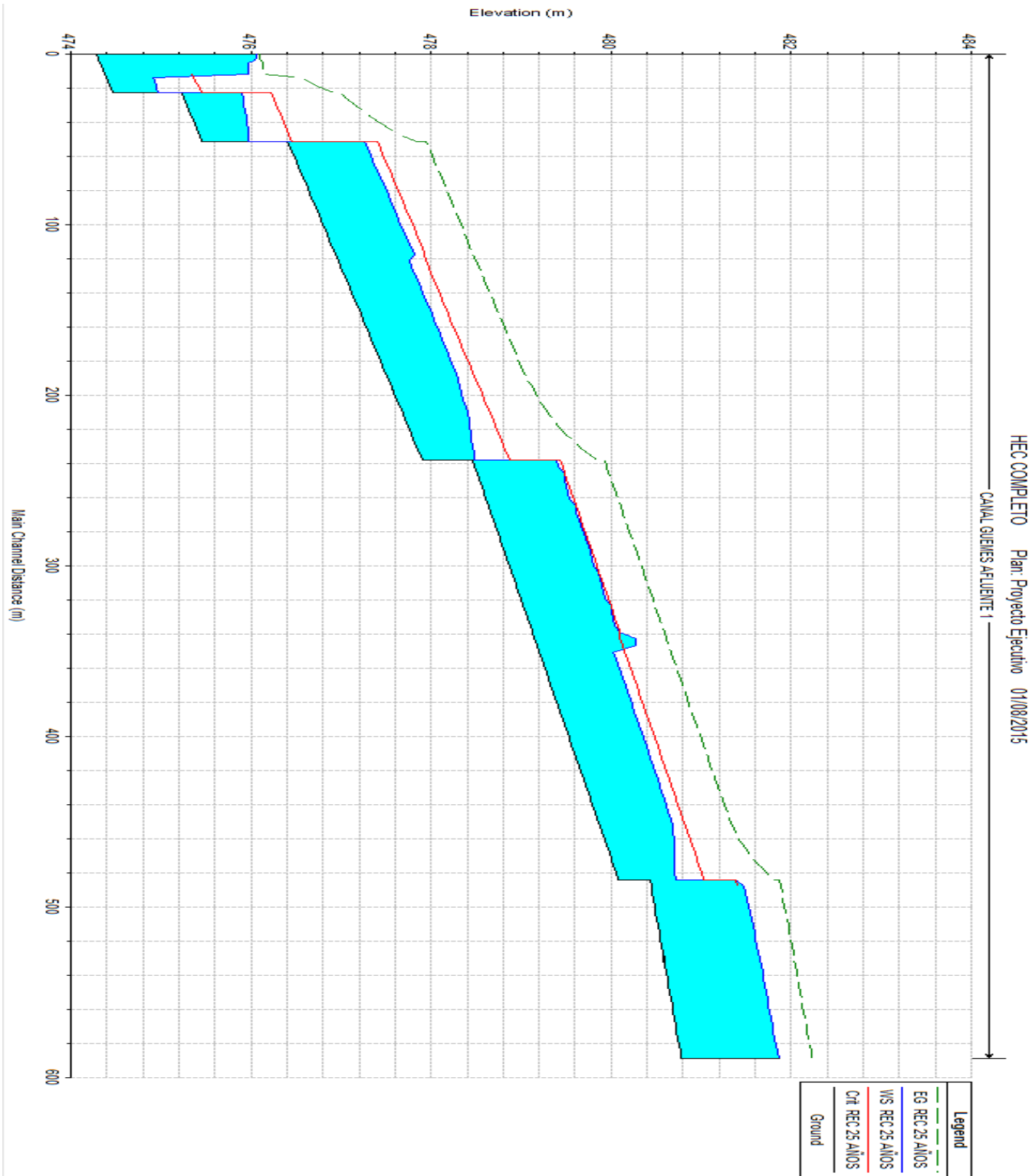


Figura Nº1-18: Perfil longitudinal de colector Güemes, recurrencia 25 años.



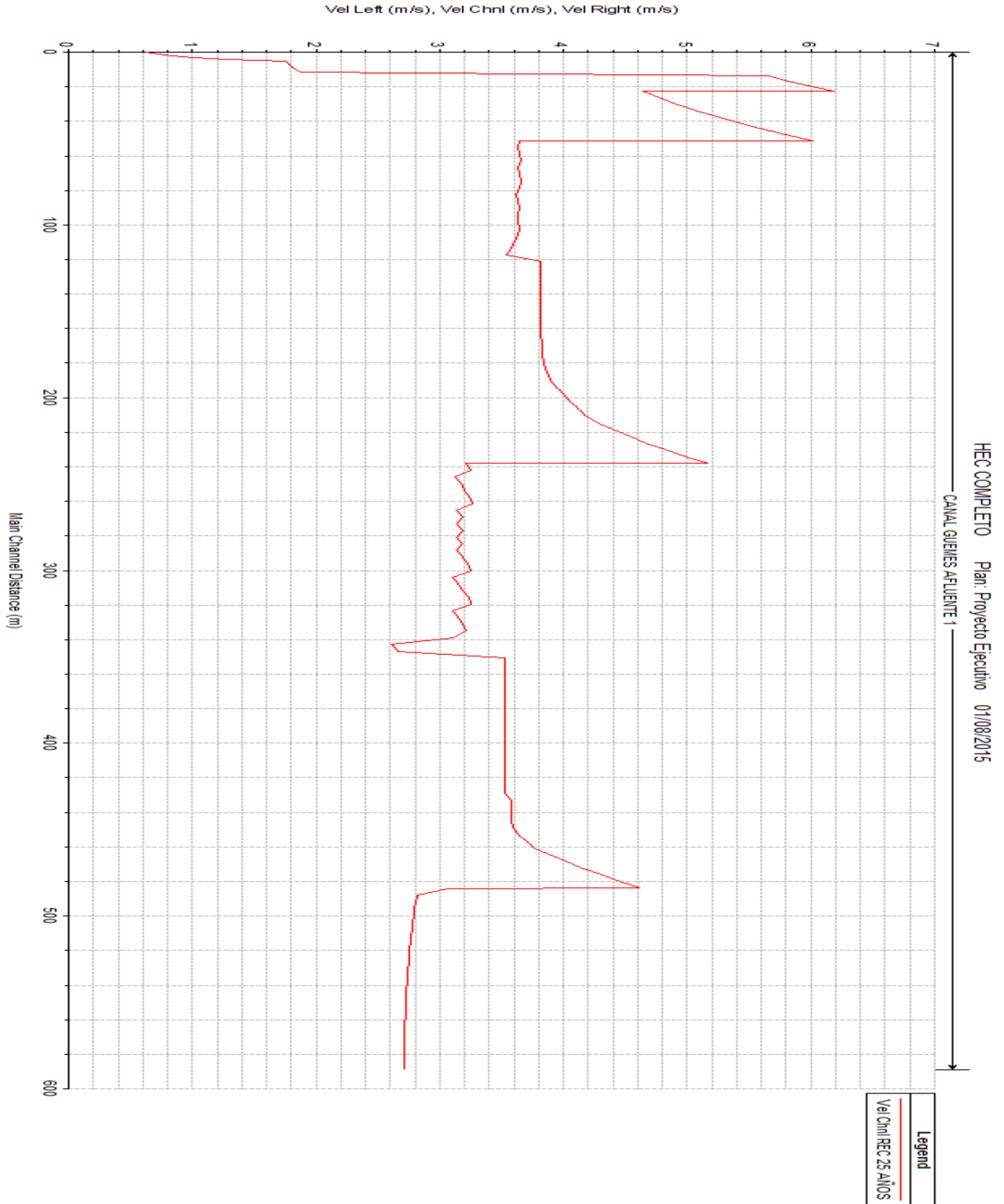


Figura Nº1-19: Perfil de velocidades de colector Güemes, recurrencia 25 años.

Tabla N°1-19: Planilla de resultados canal Güemes REC 25 Años.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
AFLUENTE 1	588.87	REC 25 AÑOS	7.3	480.78	481.86	481.73	482.23	0.003418	2.71	2.7	2.5	0.83
AFLUENTE 1	484.03	REC 25 AÑOS	7.3	480.43	481.38	481.38	481.86	0.004821	3.07	2.38	2.5	1
AFLUENTE 1	483.88	REC 25 AÑOS	7.3	480.08	480.71	481.03	481.8	0.015261	4.62	1.58	2.5	1.85
AFLUENTE 1	338.87	REC 25 AÑOS	7.55	479.12	480.1	480.1	480.59	0.004852	3.11	2.43	2.5	1.01
AFLUENTE 1	237.99	REC 25 AÑOS	7.55	478.46	479.4	479.43	479.93	0.005304	3.21	2.35	2.5	1.06
AFLUENTE 1	237.95	REC 25 AÑOS	7.55	477.9	478.48	478.87	479.84	0.020455	5.16	1.46	2.5	2.15
AFLUENTE 1	117.27	REC 25 AÑOS	7.82	476.94	477.82	477.93	478.46	0.006802	3.54	2.21	2.5	1.2
AFLUENTE 1	51.28	REC 25 AÑOS	7.82	476.41	477.27	477.41	477.95	0.007382	3.65	2.14	2.5	1.26
AFLUENTE 1	51.13	REC 25 AÑOS	7.82	475.46	475.98	476.46	477.83	0.031077	6.02	1.3	2.5	2.67
AFLUENTE 1	22.73	REC 25 AÑOS	7.82	475.23	475.9	476.23	477	0.014556	4.64	1.69	2.5	1.8
AFLUENTE 1	22.7	REC 25 AÑOS	7.82	474.46	474.97	475.46	476.91	0.033607	6.19	1.26	2.5	2.78
AFLUENTE 1	5	REC 25 AÑOS	7.82	474.32	475.97		476.13	0.001025	1.75	4.47	2.7	0.43
AFLUENTE 1	0	REC 25 AÑOS	7.82	474.28	476.07	474.78	476.09	0.00007	0.62	12.52	7	0.15

Como se puede observar, para los caudales analizados, las secciones del canal adoptadas verifican, ya que las velocidades generadas en cada sección, están generalmente entre los valores límites que indica el Pliego de "Norte Grande Hídrica". Teniendo estos valores de velocidad, obtenemos un número de Froude cercano a 1 (mínima energía).

En el caso de los saltos hidráulicos, la velocidad aumenta, lo cual es esperable en este tipo de estructuras. Esto se ve en la progresiva 22,7 y 51,13 entre otros.

**3.3.2.- Colector Chacho Peñaloza:**

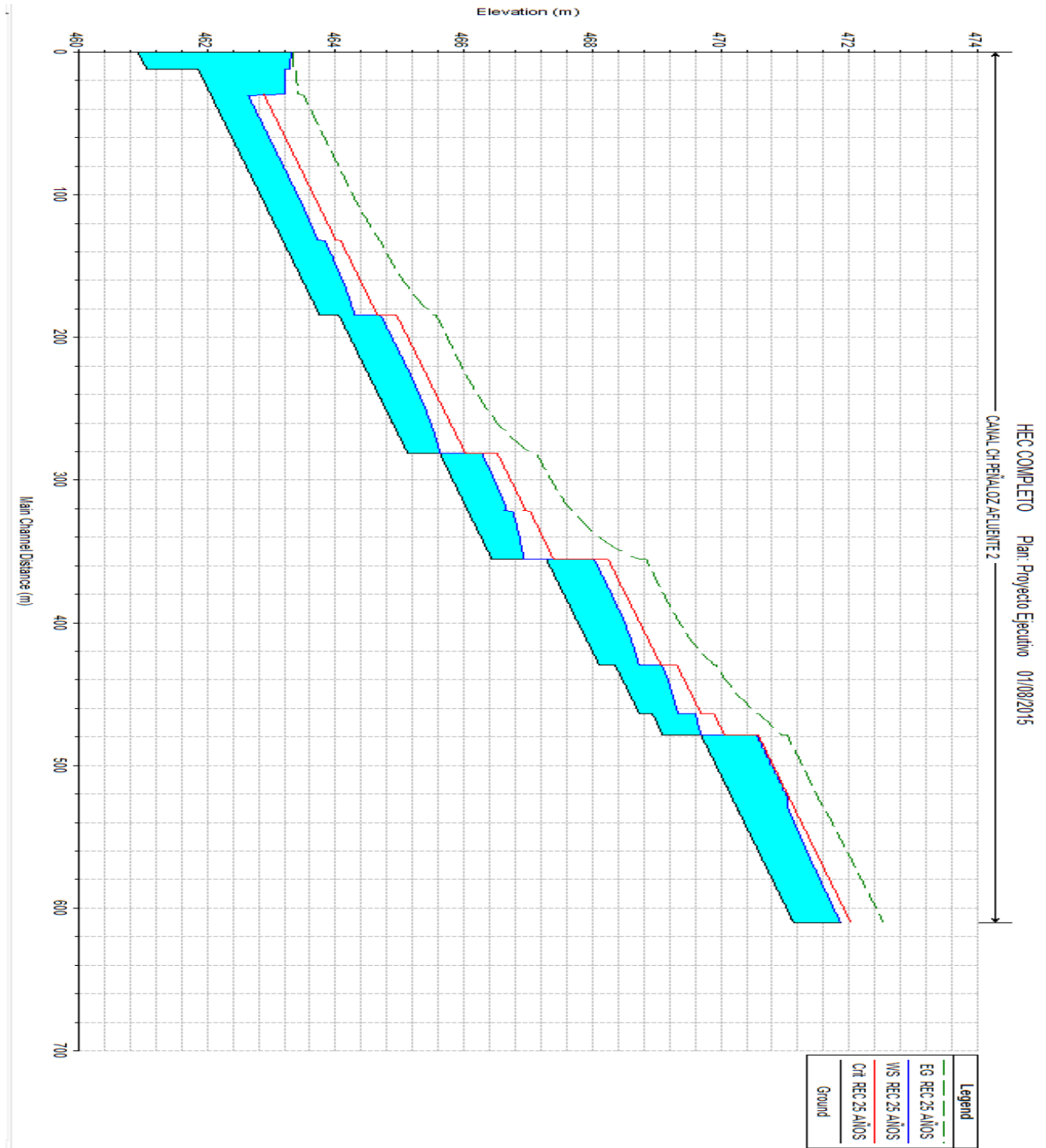


Figura Nº1-20: Perfil longitudinal de colector Chacho Peñaloza, recurrencia 25 años.

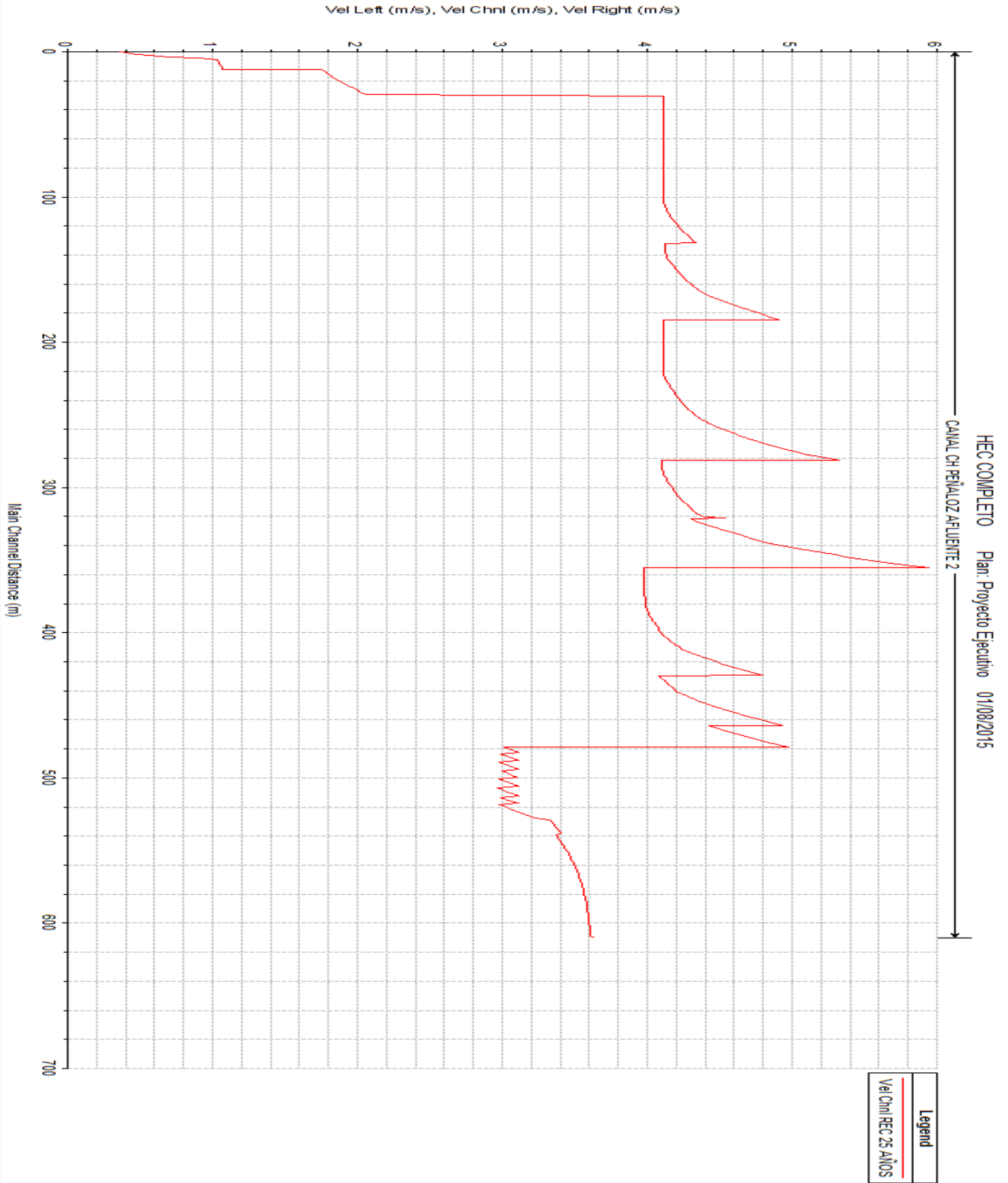


Figura Nº1-21: Perfil de velocidades de colector Chacho Peñaloza, recurrencia 25 años.

Tabla N°1-20: Planilla de resultados canal Chacho Peñaloza REC 25 Años.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
AFLUENTE 2	610.04	REC 25 AÑOS	4.1	471.13	471.86	472.02	472.53	0.011006	3.64	1.13	1.55	1.36
AFLUENTE 2	478.67	REC 25 AÑOS	4.1	469.69	470.57	470.58	471.03	0.006663	3.01	1.36	1.55	1.03
AFLUENTE 2	478.52	REC 25 AÑOS	4.6	469.09	469.69	470.05	470.95	0.023787	4.98	0.92	1.55	2.06
AFLUENTE 2	463.76	REC 25 AÑOS	4.6	468.93	469.6	469.89	470.6	0.017255	4.43	1.04	1.55	1.73
AFLUENTE 2	463.71	REC 25 AÑOS	4.6	468.73	469.33	469.69	470.57	0.023248	4.94	0.93	1.55	2.03
AFLUENTE 2	429.5	REC 25 AÑOS	4.6	468.35	469.08	469.31	469.93	0.013851	4.08	1.13	1.55	1.53
AFLUENTE 2	429.35	REC 25 AÑOS	4.6	468.1	468.72	469.06	469.89	0.021452	4.79	0.96	1.55	1.95
AFLUENTE 2	355.42	REC 25 AÑOS	4.6	467.28	468.03	468.24	468.83	0.012945	3.98	1.16	1.55	1.47
AFLUENTE 2	355.27	REC 25 AÑOS	4.6	466.43	466.93	467.39	468.73	0.038939	5.94	0.77	1.55	2.68
AFLUENTE 2	321.86	REC 25 AÑOS	4.6	466.06	466.75	467.03	467.7	0.015995	4.31	1.07	1.55	1.66
AFLUENTE 2	320.27	REC 25 AÑOS	5.38	466.05	466.66	466.95	467.64	0.015801	4.39	1.22	2	1.79
AFLUENTE 2	281.33	REC 25 AÑOS	5.38	465.62	466.28	466.52	467.13	0.013013	4.1	1.31	2	1.62
AFLUENTE 2	281.18	REC 25 AÑOS	5.38	465.12	465.62	466.02	467.07	0.027404	5.33	1.01	2	2.39
AFLUENTE 2	184.5	REC 25 AÑOS	5.38	464.05	464.7	464.95	465.57	0.013113	4.11	1.31	2	1.62
AFLUENTE 2	184.45	REC 25 AÑOS	5.38	463.75	464.3	464.65	465.53	0.02172	4.91	1.09	2	2.12
AFLUENTE 2	132.26	REC 25 AÑOS	5.38	463.18	463.83	464.08	464.7	0.013218	4.12	1.3	2	1.63
AFLUENTE 2	130.46	REC 25 AÑOS	5.96	463.16	463.71	463.99	464.66	0.015106	4.32	1.38	2.5	1.86
AFLUENTE 2	12.25	REC 25 AÑOS	5.96	461.86	463.22		463.38	0.00122	1.75	3.4	2.5	0.48
AFLUENTE 2	12.1	REC 25 AÑOS	5.96	461.06	463.29		463.35	0.000346	1.07	5.58	2.5	0.23
AFLUENTE 2	4.5	REC 25 AÑOS	5.96	460.97	463.3		463.34	0.000225	0.91	6.52	2.8	0.19
AFLUENTE 2	0	REC 25 AÑOS	5.96	460.92	463.32	461.34	463.33	0.000018	0.35	16.82	7	0.07

En el caso de este colector secundario, también verifica para los caudales analizados.

**3.3.3.- Colector Rubén Darío-Lantanas:**

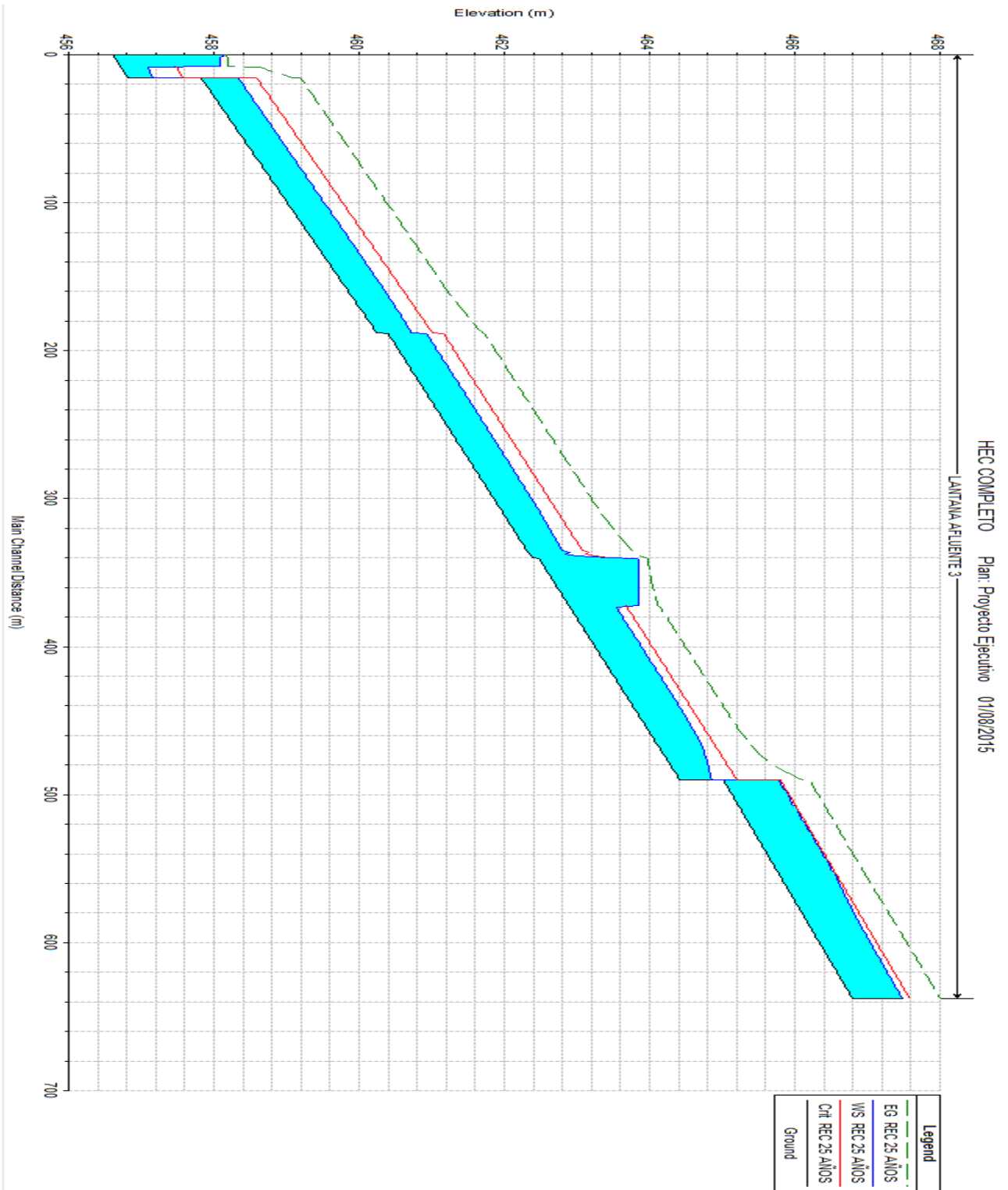


Figura N°1-22: Perfil longitudinal de colector Rubén Darío-Lantanas, recurrencia 25 años.

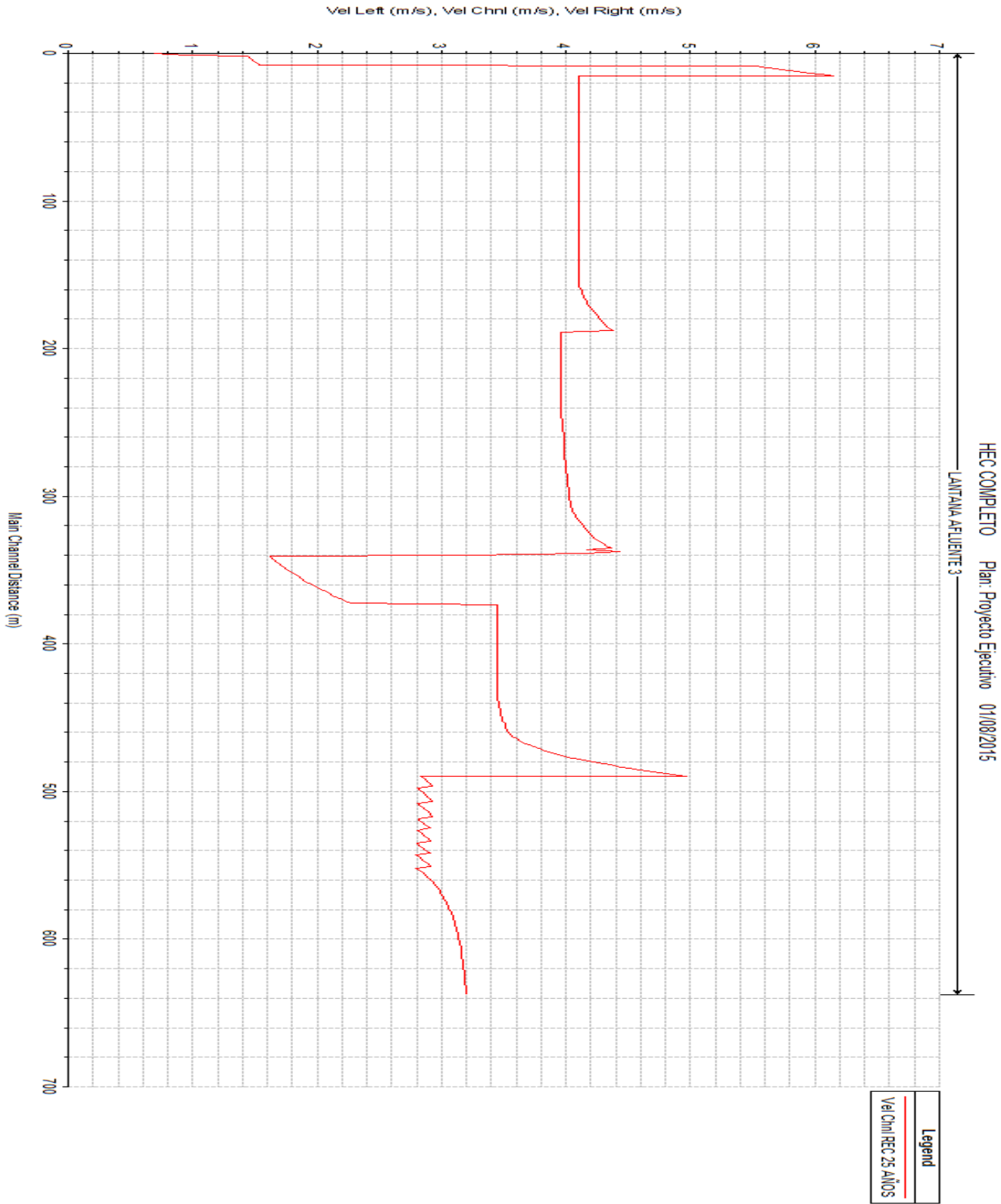


Figura N°1-23: Perfil de velocidades de colector Rubén Darío-Lantanas, recurrencia 25 años.

Tabla N° 1-21: Planilla de resultados canal Rubén Darío-Lantanas. REC 25 Años.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
AFLUENTE 3	637.59	REC 25 AÑOS	2.2	466.79	467.48	467.58	468	0.012	3.2	0.69	1	1.23
AFLUENTE 3	489.84	REC 25 AÑOS	2.2	465.01	465.79	465.8	466.2	0.008846	2.84	0.78	1	1.03
AFLUENTE 3	489.79	REC 25 AÑOS	2.2	464.41	464.85	465.2	466.11	0.038287	4.97	0.44	1	2.38
AFLUENTE 3	343.91	REC 25 AÑOS	2.2	462.52	463.84		463.98	0.002408	1.66	1.32	1	0.46
AFLUENTE 3	342.42	REC 25 AÑOS	2.2	462.5	463.84		463.98	0.002331	1.64	1.34	1	0.45
AFLUENTE 3	340.42	REC 25 AÑOS	2.2	462.48	463.84		463.97	0.00226	1.62	1.36	1	0.44
AFLUENTE 3	339.88	REC 25 AÑOS	3.3	462.38	463.41	463.41	463.93	0.009831	3.2	1.03	1	1.01
AFLUENTE 3	334.84	REC 25 AÑOS	4.19	462.31	462.79	463.07	463.75	0.019176	4.36	0.96	2	2.01
AFLUENTE 3	188.62	REC 25 AÑOS	4.19	460.4	460.93	461.16	461.73	0.014547	3.96	1.06	2	1.74
AFLUENTE 3	187.82	REC 25 AÑOS	4.19	460.24	460.72	461	461.7	0.019476	4.38	0.96	2	2.02
AFLUENTE 3	15.45	REC 25 AÑOS	4.19	457.82	458.33	458.58	459.19	0.01611	4.1	1.02	2	1.83
AFLUENTE 3	15.3	REC 25 AÑOS	4.19	456.81	457.15	457.57	459.08	0.052795	6.15	0.68	2	3.36
AFLUENTE 3	2	REC 25 AÑOS	4.19	456.63	458.08		458.19	0.000945	1.44	2.9	2	0.38
AFLUENTE 3	0	REC 25 AÑOS	4.19	456.6	458.14	457.09	458.16	0.000135	0.7	5.99	3.9	0.18

Verifica las dimensiones para los caudales propuestos, haciendo las mismas acotaciones que en los demás colectores, con respecto a los saltos.



**3.3.4.- Colector Andrés Villa:**

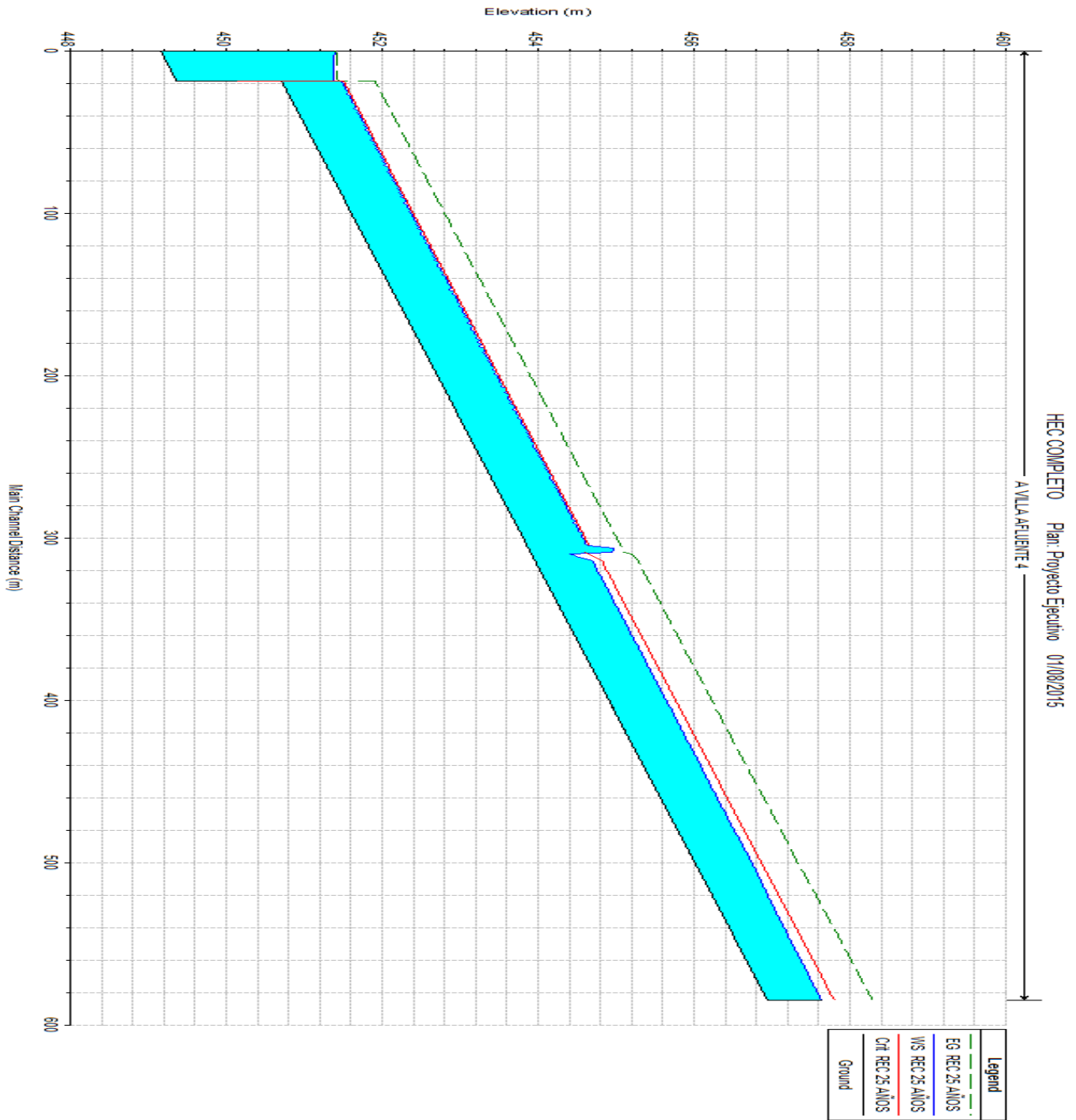


Figura N°1-24: Perfil longitudinal de colector Andrés Villa, recurrencia 25 años.

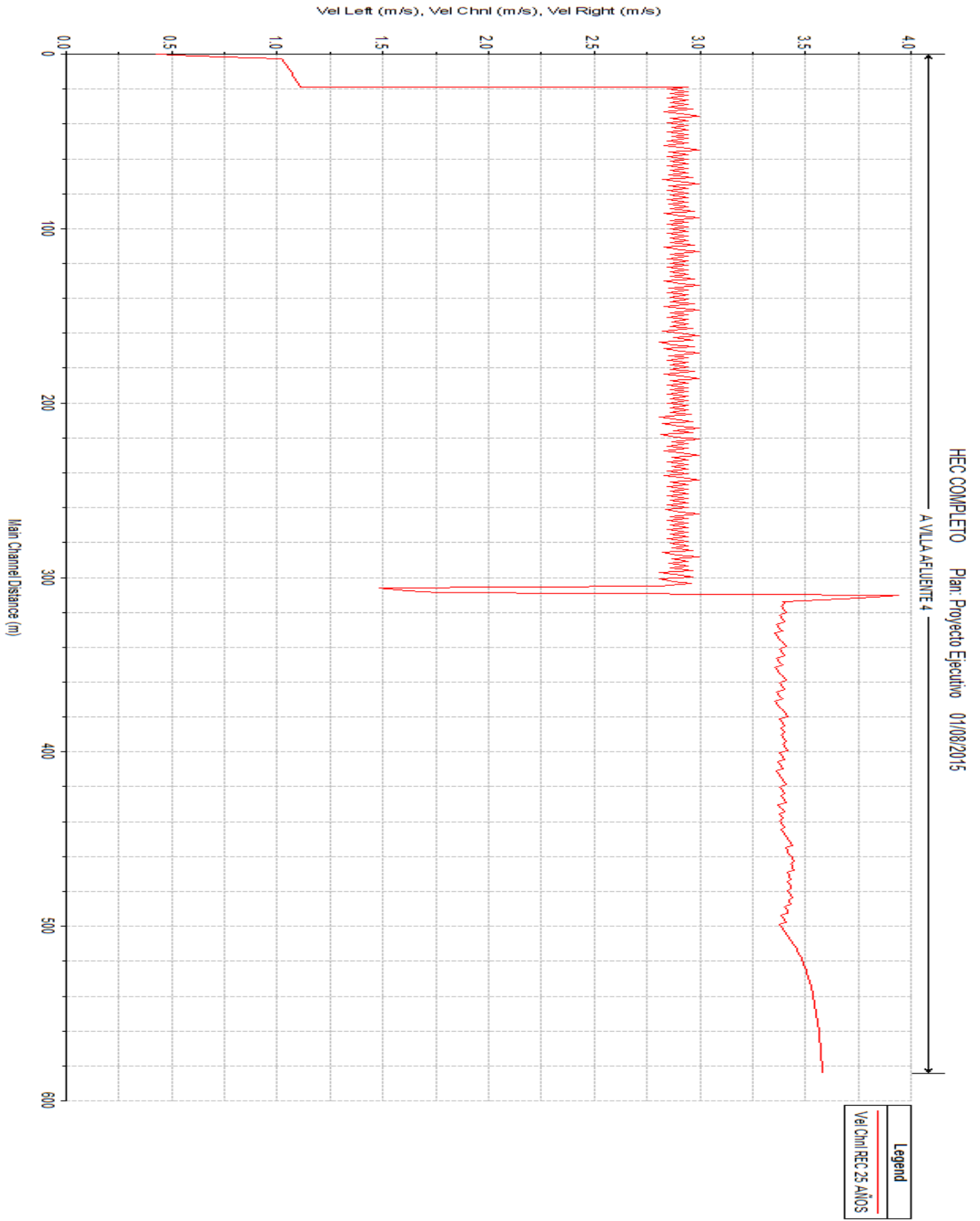


Figura N°1-25: Perfil de velocidades de colector Andrés Villa, recurrencia 25 años.

Tabla N|1-22: Planilla de resultados canal Andrés Villa. REC 25 Años.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
AFLUENTE 4	584.47	REC 25 AÑOS	3.86	456.94	457.64	457.8	458.29	0.011007	3.58	1.08	1.55	1.37
AFLUENTE 4	313.82	REC 25 AÑOS	3.86	453.96	454.69	454.81	455.28	0.009531	3.4	1.14	1.55	1.27
AFLUENTE 4	304.81	REC 25 AÑOS	5.57	453.86	454.65	454.65	455.06	0.004639	2.81	1.99	2.5	1
AFLUENTE 4	285.63	REC 25 AÑOS	5.57	453.65	454.44	454.44	454.84	0.004714	2.82	1.97	2.5	1.01
AFLUENTE 4	18.65	REC 25 AÑOS	5.57	450.71	451.47	451.5	451.91	0.005309	2.94	1.89	2.5	1.08
AFLUENTE 4	18.6	REC 25 AÑOS	5.57	449.36	451.37	450.15	451.43	0.000392	1.11	5.02	2.5	0.25
AFLUENTE 4	2.6	REC 25 AÑOS	5.57	449.19	451.37		451.42	0.000319	1.02	5.45	2.5	0.22
AFLUENTE 4	0	REC 25 AÑOS	5.57	449.16	451.4	449.61	451.41	0.00003	0.43	12.99	5.8	0.09

La modelización sobre el Canal secundario Andrés Villa, arroja valores de velocidades, que permiten obtener valores de Froude cercanos o iguales a 1, que lo buscado, por lo cual se concluye que verifica.

## **CAPITULO N°2: “RELEVAMIENTO TOPOGRAFICO Y TRABAJOS PRELIMINARES”**

### **1.-INTRODUCCION DEL CAPÍTULO:**

En este Capítulo, se busca dar a conocer y describir los trabajos previos que se realizaron para poder iniciar la construcción del canal principal, detallando principalmente las tareas de relevamiento topográfico.

Trabajos considerados en este capítulo:

- Excavación con retiro de Excedentes.
- Relleno y Compactación.
- Nivelación planialtimétrica.

### **2.-METODOLOGIA:**

Antes de realizar los trabajos, se debió hacer un relevamiento planialtimétrico del lugar de emplazamiento tanto del canal principal como de los secundarios, que luego se vuelca en un plano, el cual se entregó en el pliego licitatorio.

En este plano se identifican una serie de puntos fijos, a partir de los cuales se referenciará el canal al ser replanteado, identificando las cotas de cada punto del canal como así también de las obras necesarias. A estos puntos se los denomina Brocas.

Tabla N°2-1: Brocas o Puntos Fijos.

<b>BROCAS Y PUNTOS AUXILIARES</b>				
<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>	<b>UBICACIÓN</b>
BROCA 1	7033676.738	3572917.03	442.58	Boulevard 9 de Julio casi Alfredo Guzman.Cordón Sur
BROCA 2	7033708.51	3572943.34	442.86	Vereda oeste canal sur- Alfredo Guzman
BROCA 3	7033709.435	3572730.586	443.85	Boulevard y Universo cordón Sureste
BROCA 4	7033746.644	3572528.748	447.07	Boulevard y Romano cordón Suroeste
BROCA 5	7033774.345	3572392.307	449.24	Boulevard y Zavalía cordón Sureste
BROCA 6	7033856.05	3572185.113	452.09	Boulevard y Andrés Villa cordón Noreste
BROCA 7	7033875.359	3571917.45	454.18	Boulevard y Federico Rossi cordón Sureste
BROCA 8	7033928.416	3571694.753	456.84	Boulevard y 1 Diagonal cordón Sureste
BROCA 9	7033965.309	3571482.074	458.53	Boulevard y Rubén Darío Sur cordón Suroeste
BROCA 10	7034042.857	3571159.163	462.52	Boulevard y 2 Diagonal Vereda Sur
BROCA 11	7034081.279	3570923.814	465.09	Boulevard y Martín Fierro Cordón Sureste
BROCA 12	7034130.014	3570727.522	470.91	Progresiva 1300 Boulevard Vereda Sur
BROCA 13	7034161.485	3570576.111	474.3	Boulevard y Anzorena Cordón Sur
BROCA 14	7034203.05	3570449.41	476.85	Boulevard y Güemes cordón Noreste
BROCA 15	7034225.48	3570322.04	478.56	Boulevard y San Martín cordón Noroeste
BROCA 16	7034280.878	357110.261	481.05	Boulevard y San Lorenzo cordón Noroeste
BROCA 17	7034298.696	3569985.236	482.5	Boulevard y Belgrano cordón Noroeste
BROCA 18	7034325.089	3569755.331	483.89	Boulevard y Victoria Ocampo Vereda Sur
BROCA 19	7034360.488	3569577.646	484.68	Boulevard y Reconquista Cordón Sureste
BROCA 20	7034380.012	3569460.309	485.27	Boulevard y Diagonal Sur Cordón Sureste

A modo de verificación se relevó el terreno incorporando la traza de la obra a ejecutar.

Con las cotas obtenidas del relevamiento del terreno, se trazó un perfil longitudinal del mismo, incorporando la traza propuesta del canal principal.

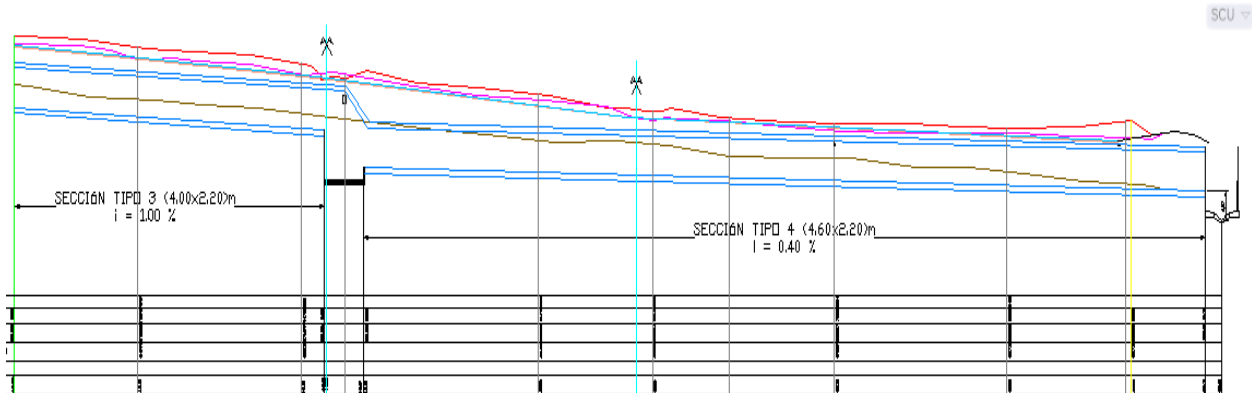


Figura N°2-1: Perfil Longitudinal.

Una vez terminado este trabajo, se trazaron los perfiles transversales, solo del terreno existente, y luego de la sección del canal, para así poder compararlos y obtener el volumen de excavación necesario. Los perfiles transversales se relevaron cada 24m, es decir cada dos módulos de canal. Para determinar el Volumen a Excavar, se usó el Método del Área Media, el cual expresa que el área entre dos secciones conocidas, es igual al promedio entre estas dos, y la supone uniforme en toda la longitud del segmento comprendido entre las dos secciones consideradas. Se Adjunta Planilla N°1-Volúmenes de Excavación.

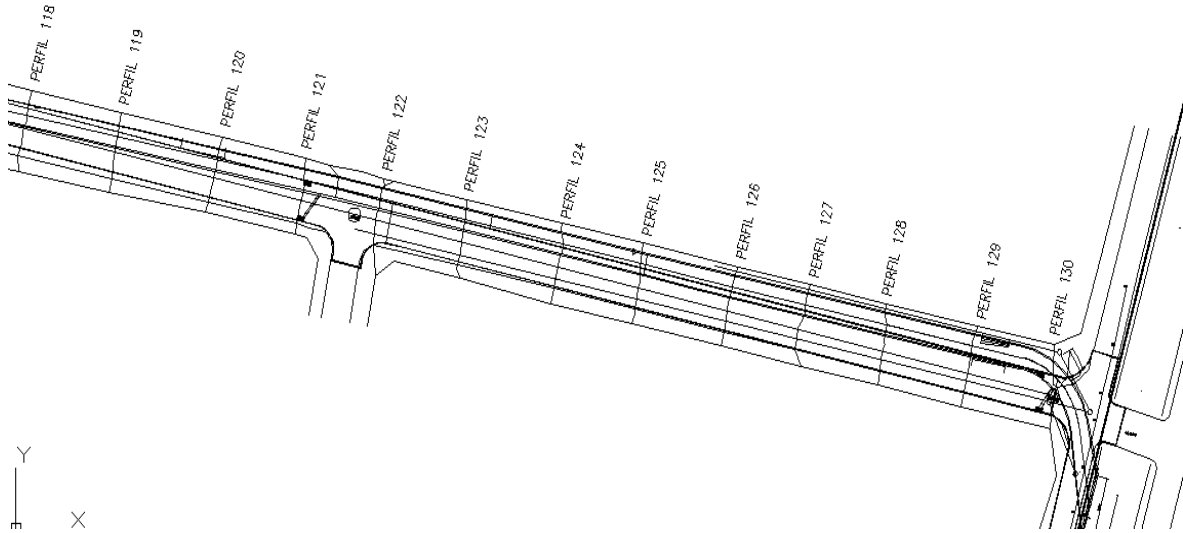


Figura N°2-2: Ubicación de los perfiles-tramo 6.

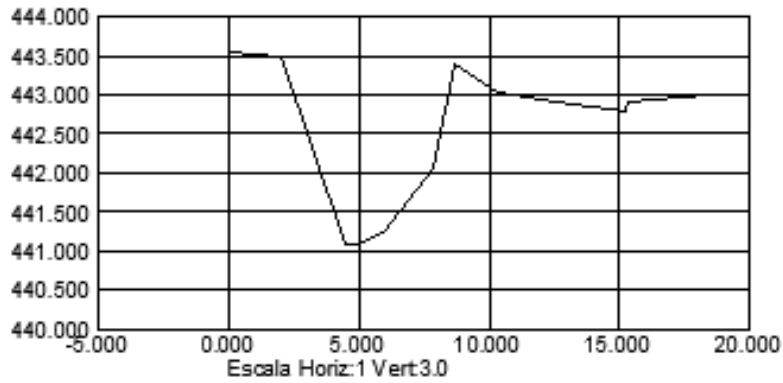


Figura N°2-3: Perfil transversal del terreno.

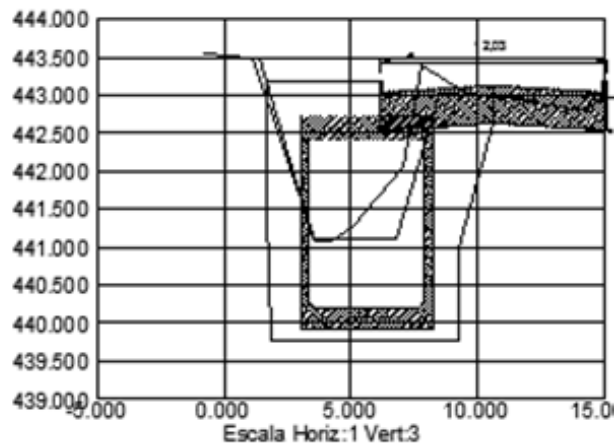


Figura N°2-4: Perfil trasversal con sección del canal.

Con todo esto se procede a realizar el replanteo del canal para la excavación. El trabajo se realiza utilizando un nivel, realizando siempre una nivelación geométrica.



Figura N°2-5: Instrumento Utilizado.

Una vez estacionado el nivel, se replantea el eje del canal, la materialización se logra colocando una estaca, sea de hierro o madera. A partir del eje, se delimita el ancho de excavación, es decir, el ancho externo del canal más 50 cm de cada lado para permitir el trabajo. Este paso se materializa con una lineal de cal ejecutada en el terreno.



Figura N°2-6: Nivel estacionado para replantear eje y borde de excavación.



Figura N°2-7: Replanteo del eje del canal.



Figura N°2-8: materialización de los bordes de excavación.



Se empieza a excavar y cuando se está cerca de la cota final, se marca la misma. Se debe tener en cuenta la cota de solera, menos el espesor de solera más 10 cm de H° de limpieza y un espesor de unos 10 o 20 cm para compactar el suelo de fundación.

La excavación se realiza utilizando maquinaria pesada, como una retro excavadora. El suelo extraído se deposita en camiones para ser trasladados a la zona de acopio, la cual se encuentra en el obrador. En lugares donde la profundidad o las dimensiones del canal no permiten el uso de la retroexcavadora, se usan maquinarias más pequeñas, “bobcat”, las cuales extraen el suelo y lo depositan en una zona donde es accesible con la retroexcavadora, para que sea retirado y trasladado a la zona de acopio.



**Figura N°2-9:** Extracción del suelo y traslado del mismo.



**Figura N°2-10:** Extracción de suelo y traslado del mismo.

Este suelo es usado luego para el relleno, siempre y cuando no este contaminado con suelo vegetal u otro material que modifique sus propiedades, ya que posee una muy buena calidad para este trabajo. El relleno se realiza en los laterales y sobre la losa de canal, hasta la cota indicada.

La compactación se realiza de a capas de no más de 20 cm, usando compactadores pequeños, ya que solo se dispone de 50 cm en los laterales. Una vez que llega a la cota de la losa, la compactación se realiza con compactadores de mayores dimensiones.



**Figura N°2-11:** Compactadores manuales.



**Figura N°2-12:** Compactación de los laterales. Se puede apreciar la realización de trabajo en uno de los márgenes.



**Figura N°2-13:** Sección terminada con laterales sin compactar.



**Figura N°2-14:** Compactación hasta nivel de losa. Se observa también acopio de material para la compactación de uno de los laterales.



**Figura 2-15:** Compactación a nivel de rasante.

### 3.- METODOS EMPLEADOS:

#### 3.1- Método del Área Media:

Consiste en calcular el volumen entre dos secciones transversales consecutivas separadas por una distancia conocida. Por ejemplo el caso de la siguiente figura:

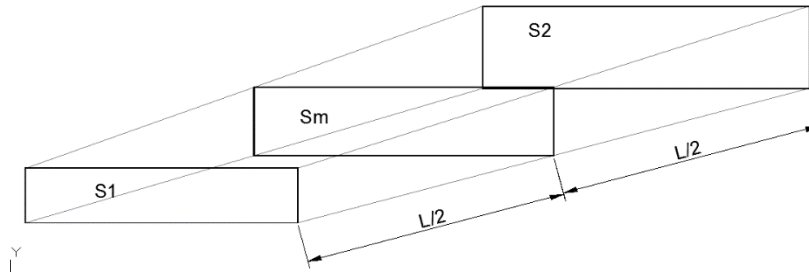


Figura N°2-16: Método del área media.

El método se basa en asumir que la superficie del área intermedia ( $S_m$ ) se mantiene constante a lo largo de la distancia  $L$ . Esta superficie intermedia es igual al promedio o semisuma entre la sección anterior y la posterior:

$$S_m = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

Y al suponerla constante, para encontrar el volumen en el tramo, solo falta multiplicar por la distancia entre secciones:

$$Volumen = S_m * L = \frac{S_1 + S_2}{2} * L$$

Esta fórmula es exacta cuando las secciones son iguales, y por lo tanto, muestras mas similares sean las secciones extremas, menos será el error en el cálculo. El error máximo del método es 50%, que sería el caso en que una sección sea nula. En general, el error ronda el 2%.

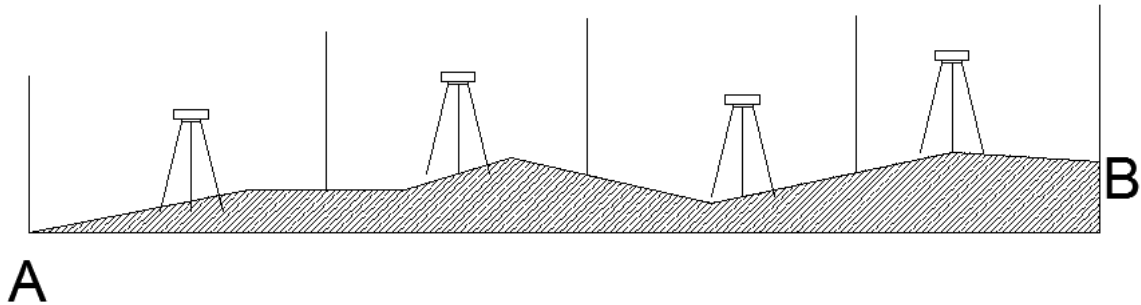
### **3.2.-Nivelación Geométrica:**

Es un método de nivelación que se utiliza cuando se trabaja en terrenos transitables, limpios, llanos y/o con pocos desniveles bruscos.

Para determinar el desnivel estos dos puntos cuando la distancia entre ellos no excede la posibilidad de hacerlos con una sola estación (100 metros), se deben efectuar varias estaciones.

El procedimiento consiste en desplazar sucesivamente el nivel y la mira en forma alternada y programada cubriendo la distancia entre los puntos. Primero con el nivel estacionado, desplazamos la mira. Luego con la mira quieta nos movemos hasta la otra estación. Se debe tener en cuenta que las distancias de las visuales de las lecturas atrás y delante de cada estación deben ser iguales.

El camino a recorrer para llegar de un punto a otro puede ser cualquiera, ya que no afecta el resultado final. En la siguiente figura se esquematiza un ejemplo del método:



**Figura N°2-17:** nivelación geométrica.

Existen varios tipos de nivelación geométrica, entre otros:

- Nivelación simple
- Nivelación doble
- Rodeo simple
- Rodeo doble

Se usó el método de nivelación doble:

En este caso se sale de un punto A, recorriendo el camino hasta llegar al punto B (ida). A continuación, se vuelve nivelando desde B hacia A (vuelta), recorriendo cualquier camino. Este procedimiento se muestra en la siguiente figura:

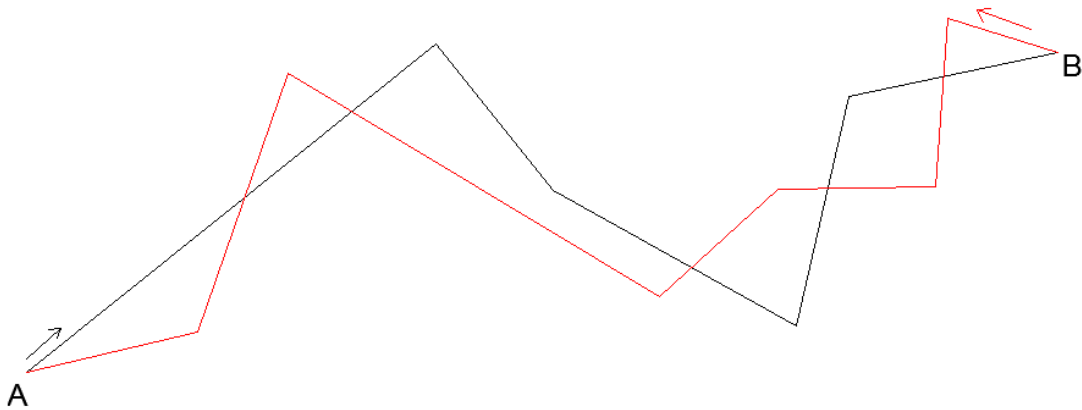


Figura N°2-18: nivelación geométrica doble.

Si la diferencia entre el desnivel de ida y el de vuelta está dentro de la tolerancia del método ( $T=10\text{mm}\cdot L(\text{km})^{1/2}$ ), el desnivel entre los dos puntos se calcula con la siguiente fórmula:

$$\Delta H = \frac{\Delta h_1 + \Delta h_2}{2}$$

#### **4.-REPLANTEO DEL BORDE DE EXCAVACIÓN:**

El caso práctico a desarrollar consta de replantear el borde de excavación del canal para no afectar a una cañería de desagüe de “EASY” ubicado en esa zona.

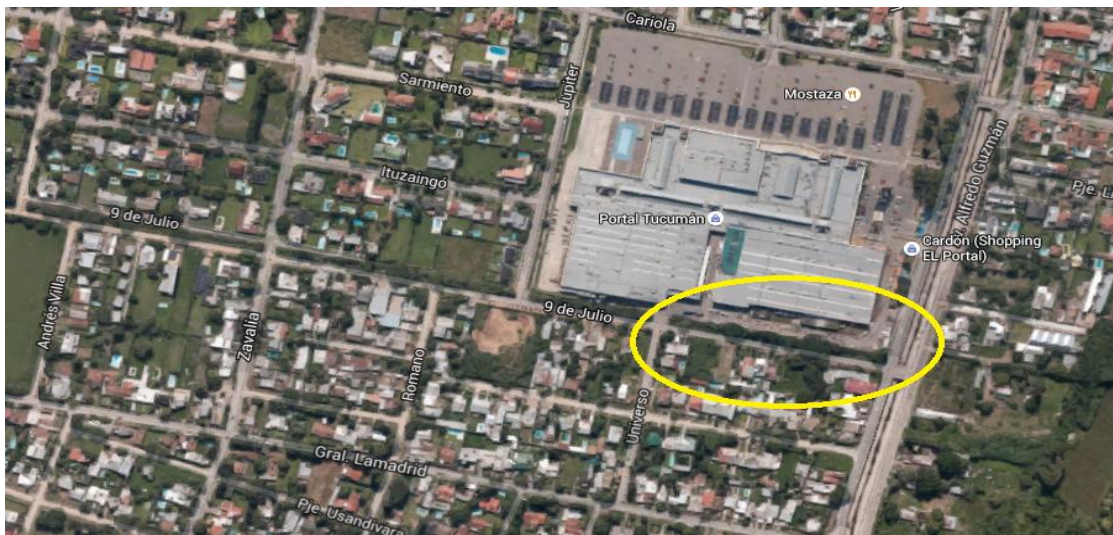


Figura N°2-19: Ubicación del trabajo de replanteo.

Para el replanteo se parte de un punto fijo o Broca cercano al lugar de trabajo, en este caso Broca 03. De esta se obtiene cota y coordenadas. Nos interesa principalmente la cota, ya que no estamos georeferenciando el lugar.

Como desde la broca no es posible replantear la línea, usamos un punto fijo auxiliar ubicado en un puente de ingreso al predio. Este puente sobre pasa el canal por lo que tomamos el punto auxiliar en el eje del canal. A partir de la broca, obtenemos cota y coordenadas del punto auxiliar denominado A. Luego se estaciona el nivel en A y replanteamos la línea, la cual dividimos en 9 puntos.

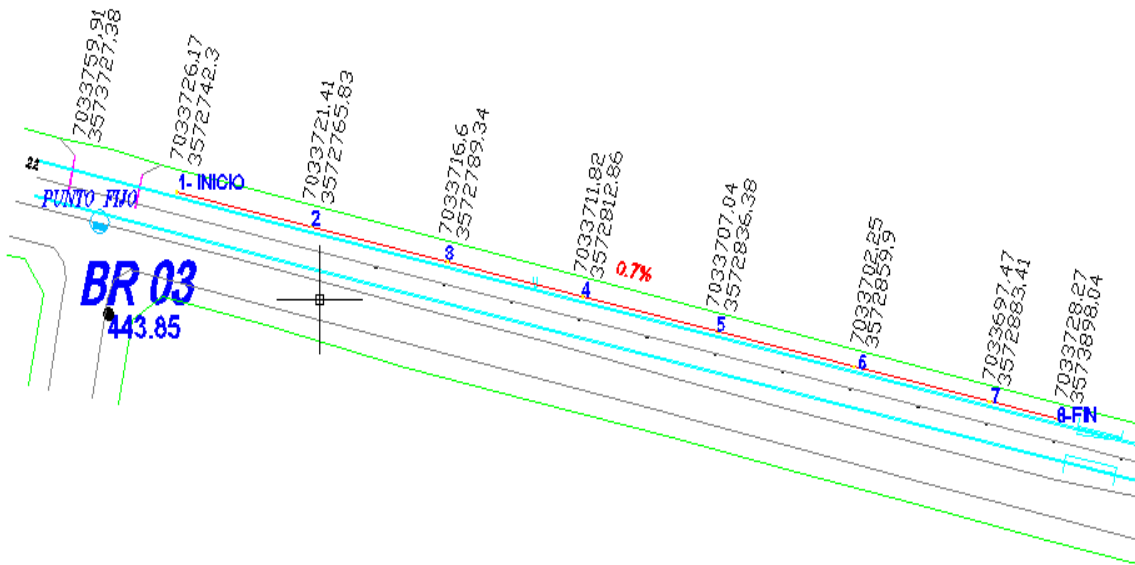


Figura N°2-20: línea a materializar, con los puntos a replantear.

A continuación se muestra la planilla con las coordenadas y cotas relevadas:

Tabla N°2-2: Puntos replanteados.

PUNTOS REPLANTEADOS			
PUNTO	COORDENADAS		COTA
	Y	X	
BROCA 03	7033709,44	3573740,59	443,85
PUNTO AUXILIAR	7033759,91	3573727,38	443,60
1- INICIO	7033726,17	3572742,30	442,52
2	7033721,41	3572765,83	442,36
3	7033716,60	3572789,34	442,21
4	7033711,82	3572812,86	442,05
5	7033707,74	3572836,38	441,90
6	7033702,25	3572859,90	441,74
7	7033697,47	3572883,41	441,58
8-FINAL	7033728,27	3573898,04	441,43



Una vez replantada la línea se la materializo en el terreno (con una línea de cal), para que no se exceda en la excavación complicando el desagüe. Como elemento de trabajo se usó un nivel. Se adjunta Plano N°11- Replanteo línea de excavación, que fue utilizado para replantear la línea.

## **CAPITULO N°3:“ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE INTERFERENCIA”**

### **1.-INTRODUCCIÓN DEL CAPÍTULO:**

En este Capítulo se busca explicar de cierta manera el proceso de detección, análisis y solución de las interferencias generadas por los diferentes servicios con el canal proyectado.

### **2.-PROGRAMACIÓN DE OBRAS E INTERFERENCIAS:**

Antes de iniciar, se debe realizar un análisis de la ubicación de cada uno de los servicios que pueden estar presentes en la zona de trabajo. Para esto, se debe consultar a las diferentes entidades responsables de cada servicio. Las autoridades correspondientes son:

- SAT: Sociedad Aguas del Tucumán (Agua potable y cloacas).
- GASNOR (gas).
- EDET (energía eléctrica).
- Teléfono (Telecom y Claro)
- Otros.

Como documentación se dieron los planos de cada una de las redes de los distintos servicios en la zona, pero esto no debe ser tomado al pie de la letra, si no que se debe hacer un cateo in situ, para saber su posición exacta.

Al tratarse de una obra urbana, se presentaron una gran cantidad de interferencias con todo tipo de servicio, generando demoras y tareas extras, debido a que no solo se tiene que lidiar con un gran número de conexiones clandestinas, sino que también con conexiones que se realizaron luego de la emisión de la documentación, por lo que no se tiene registro de ellas.

En caso de que por deficiencia, se ocasionara algún inconveniente en las obras subterráneas existentes interferidas, las mismas deberán ser reparadas en forma inmediata, corriendo con todos los gastos necesarios para su reparación, incluyendo las indemnizaciones que correspondiesen.

En la siguiente figura se puede observar la solución planteada para la interferencia generada por un caño de agua potable en el canal principal.



**Figura N°3-1:** Solución de interferencia (caño de agua potable).

## **2.-METODOLOGIA:**

Si bien la solución de cada interferencia es particular para cada servicio y para cada caso, se puede marcar una serie de pasos a seguir a la hora de encarar el análisis y la solución de cada una de las interferencias.

Primero se detecta la interferencia, ya sea antes de la excavación, o durante esta, y se debe detener cualquier tipo de trabajo en la zona afectada.

Luego se debe realizar el análisis del problema, y el planteamiento de una alternativa superadora para el inconveniente. Para esto se confecciona un informe técnico escrito, donde se plantea el problema generado, y la solución propuesta. Este informe debe ser elevado a la entidad reguladora del servicio, para su aprobación.

Una vez aprobada la solución, se solicita el corte de servicio, y una vez que se produce este, se realiza las modificaciones necesarias. Las modificaciones son llevadas a cabo solo por personal de la entidad reguladora, salvo expresa notificación de estas permitiendo el trabajo de personal de la empresa, pero siempre bajo supervisión.

Realizada las modificaciones, se continúa con los trabajos normales.

Principales interferencia:

- Agua potable: Caño de PVC  $\varnothing$ 110mm.
- Cloaca: Caño PVC  $\varnothing$ 160mm y  $\varnothing$ 250mm.
- Electricidad: línea de media tensión 13.2Kv.
- Boca de Registro.
- Gasoducto.
- Teléfono: Fibra óptica Telecom.

### 3.-EJEMPLOS

A continuación se describen algunos trabajos realizados, tanto sobre el canal principal como sobre los colectores en los que tuve la posibilidad de participar:

## A-CRUCE DE RED MEDIA TENSION

### INTERSECCIÓN CALLES BOULEVAR 9 DE JULIO Y A. GUZMAN.

Con este informe se busca realizar una propuesta de cruce a la interferencia producida entre el canal proyectado en calle Bv.9 de Julio y servicio de EDET a la altura de calle A. Guzman, próximo a la desembocadura del canal.

Se propone una alternativa compuesta por dos etapas, una primera etapa de traslado de los cables a una estructura de paso provisoria para la construcción del canal bajo esta, y una segunda etapa donde se ejecutara la estructura que alojaran definitivamente los cables existentes, la cual se llevara a cabo una vez construido el canal.

Descripción de cañero:

En la figura de abajo, se observa la situación Planialtimetrica Actual de la interferencia:

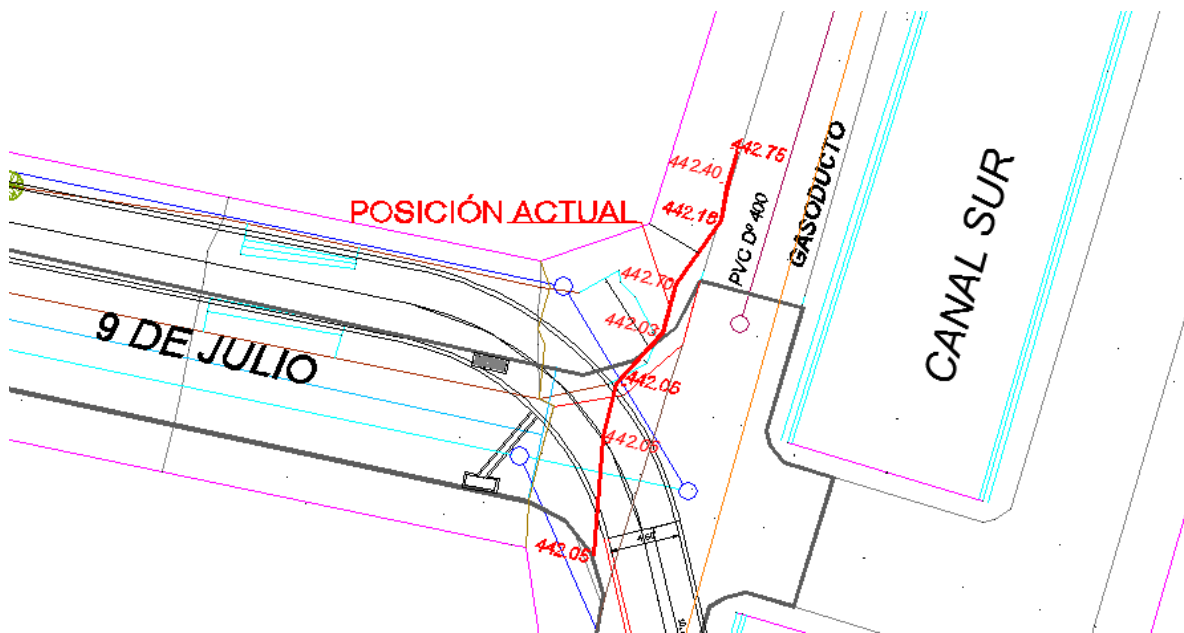


Figura N°3-2: Ubicación actual. Tendido actual de Red de 13.2 kv, línea roja. Edet Av. Guzman.

Se observa en corte transversal la posición existente del cable en coincidencia con el canal proyectado.

## PERFIL CABLE ACTUAL

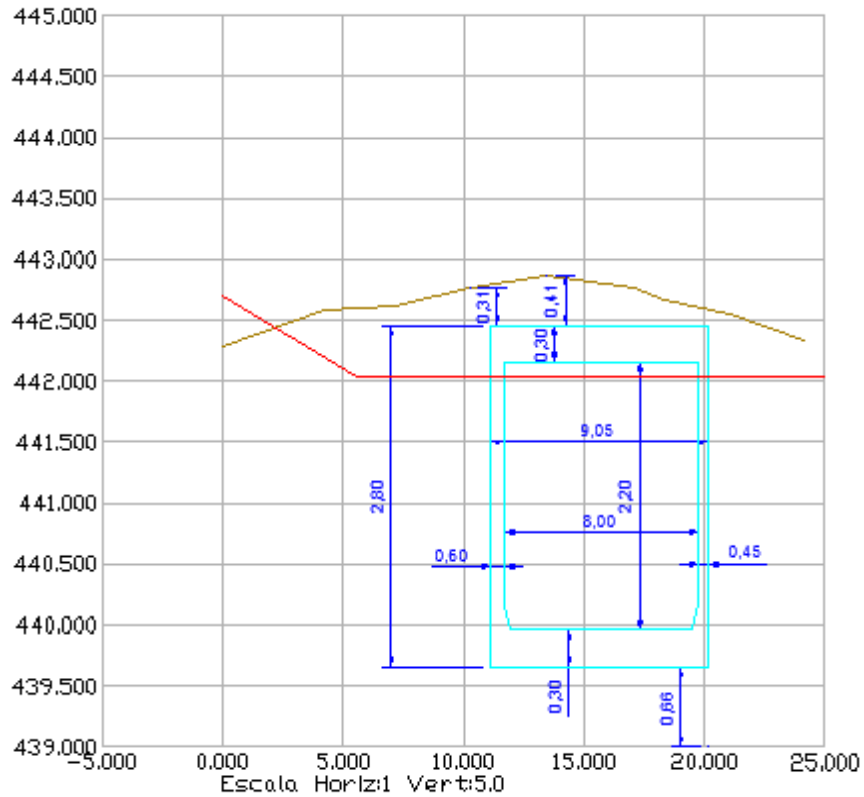


Figura Nº3-3: Corte transversal. Edet Av. Guzman.

Como se puede apreciar se tiene una tapada variable por sobre el canal proyectado, siendo como máximo 41 cm. Por esto se propone como solución mover la posición del cable hacia una sección con mayor tapada.

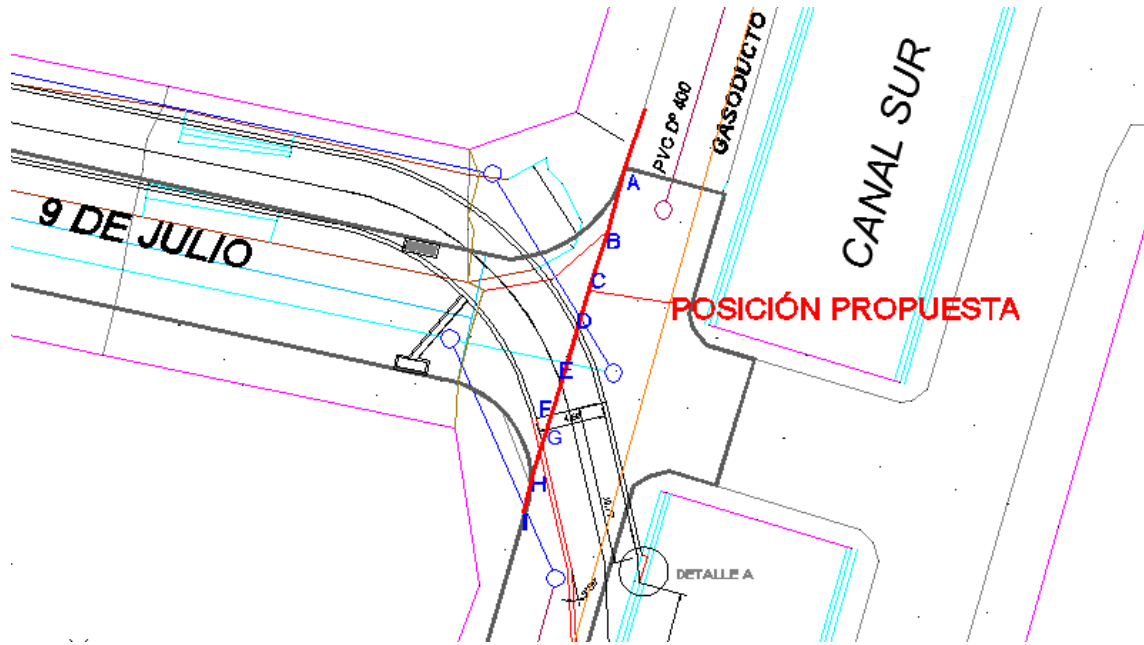


Figura N°3-4: Ubicación propuesta. Edet Av. Guzman.

En la figura N°3-4 se aprecia la ubicación propuesta del cable de media tensión en línea roja de mayor espesor, y en línea roja de menor espesor su posición actual.

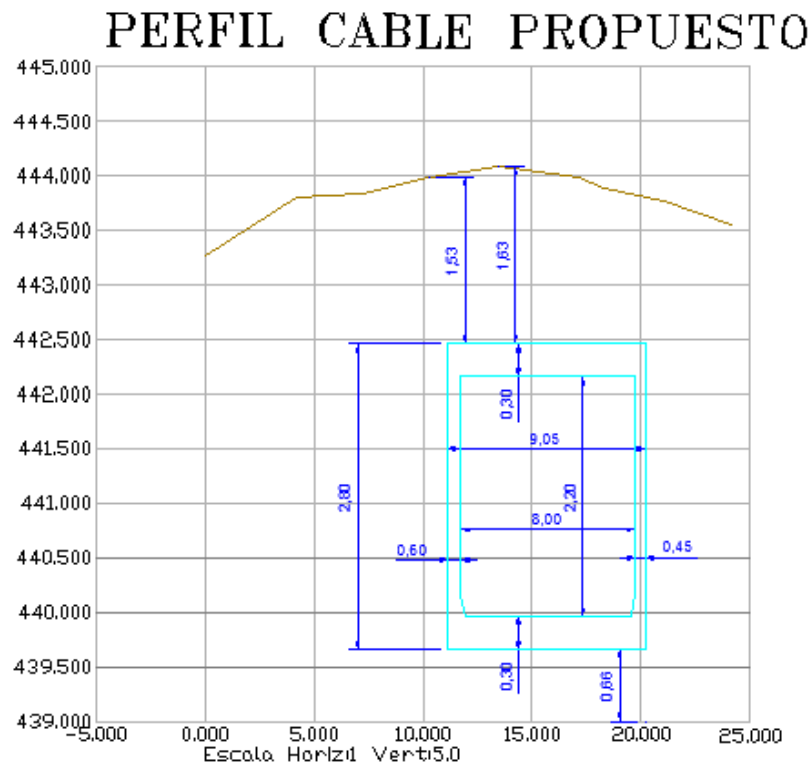


Figura N°3-5: Perfil de la sección propuesta. Edet Av. Guzman.

Como se ve en la figura N°3-5, en esta sección se tiene una tapada variable, de 1,25 a 1,63m. La gran diferencia se cota entre los dos perfiles, se debe a que se encuentran en el acceso a un cruce sobre la estructura del Canal Sur, sobre el que desemboca nuestro canal proyectado.

### Descripción de la Propuesta:

**1ª Etapa:** Colocación de estructura puente para el paso provisorio de los cables.

La estructura consta de una sección rectangular cerrada de madera para el alojamiento de los cables, adherida a un chasis metálico, construido con filigranas.

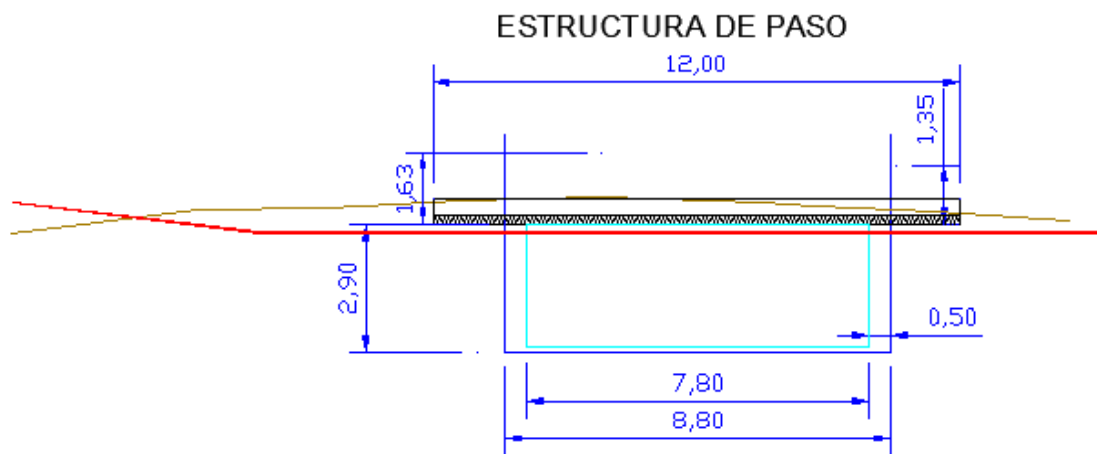


Figura N°3-6: Estructura de paso propuesta. Edet Av. Guzman.

### **SECCIÓN DE PASO**

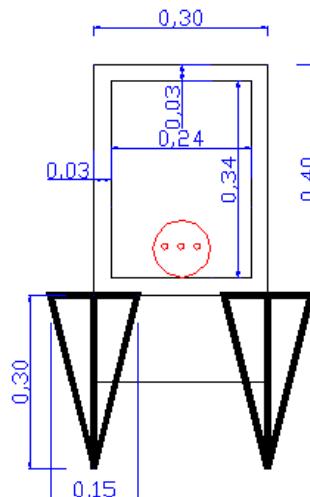


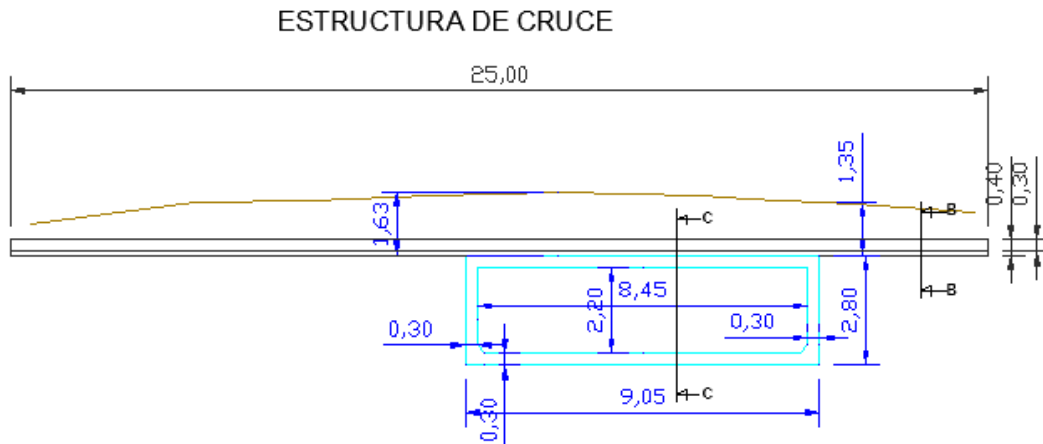
Figura N°3-7: sección de la estructura de paso propuesta. Edet Av. Guzman.



En la figura N°5 podemos observar el corte de la estructura provisoria sobre el canal, para poder elevar los cables y permitir la construcción del mismo. En la figura N°6 se observa la sección de la misma estructura.

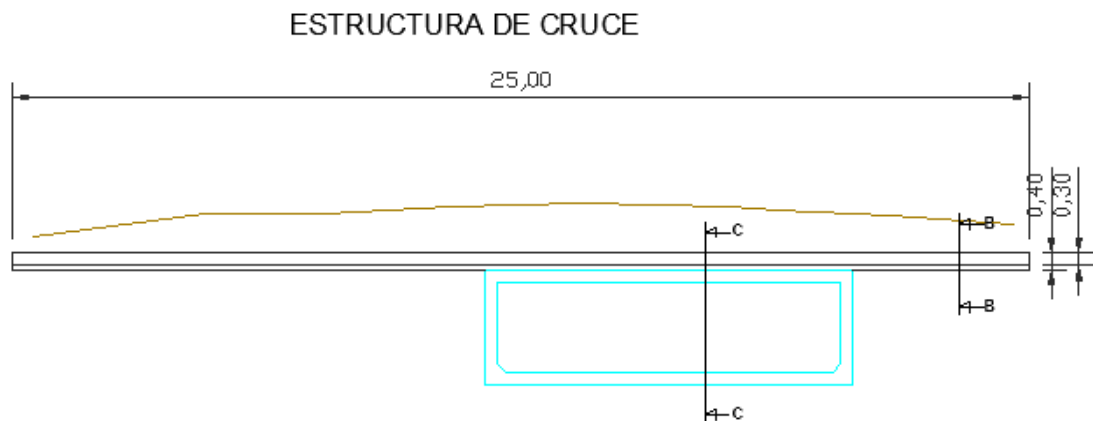
**2ª Etapa:** Ejecución de la estructura de HºAº donde se alojara de forma definitiva el tendido de la red de 13.2Kv

Se considera pasar los cables por encima de la losa del canal.



**Figura N°3-8:** Estructura de cruce definitiva. Edet Av. Guzman.

En la figura N° 3-9 (a-b-c) se puede observar los cortes de la viga para protección de los cables de media tensión una vez concretada la propuesta. Cabe destacar que en la zona del canal, el recinto que alojara los cables estará directamente sobre la losa de tapa del Canal.



**Figura N°3-9-a:** Corte transversal al canal. Edet Av. Guzman.

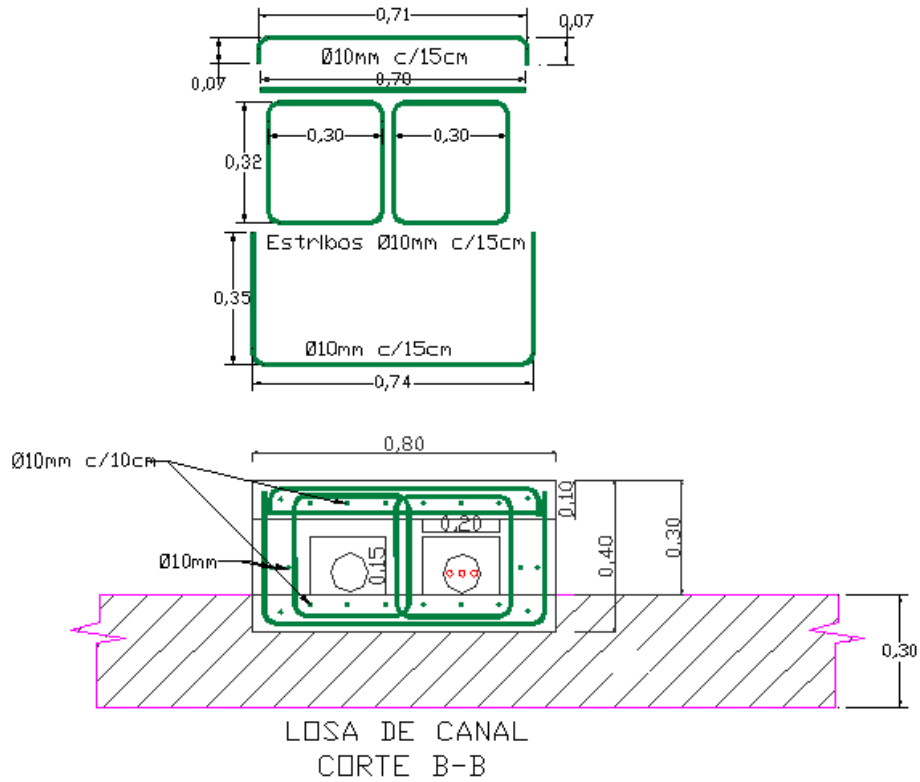


Figura N°3-9-b: Detalle de viga de alojamiento. Armadura. Edet Av. Guzman.

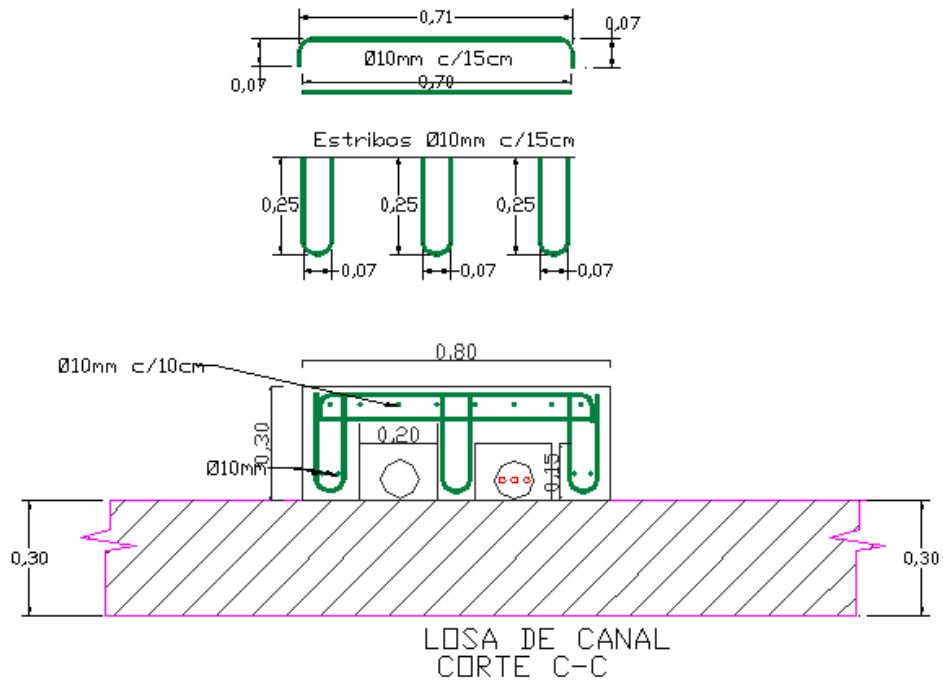


Figura N°3-9-c: Detalle viga alojamiento. Armadura. Edet Av. Guzman.

Pasos a ejecutar:

- 1) Ejecución de la estructura puente para el paso provisorio de los cables.
- 2) Ejecución del canal.
- 3) Ejecución de la excavación necesaria para alojar la bandeja de H<sup>o</sup>A<sup>o</sup>.
- 4) Colocación de bandeja de hormigón para recibir los cables.
- 5) Traslado y colocación de los cables en la posición final propuesta.
- 6) Colocación del hormigón.

Se Adjunta Plano N°12 y N°13, donde se puede observar lo realizado.

Este proyecto no se realizó hasta la fecha.

## **C-CRUCES DE RED MEDIA TENSION**

### **INTERSECCIÓN CALLES RUBÉN DARÍO Y CARIOLA.**

Con este informe se busca concretar una propuesta de cruce a la interferencia producida entre el canal proyectado en calle Rubén Darío y el servicio de EDET a la altura de calle Cariola, sobre su vereda norte.

La alternativa de protección del tendido eléctrico de media tensión que se elevará, tiene el propósito de no interrumpir el servicio de electricidad y a su vez dar continuidad a la ejecución del canal sobre calle Rubén Darío.

La propuesta mencionada está compuesta por dos etapas, una primera etapa de traslado de los cables a una estructura de paso provisoria para la construcción del canal bajo esta, y una segunda etapa donde se ejecutara la estructura que alojara definitivamente los cables existentes, la cual se llevara a cabo una vez construido el canal.

Descripción de cañero:

En la Figura N°3-10 se observa la situación Planialtimétrica del cable.

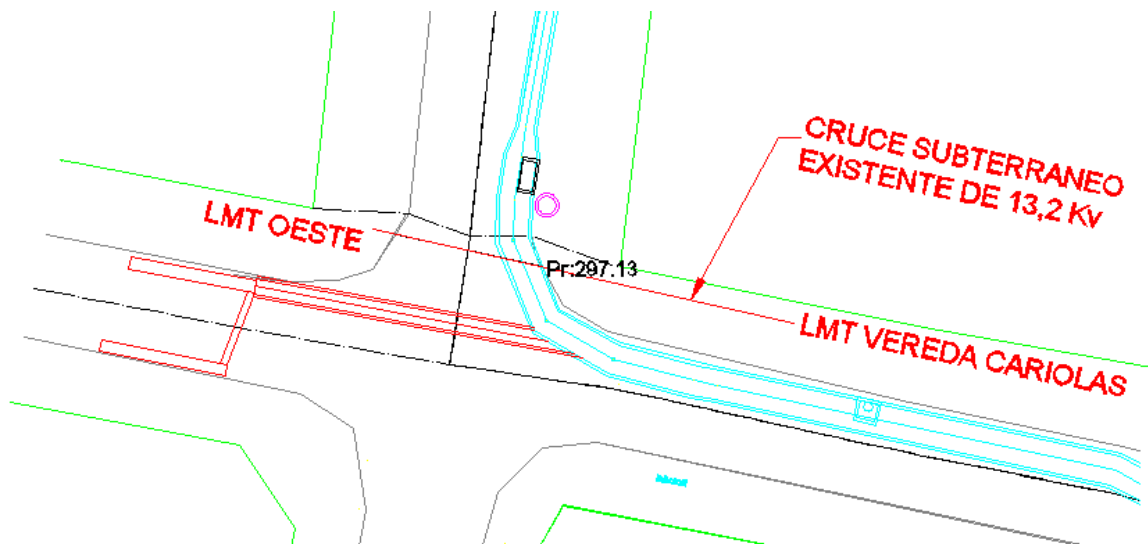


Figura N°3-10: Planta situación actual. EDET RD-L.

Se observa en corte transversal la posición existente del cable en coincidencia con el canal proyectado.

Tiene una tapada variable sobre el canal iniciando con 0.42 m a nivel de cuneta y hacia el eje de calzada se incrementa esta llegando a los 0.52 m.

Los cables de 13.2 kv fueron detectados a 1,00 m de profundidad tomando de referencia el nivel de la cuneta en calle Rubén Darío y cruza el canal a media altura, según puede apreciarse en la figura N°2.

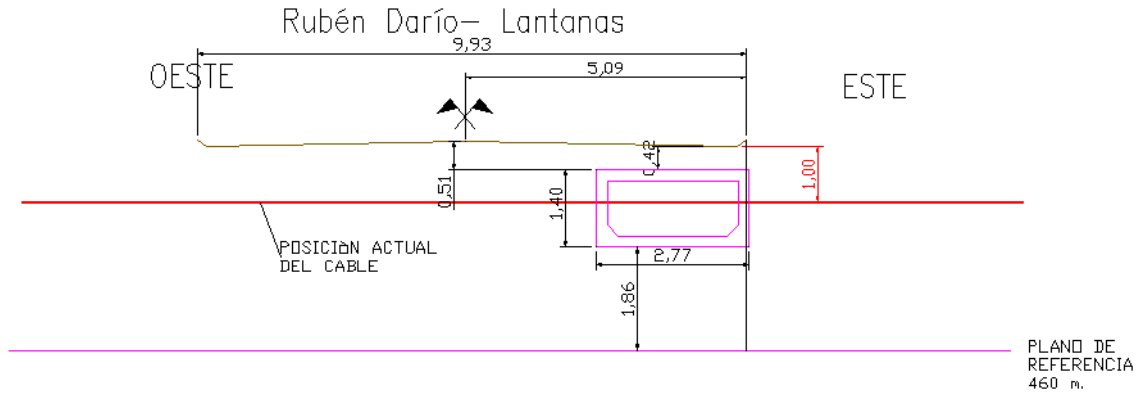


Figura N°3-11: Corte sección canal, situación actual. EDET RD-L.

Como se observa en la figura de arriba la tapada mínima (en sector de cuneta) en la sección atravesada por los cables es de 42cm, producto de un salto hidráulico proyectado en la zona (según proyecto Salto N°2).

**Descripción de la Propuesta:**

**1ª Etapa:** Colocación de estructura puente para el paso provisorio de los cables.

La estructura consta de una sección rectangular cerrada de madera para el alojamiento de los cables, adherida a un chasis metálico.

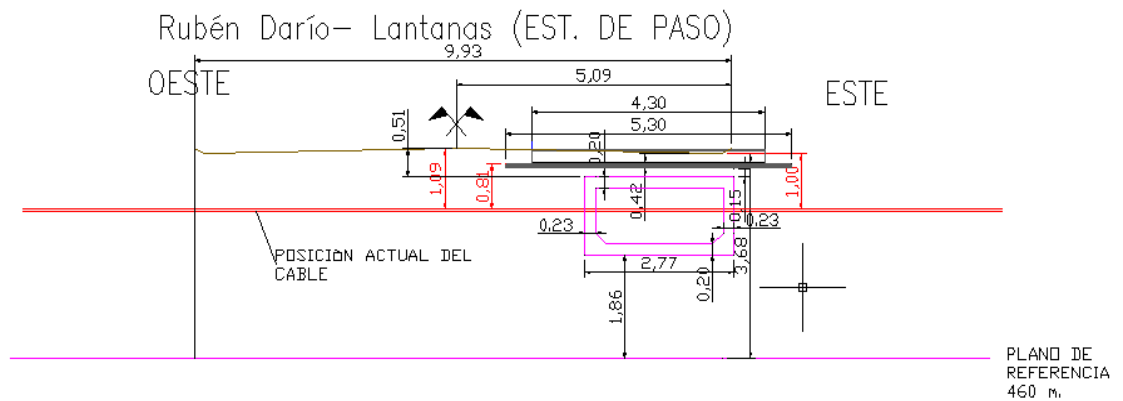


Figura N°3-12: Corte- Estructura de paso propuesta. EDET RD-L.



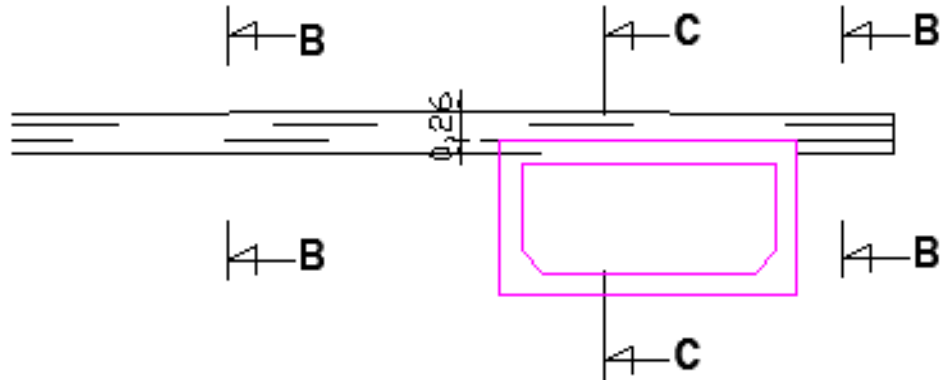


Figura N°3-15-a: Corte sección canal. EDET RD-L.

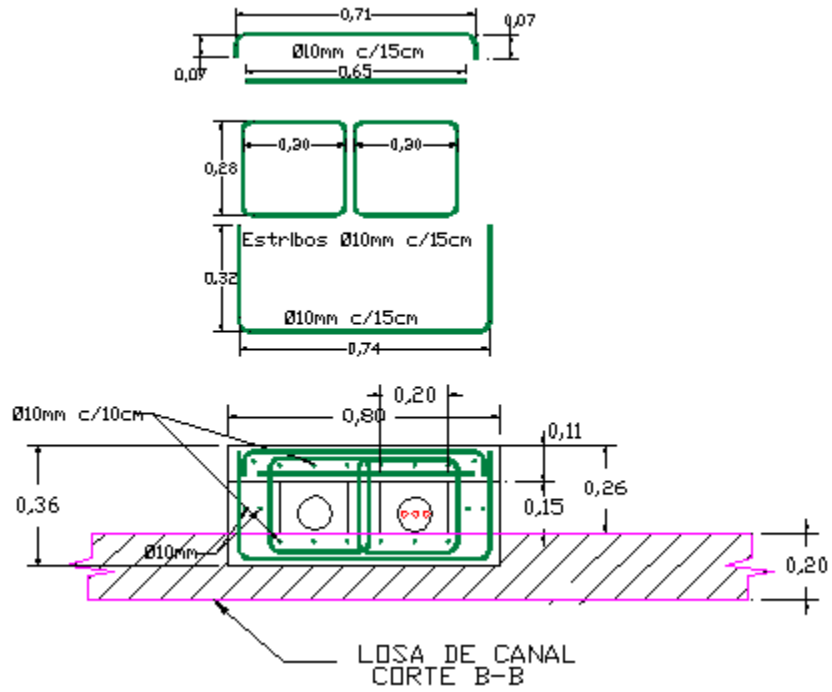
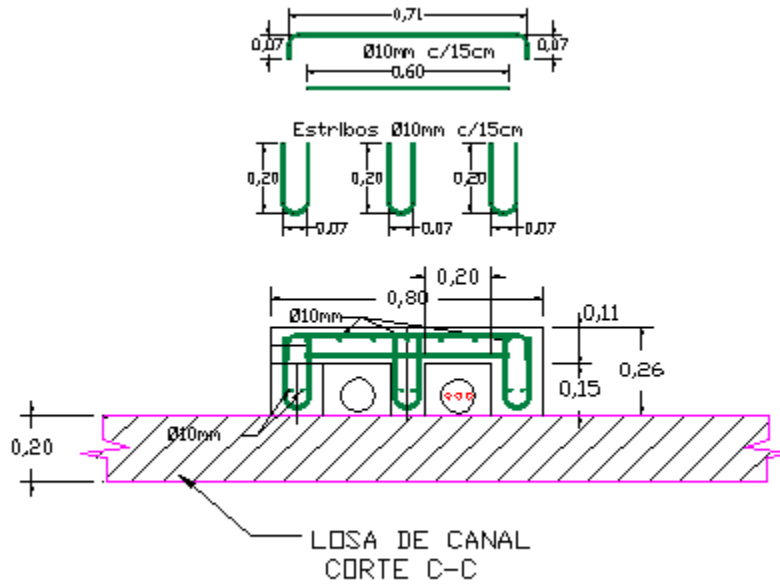


Figura N°3-15-b: Corte- viga alojamiento final- despiece armadura. EDET RD-L.



**Figura N°3-15-c:** Corte- viga alojamiento final- despiece armadura. EDET RD-L.

Pasos a ejecutar:

- 1) Ejecución de la estructura puente para el paso provisorio de los cables.
- 2) Ejecución del canal.
- 3) Ejecución de la excavación necesaria para alojar la bandeja de H<sup>0</sup>A<sup>0</sup> a través de la calle Rubén Darío.
- 4) Colocación de bandeja de hormigón para recibir los cables.
- 5) Colocación del hormigón.

Se adjunta Plano N°14, donde se observa el trabajo realizado.

Actualmente este proyecto se encuentra en ejecución. Las siguientes figuras, son fotos de los trabajos que se están realizando.





Figura N°3-16: Foto de la estructura de paso proyectada y el conducto que contiene la línea de media tensión. EDET RD-L.



Figura N°3-17: Foto de la estructura de paso proyectada y el conducto que contiene la línea de media tensión. EDET RD-L.

## **B-CRUCES DE CLOACAS**

### **INTERSECCIÓN CALLES RUBÉN DARÍO Y CARIOLA.**

Al diseñarse el imbornal correspondiente a la intersección del canal Rubén Darío-Lantanas con la calle Cariola, se encontró una interferencia entre la cañería de cloacas y el imbornal mencionado, según las dimensiones y cotas proyectadas inicialmente.

En la figura N°3-18 se muestra la ubicación de la interferencia:

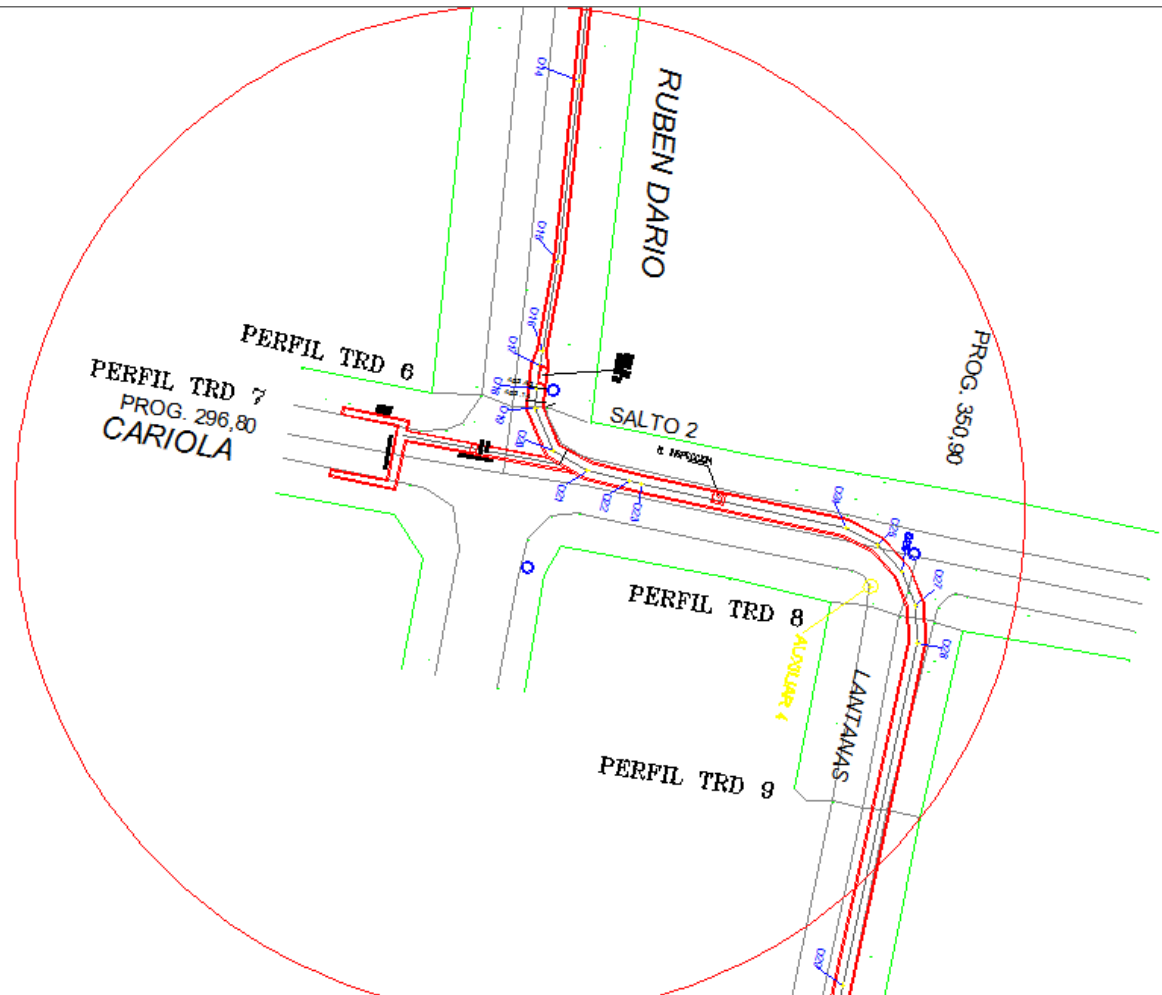


Figura N°3-18: Ubicación de interferencia. Cloaca RD-L

En la figura N°3-19, N°3-20 y N°3-21 se muestra la situación proyectada inicialmente, pudiéndose observar en los dos cortes el inconveniente generado.

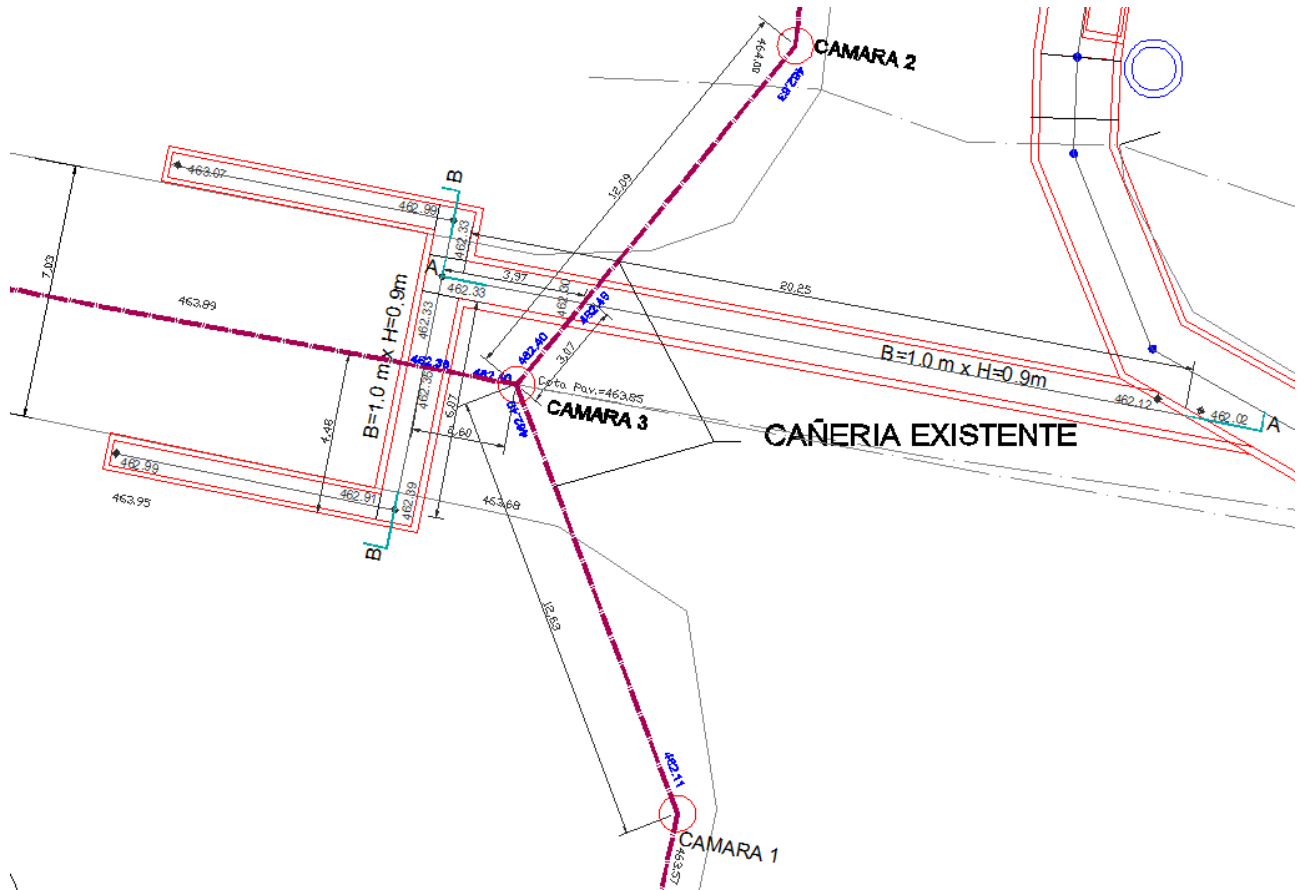


Figura Nº3-19: Planta. Actual. Cloaca RD-L

CORTE A-A ACTUAL

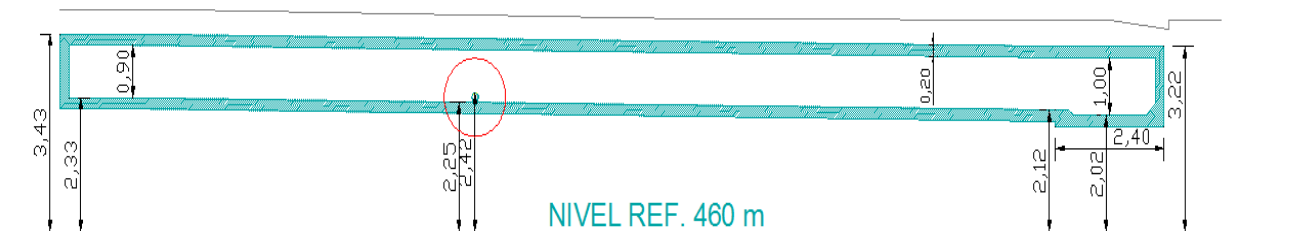
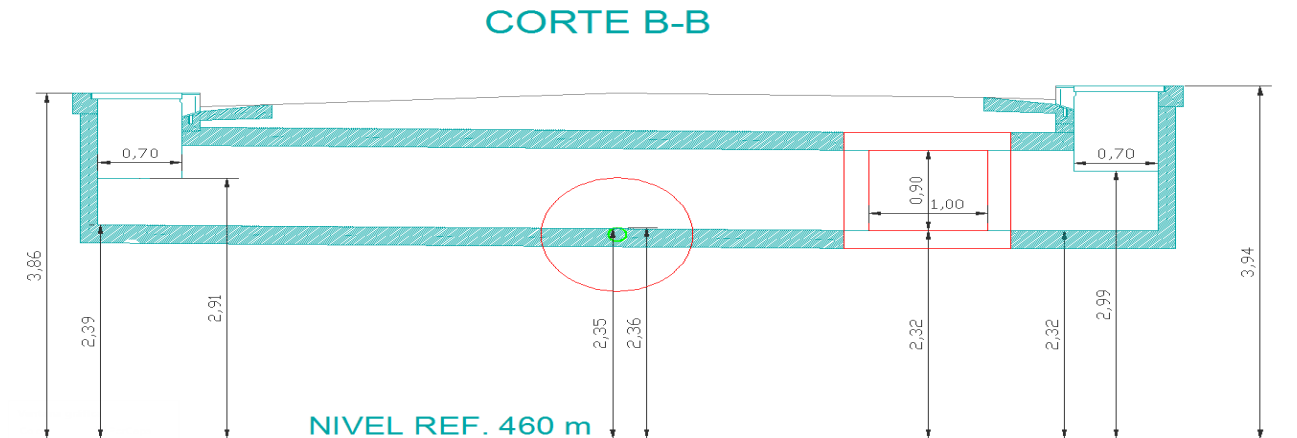
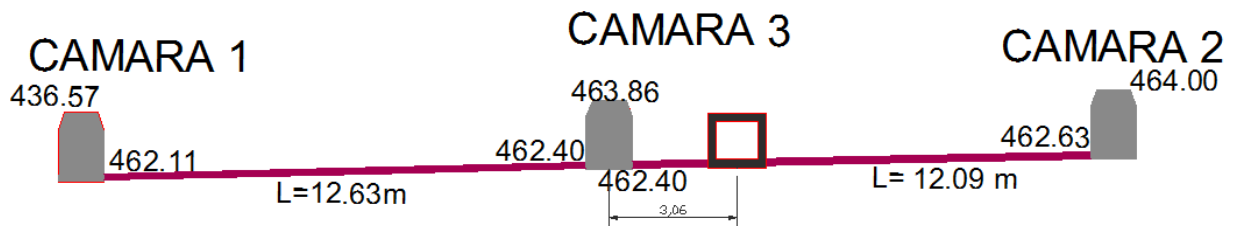


Figura Nº3-20: Corte A-A. Actual. Cloaca RD-L



**Figura N°3-21:** Corte B-B. Actual. Cloaca RD-L



**Figura N°3-22:** Perfil de Cámaras. Actual. Cloaca RD-L

Analizando la situación, se propuso correr la cámara N°3, hasta 10 m al oeste del colector, sobre calle Cariola, de forma de permitir obtener la cota necesaria para que no se produzca la interferencia.

Se decidió esta alternativa, debido a que no podemos elevar la estructura, por la escasa tapada existente. A demás en el colector que une el imbornal y el canal secundario Rubén Darío-Lantanas, sería necesario la construcción de un salto hidráulico para salvar la diferencia de altura, y poder empalmarse correctamente con el canal secundario.

En las figuras N°3-23, N°3-24, N°3-25 y N°3-26 se esquematiza la solución propuesta. Las siguientes figuras son solo esquemáticas, los detalles y dimensiones se pueden apreciar en los planos adjuntos. La misma aclaración corre para las figuras anteriores.

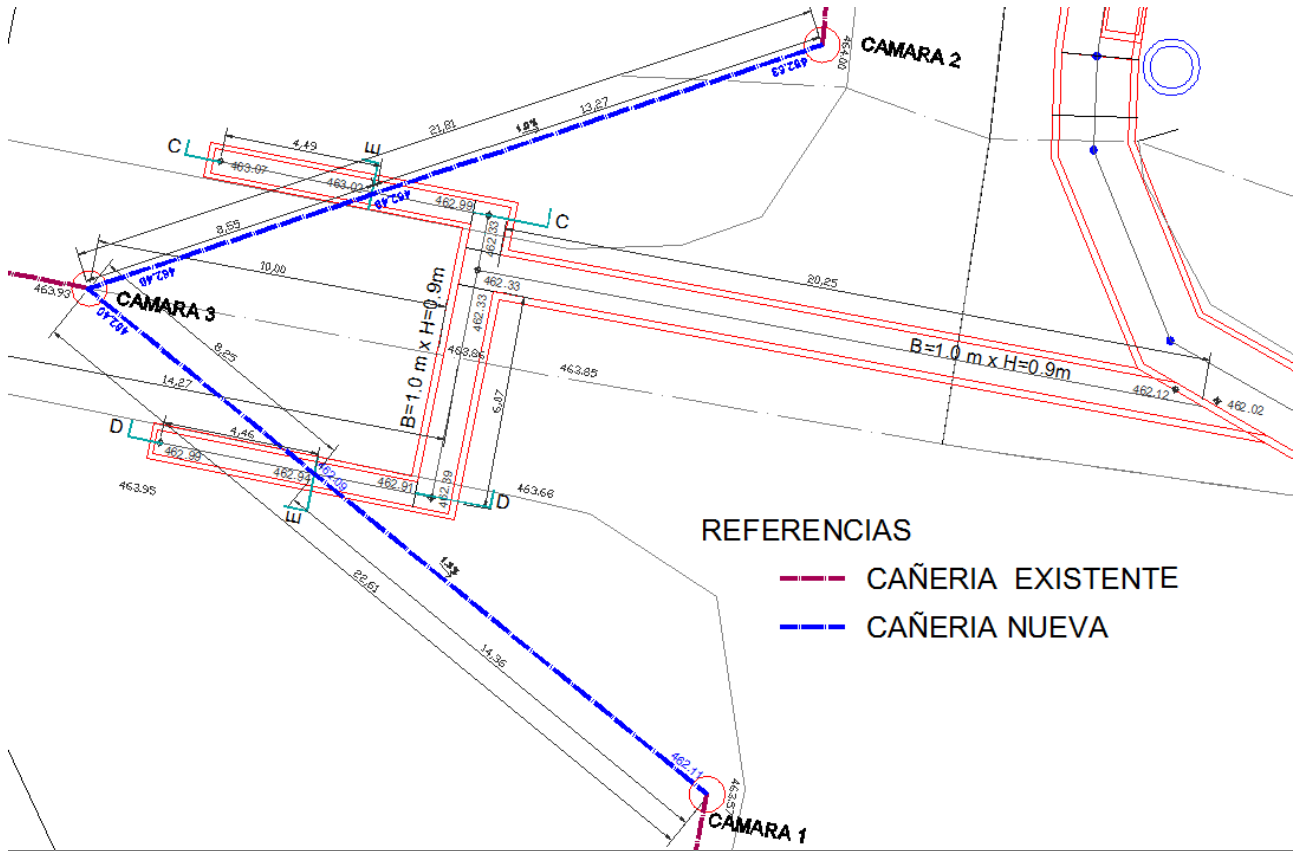


Figura N°3-23: Planta. Propuesta. Cloaca RD-L

### CORTE C-C

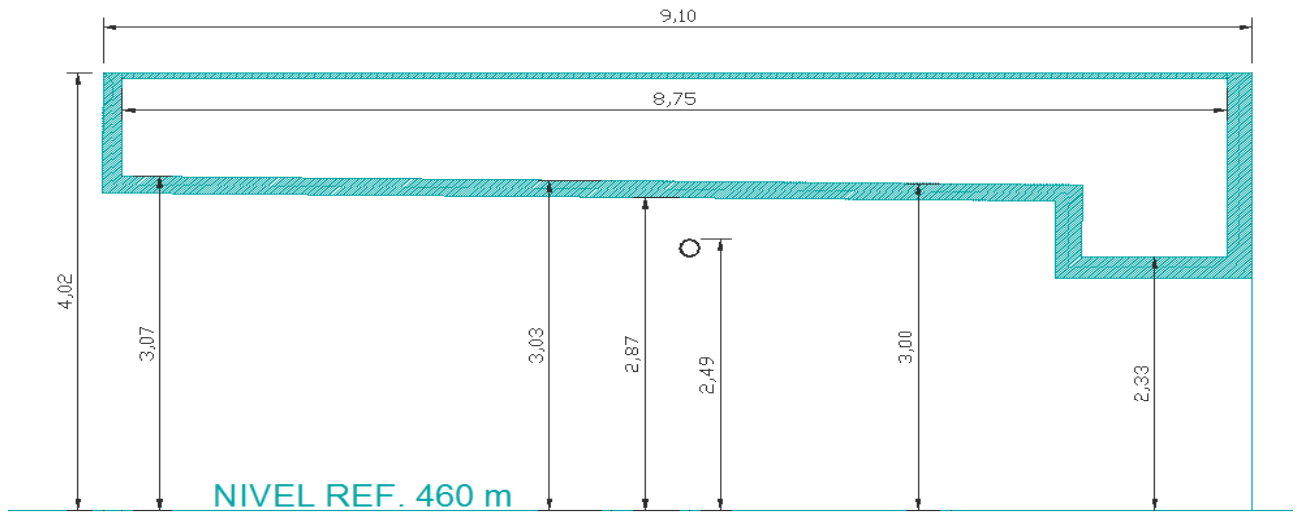


Figura N°3-24: Corte C-C. (Propuesto). Cloaca RD-L

### CORTE D-D

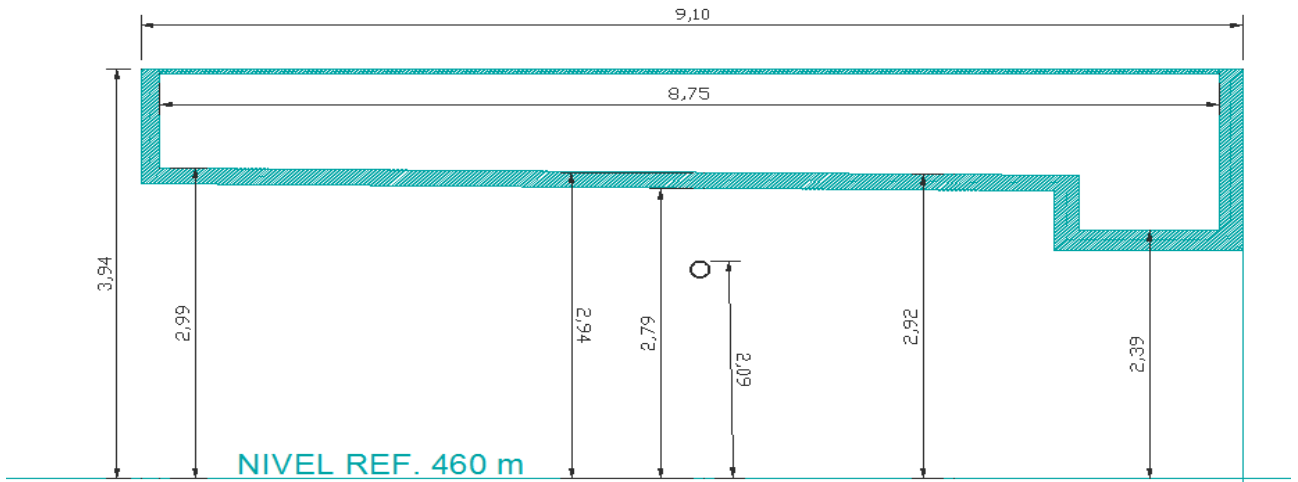


Figura N°3-25: Corte D-D. (Propuesto). Cloaca RD-L

### CORTE E-E

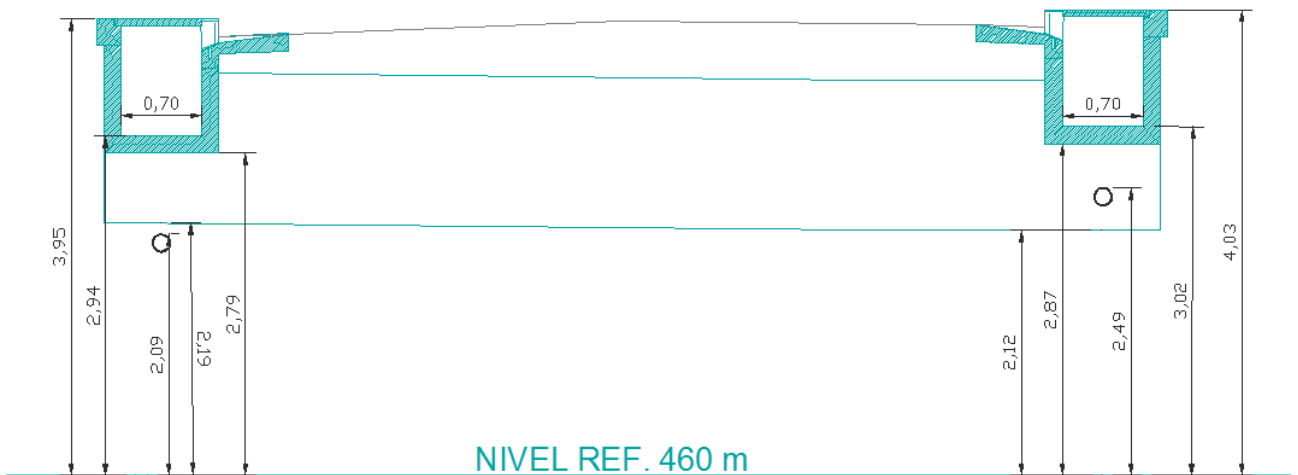


Figura N°3-26: Corte D-D. (Propuesto) Cloaca RD-L

Se utilizarán 45 m de cañería de  $\phi$  160 mm., colocándose 22 de cañería en el tramo entre la Cámara 2 y la Cámara 3 y 23 m entre Cámara 1 y Cámara 3.

El perfil de las cámaras propuesto sería el detallado en la siguiente figura:

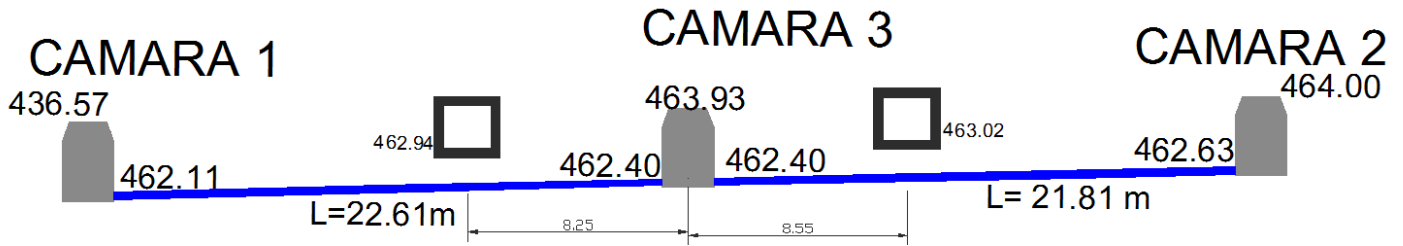


Figura N°3-27: Perfil de Cámaras propuesto. Cloaca RD-L

Se adjunta Plano N°15 N°16 y N°17, donde se observa el trabajo realizado.

Actualmente este proyecto se encuentra en ejecución. Las siguientes figuras, son fotos de los trabajos que se están realizando.



Figura N°3-28: Excavación del imbornal. Cloaca RD-L

## **CAPITULO N°4:“EJECUCIÓN DEL CANAL”**

### **1.- INTRODUCCIÓN**

El tema desarrollado en este capítulo es la construcción propiamente dicha del canal, es decir, de la estructura del canal.

Se busca explicar los siguientes ítems:

- H-21 para Hormigón Armado.
- H-8 Para Hormigón de limpieza
- Acero ADN420

### **2.-METODOLOGIA:**

Antes de empezar la construcción de la sección del canal se debió excavar, preparar el terreno y se desvió cualquier interferencia, es decir todo lo explicado en los capítulos anteriores.

Realizados estos trabajos previos, se procede a realizar una capa de 10 cm de hormigón de limpieza H-8, que sirve principalmente para darle una buena superficie a la estructura y unificar deformaciones. Este H° es elaborado en planta y transportado y colado en obra mediante camiones mixer.



**Figura N°4-1:** H-8: Terreno preparado para el colado del Hormigón de limpieza.





**Figura N°4-2:** H-8: Varios tramos de Hormigón de limpieza terminados.

Luego de fraguado la capa de H° de limpieza, empieza la construcción de la sección del canal. Primero se limpia la superficie y se coloca la armadura necesaria para la solera, dejando los hierros de espera para vincularlos al tabique que se construirá luego. Una vez colocada y aprobada el armado, se procede al hormigonado de la misma. Si bien el hormigón se bombea desde el camión mixer, una cuadrilla de operarios se encarga de esparcir y vibrar el material para un correcto colado.



**Figura N°4-3:** Solera: armado y encofrado.



**Figura N°4-4:** De arriba hacia abajo, se observa un tramo de H-8, un módulo con la armadura de solera lista, y uno con la solera ya hormigonada.

Se lo deja fraguar y luego se procede a preparar la armadura para los tabiques laterales de la sección. Aprobada la estructura de acero, se cola el hormigón. Cabe destacar que se debe dejar la armadura de espera para la losa de tapa.



**Figura N° 4-5:** Tabique: armado.

El tiempo entre el colado de la solera y los comienzos de los trabajos del tabique es menor que el tiempo de fragüe que se le da al tabique, ya que este último estará sometido a tensiones de compresión mucho más grandes. En ambos caso generalmente no se superan los 7 días. En algunos casos pueden hormonarse de manera conjunta, siempre y cuando el ente inspector apruebe dicho trabajo.



Figura N° 4-6: Tabique Hormigonado.

Por último se ejecuta la losa, siguiendo el mismo procedimiento que en los casos anteriores. Cada una de las etapas debe ser correctamente curada una vez colocado el hormigón.



Figura N° 4-7: Losa: inicio de Trabajos de encofrado.



Figura N° 4-8: Losa: encofrado.



Figura N° 4-9: Losa: armado.



Figura N°4-10: Losa: Hormigonado.



Figura N°4-11: Losa: Hormigonado con bomba. Se observa el uso de tuberías, debido a la imposibilidad de llegar con el mixer.



**Figura N°4-12:** Sección terminada. Se puede apreciar las juntas realizadas entre cada módulo.

Como se ve en la figura anterior, al final de cada módulo, se coloca unas juntas de un material plástico, para lograr una mayor estanqueidad de las juntas. A estas se las denomina Juntas Water Stop, y se colocan de forma tal que queden embebidas en el Hormigón, adheridas al armadura, mitad en cada módulo.

El hormigón usado en este caso es un H-21, elaborado en planta y transportado a obra.



**Figura N°4-13:** Camión Mixer.

Para ser aceptado y colado el Hormigón, debe cumplir con una serie de requisitos, entre los cuales podemos nombrar:

- Resistencia característica mínima:  $\sigma' := 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- Contenido mínimo de cemento:  $340 \text{ kg/cm}^3$ .
- Razón agua – cemento máxima: 0.45
- Asentamiento: 5 cm (Tolerancia  $\pm 1 \text{ cm}$ ).
- Tamaño máximo del agregado grueso: 32 mm

De cada mixer que llega se deben realizar generalmente dos ensayos:

- Cono de Abrams
- Resistencia a la compresión simple.

### **Cono de Abrams:**

En este ensayo se mide la trabajabilidad del hormigón en función de su asentamiento.

Se emplea un molde de chapa de forma tronco cónica, cuyas dimensiones son normalizadas: base mayor  $\varnothing 200\text{mm}$ , base menor  $\varnothing 100\text{mm}$  y altura 300mm. Posee dos estribos en la parte inferior y dos agarraderas en la parte superior. Para la compactación se usa una varilla metálica de 60 cm de largo y  $\varnothing 16\text{mm}$ . Se lo esquematiza en la figura siguiente:

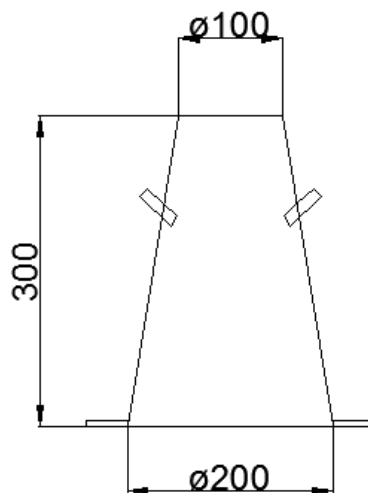


Figura N°4-14: Cono de Abrams: molde.

Se humedece el cono, y se apoya sobre su base mayor en una superficie lisa no absorbente y húmeda, generalmente una chapa. El operador pisa ambos estribos, y se procede a llenar el molde con la muestra de H°. Esta operación se debe realizar en 3 capas de aproximadamente 20 cm, cada una de las cuales se compacta con un apisonado de 25 golpes usando la varilla nombrada anteriormente. El procedimiento se esquematiza en la siguiente figura:

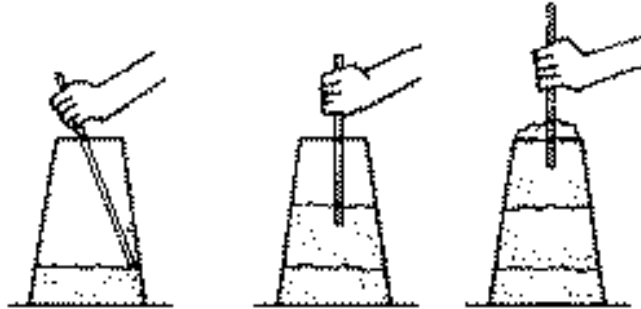


Figura N°4-15: Cono de Abrams: apisonado.

Finalizada la compactación se engrasa la cara superior del molde, y se procede a levantarlo, despacio y con velocidad uniforme hasta que el H° fresco quede al descubierto.

El material, se deforma asentándose. Este asentamiento es el que debe medirse, para lo cual, se coloca el molde al lado, y se mide cuanto se deforma el centro del cono.

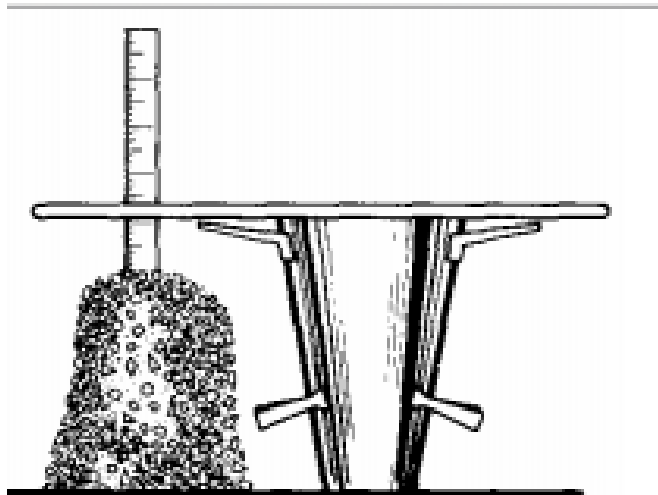


Figura N°4-16: Cono de Abrams: medición del asentamiento.



De acuerdo a los resultados, se puede clasificar la muestra, según el siguiente cuadro:

<u>Tipo de consistencia</u>	<u>Asentamiento en cm</u>
Seca (S)	0-2
Plástica (P)	3-5
Blanda (B)	6-9
Fluida (F)	10-15
Líquida (L)	16-20

Figura N°4-17: Cono de Abrams: tabla de valores.

Al pie de obra, se acepta un asentamiento de entre 5 cm y 12 cm.

#### **Resistencia a la compresión simple:**

En este ensayo medimos la resistencia a compresión del Hormigón. Esta es la propiedad característica del material.

Para realizar el ensayo, se preparan probetas normalizadas, 3 por muestra. Las dimensiones de estas probetas cilíndricas son:  $\varnothing 150\text{mm}$  y 300mm de altura. En la siguiente figura se puede apreciar un molde de dicha probeta:



Figura N°4-18: Ensayo de compresión: molde.

La preparación de la probeta se realiza siguiendo los mismos pasos que para el cono de Abrams. Una vez preparada la muestra se las cubre para que no modifiquen sus propiedades, sobre todo la humedad.

Este ensayo, a diferencia del anterior, no es inmediato, si no que se debe dejar que el material se endurezca (28 días). Pasado este tiempo, se coloca la probeta en una prensa que ejerce presión de compresión, mientras mide la deformación generada por esta.

El ensayo termina una vez que la probeta falla.

Generalmente el resultado del ensayo se expresa en una curva tensión-deformación, de donde podemos obtener el valor que deseamos.

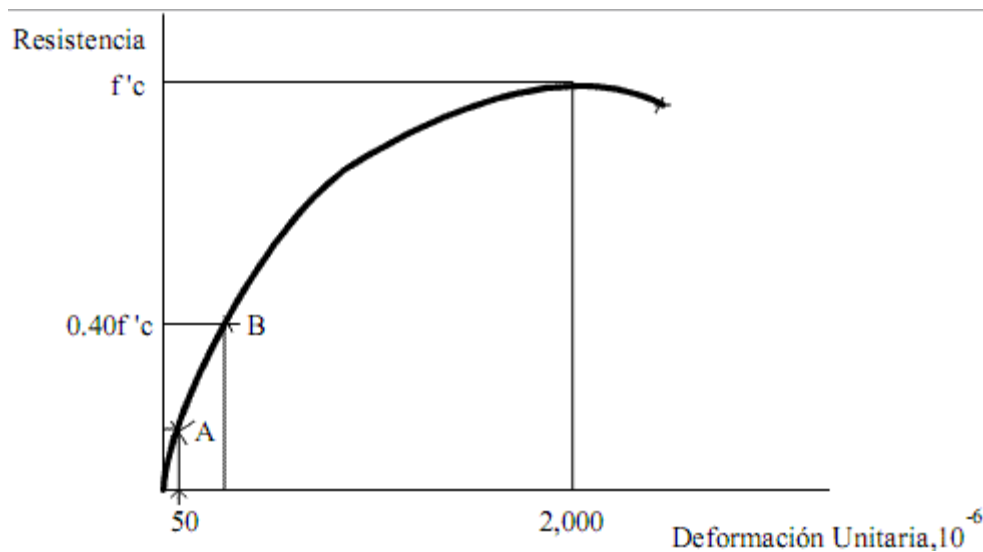


Figura N°4-19: Ensayo de compresión: curva tensión deformación resultante.

Para este tipo de Hormigón, se busca  $f'c = 210 \text{Kg/cm}^2$ .

### **3.-ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS:**

Todo el proceso de construcción de la estructura del canal, se realiza mediante una serie de empresas subcontratistas, por lo que la tarea de la UTE se limita a controlar y dirigir las tareas.

Se adjuntan una serie de planos, que corresponden a cada una de las secciones del canal principal, como así también de cada uno de los saltos hidráulicos que existen en él. Además se colocan las tablas de armaduras de cada estructura.

#### **4.- FORMA DE PAGO:**

Según pliego, la forma de pago se realiza de forma mensual, en la modalidad de unidad de medidas, es decir, se establece una determinada cantidad de cada ítem, y un precio unitario para cada uno. Entonces se calcula las cantidades de cada ítem realizadas hasta la fecha, menos las que se certificaron el mes anterior, obteniéndose así, la cantidad real ejecutada en el periodo analizado.


En el caso de las secciones, se contabilizó la cantidad de Kg de Acero colocado, y el volumen de hormigón utilizado por módulo de sección, para luego multiplicar por la cantidad de módulos ejecutado en el periodo analizado. En cuanto a los saltos, se contabilizo el peso de Acero y el volumen de Hormigón que se colocó durante la construcción de los mismos, que tuvo lugar en el periodo analizado.

A modo de aclaración, solera, tabique y losa, se contabilizan por separados, es decir, pueden existir diferentes cantidades de módulos para cada etapa.

En el certificado N° 19, al cual ayude a confeccionar, se contabilizo, módulos de sección I, sección II, sección III, sección IV, Salto 3 y Salto 6. Las siguientes tablas muestran la forma en que se contabilizó cada obra.

A continuación de adjunta la planilla de Hormigón del certificado nombrado, en forma de imagen, y se adjunta la planilla correspondiente al acero. (Planilla N°2- Acero.)

Tabla N°4-1: Planilla de Hormigón del Certificado N°19.

						
<b>CERTIFICADO N°19</b>						
<b>mayo-15</b>						
OBRA: Desague Pluvial Boulevard 9 de Julio, Ciudad de Yerba Buena, Departamento de Yerba Buena, Provincia de Tucumán						
Empresa Contratista: SUPERCEMENTO S.A.I.C - PERALES AGUIAR S.A. - INGECO S.A. - UTE						
Convenio de Prestamo BIRF 7992 - AR						
<b><u>PLANILLA AUXILIAR N° 2.1.3 - HORMIGÓN H-21</u></b>						

Dimensiones de Canal Principal Boulevard 9 de Julio - Estructura						
Elemento Estructural Seccion I	Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Vol. Por Tramo (m3)	Cantidad de Tramos ejecutados	Vol. Total (m3)
Solera	2,60	12,00	0,20	6,24	75	468,00
Cartela	0,20	0,20	12,00	0,48	75	36,00
Cartela	0,20	0,25	12,00	1,20	75	90,00
Muros	0,20	1,75	12,00	8,40	70	588,00
Vigas Inferiores	2,60	0,30	0,20	0,16	77	12,32
Losa Sup.	2,60	12,00	0,20	6,24	70	436,80
Elemento Estructural Seccion II	Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Vol. Por Tramo (m3)	Cantidad de Tramos ejecutados	Vol. Total (m3)
Solera	3,00	12,00	0,20	7,2	78	561,60
Cartela	0,20	0,20	12,00	0,48	78	37,44
Cartela	0,20	0,25	12,00	1,20	78	93,60
Muros	0,20	1,95	12,00	9,36	78	730,08
Vigas Inferiores	3,00	0,30	0,20	0,18	77	13,86
Losa Sup.	3,00	12,00	0,20	7,2	74	532,80

Elemento Estructural Seccion III	Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Vol. Por Tramo (m3)	Cantidad de Tramos ejecutados	Vol. Total (m3)
Solera	4,60	12,00	0,30	16,56	85	1407,60
Cartela	0,20	0,20	12,00	0,48	85	40,80
Cartela	0,30	0,25	12,00	1,80	85	153,00
Muros	0,30	1,95	12,00	14,04	84	1179,36
Vigas Inferiores	4,60	0,30	0,20	0,28	90	25,20
Losa Sup.	4,60	12,00	0,30	16,56	84	1391,04
<b>Elemento Estructural Seccion IV</b>						
Elemento Estructural Seccion IV	Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Vol. Por Tramo (m3)	Cantidad de Tramos ejecutados	Vol. Total (m3)
Solera	5,20	12,00	0,30	18,72	3	56,16
Cartela	0,20	0,20	12,00	0,48	3	1,44
Cartela	0,30	0,25	12,00	1,80	3	5,40
Muros	0,30	1,95	12,00	14,04	2	28,08
Vigas Inferiores	5,20	0,30	0,20	0,31	3	0,93
Losa Sup.	5,20	12,00	0,30	18,72	1	18,72
						7908,23

<b>Obra: Salto Hidráulico N°3 - Canal Ppal. Boulevard 9 de Julio - Hormigón H-21</b>					
Salto N°3	Ancho (m)	Espesor (m)	Largo (m)	Cantidad de modulos	Volumen (m3)
Solera	3,76	0,40	13,80	1	20,76
Hormigón H-21 para Muros	0,30	0,25	13,80	1	2,07
	0,30	0,25	3,16	1	0,47
	0,20	0,20	13,00	1	0,52
	0,20	0,20	2,96	1	0,12
	0,30	58,31		1	34,99
	0,30	2,96	3,16	1	2,81
	0,30	0,28	2,20	1	0,37
	0,30	0,71	3,16	1	0,67
	0,28	0,28	2,20	1	0,34
Hormigón H-21 para losa	3,76	0,20	14,00	1	10,53
					73,65

<b>Obra: Salto Hidráulico N°6 - Canal Ppal. Boulevard 9 de Julio - Hormigón H-21</b>					
<b>Salto N°6</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Cantidad de modulos</b>	<b>Volumen (m3)</b>
Solera	5,20	0,40	16,90	1	35,15
Hormigón H-21 para Muros	0,30	0,25	16,90	1	2,54
	0,30	0,25	4,60	1	0,69
	0,20	0,20	16,10	1	0,64
	0,20	0,20	4,40	1	0,18
	3,22	0,30	33,80	1	32,65
	1,00	0,30	-8,18	1	-2,45
	0,30	-2,31		1	-0,69
	3,22	0,30	4,60	1	4,44
	2,20	0,30	-2,60	1	-1,72
	2,88	0,30	4,60	1	3,97
	2,20	0,30	-2,60	1	-1,72
Viga	0,30	0,60	8,18	1	1,47
Columna	0,30	0,60	8,40	1	1,51
Hormigón H-21 para losa	5,20	0,30	16,91	0	0,00
					76,66
Acumulado Cert. Anterior N°18					5035,70
Acumulado Cert. Actual N°19					8058,54
Parcial Actual Certificado					3022,84

## **CONCLUSIONES:**

Siendo el objetivo principal el de participar te la construcción de la obra sobre la cual se desarrolla este informe, puedo decir que fue satisfecho ampliamente, ya que pude participar de cada uno de los trabajos realizados desde el día que ingrese a la obra.

Comencé analizando el proyecto de la obra, verificando si las dimensiones adoptadas eran compatibles con los caudales que se manejan, concluyendo que, como se dice en el capítulo correspondiente, la estructura diseñada, soporta el caudal previsto, más un caudal adicional, para un periodo de recurrencia de 10 años, tiempo en el cual se debería construir el canal que captaría los caudales de esa cuenca extra. Considerando solo la cuenca original, el canal verifica su comportamiento, para un periodo de recurrencia de 25 años.

Al participar y observar la construcción de las diferente estructuras de la obra, pude aplicar técnicas constructivas aprendidas durante la carrera, en un marco real, es decir, en considerando cada una de las características del caso en particular. Trabajar con la presencia de una inspección detallista, ayudó a pulir las técnicas, y la realización de las mismas, brinda una mayor confianza en mis propios conocimientos.

En lo personal, concluyo que cumplí el objetivo de todo 1° trabajador y podría decir que de todo estudiante, aplicar los conocimientos adquiridos en cada una de las áreas en las que se desarrolló algún trabajo. Pude corroborar, modificar y adquirir conocimientos, dándome cuenta que los conocimientos brindados por nuestra casa de estudio, son suficientes para el desarrollo de la profesión a la que aspiro, aunque siempre se debe seguir aprendiendo.

Además de los beneficios ya nombrados, la realización de la Practica Supervisada me permitió soñar con una pronta inserción laboral.

No me cabe duda alguna, luego de desarrollar la Practica Supervisada, que elegí el camino correcto.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- ✓ NORTE GRANDE HIDRICA-Documentos licitatorio, OBRA: Desagüe Pluvial Boulevard 9 de Julio – Ciudad de Yerba Buena – Departamento de Yerba Buena – Provincia de Tucumán.  
PROYECTO INFRAESTRUCTURA HIDRICA DEL NORTE GRANDE PRÉSTAMO BIRF 7992 – AR. TOMO I- Proceso licitatorio.
- ✓ NORTE GRANDE HIDRICA-Documentos licitatorio, OBRA: Desagüe Pluvial Boulevard 9 de Julio – Ciudad de Yerba Buena – Departamento de Yerba Buena – Provincia de Tucumán.  
PROYECTO INFRAESTRUCTURA HIDRICA DEL NORTE GRANDE PRÉSTAMO BIRF 7992 – AR. TOMO II- Especificaciones Técnicas Generales
- ✓ NORTE GRANDE HIDRICA-Documentos licitatorio, OBRA: Desagüe Pluvial Boulevard 9 de Julio – Ciudad de Yerba Buena – Departamento de Yerba Buena – Provincia de Tucumán.  
PROYECTO INFRAESTRUCTURA HIDRICA DEL NORTE GRANDE PRÉSTAMO BIRF 7992 – AR. TOMO III- Especificaciones Técnicas Particulares.
- ✓ NORTE GRANDE HIDRICA-Documentos licitatorio, OBRA: Desagüe Pluvial Boulevard 9 de Julio – Ciudad de Yerba Buena – Departamento de Yerba Buena – Provincia de Tucumán.  
PROYECTO INFRAESTRUCTURA HIDRICA DEL NORTE GRANDE PRÉSTAMO BIRF 7992 – AR. TOMO IV- Planos.
- ✓ Proyecto de Obra “Canal Pluvial Boulevard 9 de Julio”. Municipalidad de Yerba Buena, Tucumán.
- ✓ Documentos de Obra.
- ✓ “Plan Director de Desagüe de Yerba Buena”. Municipalidad de Yerba Buena, Tucumán.
- ✓ Periódico “La Gaceta” (13/02/2001), “Fuerte Temporal en Tucumán”, Pag 1-3.
- ✓ Ven Te Chow, Ph. D.- “*Hidráulica de Canales Abiertos*”. Mc Graw-Hill Interamericana S.A., Bogotá, Colombia (1994).
- ✓ Catedra de Topografía II (2011) - “*Instructivo para Ing. Civil*”. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC.
- ✓ Catedra de Hidrología y Procesos Hidráulicos (2013)- “*Clase HEC-RAS*”. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC.
- ✓ Catedra de Hidráulica Fluvial (2011)- “*Clase HEC-RAS*”. Facultad de Ingeniería, UBA.
- ✓ US Army Corps of Engineers (2010)- “*Manual HEC-RAS*”. Estados Unidos.
- ✓ Berardo M., Baruzzi A., Vanoli G., Freire R., Tartabini M. (2008)- “*Principio de Diseño Geométrico Vial*”. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC.
- ✓ Departamento de Estructuras (2011)- “*Tecnología de los Materiales de Construcción*”. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC.
- ✓ Reglamento CIRSOC 201: Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón.
- ✓ Reglamento CIRSOC 103 – Parte I y Parte II: Reglamento Argentino de Estructuras Sismorresistentes.
- ✓ Reglamento CIRSOC 301: Reglamento Argentino de Estructuras de Acero Para Edificios.



**ANEXO:**