

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“PROYECTOS EJECUTIVOS PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A CENTROS
DE POBLACIÓN Y ÁREAS PRODUCTIVAS”**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

MIGUEL ANGEL BAUTISTA CASTAÑEDA

ASESOR DE INFORME

ING. HERIBERTO ESQUIVEL CASTELLANOS



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018

ÍNDICE

1. Descripción de la Empresa	3
1.1. Puesto	5
1.2. Descripción del puesto	5
2. Proyecto 1.....	8
2.1. Recopilación y Análisis de la información existente.....	9
2.2. Visita a la zona del estudio, planeación descriptiva de los trabajos y elaboración del informe correspondiente.....	11
2.3. Problemática del río, ramificaciones del cauce, sus afluentes, incorporaciones de corrientes y elaboración del informe correspondiente. ..	11
2.4. Topografía.....	14
2.5. Hidráulica Fluvial.....	15
2.6. Geotecnia.....	18
2.6.1. Reconocimiento geotécnico del sitio.....	18
2.6.2. Localización y delimitación de los bancos de materiales.....	19
2.6.3. Exploración geotécnica en bancos de materiales.....	21
2.6.4. Trabajos de laboratorio.....	22
2.7. Trabajos de gabinete	24
2.8. Informes parciales.....	28
2.9. Informe final de geotecnia	28
2.10. Generación y análisis de alternativas	30
2.11. Elaboración del proyecto ejecutivo de la alternativa seleccionada ..	35
3. Proyectos 2.....	44
3.1. Puesto:.....	44
3.2. Personal a mí cargo.	44
3.3. Actividades:.....	45
3.4. Visita a la zona de estudio y elaboración del informe correspondiente.....	45
3.5. Planteamiento del problema.....	46
3.6. Topografía.....	47
3.6.1. Elaboración de la memoria y el informe.....	47
3.6.2. Topografía para demarcación de límites de banco de tiro.....	53
3.7. Hidrología.....	54
3.7.1. Elaboración del informe correspondiente	54

3.8. Hidráulica Fluvial	55
3.8.1. Elaboración de la memoria y el informe correspondiente	55
3.9. Opciones de solución	58
3.9.1. Elaboración del informe correspondiente	58
3.10. Proyecto de desazolve	59
3.10.2. Elaboración del informe final	59
4. Conclusión	64

1. Descripción de la Empresa.

Empresa: INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

La filosofía de la empresa INCOR es la de tener el compromiso con el cliente para ofrecerle soluciones reales accesibles y plantearle alternativas que resuelvan su problemática y le den un valor agregado. INCOR es una empresa conformada por un equipo multidisciplinario con alta capacidad técnica y experiencia en su especialidad a quienes los une el compromiso profesional. Nos respaldan los valores de la responsabilidad, la honestidad, la lealtad, la ética y el respeto al medio ambiente.

Por otro lado la empresa tiene como misión ser una empresa mexicana líder en el desarrollo y ejecución de proyectos Ambientales y de Ingeniería Civil con el compromiso de ofrecer soluciones que integren el medio ambiente con el progreso de la sociedad.

Aunado a lo anterior la empresa INCOR tiene como visión el objetivo de conformar una empresa capaz de desarrollar proyectos sustentables económicos y viables para el medio ambiente y el progreso social. Pretende ser una empresa vanguardista líder en el ramo que esté respaldada por el desarrollo y ejecución de proyectos de alta calidad, estética y el mejor análisis costo-beneficio con apoyo de la tecnología de punta.

Por otra parte la empresa cuenta con profesionistas y asesores los cuales cuentan con la experiencia laboral, y están altamente capacitados en las siguientes ramas de la ingeniería civil y ambiental:

Servicios de Ingeniería:

- Supervisión y diseño de Vías terrestres
- Supervisión y control de obra civil.
- Construcción y mantenimiento de obra civil.
- Hidráulica urbana, fluvial, sanitaria y marítima
- Estudios Hidrológicos: superficial y subterránea
- Aprovechamientos hidráulicos
- Diseño, revisión y construcción de redes de Agua potable y alcantarillado sanitario
- Manejo Integral de Cuencas
- Análisis y Diseño estructural de edificaciones, puentes vehiculares y peatonales.
- Diseño de Cimentaciones superficiales y profundas.

Servicios Ambientales:

- Manifestaciones de Impacto Ambiental en cualquier modalidad.
- Elaboración de Programas Ambientales condicionados en los resolutiveos de las MIA´s.
- Ejecución de las medidas de mitigación condicionadas en el resolutiveo de impacto ambiental en obra.
- Exenciones de Impacto Ambiental.
- Informes Preventivos.
- Estudio de Riesgos.
- Programa de prevención de accidentes.
- Gestión de Integral de Residuos sólidos.
- Control y supervisión de obra.
- Planes de manejo de flora y fauna.
- Estudios de daño ambiental.
- Rescate y reubicación de flora y fauna nativa.
- Remediación y reforestación de áreas naturales.
- Plantación forestal.
- Manejo de viveros.
- Diagnóstico de plagas.
- Seguridad e higiene laboral.
- Elaboración y coordinación de Programas de desarrollo comunitario.
- Elaboración de Estudios Técnicos Justificativos para Cambio de Uso de Terrenos Forestales

Supervisión y mantenimiento de obra civil:

- Construcción de edificaciones
- Elaboración de estudios de ingeniería básica.
- Estudios y elaboración de pruebas de mecánica de suelos:
- Sondeos de penetración estándar
- Exploraciones profundas en diámetros NQ.
- Pruebas de Laboratorio (físicas y químicas)
- Tratamiento de cimentaciones
- Estudios de factibilidad y de gran visión.
- Proyecto ejecutivo de obras hidráulicas
- Aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el estudio de los Recursos Naturales.
- Levantamientos topográficos y arquitectónicos.

1.1. Puesto

Durante el tiempo que llevo laborando dentro de la empresa INCOR he ocupado el puesto de residente de estudios y proyectos.

1.2. Descripción del puesto.

El residente de estudios y proyectos es el personal encargado de ejecutar las actividades correspondientes en campo y en gabinete para la correcta realización del proyecto ejecutivo que se desarrollará, teniendo conocimientos básicos y experiencia en las siguientes ramas de la ingeniería civil:

- Geotecnia
- Hidráulica
- Hidrología
- Topografía
- Ambiental

Así mismo, aparte de la formación profesional requerida, el residente de estudios y proyectos debe tener los conocimientos básicos en los siguientes softwares como mínimo:

- AutoCAD
- Civil CAD
- HEC-RAS
- Global Mapper
- Google Earth

Aunado a lo antes mencionado debe tener la capacidad del manejo de los paquetes de Microsoft Office y a la habilidad para hacer uso del Internet.

Parte de las capacidades del residente de estudios y proyectos es la de tener facilidad de interacción con todas las personas que se ven involucradas dentro de un proyecto, como pueden ser los trabajadores de la construcción, personal de la empresa y dependencias de gobierno como son: CONAGUA, SCT, CFE, etc. En la siguiente tabla se presentan los proyectos en los que he participado:

Tabla 1. Proyectos, Fechas y Números de Contrato.

	Proyecto	Fechas	No. de Contrato
1	PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A CENTROS DE POBLACIÓN Y ÁREAS PRODUCTIVAS CON UNA LONGITUD DE 7 KM. SOBRE EL RÍO TAMAZULA, MUNICIPIO DE TAMAZULA DE GORDIANO, ESTADO DE JALISCO.	5 Septiembre de 2014 - 31 Diciembre de 2014	SGIH-OCLSP-JAL-14-EP-122-RF LP
2	Desazolves La Paz	25 Abril de 2015- 22 Agosto de 2015	2015-B05-B41-CD-03-FN-I3-1-OR-0005
3	CN: TRABAJOS DE CONSERVACIÓN NORMAL Y MANTENIMIENTO EN LA INFRAESTRUCTURA DE LAS PRESAS TRIGOMIL, TACOTAN, DERIVADORA EL CORCOVADO, REGULADORA BELLAVISTA Y OFICINAS DEL DISTRITO DE RIEGO 094 JALISCO, SUR., EN LOS MUNICIPIOS DE UNIÓN DE TULA, AUTLAN, ACATLAN DE JUAREZ Y EL GRULLO, JALISCO.	6 de julio de 2016 – 20 de agosto de 2016	2016-B05-B26-CE-14-RF-LP-A-OR-0007
4	"EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS EN ÁREAS ALEDAÑAS A LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN PURÉPECHA ENTQ. SAHUAYOJUILPAN, PUREPECHA-VISTA HERMOSA Y PURÉPECHA-JACONA, UBICADAS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN"	25 de agosto 2016 - 29 Septiembre 2016	RROC-161008
5	AUTORIZACIÓN FEDERAL DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE LA PRESA EN EL 2009 (MODIFICACIÓN) PROYECTO "EL ZAPOTILLO".	30 Septiembre 2016 - 12 de diciembre de 2016	2016-B04-B26-DB-11-RF-LP-A-OR-0016
6	"REHABILITACIÓN DE POZO PROFUNDO DE AGUA POTABLE 6 COLONIAS, AGUA POTABLE / AGUA POTABLE 108"	29 de noviembre de 2016 – 20 de marzo de 2017	CHIC-OP-PROAGUA-APAUR-IR-002-2016

	Proyecto	Fechas	No. de Contrato
7	REHABILITACIÓN ELECTROMECÁNICA DE LA OBRA DE TOMA Y RECONSTRUCCIÓN DE VADO EN CAMINO DE ACCESO A LA PRESA EL CUARENTA, MUNICIPIO DE LAGOS DE MORENO, ESTADO DE JALISCO	26 de julio de 2017 – 22 de diciembre de 2017	2017-B05-B26-CA-14-RF-LP-A-OR-0001
8	"ESTUDIOS BÁSICOS COMPLEMENTARIOS Y PROYECTO EJECUTIVO DEL RESERVORIO DE LA OBRA DE CABEZA LOCALIZADO EN EL RÍO COLORADO, EN EL KM 27+016 DEL CANAL REFORMA, EN EL DISTRITO DE RIEGO 014, RÍO COLORADO, BAJA CALIFORNIA".	1 de enero de 2018 a la fecha	AE-S-BC-014-(SDRL)-I4-001-16

Los dos proyectos señalados (proyecto 1 y 2) son los que describiré a lo largo de este trabajo.

2. Proyecto 1

Dentro los proyectos en los que he participado, el primero que expondré es el “Proyecto ejecutivo para la construcción de infraestructura de protección a centros de población y áreas productivas en una longitud de 7 km. sobre el Río Tamazula en el municipio de Tamazula de Gordiano del estado de Jalisco”.

El Río Tamazula se localiza en el municipio de Tamazula de Gordiano, el cual se encuentra en el sureste del estado de Jalisco.

El territorio Tamazulense colinda al norte con los municipios de Gómez Farías, Concepción de Buenos Aires y Mazamitla; al sur con Jilotlán de los Dolores; y al oeste con Zapotiltic, Zapotlán el Grande y Gómez Farías.

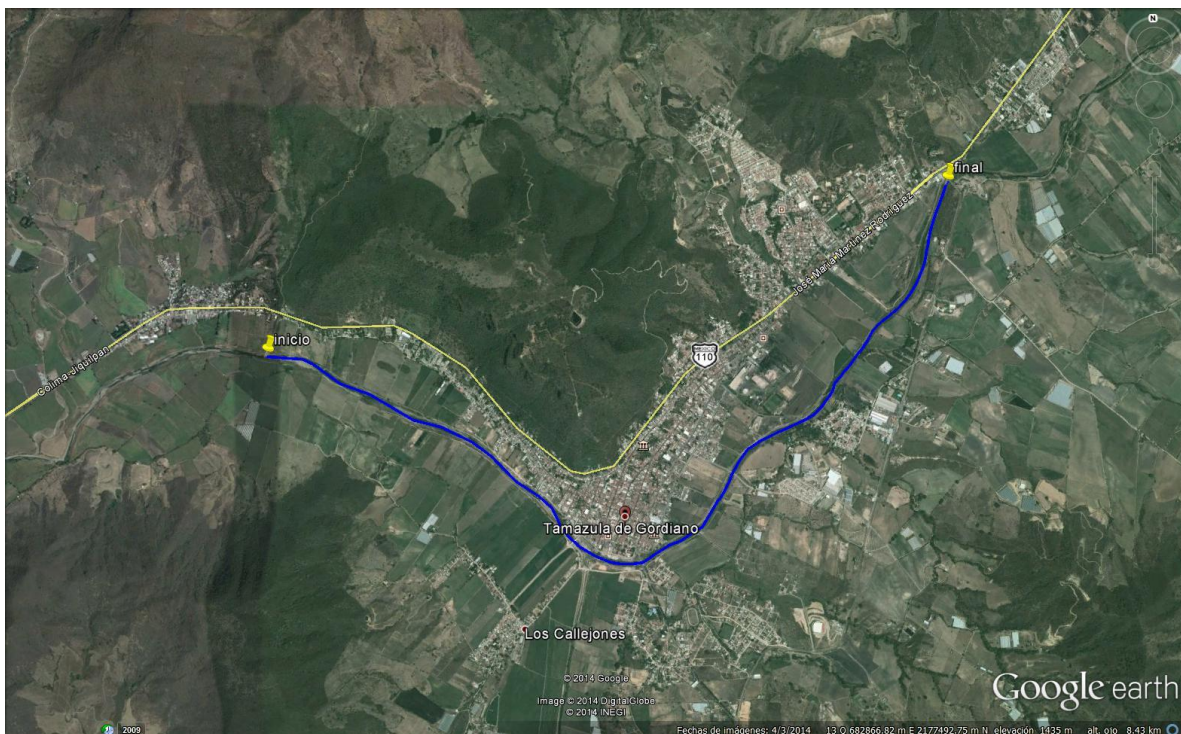


Figura 1. Municipio de Tamazula de Gordiano.

En este proyecto se presentó un catálogo de conceptos de acuerdo al contrato, dicho catálogo está constituido por nueve conceptos, los cuales son:

- Recopilación y análisis de la información existente.
- Reconocimiento de campo
- Planteamiento del problema
- Topografía

- Hidráulica fluvial
- Geotecnia
- Tenencia de la tierra
- Generación y análisis de alternativas
- Elaboración del proyecto ejecutivo de la alternativa seleccionada

Con base en los conceptos presentados desempeñé las siguientes actividades:

2.1. Recopilación y Análisis de la información existente.

En esta actividad recopilé en las distintas instancias federales, estatales y municipales los datos más relevantes que serían utilizados en la realización del estudio, los datos que obtuve fueron los siguientes:

Tabla 2. Información obtenida en distintas Dependencias.

TIPO DE INFORMACIÓN	DEPENDENCIA
Cartas de INEGI escala 1:50,000 de la región.	Obtenidas en la página web oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Planos de desarrollos urbanos.	Obtenidos en la página web oficial de INEGI
Ortofotos: -De las zonas inundadas en el 2013. - De la Cuenca del Río Tamazula a escala 1:20,000 del INEGI.	Obtenidas en la página web oficial de INEGI
Carta topográfica e13b26 (Tamazula), en formato shape	Obtenidas en la página web oficial de INEGI
Modelo de elevaciones	Extraído del continuo de elevaciones del INEGI
Datos de población y actividades económicas.	Obtenidos en la página web oficial de INEGI
Estudio hidrológico del Río Tamazula (abril de 2014)	Proporcionado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Organismo De Cuenca Lerma-Santiago- Pacífico
Estudio hidráulico del Río Tamazula (abril de 2014)	Proporcionado por CONAGUA Organismo De Cuenca Lerma-Santiago- Pacífico

TIPO DE INFORMACIÓN	DEPENDENCIA
Programa hídrico regional Lerma Santiago Pacífico	Proporcionado por CONAGUA Organismo De Cuenca Lerma-Santiago- Pacífico
Agenda del agua 2030	Proporcionado por CONAGUA Organismo De Cuenca Lerma-Santiago- Pacífico
Atlas del agua en México 2012	Proporcionado por CONAGUA Organismo De Cuenca Lerma-Santiago- Pacífico
Estadísticas agrícolas de los DR 2011-2012	Proporcionado por CONAGUA Organismo De Cuenca Lerma-Santiago- Pacífico
Reporte del clima en México 2013	Proporcionado por CONAGUA Organismo De Cuenca Lerma-Santiago- Pacífico
Manual para control de inundaciones	Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO TAMAZULA DE GORDIANO 2012-2015 Versión Preliminar 1.0	H. Ayuntamiento de Tamazula de Gordiano, Jalisco Administración 2012 - 2015
Plano de Catastro Tamazula de Gordiano	H. Ayuntamiento de Tamazula de Gordiano, Jalisco Administración 2012 - 2015

Para el compendio de la información realicé las gestiones necesarias ante las autoridades correspondientes, en el caso de CONAGUA Organismo de Cuenca Lerma-Santiago-Pacífico, las gestiones las realicé en las oficinas localizadas en el estado de Jalisco, en la Dirección de infraestructura Hidroagrícola, para la información recabada en el municipio de Tamazula, se requirió hacer tres reuniones con las autoridades competentes (Director de Obras Públicas, Jefe de Construcción, Jefe de Proyectos y Presupuesto, Jefe de Maquinaria y Jefe de Fomento a la Vivienda) para exponer el objetivo principal del estudio, y así tener acceso a la información requerida, además de poder contar con el apoyo de las autoridades una vez que comenzaran los estudios requeridos en campo (Topografía y Geotecnia). Cabe señalar que una vez que obtuve la información requerida procedí a analizar cada uno de estos elementos, turnando la misma a

los profesionistas correspondientes que la ocuparían para la realización del estudio.

2.2. Visita a la zona del estudio, planeación descriptiva de los trabajos y elaboración del informe correspondiente.

Para esta actividad realicé dos visitas al sitio donde se realizarían los trabajos:

En la primera visita identifiqué la situación actual de la red de drenaje natural de la cuenca de aportación del Río Tamazula, así como aquellas incorporaciones que pudieran influir en el análisis hidrológico e hidráulico y por ende en los trabajos de diseño y propuestas de alternativas que se realizarían para la protección del río. Recorrí el cauce del Río Tamazula para identificar su interacción con la zona urbana de la localidad de Tamazula de Gordiano, verificando cualitativamente y cuantitativamente las estructuras existentes en la zona (Puentes, Obras de Toma, Represas, Descargas de aguas residuales, etc.), realicé las anotaciones correspondientes, tomando fotografías, capturando coordenadas específicas mediante GPS, esto con la intención de realizar el informe correspondiente para posteriormente turnarlo al Supervisor de la Dependencia para su revisión.

En la segunda visita realicé un recorrido junto con el supervisor de CONAGUA, el Residente en oficinas de CONAGUA Tamazula, superintendente de la empresa contratista, topógrafo de la empresa y geotecnista de la empresa contratista, con el objetivo de realizar la entrega física de la poligonal de apoyo (en compañía del topógrafo), la ubicación de los PCA (Pozos a Cielo Abierto), SPT (Prueba de Penetración Estándar), perforaciones en roca, revisión del banco de roca (en compañía del geotecnista de la empresa).

Derivado de esta visita realicé un informe con los comentarios, observaciones y conclusiones de la misma.

2.3. Problemática del río, ramificaciones del cauce, sus afluentes, incorporaciones de corrientes y elaboración del informe correspondiente.

Mediante la primera visita que realicé, identifiqué los puntos más vulnerables a lo largo del Río Tamazula, con la finalidad de saber cuáles son las principales problemáticas que se presentan, para poder analizar cada una de ellas y de esta manera diseñar obras de protección que permitan mitigar los efectos de las inundaciones ante fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios. Una vez que identifique todas las problemáticas realicé el informe correspondiente, mismo que una vez terminado fue turnado con el supervisor de CONAGUA para su revisión.

Las principales problemáticas que observé fueron las siguientes:

- Aportación de caudal de otros ríos
- Estructuras existentes
- Descarga de aguas residuales
- Centros de producción agrícola en la margen izquierda del cauce a una distancia menor a 20 metros
- Centros de población en la margen derecha del cauce a una distancia menor a 20 metros
- Erosión de los taludes naturales en ambas márgenes del cauce



Figura 2. Descarga de agua residual margen derecha*.

*Fotografía propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V



Figura 3. Descarga de agua residual y erosión en la margen derecha*.



Figura 4. Confluencia entre el Río Tamazula y el Río Santa Rosa.*

*Fotografía propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V



Figura 5. Descarga de aguas residuales en la margen izquierda.*

2.4. Topografía

El estudio topográfico consistió en ejecutar la captura de información empleando instrumentos y métodos para realizar la medición de distancias horizontales y verticales entre puntos y ángulos horizontales y verticales formados entre líneas, esta información fue procesada en gabinete para obtener distancias, ángulos, direcciones, coordenadas, elevaciones, áreas, volúmenes, etc. Estos resultados fueron plasmados en planos donde se registraron áreas, perfiles, secciones transversales, así como los siguientes detalles: linderos, afluentes, infraestructura, relieve, planimetría, etc.

El levantamiento topográfico fue realizado por el topógrafo de la empresa, para este concepto, previo a un recorrido por la zona de estudio y a las indicaciones recibidas por el supervisor de CONAGUA, di indicaciones sobre la colocación de la poligonal de apoyo, así como la manera en la que deberían de ser levantadas topográficamente las estructuras existentes, además de señalar los tiempos en los que el topógrafo debería de realizar los trabajos.

Toda vez que la información fue procesada por el Topógrafo, ésta me fue turnada para su análisis, una vez que di el visto bueno, proseguí a realizar los siguientes planos:

*Fotografía propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

- Planta Topográfica
- Perfil Longitudinal
- Secciones Transversales

Una vez que finalicé la realización de los planos y estos fueron aprobados por el Superintendente de la empresa y realicé el informe correspondiente a este concepto, para que fuese revisado por el supervisor de CONAGUA y en su caso realizar las modificaciones correspondientes, el informe que realicé contenía lo siguiente:

1. Introducción
 - 1.1. Objetivo de los trabajos topográficos.
 - 1.2. Alcances de los trabajos de topografía.
 - 1.3. Ubicación física.
2. Topografía.
 - 2.1. Bancos de nivel y vértices de posición horizontal (GPS) de la red geodésica de INEGI.
 - 2.2. Levantamiento de poligonal abierta.
 - 2.3. Colocación de bancos de nivel en la poligonal de apoyo y liga con los GPS ligados a la estación Col2.
 - 2.4. Levantamiento de poligonal de apoyo.
 - 2.5. Nivelación de poligonal abierta de apoyo.
 - 2.6. Secciones transversales al eje del cauce.
 - 2.7. Referenciación de Punto de Inflexión (P.I.).

2.5. Hidráulica Fluvial

En base en el estudio hidrológico, mismo que había sido realizado por otra empresa en un contrato diferente, obtuve la información requerida para la realización del estudio hidráulico, en este caso los gastos asociados a diferentes períodos de retorno (1,000, 500, 100, 10 años), esta información fue turnada al especialista en hidráulica junto con las secciones topográficas obtenidas para que este último realizara la simulación hidráulica mediante el uso del software HEC-RAS 4.1.0, una vez que la simulación fue calibrada y avalada por el superintendente, la simulación, los datos que se utilizaron para calibrar, condiciones de frontera (gastos, coeficiente de rugosidad, etc.), me fueron

turnadas, y con la asesoría del especialista en hidráulica realicé el informe correspondiente a este concepto, a continuación se presenta el índice del informe que realicé:

1. Análisis hidráulico.
2. Construcción del modelo de elevaciones de terreno de la red de drenaje del Río Tamazula.
3. Modelo de simulaciones hidráulicas.
 - 3.1. Formulación del modelo para la simulación hidráulica
 - 3.2. Calibración del modelo hidráulico.
 - 3.3. Determinación del coeficiente de rugosidad promedio.
4. Simulaciones hidráulicas considerando las condiciones naturales.
 - 4.1. Condiciones de frontera.
 - 4.2. Introducción de datos al modelo de simulación hidráulica, HEC-RAS 4.1.0.
 - 4.3. Gastos máximos de conducción del Río Tamazula sin que desborde.
5. Simulaciones hidráulicas en condiciones de diseño empleando el modelo HEC-RAS 4.1.0.
 - 5.1. Condiciones de frontera para las condiciones de diseño.
 - 5.2. Determinación del coeficiente de rugosidad promedio.
 - 5.3. Resultados de la simulación hidráulica considerando una sección de diseño en el Río Tamazula para un período de retorno de 100 años.
6. Conclusión y recomendaciones.
7. Determinación de velocidades permisibles.
 - 7.1. Determinación de las características estables del Río Tamazula.
 - 7.2. Resistencia al flujo.
 - 7.2.1. Ecuación de fricción de Brownlie:
 - 7.2.2. Ecuación de fricción de Karim y Kennedy:
 - 7.2.3. Ecuación de fricción de Pavlovsky-Lacey:
 - 7.3. Transporte de sedimentos.
 - 7.3.1. Ecuación de transporte de Brownlie (simplificada):

- 7.3.2. Ecuación de transporte de Karim y Kennedy (simplificada):
- 7.3.3. Ecuación de transporte de Levi (simplificada):
- 8. Estabilidad de márgenes.
- 8.1. Ecuación de Chitale:
- 8.2. Ecuación de Mao y Flook:
- 8.3. Ecuación de Glushkov:
- 8.4. Fórmulas de diseño.
- 9. Velocidades permisibles en canal sin revestimiento.
- 10. Socavación.
- 10.1. Clasificación de los suelos.
- 10.2. Metodología para determinar la socavación en cauces.
 - 10.2.1. Velocidad media del flujo, u_r
 - 10.2.2. Velocidad media erosiva, u_e
- 10.3. Resultados del análisis de socavación.
- 10.4. Conclusiones y recomendaciones.
- 11. Determinación del gasto sólido del arroyo.
 - 11.1. Desarrollo de la metodología propuesta.
 - 11.2. Estimación del gasto sólido.
 - 11.3. Coeficiente del estado de resistencia a la erosión del suelo (γ).
 - 11.4. Coeficiente del estado de la cubierta del suelo.
 - 11.5. Coeficiente del estado erosivo de la cuenca.
 - 11.6. Volúmenes de aporte de sedimento.
- 12. Comentarios y conclusiones finales.
- 13. Bibliografía.

Del índice presentado anteriormente realicé los capítulos del 1 al 6, ya que los capítulos consecuentes son temas más especializados, algunos de los cuales son temas impartidos en la maestría y no en la licenciatura, por lo que estos temas fueron elaborados por personal más especializado.

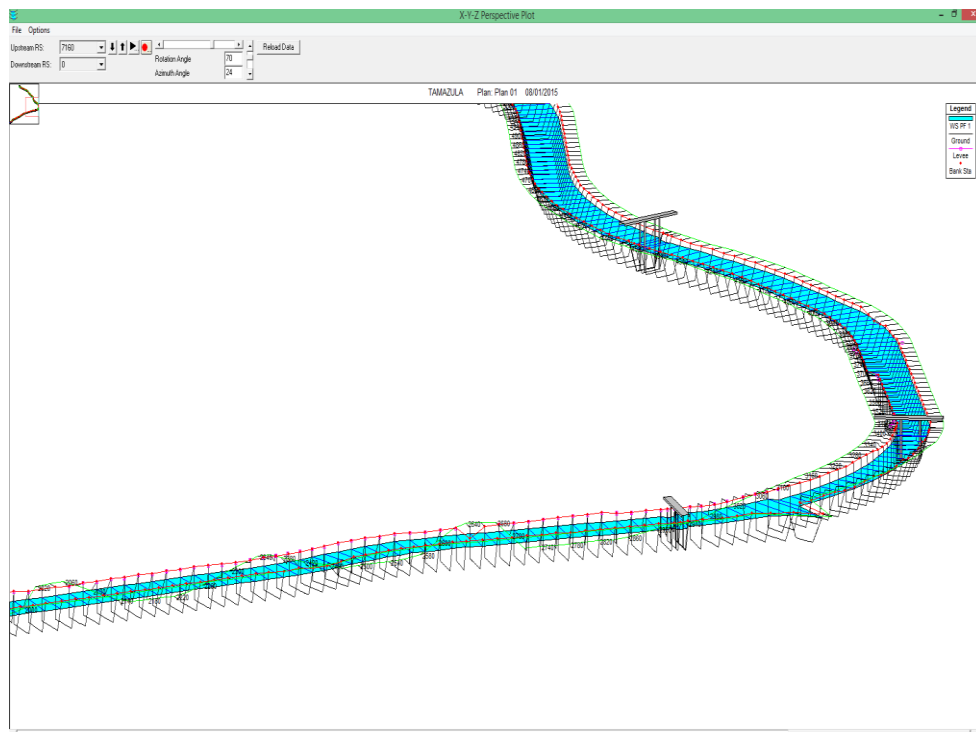


Figura 6. Simulación Hidráulica del Río Tamazula*.

2.6. Geotecnia

2.6.1. Reconocimiento geotécnico del sitio

En este concepto efectúe un recorrido por el sitio de estudio, con el fin de realizar un reconocimiento geotécnico a lo largo de la zona del proyecto, y así tener de manera preliminar las características físicas de los materiales que se encuentran en la zona, aunado a esto identifiqué los posibles bancos de materiales cercanos a la obra, a los cuales se les realizaron estudios para verificar la identidad de los materiales.

Como complemento a esta visita, identifiqué los caminos de acceso hacia cada uno de los puntos donde se realizarían los muestreos geotécnicos, la factibilidad para el traslado y operación de los equipos de perforación y muestreo. Una vez terminado el recorrido, levanté una minuta junto con el supervisor de CONAGUA, en la que se describieron los resultados de la visita puntualizando además la topografía del sitio, estructuras de protección presentes, depósitos de residuos sólidos, socavación en taludes e identificación de suelos inestables.

*Imagen propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

2.6.2. Localización y delimitación de los bancos de materiales

El objetivo de la localización y delimitación de los bancos de materiales fue corroborar la información encontrada en campo con la información cartográfica de INEGI, así como la proporcionada por la CONAGUA Organismo de Cuenca Lerma-Santiago-Pacífico y con ello identificar los bancos de materiales que tuvieran las mejores características para la obtención de grava–arena, roca y arcilla, para la construcción de las posibles estructuras del proyecto. Para cada uno de los bancos realicé la localización de los propietarios de los terrenos donde se localizan cada uno de los bancos de materiales, para exponerles el proyecto en curso y por qué la necesidad de la extracción de los materiales, para que cada uno de ellos diera los permisos correspondientes o en su caso el costo por la extracción de los materiales.

Después de tener los permisos necesarios efectué una visita en compañía del topógrafo de la empresa para establecer la extensión y superficie de cada uno de ellos y así poder realizar el proceso de cálculo de los posibles espesores aprovechables.



Figura 7. Banco de Arena*.

*Fotografía propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V



Figura 8. Banco para revestimiento de caminos*.



Figura 9. Banco de roca*.

*Fotografía propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V



Figura 10. Banco de arcilla*.

2.6.3. Exploración geotécnica en bancos de materiales

Las exploraciones geotécnicas de los bancos de materiales y las pruebas que se realizaron a lo largo del cauce fueron hechas por el especialista en geotecnia de la empresa, en este concepto supervisé cada una de las exploraciones, dando indicaciones al geotecnista sobre los sitios en los que se realizarían las exploraciones, revisé que los trabajos fueran realizados con la calidad adecuada, recopilé datos sobre las muestras obtenidas, mismos que complementaron los resultados que el geotecnista entregó al final de los trabajos, las exploraciones realizadas fueron las siguientes:

Banco de Roca: Se realizaron sondeos de perforación, obteniendo núcleos mediante barril doble giratorio haciendo un total de 25 metros lineales mismos que se dividieron en cinco sondeos de 5 metros de profundidad cada uno, una vez obtenidas las muestras estas se rotularon para su posterior estudio en el laboratorio.

Para cada uno de los sondeos trabajé en conjunto junto con el perforista para poder ubicar el mejor lugar para las perforaciones dentro del banco de roca.

*Fotografía propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

Banco de Arena: Cuando realicé los recorridos por la zona de estudio no encontré ningún banco de arena, por lo que realicé un análisis de los posibles lugares en donde encontraríamos arena, presente dos opciones al supervisor de CONAGUA, la primera era tomar este material de las márgenes del Río Tamazula, y la segunda opción era tomar este material de los playones que se formaban dentro del cauce en época de estiaje, una vez presentadas estas opciones en conjunto con la supervisión se decidió que la segunda era la más recomendable.

Banco de Arcilla: Para este banco localicé un terreno utilizado como banco de material, el cual está constituido principalmente de arcilla, el terreno en el que se encuentra ubicado pertenece a dos dueños distintos, pero ambos están interesados en vender el material, así mismo por las características del terreno (loma) también se encuentran interesados en que sus terrenos sean nivelados además de vender el material extraído a los precios que se manejan en la región, para este banco se realizaron cuatro Pozos a Cielo Abierto (PCA's) y se tomaron dos muestras cúbicas.

Banco para revestimiento de caminos: Para este banco localicé un terreno que es utilizado como banco privado, por lo que los permisos para su extracción no presentaron problemas, dentro de este banco se realizaron cuatro PCA's.

2.6.4. Trabajos de laboratorio

Para este concepto se realizaron los ensayos de laboratorio, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la CONAGUA, mismos que se encuentran en los instructivos y manuales mencionados a continuación:

-Instructivo para Concreto.- Secretaría de Recursos Hidráulicos, Edición 1967.

-Manuales de Mecánica de Suelos.- Secretaría de Recursos Hidráulicos, Edición 1970.

-Manual de Concreto, partes I, II y III.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Edición 1982.

Para estos ensayos mantuve una coordinación con el laboratorista y los capturistas, supervisando la realización de las pruebas, de tal manera que estas se realizaran de manera apegada a las normas y que se realizaran en tiempo y forma

A continuación se presenta una lista de los ensayos que se realizaron para cada uno de los bancos de material y a lo largo de la zona de estudio:

Tabla 3. Lista de ensayos de laboratorio.

BANCO	PRUEBAS
Formación de bordos	Análisis granulométrico
	Determinación del porcentaje de finos
	Contenido de agua
	Límites de consistencia (líquido y plástico)
	Proctor
	Compacidad relativa con martinete
	Densidad de sólidos
	Compresión triaxial no consolidada-no drenada (UU)
Revestimiento de camino	Análisis granulométrico
	Determinación del porcentaje de finos
	Contenido de agua
	Límites de consistencia (líquido y plástico) si el porcentaje de finos es mayor al 10%
	Peso volumétrico húmedo
	Proctor
	Compacidad relativa con martinete
Arena	Análisis granulométrico integral, considerando las mallas de 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8" y N° 4, determinando los siguientes valores: determinando los siguientes valores: Porcentaje de material retenido en malla 3" (4). Porcentaje de material retenido en malla 1 1/2" (3). Porcentaje de material retenido en malla 3/4" (2). Porcentaje de material retenido en malla N° 4 (1). Porcentaje de material que pasa la malla N° 4 (arena).
	Pérdida por lavado en malla No. 200
	Granulometría por mallas 8, 16, 30, 50 y 100, determinando módulo de finura
	Densidad de sólidos
	Porcentaje de absorción
	Peso volumétrico suelto y compactado
	Impurezas en arenas (colorimetría)
	Reactividad álcali
	Intemperismo acelerado
Roca	Análisis petrográfico
	Intemperismo acelerado
	Absorción
	Peso volumétrico seco y saturado
Estudio de materiales sobre los cuales se	Muestras alteradas:
	Análisis granulométrico por mallas

BANCO	PRUEBAS
desplantaran los bordos	Límites de consistencia (líquido y plástico)
	Contenido de agua
	Peso volumétrico (húmedo y seco)
	Densidad de solidos
	Proctor
	Compacidad relativa con martinete
Muestras inalteradas cubicas y tubo shelby	Contenido de agua
	Límites de consistencia (líquido y plástico)
	Análisis granulométrico por mallas
	Peso volumétrico (húmedo y seco)
	Densidad de solidos
	Compresión simple
	Consolidación unidimensional
	Compresión triaxial no consolidada-no drenada (UU)

2.7. Trabajos de gabinete

Conforme se me turnaban los resultados de las pruebas de laboratorio iba realizando la depuración de la información, revisando que cada uno de ellos fuese correcto de acuerdo a lo esperado dentro de los parámetros tanto de los manuales como de lo visto en campo, en un ejemplo específico, revisar que los resultados que nos arrojaban la existencia de arcillas coincidieran con los parámetros de los manuales, de tal manera que no hubiese una mala interpretación en los resultados,

Una vez terminados los trabajos de campo y de laboratorio procedí a realizar los trabajos de gabinete, los cuales consistieron en lo siguiente:

- Elaboración de planos de los bancos de material
- Elaboración de plano de estratigrafía a lo largo del cauce

Para cada uno de los bancos de materiales realicé el plano topográfico correspondiente, el cual contiene: curvas de nivel, croquis de localización, cuadro de construcción de la poligonal que delimita al terreno, volumen aprovechable, tipo de material.

Realicé el plano de estratigrafías que se presentaban a lo largo del cauce, esto con la información de cada uno de los PCA's que se realizaron a cada 500 metros.

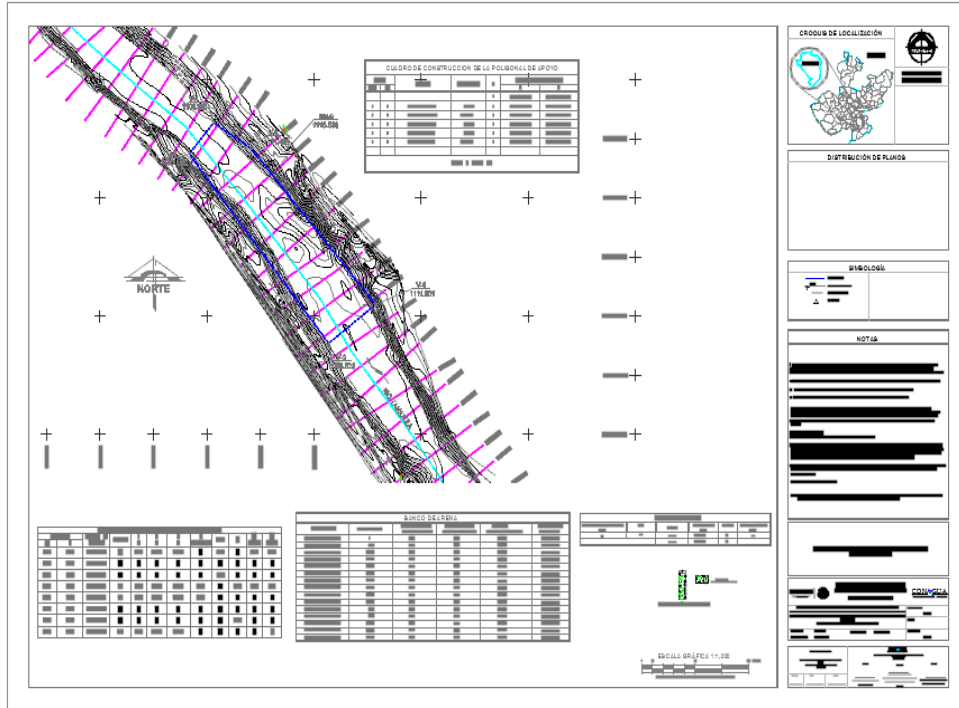


Figura 11. Plano de banco de Arena*.

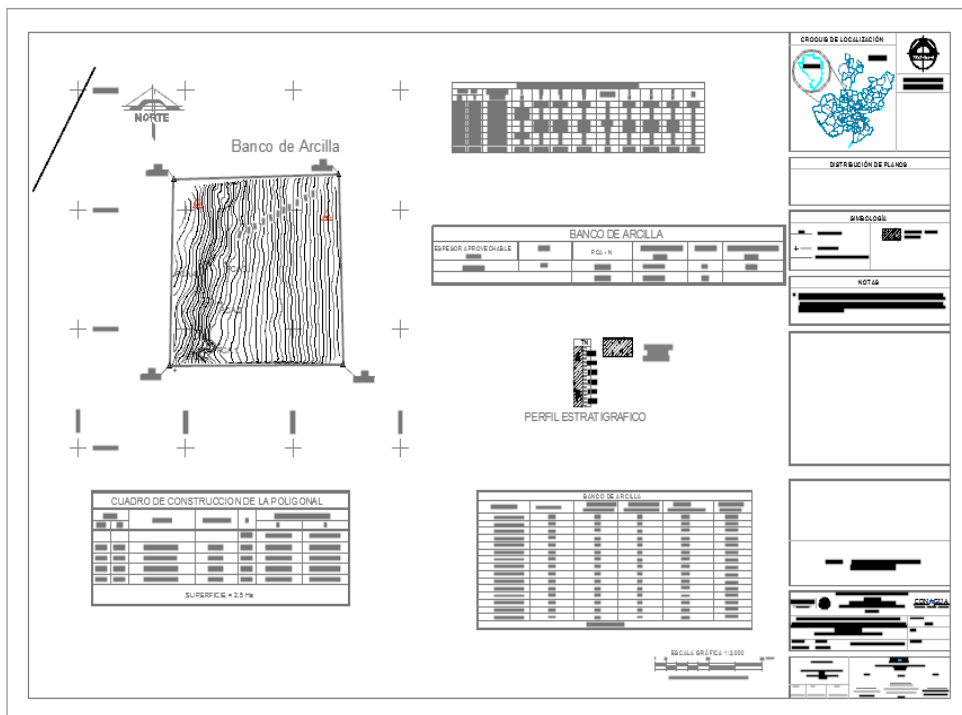


Figura 12. Plano de banco de Arcilla (Formación de bordos)*.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

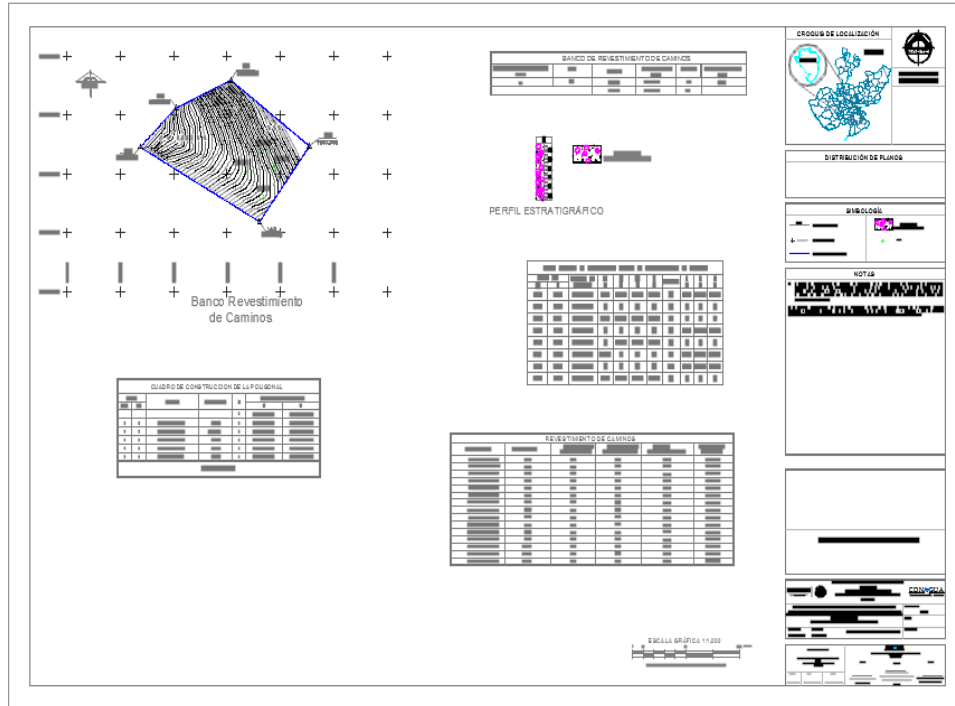


Figura 13. Plano de banco para Revestimiento de caminos*.

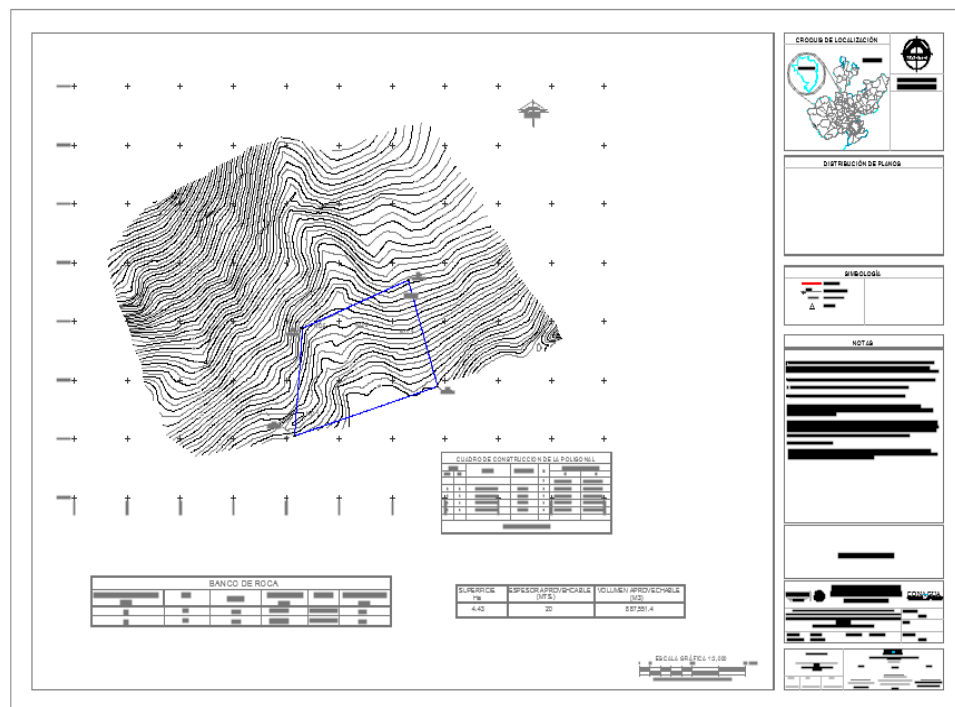


Figura 14. Plano de banco de Roca*.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

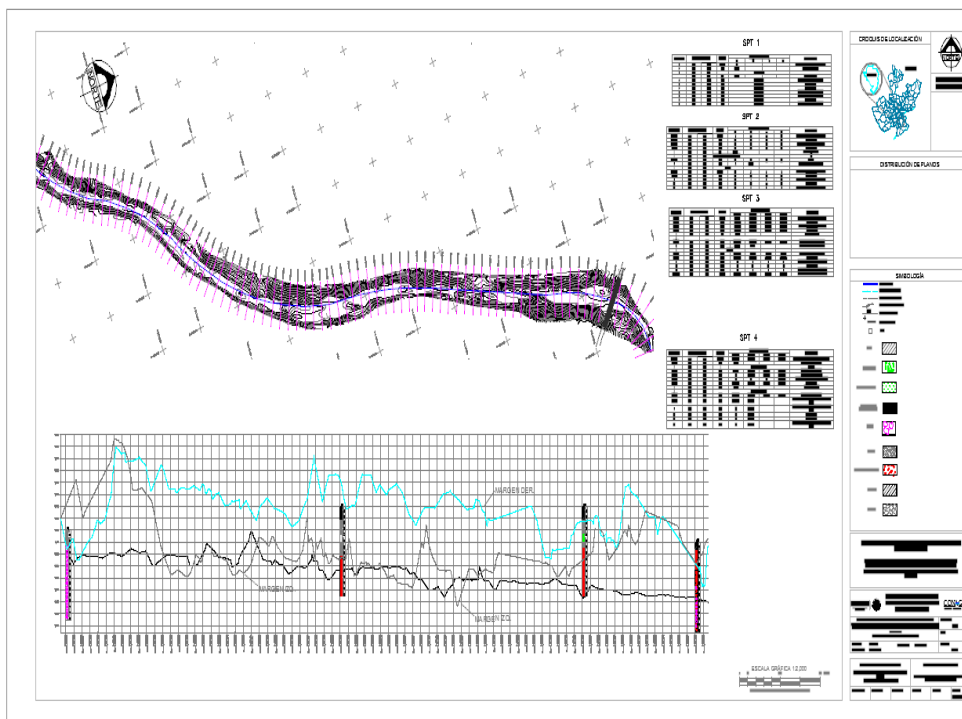


Figura 15. Plano de estratigrafía a lo largo del cauce*.

-Elaboración de planos de secciones topográficas.

Con la nube de puntos proporcionada por el topógrafo y con la ayuda del software AutoCAD realicé la triangulación de los puntos proporcionados, posteriormente utilizando la extensión CivilCAD obtuve las curvas de nivel del terreno natural, sobre estas curvas trace el eje del cauce, tomando las elevaciones más bajas presentadas en el terreno, teniendo el eje marcado y con ayuda de la extensión CivilCAD obtuve las secciones transversales al eje del cauce, en cada una de estas secciones se muestra la sección de terreno natural, el eje del cauce, elevación con respecto al nivel medio del mar y el cadenamiento correspondiente a cada sección.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

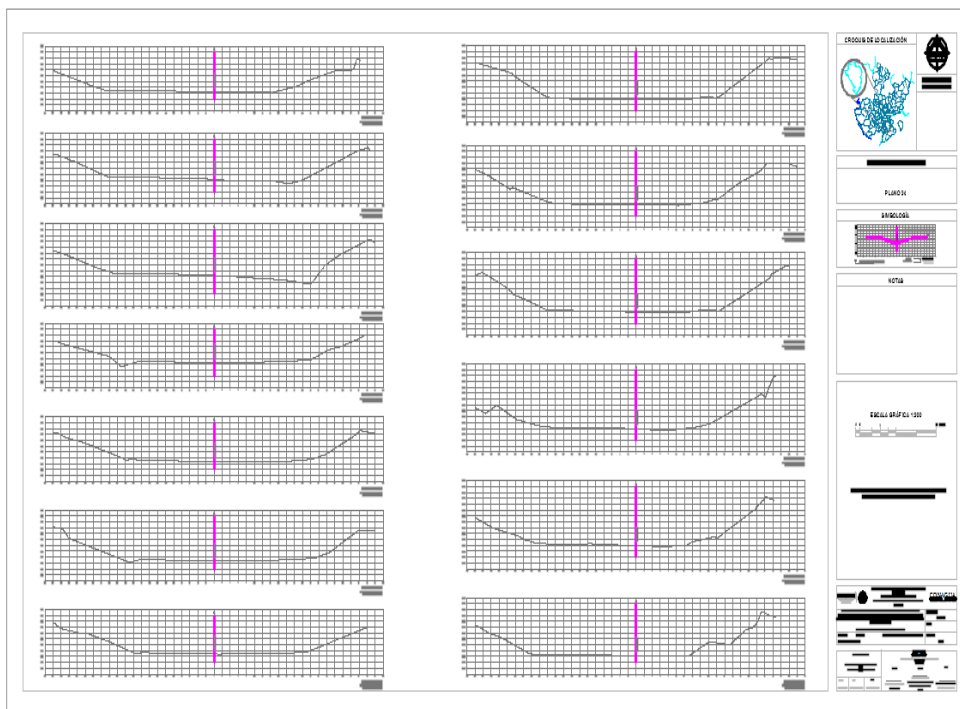


Figura 16. Plano de secciones transversales*.

2.8. Informes parciales

Durante el desarrollo del proyecto elaboré tres informes parciales, en los cuales presentaba el avance de cada una de las actividades mencionadas anteriormente, los cuales entregaba al supervisor de CONAGUA, en los cuales se describían detalladamente los avances conforme al catálogo de conceptos tanto en campo (topografía, estudios de geotecnia, recopilación de información), como en gabinete (realización de planos, realización de informes, resultados de laboratorio), esta información era verificada por el supervisor de CONAGUA.

2.9. Informe final de geotecnia

Una vez terminados los trabajos de gabinete entregué a la dependencia, en específico al supervisor de CONAGUA un informe final, para la realización de este informe, recabé toda la información de los ensayos de laboratorio realizados a las pruebas en campo tanto para los bancos de materiales como para los lugares donde se realizaran los desplantes de las obras de protección, también recopilé la información proporcionada por el geotecnista, dicha información es la que se elaboró en campo, este informe contenía las conclusiones y las

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

recomendaciones geotécnicas que se deberían de tomar en cuenta para el diseño del proyecto, a continuación se mencionan los puntos que contenía este informe:

1. Antecedentes.
2. Alcances.
3. Localización.
4. Reconocimiento geotécnico.
5. Programa de exploración.
 - 5.1. Sondeos mixtos.
6. Trabajos de campo.
7. Trabajos de laboratorio.
 - 7.1. Pruebas índices y mecánicas.
 - 7.1.1. Contenido de humedad
 - 7.1.2. Límites de consistencia
 - 7.1.3. Prueba de granulometría.
 - 7.1.4. Prueba de compactación proctor
8. Diseño geotécnico de las propuestas y de la solución final
9. Alternativa de solución.
 - 9.1. Capacidad de carga.
 - 9.2. Asentamientos inmediatos probables.
 - 9.3. Análisis de estabilidad de talud.
 - 9.4. Análisis de asentamientos mediante la técnica de elementos finitos.
 - 9.5. Tubificación.
10. Conclusiones.
11. Recomendaciones.
12. Generales.

2.10. Generación y análisis de alternativas

En base a los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio, las visitas a la zona de estudio, la topografía y los estudios hidráulicos proyecté tres alternativas para la construcción de estructuras de protección en el Río Tamazula, estas alternativas las describí en un informe, el cual tiene el siguiente contenido:

Diseñé cada una de las alternativas de solución con base en los resultados de geotecnia, topografía e hidráulicos (preliminares), presenté tres alternativas de solución de protección en el Río Tamazula, la primera alternativa consistió en el diseño de bordos en ambas márgenes del Río Tamazula a excepción de la parte más comprometida, la cual se presenta del km 3+540 al km 4+880, en donde se propuso construir una protección a base de Gaviones en la margen derecha. El diseño geométrico estuvo en función de los gastos y las pendientes que se presentaron a lo largo del río, siendo la confluencia con el Río Santa Rosa una zona que requirió un diseño especial para evitar remansos en ambos Ríos, además las estructuras proyectadas tuvieron una trinchera de enrocamiento para la protección contra la socavación.

Debido a las condiciones topográficas e hidráulicas del Río aguas arriba, a partir del km 0+000 y hasta el km 0+120 proyecté una estructura constituida por Muro Gavión en la margen derecha y bordo con enrocamiento en la margen izquierda, en esta zona se presenta un gasto de $Q=925 \text{ m}^3/\text{s}$.

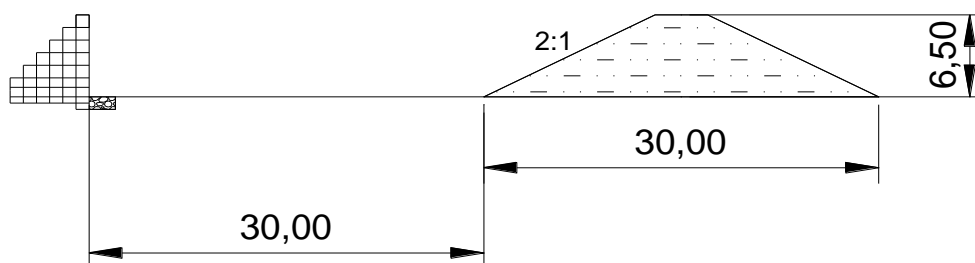


Figura 17. Sección tipo del km 0+000 al km 0+120

Del km 0+120 y hasta el km 3+520 proyecté una protección a base de bordos en ambas márgenes, con un talud 2:1.

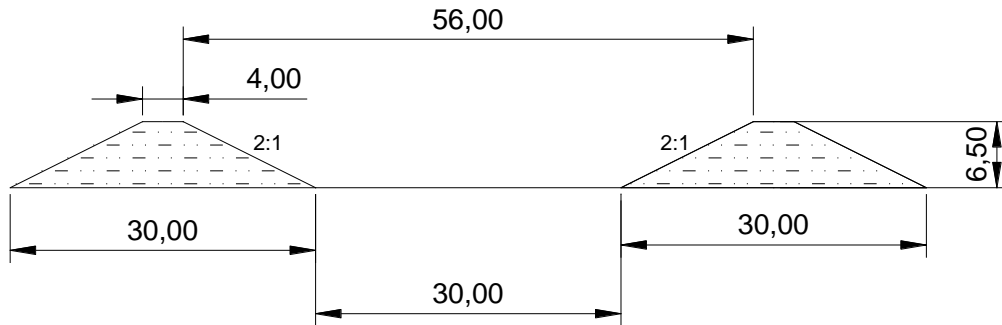


Figura 18. Sección tipo del km 0+120 al km 3+520.

En una tercera sección diseñé una protección a base de muros gavión en la margen derecha ya que en esta misma margen comienza la cercanía de la zona urbana con el Río, mientras que en la margen izquierda se proyecta un bordo de protección.

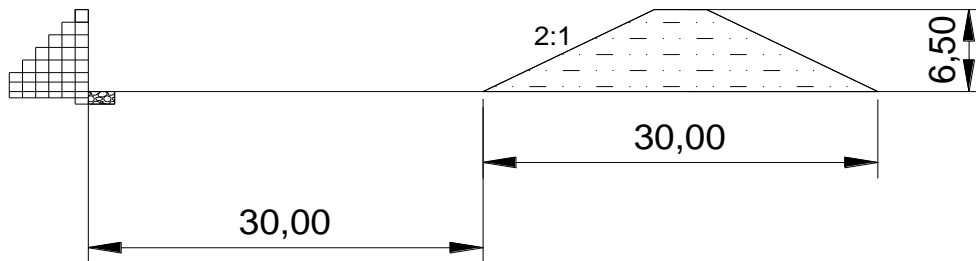


Figura 19. Sección tipo del km 3+520 al km 4+200.

En el km 4+200 se presenta la confluencia con el Río Santa Rosa por lo que el gasto aumenta a $Q=1255 \text{ m}^3/\text{s}$ y por ende las dimensiones de la plantilla se incrementan.

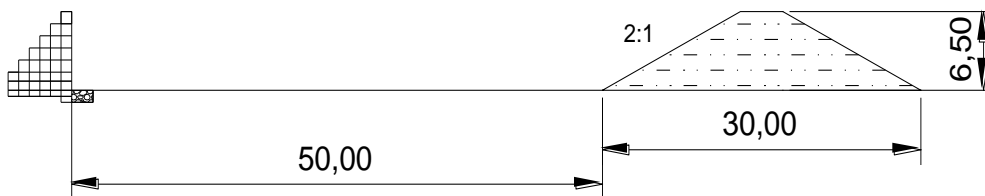


Figura 20. Sección tipo del km 4+200 al km 4+880

Una vez que la zona crítica es librada se propone una cuarta sección, la cual consiste en bordos de protección con protección de enrocamiento, diseñados para un gasto de 1255 m³/s con un TR=100 años.

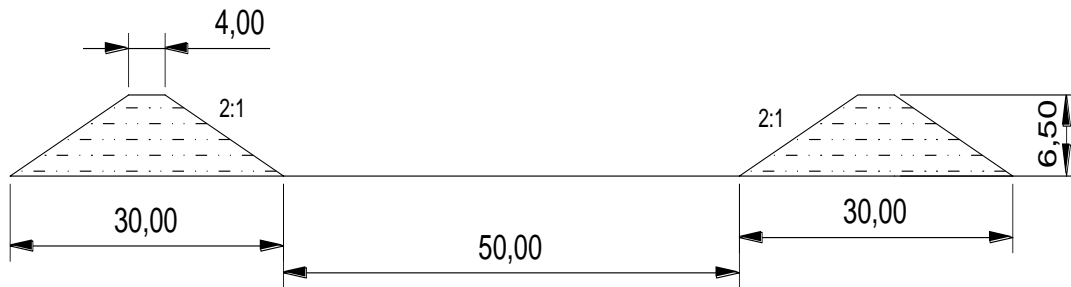


Figura 21. Sección tipo del km 4+880 al km 7+200.

La alternativa 2 consistió en la construcción de Bordos de Protección, y la dividí en dos diseños, uno antes de la confluencia con el Río Santa Rosa y otro después de la confluencia con el Río Santa Rosa, este bordo tiene la particularidad de tener una protección a base de gaviones, taludes 2:1 y una trinchera de enrocamiento que la protege de la socavación.

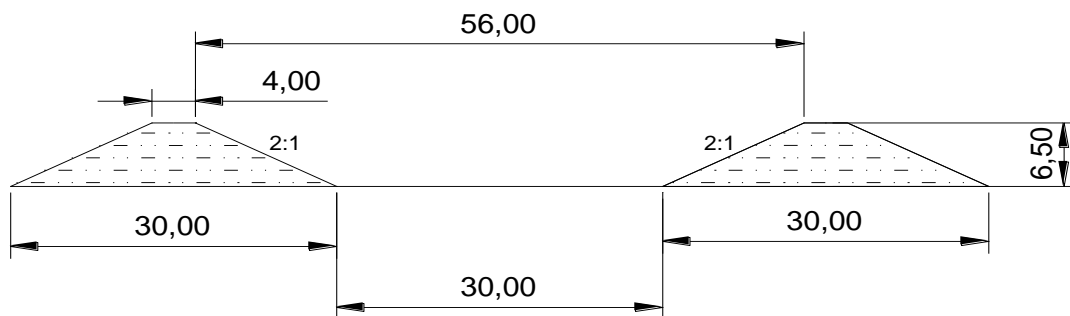


Figura 22. Sección tipo del km 0+000 al km 4+200.

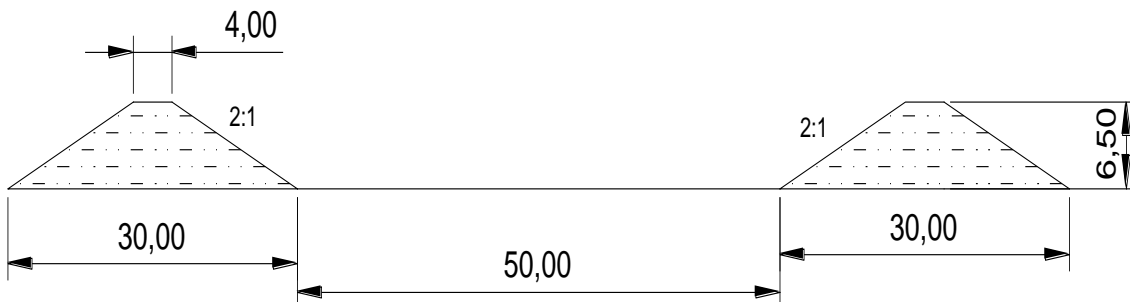


Figura 23. Sección tipo del km 4+200 al km 7+200.

Para la alternativa 3, realicé el diseño de los bordos en ambas márgenes del cauce con protección de enrocamiento en la cara húmeda y su respectivo dentellón para la protección contra socavación, en la zona crítica diseñé un muro de concreto para resistir los empujes generados por el agua. En un primer tramo se proyecta un muro de concreto en la margen derecha y bordo en la margen izquierda, del km 0+000 al km 0+120.

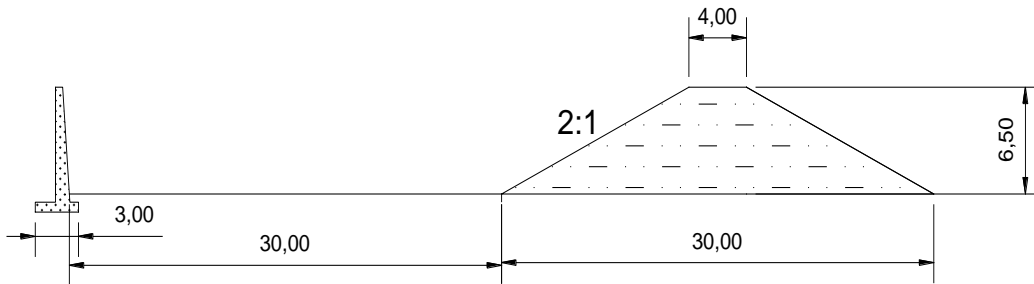


Figura 24. Estructura proyectada del km 0+000 al km 0+120.

En un segundo tramo proyecté la construcción de bordos en ambas márgenes del km 0+120 al km 3+520.

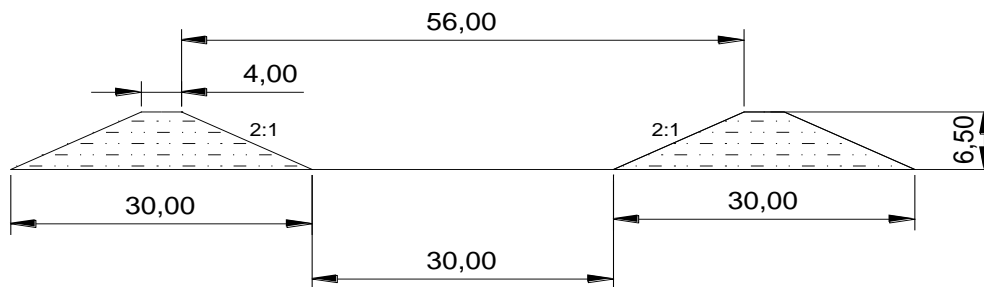


Figura 25. Estructura proyectada del km 0+120 al km 3+520.

Al llegar a la zona más crítica, proyecté una protección a base de muro de concreto en la margen derecha y un bordo de protección en la margen izquierda, esto hasta llegar a la confluencia con el Río santa Rosa.

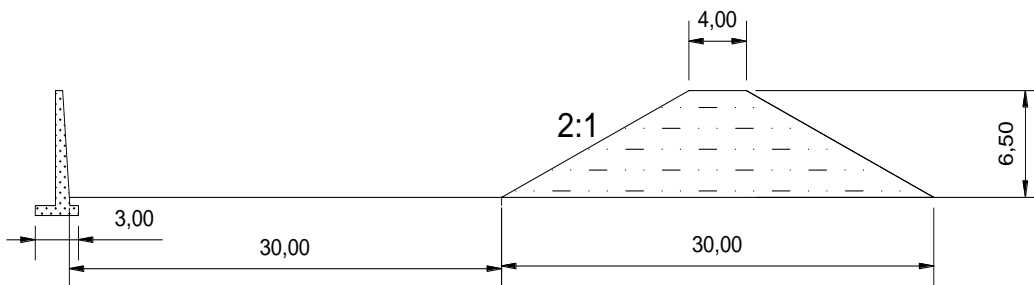


Figura 26. Estructura proyectada del km 3+520 al km 4+200.

Una vez que llegamos a la confluencia con el Río Santa Rosa y en base a las condiciones hidráulicas las dimensiones de la plantilla aumentaron, con lo que aumentó la capacidad hidráulica del diseño y que está en función del nuevo gasto de $Q=1255 \text{ m}^3/\text{s}$.

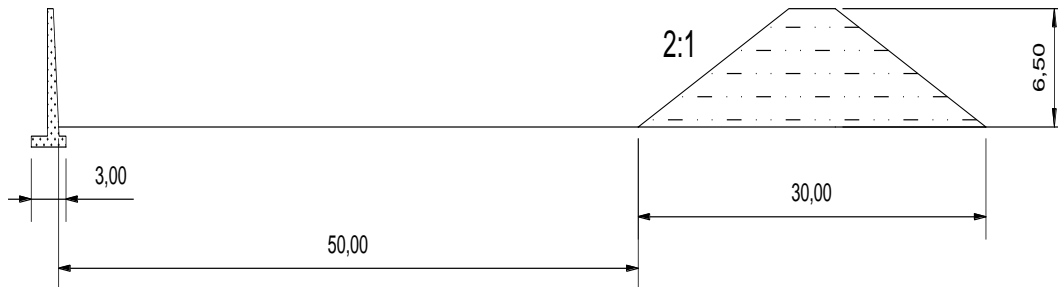


Figura 27. Estructura proyectada del km 4+200 al km 4+880.

Librando la zona crítica, la nueva configuración de la protección regresa a bordos en ambas márgenes.

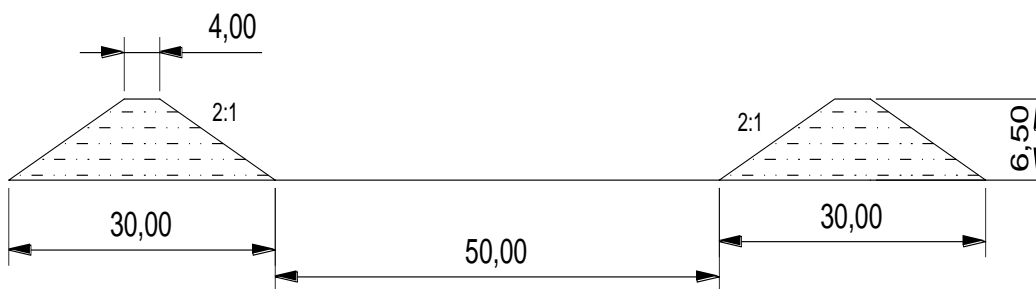


Figura 28. Estructura proyectada del km 4+880 al km 7+200.

Para cada una de las alternativas realicé el cálculo a grandes rasgos de los costos de la obra, basándome en el cálculo de volúmenes de obra, actividades preliminares como son: topografía, despalme, excavaciones, demoliciones, conformación de bordos, obtención y colocación de roca, construcción de gaviones, construcción de muro de concreto, entre otras actividades. El informe que entregué contenía lo siguiente:

1. Antecedentes
2. Resumen de las opciones estudiadas.
 - 2.1. Alternativa 1 "Bordos con enrocamiento y gavión en la zona crítica.
 - 2.2. Alternativa 2. "Todo bordos con protección de gavión".
 - 2.3. Alternativa 3. "Bordos con enrocamiento y muro de concreto en la zona crítica".

3. Números generadores.
 - 3.1 Resumen.
4. Recomendaciones.
 - 4.1. Resumen de las características de la alternativa seleccionada.

Para la selección de la alternativa se realizó una reunión en la que participamos el superintendente de la empresa, el supervisor de la CONAGUA y un servidor, en la que expuse las características de cada una de las alternativas, esto con el fin de saber cuál era la opinión del supervisor. Después de la reunión se llegó a la conclusión de que la mejor alternativa era la número 1, ya que aunque presentaba el segundo costo más alto, también representaba la alternativa con una mayor protección.

2.11. Elaboración del proyecto ejecutivo de la alternativa seleccionada

Para este concepto recabé la información contenida en los informes anteriores, con el fin de realizar un informe que sustentara el diseño de la alternativa seleccionada, comencé por la descripción de la situación actual de la zona de estudio, seguido de esto describí los estudios básicos que se hicieron a lo largo del Río Tamazula, como son las características topográficas, hidráulicas, hidrológicas y geotécnicas. El siguiente paso en el informe fue realizar la simulación hidráulica del Río Tamazula en condiciones naturales para poder obtener las manchas de inundación derivadas de un caudal producto de un tiempo de retorno de 100 años y un gasto de 1,255 m³/s, con estas manchas de inundación se logró obtener un pronóstico de daños en las zonas colindantes al Río Tamazula.

Para continuar con el informe realicé la descripción de la alternativa seleccionada en el punto anterior, para tener una descripción más completa realicé la simulación hidráulica de esta alternativa con las características geométricas que previamente se habían diseñado, así como las características del cauce y los gastos obtenidos en el estudio hidrológico para los distintos tiempos de retorno asignados en los términos de referencia.

Una vez que describí la alternativa seleccionada, continúe con el capítulo referente al proyecto ejecutivo, en el cual mencioné los beneficios del proyecto, el diseño de los bordos de protección, tanto geotécnicamente como geométricamente, el diseño de la protección de roca contra la erosión, el diseño de los muros a base de gaviones, así como el diseño y la colocación de las estructuras especiales, como son vados, compuertas tipo charnela, sifón y estructura de transición. El informe contiene el siguiente índice:

- 1 Diagnóstico de la situación actual
 - 1.1 Descripción de la problemática y efectos de inundaciones.
 - 1.1 Cuantificación de daños históricos.
- 2 Realización de estudios básicos.
 - 2.1 Topografía.
 - 2.1.1 Bancos de nivel y vértices de posición horizontal (GPS) de la red geodésica de INEGI.
 - 2.1.2 Poligonal abierta.
 - 2.1.3 Colocación de bancos de nivel.
 - 2.1.4 Poligonal de apoyo.
 - 2.1.5 Nivelación de poligonal abierta de apoyo.
 - 2.2 Hidrología.
 - 2.3 Hidráulica fluvial.
 - 2.4 Geotecnia y bancos de materiales.
 - 2.5 Tenencia de la tierra.
 - 2.6 Estudio preventivo de impacto ambiental y legal.
- 3 Pronóstico de inundaciones y daños.
 - 3.1 Simulación hidráulica de avenidas y determinación de manchas de inundación.
 - 3.2 Identificación, cuantificación y valoración de daños por inundación.
- 4 Generación y análisis de alternativas.
 - 4.1 Tipos de proyectos para formular alternativas de solución.
 - 4.2 Opciones de Solución.
 - 4.2.1 Alternativa 1. "Bordo con enrocamiento y gavión en la zona crítica"
 - 4.2.2 Alternativa 2. "Todo bordos con protección de gavión".
 - 4.2.3 Alternativa 3. "Bordos con enrocamiento y muro de concreto en la zona crítica."
 - 4.3 Simulación hidráulica de las alternativas analizadas.
 - 4.3.1 Estudio hidráulico.
 - 4.3.2 Construcción del modelo de elevaciones de terreno de la red de drenaje del Río Tamazula.
 - 4.4 Modelo de simulaciones hidráulicas.
 - 4.4.1 Formulación del modelo para la simulación hidráulica.

- 4.4.2 Calibración del modelo hidráulico.
- 4.4.3 Determinación del coeficiente de rugosidad promedio.
- 4.5 Simulaciones hidráulicas considerando las condiciones naturales.
 - 4.5.1 Condiciones de frontera.
 - 4.5.2 Introducción de datos al modelo de simulación hidráulica, HEC-RAS 4.1.0.
 - 4.5.3 Gastos máximos de conducción del Río Tamazula sin que desborde.
 - 4.5.4 Gastos de diseño para las obras de protección.
- 4.6 Simulaciones hidráulicas con obras de protección.
 - 4.6.1 Determinación del coeficiente de rugosidad promedio.
 - 4.6.2 Resultados de la simulación hidráulica considerando una sección de diseño en el Río Tamazula para un período de retorno de 100 años.
- 5 Elaboración del proyecto ejecutivo de la alternativa seleccionada.
 - 5.1 Consideraciones generales.
 - 5.2 Descripción del proyecto.
 - 5.3 Beneficios del proyecto.
 - 5.4 Diseño ejecutivo de las obras de protección.
 - 5.4.1 Bordos longitudinales.
 - 5.4.2 Tipos de bordo.
 - 5.4.3 Diseño del bordo.
 - 5.4.4 Capacidad de carga.
 - 5.4.5 Asentamientos inmediatos probables.
 - 5.4.6 Análisis de estabilidad de talud.
 - 5.4.7 Análisis de asentamientos mediante la técnica de elementos finitos.
 - 5.5 Protección de bordos contra erosión (enrocamiento).
 - 5.6 Protección contra socavación.
 - 5.7 Diseño de muro gavión.
 - 5.7.1 Cálculo estructural del muro gavión.
 - 5.7.2 Cálculo del empuje del suelo.
 - 5.7.3 Cálculo de los momentos ejercidos por los empujes de suelo y peso del muro gavión.
 - 5.7.4 Empuje ejercido por el suelo.
 - 5.8 Diseño de expansión.

- 5.9 Diseño de estructura de cruce.
- 5.10 Diseño de estructuras especiales.
- 5.11 Vado.
- 5.11.1 Tipos de vados.
- 5.11.2 Compuertas tipo charnela.
- 5.11.3 Tubería de transporte de agua potable.
- 5.12 Elaboración de especificaciones técnicas, catálogo de conceptos, cantidades de obra y presupuesto.
- 6 Conclusiones y recomendaciones.
- 7 Bibliografía.

Dentro del informe presenté los planos de proyecto ejecutivo, así como los planos correspondientes a los diseños de curvas, vado, confluencia, diseño de gaviones, intersección, tubería y transición los cuales se presentan a continuación

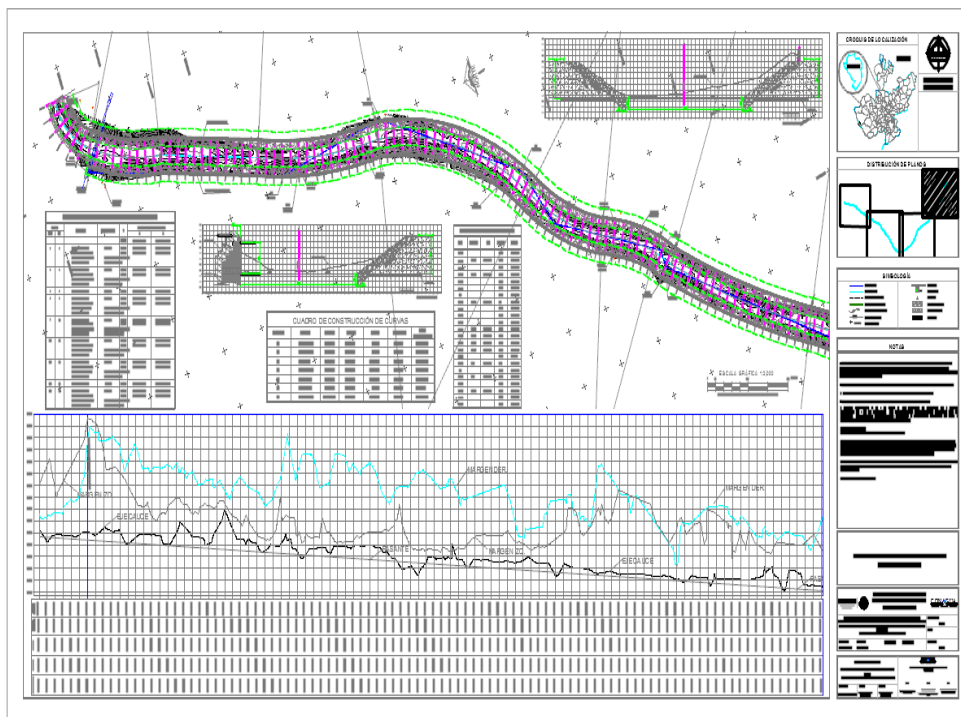


Figura 29. Plano de elementos constructivos *.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

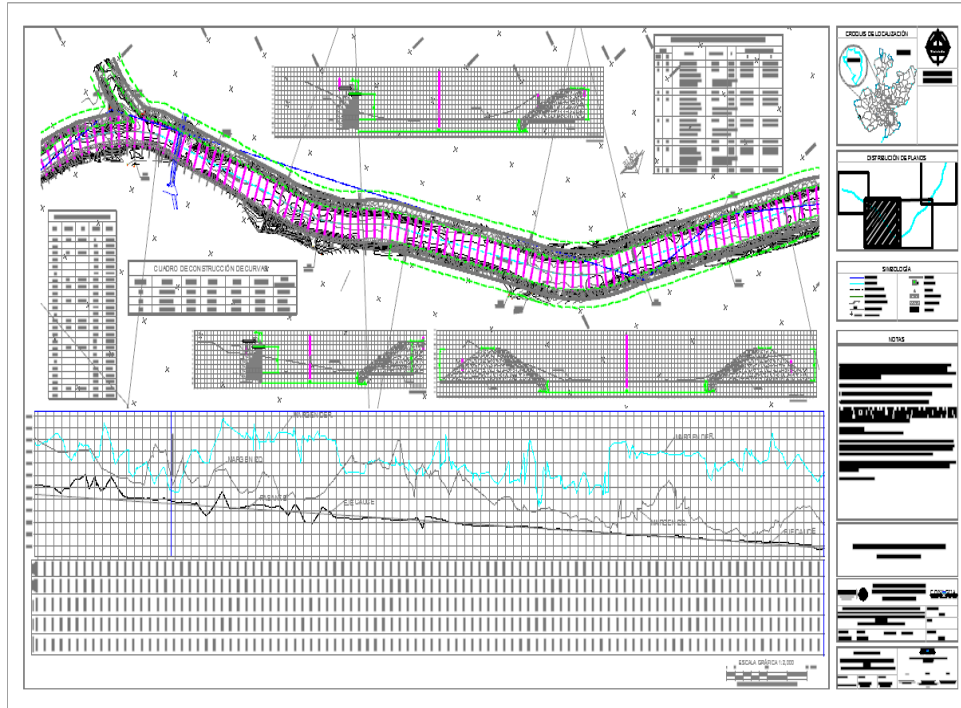


Figura 30. Plano de elementos constructivos*.

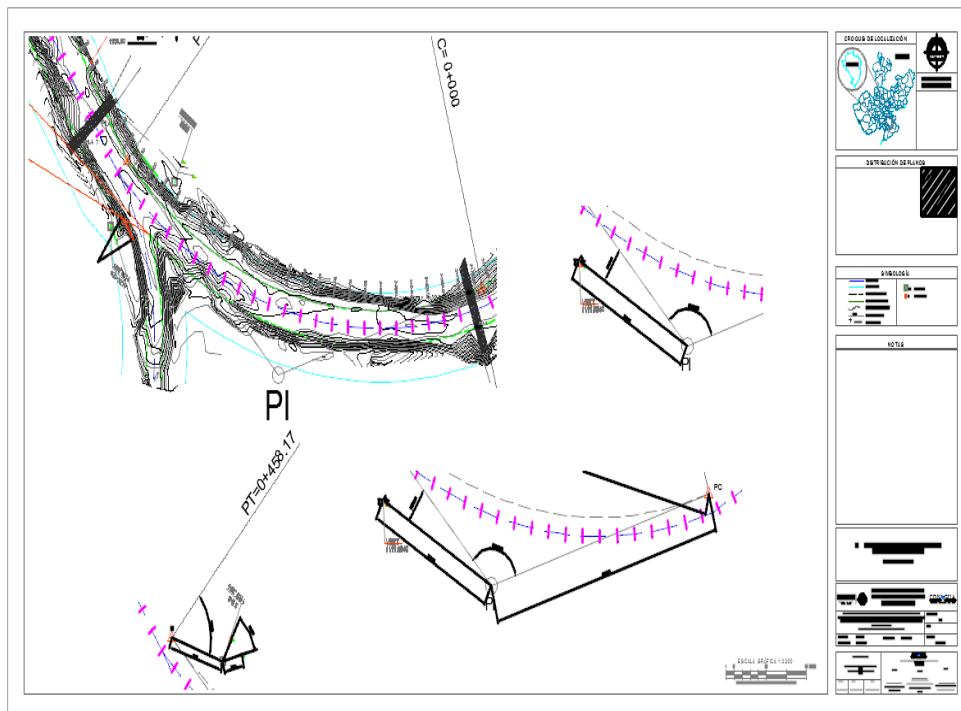


Figura 31. Diseño de curva 1*.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

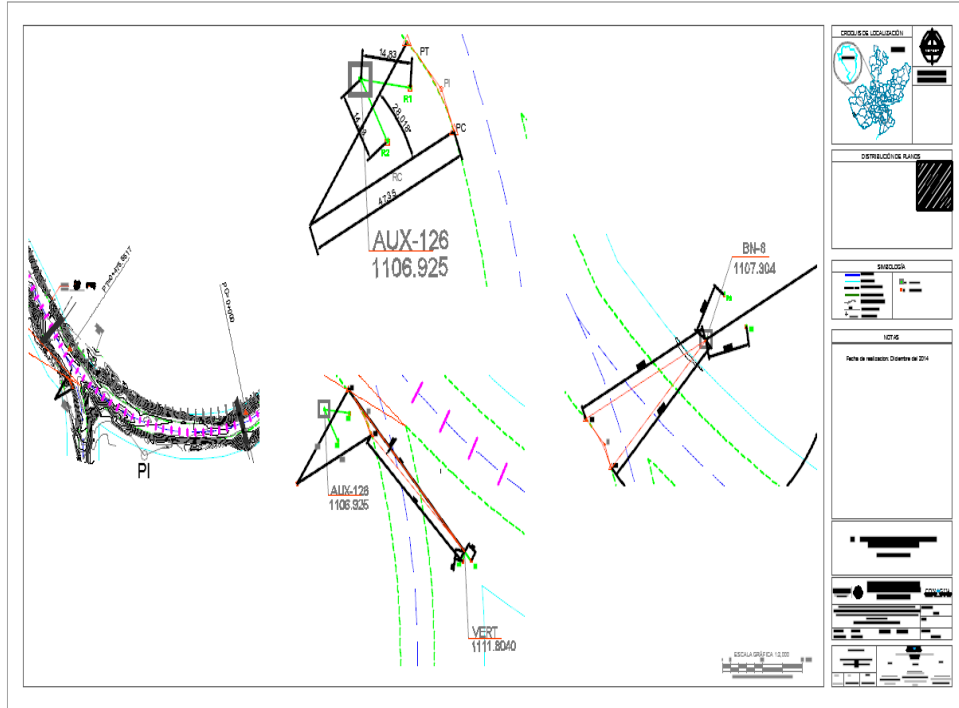


Figura 32. Diseño de curva 2*.

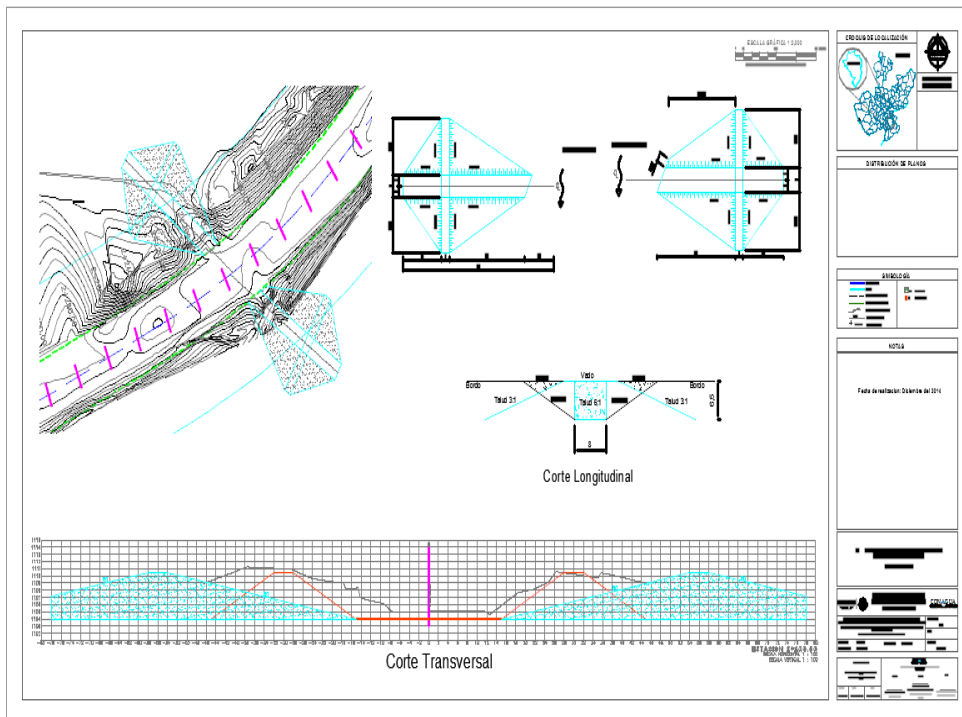


Figura 33. Diseño de vado*.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

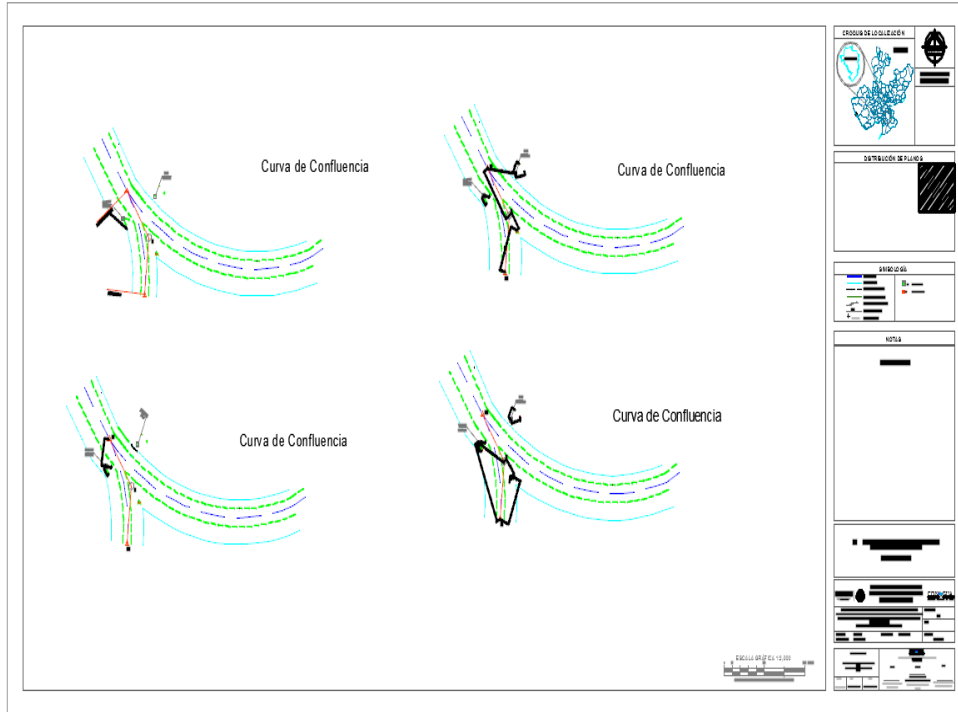


Figura 34. Diseño de curva de confluencia*.

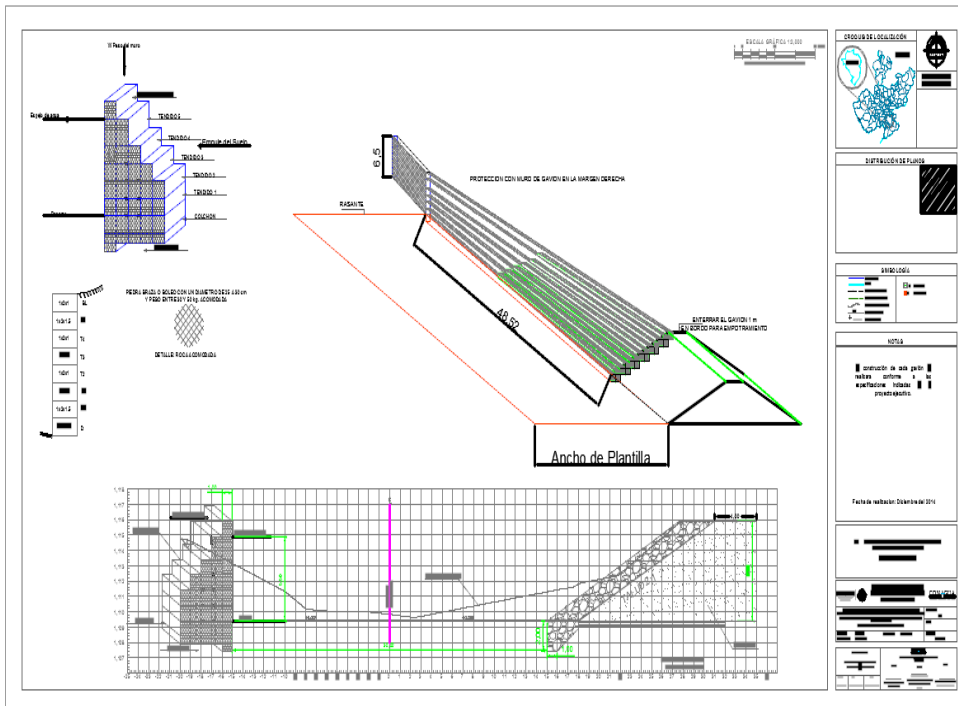


Figura 35. Diseño de curva de gaviones*.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

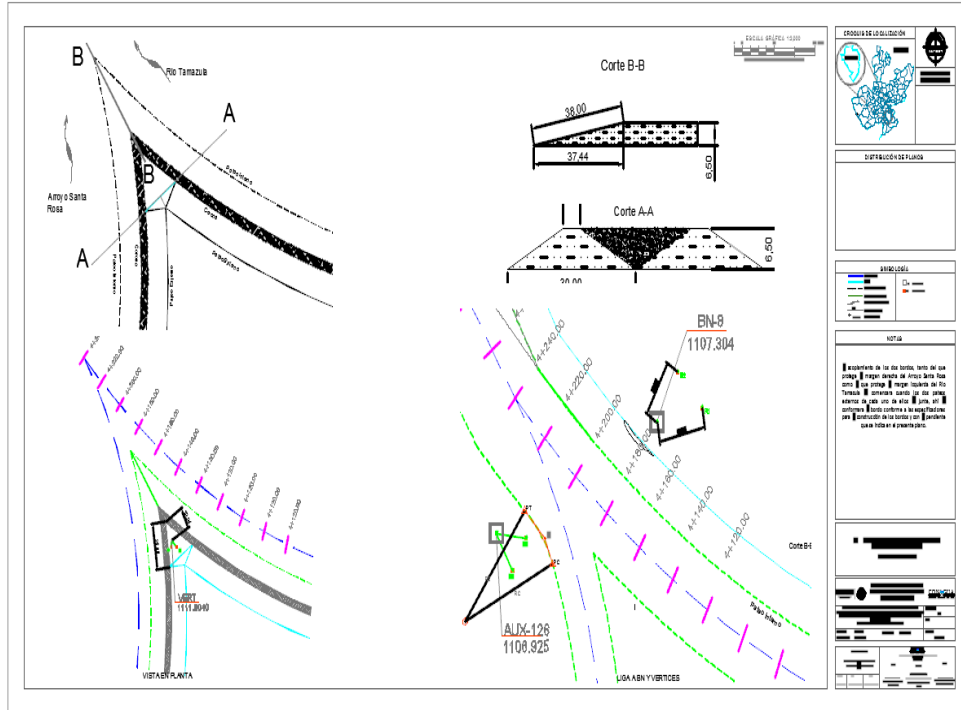


Figura 36. Diseño de intersección*.

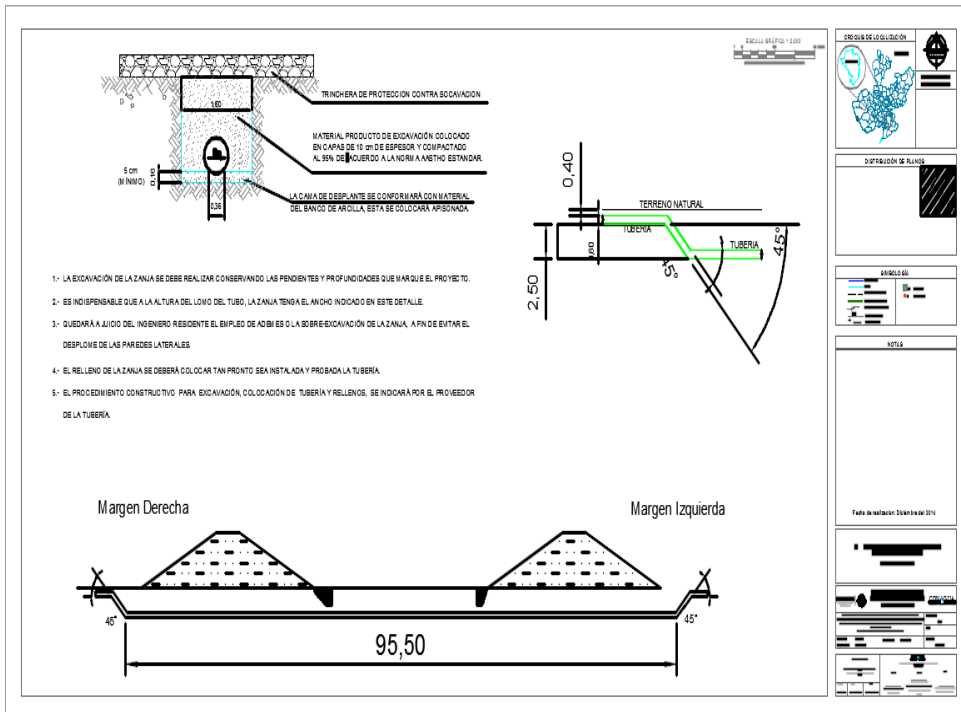


Figura 37. Diseño de sifón*.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

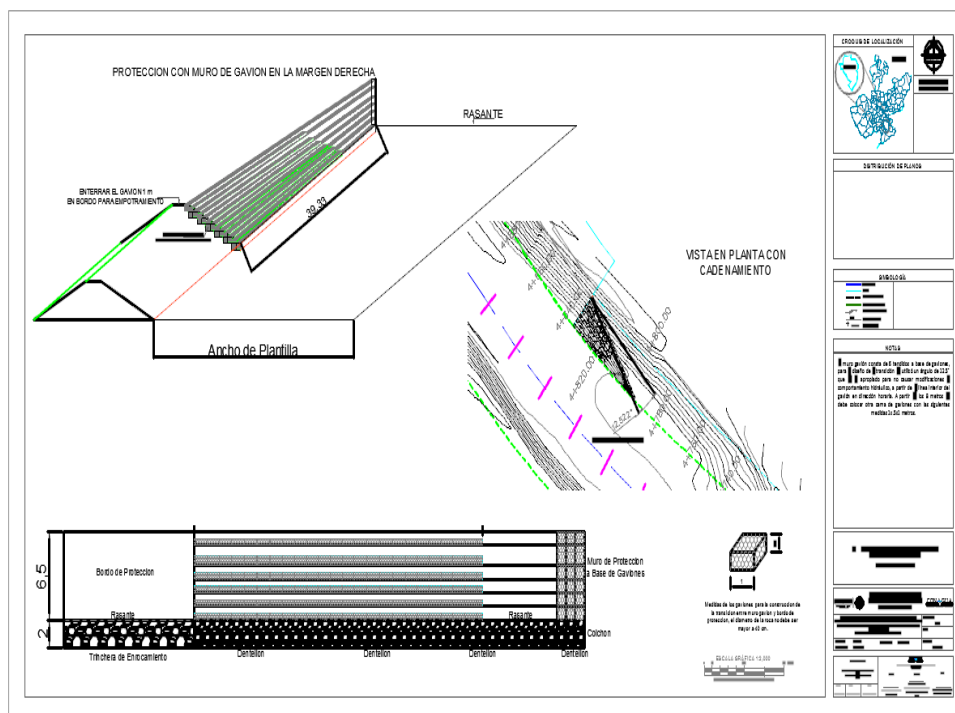


Figura 38. Diseño de transición entre gaviones y bordo de protección*.

Junto con los reportes que entregué a lo largo de este proyecto realicé una presentación ante las autoridades correspondientes, en donde expuse las principales características de las obras de protección a construirse, así como cada una de las alternativas que propusimos y el porqué de la alternativa seleccionada.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

3. Proyecto 2

El segundo proyecto que describiré de entre todos los que he participado es un contrato en el cual se realizaron los proyectos ejecutivos para la limpieza y desazolve de ocho cauces de arroyos en el municipio de La Paz en el estado de Baja California Sur, a continuación se mencionan cada uno de los arroyos así como sus longitudes de estudio.

- Arroyo La Pasión 1 km
- Arroyo El Cardonal 6.7 km
- Arroyo Novillo Chametla 4.2 km
- Arroyo El Novillo San Pedro 2.45 km
- Arroyo San Pedro 1.9 km
- Arroyo El Centenario 2.25 km
- Arroyo El Centenario II 1.5 km
- Arroyo Afluente La Huerta 2.5 km

3.1. Puesto:

En este proyecto desempeñé el puesto de residente de estudios y proyectos, teniendo a diferencia del proyecto citado en el punto dos más responsabilidades dentro del desarrollo del mismo.

3.2. Personal a mí cargo.

Para la realización de estos proyectos tuve a mi cargo a personal de distintas áreas, los cuales menciono a continuación:

- 3 dibujantes
- 2 pasantes de arquitectura
- 1 pasante de ingeniería civil
- 4 topógrafos (5 estadaleros cada uno)
- 3 especialistas hidráulicos
- 4 capturistas

Organicé a cada uno de ellos para la correcta realización de los trabajos en los que colaborarían conmigo, cada persona a mi cargo desempeñaba una función en específico, por lo que fue esencial la comunicación.

3.3. Actividades:

Para la elaboración del proyecto realicé las siguientes actividades, tanto en campo como en gabinete y de acuerdo con los 8 conceptos contenidos en el catálogo, los cuales menciono a continuación:

- Visita a la zona de estudio
- Planteamiento del problema
- Topografía
- Topografía para demarcación de bancos de tiro
- Hidrología
- Hidráulica
- Opciones de solución
- Proyecto de desazolve

3.4. Visita a la zona de estudio y elaboración del informe correspondiente.

Para este concepto realicé tres visitas a cada una de las zonas de estudio, en compañía principalmente del residente supervisor de la CONAGUA, el residente supervisor de la supervisión externa y el topógrafo de la empresa.

La primera visita la hicimos realizando un recorrido a pie a lo largo de los cauces de los arroyos, con la finalidad de conocer a fondo cada una de las características físicas del terreno, además de identificar las posibles problemáticas que se pudiesen llegar a presentar al momento de realizar el levantamiento topográfico y en consecuencia las problemáticas al momento de realizar el proyecto ejecutivo de cada uno de los arroyos. Estas características se basaron principalmente en la existencia de afluentes, invasión en zona federal, características topográficas derivadas de fenómenos meteorológicos extraordinarios, caminos de acceso al cauce, tipo de terreno y vegetación presente entre otras características. Una vez finalizado el primer recorrido recibí recomendaciones por parte del supervisor de la CONAGUA y por parte del supervisor externo sobre las características del levantamiento topográfico ya que la topografía es fundamental en el desarrollo del proyecto ejecutivo. Cabe señalar que no se señalaron bancos de nivel existentes.

La segunda visita consistió en revisar los avances de cada uno de los levantamientos topográficos, mismos que se ven reflejados en planos y en la monumentación de la poligonal de apoyo.

La tercera visita consistió en la entrega de los monumentos que integran la poligonal de apoyo de cada uno de los arroyos.

3.5. Planteamiento del problema

Realicé el informe correspondiente a la problemática existente en cada uno de los arroyos. Estas problemáticas las observé en la primera visita mencionada en el punto anterior y en algunos casos en una segunda visita sin compañía de los supervisores a cada uno de los arroyos, los problemas que se presentan son de distinta índole, sociales, topográficos, técnicos, etc. Algunos de los cuales menciono a continuación:

- Presencia de casas en márgenes del arroyo, invasión de las mismas en zona federal.
- Delimitación de terrenos dentro del cauce, lo que provoca que cercas atraviesen el mismo.
- Estructura de protección (mampostería) aproximadamente en los primeros 200 m aguas abajo.
- Existencia de una estructura de drenaje en el inicio de la zona de estudio
- Presencia de terrenos de siembra dentro y en ambas márgenes del arroyo.
- El cauce pierde su forma debido a los azolves de lluvias en años pasados.
- El cauce pierde su forma debido a que en ciertos lugares el cauce fue rellenado o utilizado como estanque para guardar agua en época de lluvias.

Una vez que terminé cada uno de los informes los turné a la supervisión externa para que estos hiciesen observaciones en caso de haberlas y se atendieran hasta que se le diera el visto bueno y su consecuente aprobación por parte de la supervisión. Cada uno de estos informes presenté una introducción, los objetivos del informe de problemáticas, una descripción de cada una de las zonas de estudio y cada una de las problemáticas que se presentan, así como la justificación del porque afectarían al desarrollo del proyecto ejecutivo y en su caso al desarrollo de la obra.

A continuación presento el índice de cada uno de los informes:

- 1.- Introducción
- 2.- Objetivos
- 3.- Antecedentes
- 4.- Ubicación y caracterización de la región

- 5.- Descripción y ubicación general del sistema
- 6.- Problemática.
- 7.- Marco conceptual y metodológico

3.6. Topografía

3.6.1. Elaboración de la memoria y el informe

Los levantamientos topográficos de los distintos arroyos fueron realizados por los topógrafos de la empresa, estos levantamientos se hicieron con equipo de posicionamiento cinemático en tiempo real o por su siglas en ingles Real Time Kinematic, (RTK), tomando puntos a cada 0.5 metros en secciones longitudinales a cada 20 metros a lo largo del cauce, mismas que variaban desde los 15 metros y hasta los 150 metros en la parte transversal del cauce, estos puntos fueron procesados por el topógrafo para posteriormente entregarme la nube de puntos de cada arroyo junto con su triangulación y curvas de nivel.

Con la información recibida por parte del topógrafo realicé y coordiné al personal a mí cargo para la correcta realización de los planos correspondientes, dentro de las especificaciones del contrato se explicaban las características que deberían de llevar cada uno de los planos, para cada arroyo se realizaron los siguientes planos:

-Planos de control horizontal

El plano que realicé contiene la poligonal de apoyo con cada punto de inflexión (PI) y referencias de PI, cadenamamiento, localización de los puntos iniciales dentro del sistema de posicionamiento global (GPS), cuadro de construcción de la poligonal de apoyo, descripción de cada punto de control GPS y de cada una de sus referencias. El control horizontal es la parte dentro del proyecto que nos ayuda a saber la localización del eje del cauce en sentido horizontal, sin elevaciones, así como también saber la delimitación de estructuras (casas, confluencias, bardas, etc.), asimismo nos ayuda a la localización de la poligonal de apoyo y cada uno de sus monumentos.

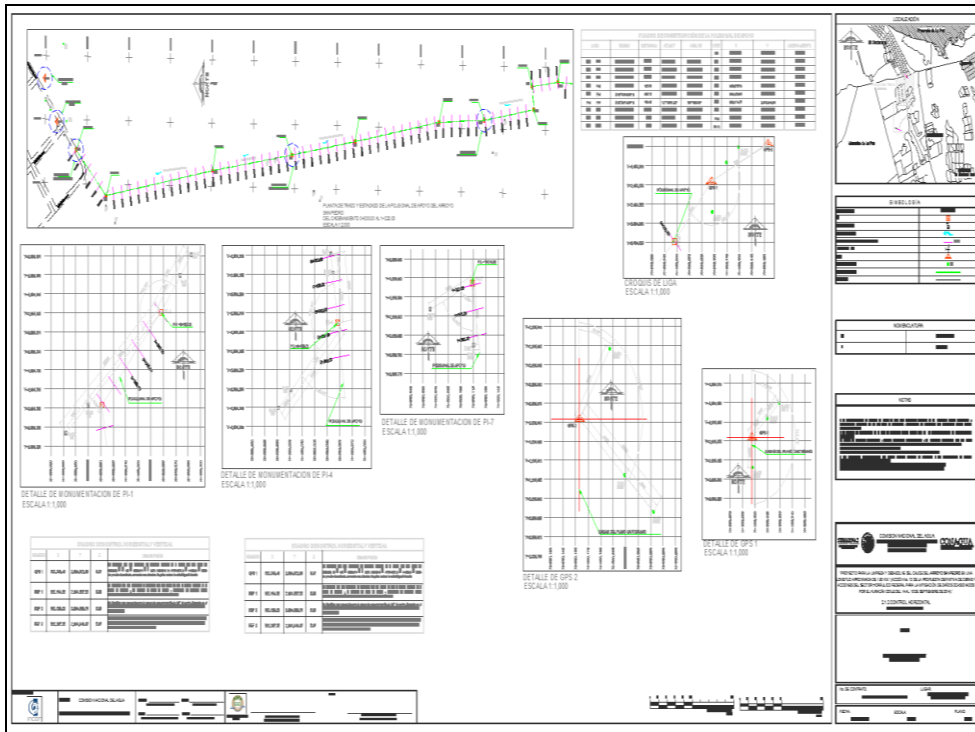


Figura 39. Plano de control horizontal, Arroyo San Pedro del km 0+000 al km 0+560*.

-Control Vertical

El plano de control vertical que realicé contiene la poligonal de apoyo con cada PI y referencias de PI, cadenamamiento, localización de los puntos GPS iniciales, cuadro de construcción de la poligonal de apoyo con coordenadas X, Y y Z, descripción de cada GPS y de sus referencias, ubicación de cada uno de los bancos de nivel con su respectiva elevación, descripción del monumento del banco de nivel y perfil longitudinal de la poligonal de apoyo. El control vertical dentro del proyecto tiene la función de proporcionarnos la información sobre la elevación de la poligonal de apoyo, la elevación de cada una de sus referencias y la elevación de los bancos de nivel, complementando la información contenida en el plano de control horizontal.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

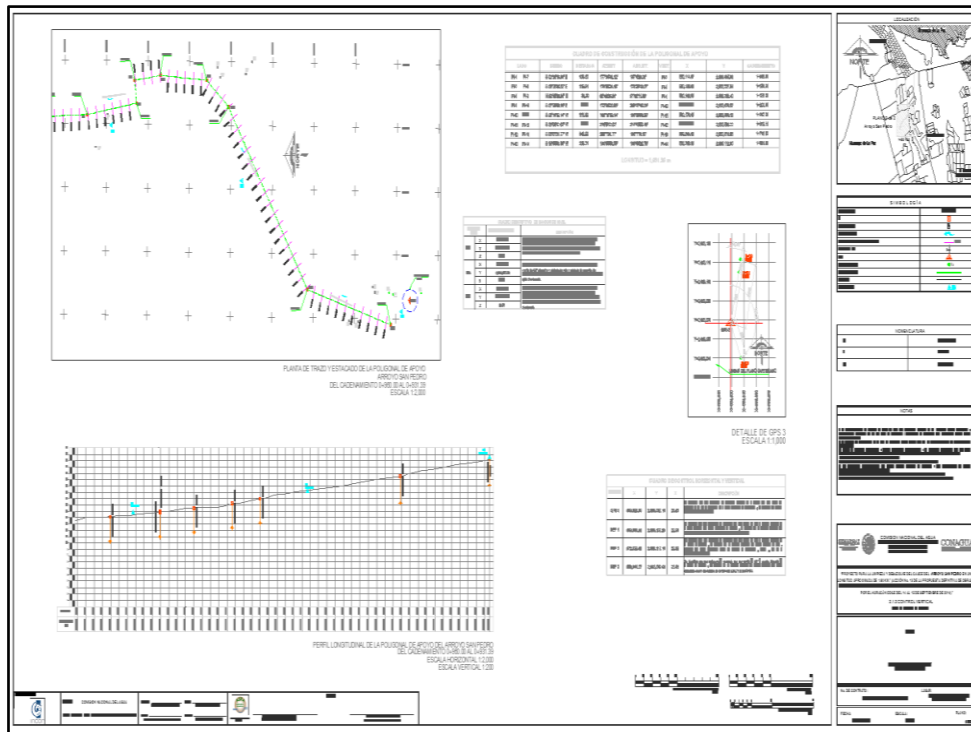


Figura 40. Plano de control vertical, San Pedro del km 1+000 al km 1+900*.

-Secciones Transversales

Dentro del plano de secciones trasversales que realicé se encuentran las secciones topográficas del cauce, cada una de estas secciones contiene la elevación de cada uno de los puntos que la componen con respecto al nivel medio del mar (nmm), contiene la localización de la poligonal de apoyo, así como la anchura de cada una de las secciones. La importancia de la obtención de las secciones es que nos darán una idea de las condiciones actuales de la zona de estudio, además de que con ellas podemos proponer distintas secciones tipo y con estas realizar una simulación hidráulica para saber las capacidades del cauce. Estas secciones se obtuvieron a cada 20 metros con ayuda del software AutoCAD 2014 y de la extensión CivilCAD. Ver figura 28.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

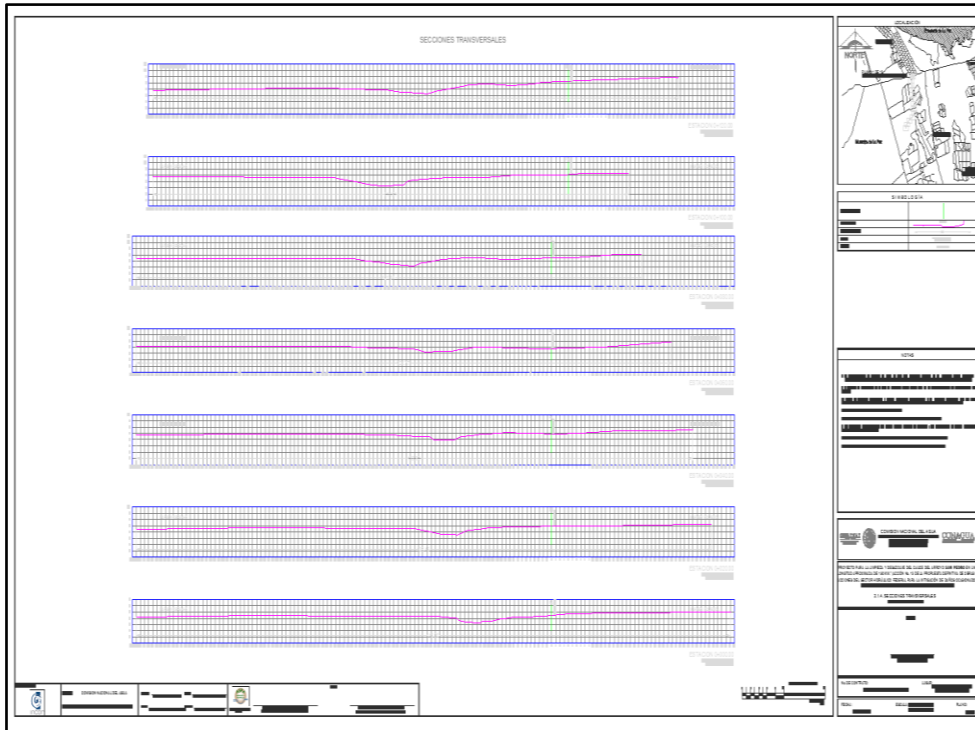


Figura 41. Plano de secciones transversales*.

-Planta Topográfica

Para la realización de este plano recopilé la información contenida en los planos mencionados anteriormente. Además de la poligonal de apoyo, PÍ's, puntos de control GPS, monumentos de la poligonal de apoyo, bancos de nivel, perfil longitudinal de la poligonal de apoyo y descripción de cada uno de los monumentos el plano contiene las curvas de nivel obtenidas con la triangulación derivada de los puntos obtenidos en campo, así como la planimetría de la zona. Ver figura 29.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

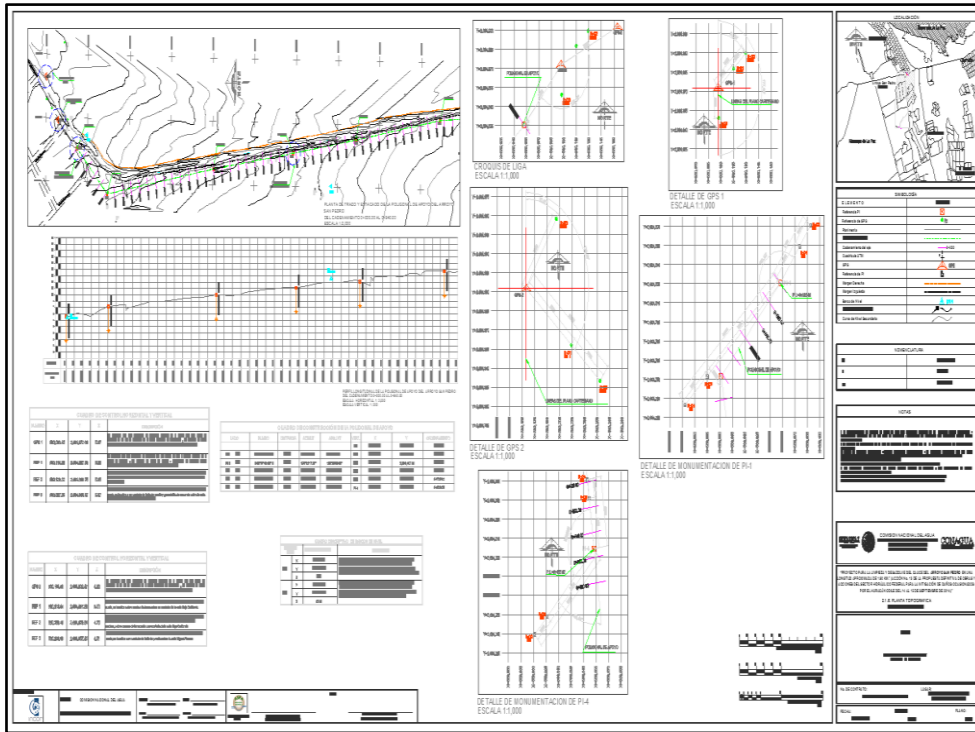


Figura 42. Plano de planta topográfica*.

-Perfil Longitudinal del Cauce

Para el contenido de este plano tracé el eje del cauce de cada uno de los arroyos, el trazo del eje lo realicé basándome en la parte con menor elevación dentro del cauce, así mismo tracé los ejes de la margen derecha y de la margen izquierda ayudándome con las elevaciones de las curvas de nivel, con la identificación de los puntos y con la poligonal de apoyo. Posteriormente con ayuda de la extensión CivilCAD obtuve el perfil del eje del cauce y el perfil de cada una de las márgenes.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

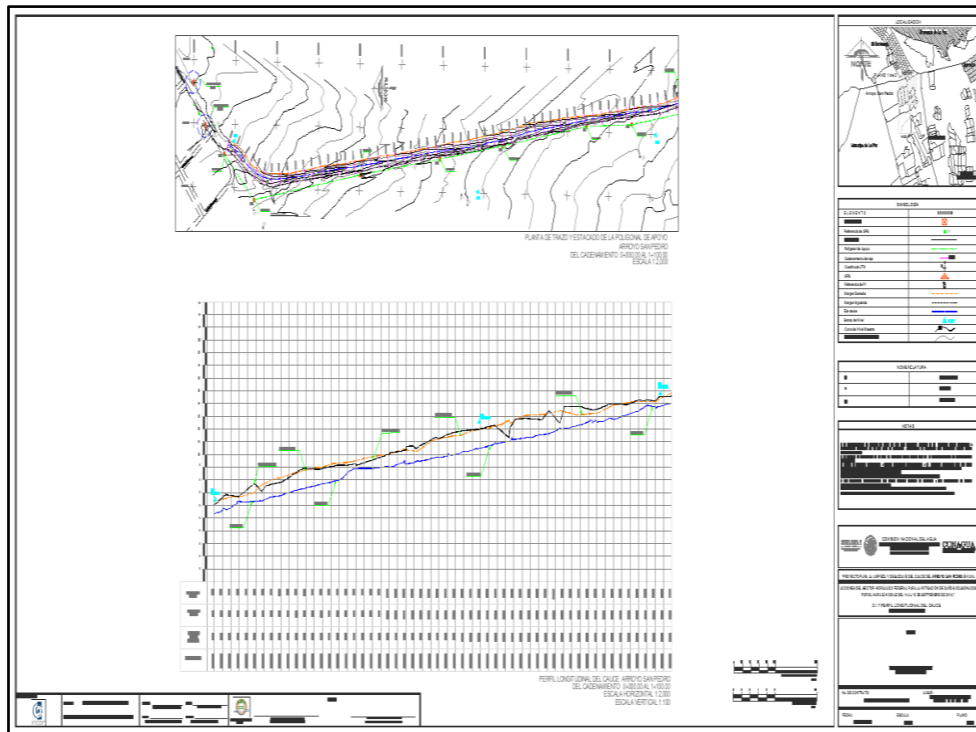


Figura 43. Plano de perfil longitudinal*.

Revisé cada uno de los planos generados por el personal a mi cargo, con la finalidad de que estos tuvieran el contenido indicado y la mejor calidad, de tal manera que cuando estos estuvieron terminados al 100% los presente a la supervisión externa para su aprobación final.

Para la realización del informe de topografía recopilé toda la información generada en campo por el topógrafo y en gabinete por el personal a mi cargo (planos). Procesé esta información de tal manera que el informe tuviera una estructuración coherente, desde los objetivos de la realización de la topografía, la localización de cada uno de los arroyos, prosiguiendo con la explicación de la colocación de cada uno de los puntos de control GPS, posteriormente describí la función del control horizontal, del control vertical, el objetivo de la obtención de las secciones transversales, en los casos en los que se presentaban estructuras o confluencias estas se presentaron en el plano de planta topográfica, mientras que en el informe describí cada una de estas estructuras o confluencias. Realice la descripción del perfil longitudinal y de las características de la margen izquierda y de la margen derecha, así como la descripción de los trabajos de colocación de los monumentos para la poligonal de apoyo, bancos de nivel y referencias.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

Finalicé cada uno de los informes con una conclusión sobre las características topográficas de las zonas de estudio y como estas podían afectar o beneficiar al diseño del proyecto ejecutivo.

El informe de topografía de cada arroyo contenía lo siguiente:

- 1.- Antecedentes.
- 2.- Objetivo.
- 3.- Localización.
- 4.- Topografía.
 - 4.1.- Establecimiento del punto de arranque con datos coordinados x, y, y z, con puntos GPS estacionario.
 - 4.2.- Control horizontal.
 - 4.3.- Control vertical
 - 4.4.- Secciones transversales
 - 4.5.- Topografía de detalle en estructuras existentes y confluencias.
 - 4.6.- Perfil longitudinal del cauce.
 - 4.7.- Monumentación a base de mojoneras de concreto en cualquier tipo de condición física de terreno, con o sin presencia de agua.
- 5.- Conclusiones y recomendaciones.

Una vez que terminé los informes correspondientes los entregué a la supervisión externa para su revisión y posterior aprobación.

3.6.2. Topografía para demarcación de límites de banco de tiro

Para cada uno de los bancos de tiro me di a la tarea de recorrer las zonas aledañas al proyecto, con el fin de localizar lugares apropiados para colocar los materiales producidos por la limpieza y desazolve, una vez que localicé a mi criterio el sitio, ubiqué y platiqué con el o los dueños para explicarles en qué consistía el proyecto y cuáles eran las ventajas del desazolve para la población aledaña con cada uno de los cauces, para que estos dieran su aprobación por escrito, en los casos en los que no existían terrenos con las condiciones adecuadas me acerqué a las autoridades del municipio y a los ejidatarios de las zonas por donde se realizaría la obra derivada del proyecto ejecutivo, para que ellos brindaran ayuda en la prestación de terrenos o en su defecto dar permisos para colocar estos materiales en los tiraderos de basura. Ver figura 31.

Una vez que tenía los permisos el topógrafo efectuó el levantamiento topográfico de los terrenos, dándome la información requerida para que realizara el plano correspondiente.

Los objetivos principales de la búsqueda de los bancos de tiro es que cada uno de ellos no se localizaran retirados de los arroyos, ya que entre más retirados estuvieran estos, los costos de los acarreos y de los sobreacarres se elevarían, por otra parte, tuve que buscar terrenos con una gran extensión, ya que solo teníamos un aproximado de los volúmenes que se depositarían.

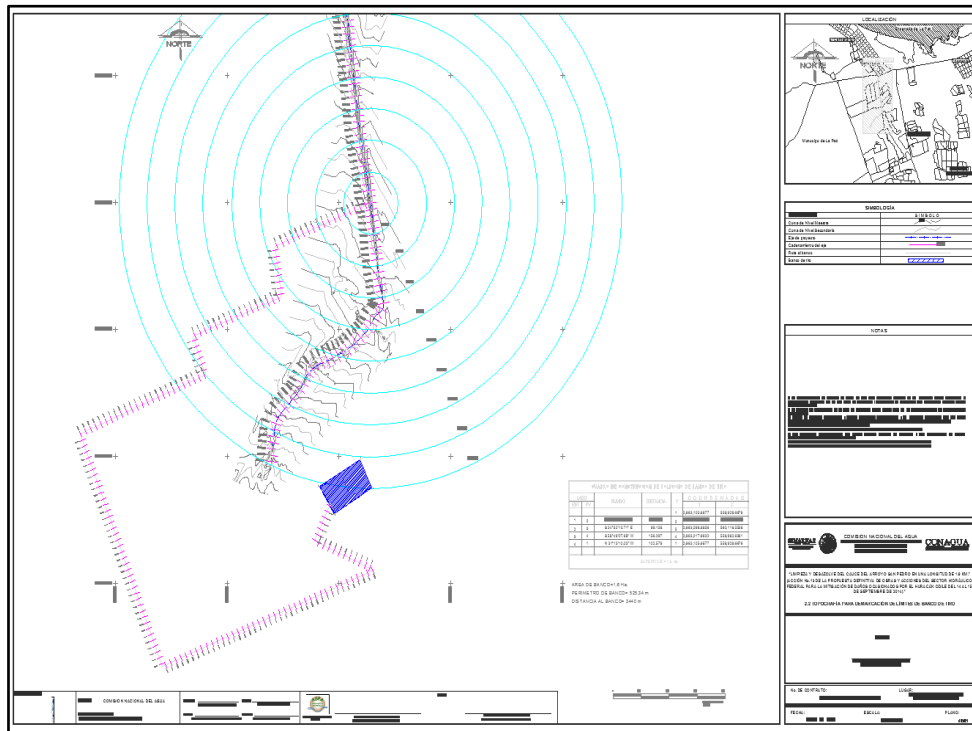


Figura 44. Plano de banco de tiro*.

3.7. Hidrología

3.7.1. Elaboración del informe correspondiente

El estudio hidrológico así como el informe correspondiente lo realizo el ingeniero especialista de la empresa, turnándomelo y en compañía del superintendente de la empresa realizamos su revisión para en caso haberlas turnar las observaciones correspondientes al Ingeniero especialista, una vez atendidas las observaciones presenté cada uno de los informes a la supervisión externa para su aprobación. El objetivo de este estudio fue realizar la actualización del Estudio Hidrológico de la cuenca de aportación de cada uno de los arroyos para determinar los escurrimientos máximos asociados a diferentes periodos de retorno indicados. Cuyos resultados permitan elaborar el análisis Hidráulico en condiciones actuales y el Proyecto ejecutivo de las obras de protección del cauce de Propiedad Nacional.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

3.8. Hidráulica Fluvial

3.8.1. Elaboración de la memoria y el informe correspondiente

El ingeniero especialista de la empresa, realizó el estudio hidráulico, así como la simulación hidráulica de cada uno de los arroyos. Realicé el informe correspondiente de cada uno de ellos, obteniendo de la simulación hidráulica de cada arroyo la información necesaria para el mismo. Cabe señalar que los informes 3 y 4 se generaron una vez que se terminaron las alternativas de solución.

Para cada uno de los arroyos generé cuatro informes hidráulicos, los cuales se enlistan a continuación:

Para los dos primeros informes describí el procedimiento para la realización de la simulación hidráulica, desde la información que se utilizó como la topografía, las condiciones de frontera de cada uno de los arroyos, los gastos correspondientes a cada uno de los periodos de retorno y la justificación del coeficiente de rugosidad promedio. Una vez que describí el procedimiento proseguí a detallar los resultados obtenidos en la simulación.

Dentro del primer informe se realizó la simulación hidráulica en el programa HECRAS 4.0 con las condiciones naturales del cauce, es decir, con la presencia de un gasto mínimo, ya que la mayoría de estos arroyos son intermitentes y solo se presenta un gasto en época de lluvias.

-Informe 2: Análisis hidráulico para gastos asociados a periodos de retorno de 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años, considerando el cauce en condiciones actuales.

-Informe 3: Análisis hidráulico con dos alternativas de solución.

-Informe 4: Informe correspondiente.

Los informes 1 y 2 contenían lo siguiente:

1. Introducción.
2. Objetivos.
3. Localización.
4. Análisis Hidráulico del arroyo en condiciones actuales.
 - 4.1 Base teórica.
 - 4.2. Información utilizada.
 - 4.2.1. Topografía.

- 4.2.2. Estudio hidrológico.
- 4.2.3. Determinación del coeficiente de rugosidad promedio.
- 4.3. Metodología.
- 4.4. Condiciones generales y de frontera.
5. Resultado de la modelación
- 5.1. Análisis de resultados.
6. Comentarios y conclusiones.
7. Bibliografía.

Para la realización del tercer informe propuse dos alternativas de solución para contrarrestar los desbordamientos en los cauces ocasionados por los fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios, el primero de ellos se basó en el trazo de una pendiente suave, y de una sección mayor a la que existía en condiciones naturales, la segunda alternativa consistió en el planteamiento de una pendiente pronunciada, lo que aumentaría las velocidades en el cauce, y con las mismas características de la sección propuesta en la alternativa 1.

Una vez que las características geométricas además de las características de la zona se ingresaron al programa HEC-RAS 4.0 se realizó la simulación hidráulica de cada alternativa, para poder analizar los resultados de la modelación. Una vez que se hizo un análisis técnico de estos resultados realice una comparativa sobre las ventajas y desventajas de cada uno de estos diseños.

El tercer informe tenía el siguiente contenido:

1. Introducción.
2. Objetivos.
3. Localización.
4. Análisis hidráulico en alternativa de solución. Alternativa 1.
 - 4.1. Base teórica.
 - 4.2. Información utilizada.
 - 4.2.1. Topografía.
 - 4.2.2. Estudio Hidrológico.
 - 4.2.3. Determinación del coeficiente de rugosidad promedio.
 - 4.3. Metodología.
 - 4.4. Condiciones generales y de frontera.
 - 4.5. Resultados de la modelación.
5. Análisis hidráulico en alternativa de solución. Alternativa 2
 - 5.1. Base teórica.
6. Análisis de resultados.
 - 6.1. Análisis técnico de alternativas (Ventajas y Desventajas).
7. Comentarios y conclusiones.

8. Bibliografía.

Para la realización del cuarto informe hice un compendio de los tres primeros informes, esto con el fin de tener en un solo informe el proceso de diseño de las alternativas de solución.

El cuarto informe contenía lo siguiente:

1. Introducción.
2. Objetivos.
3. Localización.
4. Análisis Hidráulico en condiciones actuales.
 - 4.1. Base teórica.
 - 4.2. Información utilizada.
 - 4.2.1. Topografía.
 - 4.2.2. Estudio Hidrológico.
 - 4.2.3. Determinación del coeficiente de rugosidad promedio.
 - 4.3. Metodología.
 - 4.4. Condiciones generales y de frontera.
 - 4.5. Determinación del gasto de desbordamiento.
5. Resultado de la modelación
 - 5.1. Análisis de resultados.
6. Análisis hidráulico del Arroyo para gastos asociados a períodos de retorno de 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años, considerando el cauce en condiciones actuales.
7. Resultado de la modelación
 - 7.1. Análisis de resultados.
8. Análisis hidráulico del Arroyo con las alternativas de solución.

Alternativa 1.

 - 8.1. Estudio Hidrológico.
 - 8.2. Determinación del coeficiente de rugosidad promedio.
 - 8.3. Metodología.
 - 8.4. Condiciones generales y de frontera.
 - 8.5. Resultados de la modelación.
9. Análisis hidráulico con alternativa de solución. Alternativa 2
10. Resultados de la modelación.
11. Análisis de resultados.
 - 11.1 Análisis técnico de alternativas (ventajas y desventajas).
12. Comentarios y conclusiones.
13. Bibliografía.

3.9. Opciones de solución

3.9.1. Elaboración del informe correspondiente

Como mencioné en el punto anterior para cada uno de los arroyos presenté dos alternativas de solución de acuerdo a los resultados obtenidos en la simulación hidráulica en condiciones naturales y con base en el período de retorno propuesto por las autoridades de CONAGUA y de la supervisión externa.

Para cada alternativa de solución propuse una rasante de proyecto y una sección tipo, basándome en la pendiente actual del cauce y en la ecuación de continuidad, ya que si aumentaba el valor de la pendiente esto automáticamente aumentaría la velocidad, por lo que podría disminuir el área hidráulica, sin modificar el gasto que conduciría el cauce, así que mediante el eje del cauce en condiciones naturales fui planteando una rasante con las elevaciones más bajas buscando disminuir las áreas de corte en ambas márgenes del cauce, esta rasante fue introducida al programa HEC-RAS 4.0, para su simulación y posterior análisis de comportamiento. Para cada una de las alternativas obtuve el volumen de material a desazolver y el costo de esta operación, realicé un informe sobre estas dos alternativas, donde la principal comparación fueron los costos, ya que las dos opciones generaban la protección necesaria a los poblados aledaños a cada uno de los cauces. Los costos variaron entre cada una de las alternativas ya que se tenían que realizar acarreos del material producto del desazolve y este costo se incrementó en algunos cauces debido a la cantidad de material y a la localización de los bancos de tiro. Una vez realizada la comparativa realicé mis recomendaciones así como el resumen de las características de la alternativa seleccionada.

El informe contenía lo siguiente:

1. Antecedentes
2. Resumen de las opciones estudiadas.
3. Números generadores.
 - 3.1. Alternativa 1. Limpieza y desazolve con una pendiente paralela al talweg con mínima excavación del Arroyo.
 - 3.2. Alternativa 2. Limpieza y desazolve con una pendiente suave con máxima excavación del Arroyo.
4. Recomendaciones
5. Resumen de las características de la alternativa seleccionada.

3.10. Proyecto de desazolve

3.10.2. Elaboración del informe final

Realicé el proyecto ejecutivo con base en la alternativa seleccionada. Comenzando con los antecedentes del proyecto y las características físicas del cauce antes de la realización de la obra. Continué con el objetivo general el cual era presentar un informe que sintetizara los estudios, análisis, discusión y resultados topográficos, hidrológicos e hidráulicos de cada uno de los arroyos, seguido del objetivo describí la ubicación de la zona de estudio y las características de la región.

Para continuar con el informe realicé la descripción de los trabajos de topografía, así como los resultados obtenidos después de cada uno de los levantamientos, y como cada una de las características físicas del terreno afectaban al funcionamiento hidráulico del cauce.

Seguido de la descripción de los trabajos de topografía realicé la descripción del estudio hidrológico que se realizó por parte del especialista de la empresa.

Básicamente el informe de proyecto ejecutivo contiene la información de todos los informes que se generaron a lo largo del proyecto, adicionando los planos que se generaron con los resultados de las simulaciones hidráulicas de la alternativa de solución seleccionada,

Dentro del informe se presentan todas las características correspondientes a la alternativa seleccionada, desde la topografía hasta la simulación hidráulica, este informe contiene lo siguiente:

- 1.- Antecedentes
- 2.- Objetivo general.
- 3.- Localización del área de estudio.
- 4.- Ingeniería básica.
 - 4.1. Topografía.
 - 4.1.1.- Establecimiento del punto de arranque con datos coordenados x, y, y z, con puntos GPS estacionario.
 - 4.1.2.- Control horizontal.
 - 4.1.3.- Control vertical.
 - 4.1.4.- Secciones transversales.
 - 4.1.5.- Topografía de detalle en estructuras existentes y confluencias.
 - 4.1.6.- Perfil longitudinal del cauce.
 - 4.1.7.- Monumentación a base de mojoneras de concreto en cualquier tipo de condición física de terreno, con o sin presencia de agua.

-
- 5.- Hidrología.
 - 5.1.- Descripción del sistema hidrológico.
 - 5.1.1.- Clima.
 - 5.1.2.- Geología.
 - 5.1.3.- Fisiografía.
 - 5.1.4.- Edafología de la zona de estudio.
 - 5.1.5.- Uso de suelo y vegetación de la zona de estudio.
 - 5.2.- Hidrografía de la zona de estudio.
 - 5.2.1.- Red de drenaje de aportación al tramo en estudio.
 - 5.3.- Características de la cuenca y/o subcuencas.
 - 5.3.1.- Pendiente y longitud de cada uno de los cauces principales.
 - 5.3.1.1.- Método de Taylor y Schwarz.
 - 5.3.2.- Desnivel del cauce principal.
 - 5.3.3.- Número de escurrimiento del complejo hidrológico suelo-cobertura.
 - 5.3.4.- Tiempo de concentración.
 - 5.4.- Instrumentación de la cuenca.
 - 5.5.- Análisis estadístico.
 - 5.6.- Período de retorno.
 - 5.7.- Precipitación media.
 - 5.7.1.- Análisis de lluvias máximas y coeficiente de escurrimiento.
 - 5.7.2.- Coeficiente de escurrimiento.
 - 5.8.- Precipitación efectiva.
 - 5.8.1.- Relación lluvia-escurrimiento.
 - 5.9.- Hidrograma Unitario Adimensional.
 - 5.10.- Hidrograma de escurrimiento directo.
 - 5.11.- Hidrograma Unitario Triangular (HUT).
 - 5.12.- Método de Chow.
 - 5.13.- Método Racional Americano.
 - 5.14.- Curvas gastos períodos de retorno.
 - 5.15.- Simultaneidad de gastos para arroyos, sus afluentes y posibles incorporaciones.
 - 5.16.- Resumen y recomendaciones del estudio hidrológico.
- 6.- Análisis hidráulico del Arroyo.
 - 6.1 Base teórica.
 - 6.2.- Información utilizada.
 - 6.2.1.- Topografía.
 - 6.2.2.- Estudio hidrológico.
 - 6.3.- Determinación del coeficiente de rugosidad promedio.
 - 6.4.- Metodología.
 - 6.5.- Condiciones generales y de frontera del Arroyo en condiciones actuales.
 - 6.6.- Determinación del gasto de desbordamiento.

-
- 6.7.- Resultado de la modelación.
 - 6.8.- Análisis de resultados.
 - 6.9.- Análisis hidráulico del Arroyo para gastos asociados a períodos de retorno de 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años, considerando el cauce en condiciones actuales.
 - 6.10.- Resultado de la modelación.
 - 6.11.- Análisis de resultados.
 - 6.12.- Análisis hidráulico del Arroyo con las alternativas de solución.
 - 6.12.1.- Alternativa 1.
 - 6.12.1.1.- Resultados de la modelación.
 - 6.12.2.- Alternativa 2.
 - 6.12.3.- Análisis de resultados.
 - 6.13.- Comentarios y conclusiones.
 - 7.- Análisis de alternativas.
 - 7.1.- Alternativa 1: Limpieza y desazolve con una pendiente paralela al Talweg con mínima excavación del Arroyo. (Fonden).
 - 7.2.- Alternativa 2. Limpieza y desazolve con una pendiente suave con máxima excavación del Arroyo.
 - 7.3.- Comparación de alternativas.
 - 7.4.- Recomendaciones.
 - 8.- Proyecto ejecutivo.
 - 8.1.- Especificaciones particulares
 - 9.- Bibliografía.

Una vez que realicé el informe ejecutivo para cada uno de los arroyos, continúe con la realización de los planos de diseño, los cuales contenían lo siguiente:

- Planta topográfica
- Detalles de los puntos de liga GPS
- Ancho de plantilla
- Punto sobre la tangente (PST)
- Curvas de nivel
- Cantidades de obra para limpieza y desazolve
- Cuadro descriptivo de control horizontal y vertical
- Cuadro de curvas de eje de proyecto
- Cuadro descriptivo de banco de nivel (BN)
- Cuadro de construcción de eje de proyecto
- Perfil longitudinal

-Secciones de proyecto

Junto con el informe ejecutivo entregué los planos correspondientes al proyecto ejecutivo, así como los planos de secciones de proyecto.

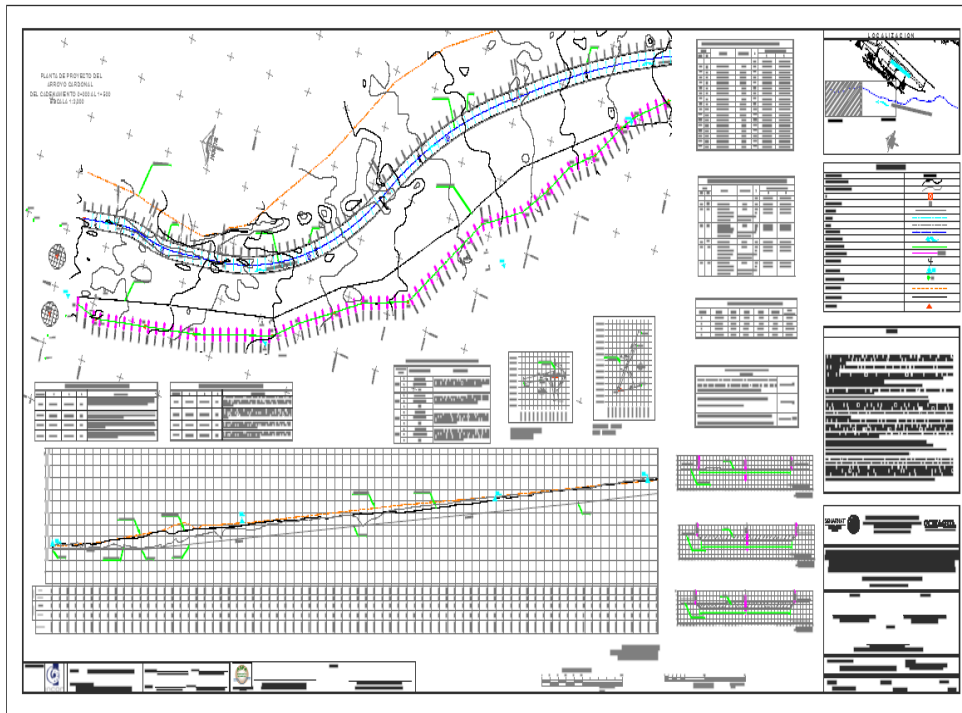


Figura 45. Plano de proyecto ejecutivo*.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

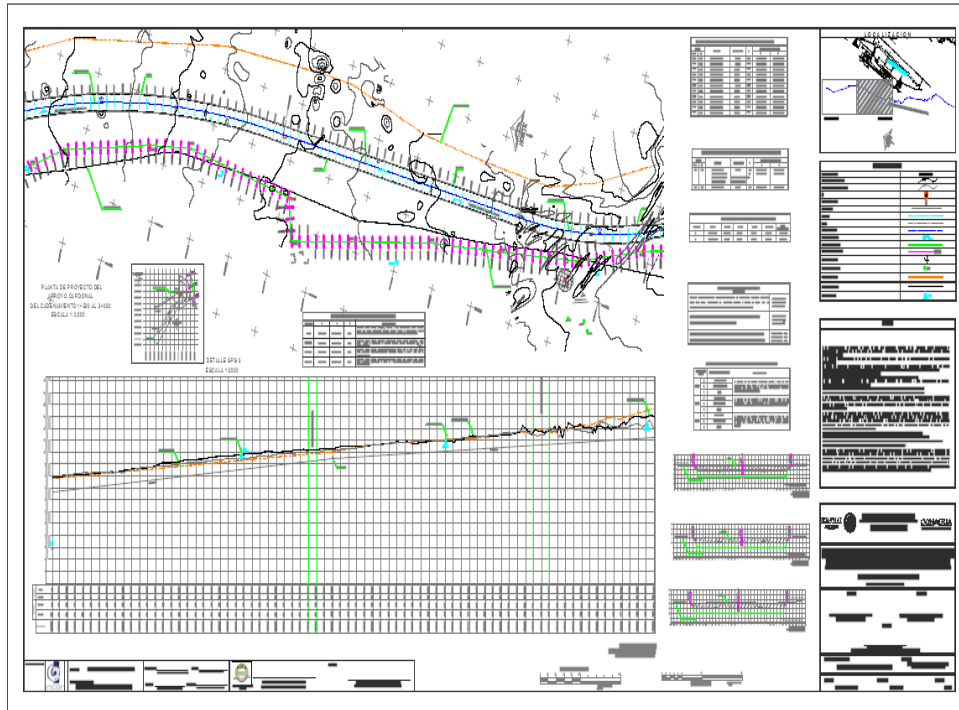


Figura 46. Plano de proyecto ejecutivo, Arroyo El Cardonal, del km 1+240 al km 3+000*.

Por otra parte presenté cada uno de los proyectos ejecutivos a las autoridades de CONAGUA y a la supervisión externa.

*Plano propiedad de la empresa INCOR, Ingeniería y Consultoría Racional S.A de C.V

4. Conclusión.

El primer proyecto referente a los trabajos realizados en el cauce del arroyo Tamazula fue el primer proyecto en el que participe como encargado del desarrollo de trabajos tanto de campo como de gabinete, teniendo en cuenta que la experiencia es fundamental dentro del ámbito laboral también existen otras partes que ayuda a llevar de buena manera la realización de un proyecto, son la buena planeación y los conocimientos, en este primer proyecto pude aplicar muchas de las cosas aprendidas en el aula de clases, en específico en las áreas de topografía, geotecnia e hidráulica, por una parte el levantamiento topográfico arrojó la información suficiente para conocer las características del terreno dentro y en ambos márgenes del cauce, con esta información y con la información obtenida del estudio hidrológico realizado por otra empresa el equipo de trabajo y yo pudimos obtener una simulación sobre los gastos asociados a distintos tiempos de retorno que circularían por el arroyo, de esta manera y para proteger a los centros de población y a las áreas productivas del municipio de Tamazula de Gordiano se diseñaron tres alternativas de solución. Cada una de estas alternativas realizaba una protección adecuada, sin embargo cada una de ellas tenía un costo distinto, por lo que la aplicación de alguna de ellas depende solo de la CONAGUA.

Dentro del segundo proyecto mi experiencia profesional había aumentado, ya que había tenido participación activa en otros proyectos, en este proyecto fue crucial la planeación de los trabajos, ya que se tuvieron que realizar ocho levantamientos topográficos en distintos cauces dentro del municipio de La Paz, como residente supervisé estos trabajos, por lo que previo al inicio de cada uno de ellos realicé una planeación para que los trabajos no se traslaparan. A diferencia del proyecto anterior en este tuve gente a mi cargo para desempeñar todos los trabajos correspondientes a los proyectos ejecutivos de cada uno de los cauces. Junto con la realización de los trabajos de topografía realicé distintas visitas a campo para poder conocer las características las problemáticas que se presentan en cada uno de ellos, realizando un informe correspondiente. Con ayuda de la información topográfica y de los resultados obtenidos mediante el estudio hidrológico de cada uno de los cauces realizamos una simulación hidráulica para conocer los gastos máximos presentados a cada tiempo de retorno y así poder plantear alternativas de solución a las inundaciones que se presentaban en las poblaciones aledañas a cada cauce en la presencia de un fenómeno meteorológico extraordinario. Estas alternativas se diferencian en la pendiente propuesta, en los volúmenes de excavación y por ende en los acarreos y sobreacarreos. Una vez propuestas estas alternativas realicé el proyecto ejecutivo de la alternativa más viable, realizando una presentación ante las autoridades de la CONAGUA.

Gracias al excelente nivel de educación que tuve a lo largo de mi estancia en la UNAM y en específico en la facultad de ingeniería, pude resolver de buena manera las dificultades que se me presentaron a lo largo de la realización de los proyectos antes mencionados, el resolver problemas en el momento, la interacción con supervisores de distintas dependencias gubernamentales, con autoridades municipales, con representantes de colonias, etc. Además del trabajo en equipo con compañeros de la misma carrera o en su caso de otras carreras.

Para cada uno de los proyectos en los que participe, apliqué conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, en específico los referentes a las materias de hidráulica, geotecnia, topografía, programación y construcción de estructuras, presupuestación de obras, entre otras, dejando muy en claro que cada uno de los conocimientos adquiridos se vieron reflejados en mi desempeño dentro de la vida laboral.