



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**PROYECTO: COMISIÓN PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES DEL  
VALLE DE SULA**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO(A) CIVIL**

**PRESENTADO POR: EDUARDO JOSÉ CABALLERO FIGUEROA**

**ASESOR:**

**ING. HECTOR WILFREDO PADILLA SIERRA**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**ENERO 2021**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CENTROAMÉRICA  
UNITEC**

**PRESIDENTE EJECUTIVA  
ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**VICERRECTORA DE OPERACIONES  
ANA LOURDES LAFFITE**

**VICERRECTOR ACADÉMICO  
MARLON ANTONIO BREVE REYES**

**SECRETARIO GENERAL  
ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA  
CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA**

**JEFE ACADÉMICO INGENIERÍA CIVIL  
HÉCTOR WILFREDO PADILLA**

**COMISION PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES DEL VALLE DE SULA**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS**

**EXIGIDOS PARA OPTAR AL TITULO**

**INGENIERO CIVIL**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**“ING. HECTOR WILFREDO PADILLA SIERRA”**

**DERECHOS DE AUTOR**

**© COPYRIGHT**

**EDUARDO JOSE CABALLERO FIGUEROA**

**TODOS LOS DERECHOS SON RESERVADOS**

## **DEDICATORIA**

Antes que nada, quiero dedicar este trabajo a nuestro padre Celestial, Dios todopoderoso, que me ayudó a realizar y culminar una de mis metas. Por darme fortaleza en todo momento y por nunca dejarme solo. Dedico este logro a mis padres Ramon Eduardo Caballero y Mabel Liliana Figueroa y a mi tío José Eduardo Figueroa que me apoyaron en todo momento. A mis amigos, Marjorie Theresa Barclay, Marvin Aroldo Galdámez, Junnior Alfredo Castro, Alejandro José Avila, Edgardo Josué Benites y a Ricardo Rafael Hernández que estuvieron en los momentos más necesitados y a pesar de las discusiones y desacuerdos, nunca dejamos de apoyarnos los unos a los otros.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por su infinita misericordia, su amor incondicional y por siempre cuidar mis pasos en todo momento. Le agradezco por darme fortaleza en todo momento y por permitirme llegar a la finalización de mi carrera con muchos éxitos.

Agradezco a mi madre y a mi padre porque siempre me han inculcado un pensamiento de superación. Por haberme brindado los recursos necesarios para que pudiera culminar con mis estudios. Por darme el amor y cariño que han sido uno de los pilares para hacerlos sentir orgullosos de mí con todos mis esfuerzos.

A mi tío José Eduardo Figueroa por brindarme el apoyo en todo momento. Por darme la confianza y el cariño que se le brinda a un hijo.

A mi hermana, por aconsejarme, por estar siempre presente para compartir los buenos y malos momentos, y por ser la amiga que nunca falla a pesar de todos los inconvenientes.

A mis mejores amigos Marjorie Theresa Barclay y Marvin Aroldo Galdámez por acompañarme en este largo camino que gracias a Dios nos unió para compartir y apoyarnos cuando más necesitáramos.

A mis catedráticos por brindarme sus enseñanzas e incluso su confianza, para formarme como buen profesional.

Finalmente, agradezco a la institución Comisión para el Control de Inundaciones del Valle de Sula, por abrirme sus puertas para poder realizar la práctica profesional, enriqueciéndome con grandes experiencias en mi primer acercamiento con la vida profesional, en especial al Ing. Sergio Villatoro, Ing. Neil Diaz, Ing. Gerson Cortés y al Ing. Harry Lobo.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En este informe de práctica profesional se detalla, como primera instancia, información general acerca de lo que es el Valle de Sula para ampliar conocimientos. Se mencionan las cuencas del Río Ulúa y Chamelecón que son de gran importancia para parte del desarrollo del Valle de Sula.

Se explican los tipos de fallas que existen en los bordos ya que durante el paso de las tormentas tropicales Eta e Iota, los bordos de las cuencas de los Ríos Ulúa y Chamelecón y los canales de alivio que están conectados con estos ríos sufrieron gravemente.

Como última instancia, se presentan todas las actividades que fueron asignadas durante las 10 semanas que comprendieron la práctica profesional. Se detallan por fechas y una breve descripción de las actividades que fueron desarrolladas por día y por semana.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	2
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	2
2.1.1 MISIÓN.....	3
2.1.2 VISIÓN.....	3
2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD .....	4
2.3 OBJETIVOS .....	5
2.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	5
2.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	5
CAPÍTULO III. MARCO TEORICO.....	6
3.1 Valle de Sula.....	6
3.1.1 Extensión territorial del Valle de Sula.....	6
3.1.2 Hidrografía del Valle de Sula .....	9
3.1.2.1 Rio Ulúa.....	9
3.1.2.2 Rio Chamelecón.....	10
3.2 Bordos de protección para ríos.....	10
3.2.1 Tipos de Bordos.....	11
3.2.2 Secciones Transversales típicas de bordos.....	12
3.2.3 Tipos de fallas en Bordos .....	13
3.2.3.1 Fallas por Estabilidad .....	14
3.2.3.2 Fallas por Pérdida de la capacidad de Carga Local.....	15
3.2.3.3 Fallas por Desbordamiento .....	16

3.2.3.4 Fallas por Tubificación.....	17
3.2.3.5 Fallas por Erosión .....	19
3.2.3.6 Fallas por Agrietamiento .....	19
3.2.3.7 Fallas por Socavación .....	20
3.2.3.8 Fallas por Licuación .....	21
3.2.3.9 Fallas por Asentamiento.....	21
3.3 Efecto de tormentas tropicales ETA – IOTA en el Valle de Sula .....	22
3.3.1 Daños a los bordos.....	24
CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO .....	27
SEMANA 1: DEL 12 DE OCTUBRE AL 16 DE OCTUBRE DEL 2020 .....	27
SEMANA 2: DEL 19 DE OCTUBRE AL 23 DE OCTUBRE DEL 2020 .....	29
SEMANA 3: DEL 26 DE OCTUBRE AL 30 DE OCTUBRE DEL 2020 .....	30
SEMANA 4: DEL 2 DE NOVIEMBRE AL 6 DE NOVIEMBRE DEL 2020.....	31
SEMANA 5: DEL 9 DE NOVIEMBRE AL 15 DE NOVIEMBRE DEL 2020 .....	31
SEMANA 6: DEL 16 DE NOVIEMBRE AL 20 DE NOVIEMBRE DEL 2020.....	32
SEMANA 7: DEL 23 DE NOVIEMBRE AL 27 DE NOVIEMBRE DEL 2020.....	33
SEMANA 8: DEL 30 DE NOVIEMBRE AL 6 DE DICIEMBRE DEL 2020.....	34
SEMANA 9: DEL 7 DE DICIEMBRE AL 12 DE DICIEMBRE DEL 2020 .....	35
SEMANA 10: DEL 14 DE DICIEMBRE AL 19 DE DICIEMBRE DEL 2020 .....	36
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES .....	38
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES.....	39
BIBLIOGRAFÍA.....	40
ANEXOS.....	41

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Sistema Hidráulico del Valle de Sula.....	9
Ilustración 2. Bordos en márgenes de Ríos.....	11
Ilustración 3. Bordos de Protección.....	12
Ilustración 4. Nomenclatura usada en los bordos.....	12
Ilustración 5. Secciones transversales típicas de bordos.....	13
Ilustración 6. Falla por Estabilidad.....	15
Ilustración 7. Exceso de carga en bordo.....	16
Ilustración 8. Falla por desbordamiento.....	16
Ilustración 9. Falla por Tubificación.....	18
Ilustración 10. Falla de Erosión.....	19
Ilustración 11. Falla por Agrietamiento.....	20
Ilustración 12. Falla por Licuación.....	21
Ilustración 13. Falla por Asentamiento.....	22
Ilustración 14. Volúmenes de precipitación en mm.....	24
Ilustración 15. Boquete en margen izquierda de Canal Maya.....	24
Ilustración 16. Boquete en Canal Guanchias, margen derecha de Río Ulúa.....	25
Ilustración 17. Boquete en Finca Casmul, margen derecha Río Ulúa.....	25
Ilustración 18. Boquete en La Frontera, margen izquierdo Canal Chotepe.....	26
Ilustración 19. Inspección de Canales existentes en Pimienta, Cortés.....	41
Ilustración 20. Inundación por desbordamiento de Río Ulúa en Potrerillos, Cortés.....	41
Ilustración 21. Pasos Vehiculares en proyecto de El Negrito, Yoro.....	42

Ilustración 22. Obreros extrayendo sedimentos dentro de canal en proyecto de El Negrito, Yoro. .....	42
Ilustración 23. Ubicación del Rio Tegucigalpita.....	43
Ilustración 24. Instalación de Geotubos en Rio Tegucigalpita.....	43
Ilustración 25. Canal natural existente en Santa Rita, Yoro.....	44
Ilustración 26. Agua estancada en Alcantarilla en Santa Rita, Yoro.....	44
Ilustración 27. Reunión de CODEVAS.....	45
Ilustración 28. Vegetación en escollera de Rio Guaymitas.....	45
Ilustración 29. Colocación de sacos rellenos en Lima Centro, La Lima.....	46
Ilustración 30. Reunión con Junta Directiva de CCIVS. ....	46
Ilustración 31. Reunión en 911; post ETA.....	47
Ilustración 32. Visita técnica en Rio Bermejo, Sector Colonia Stibys.....	47
Ilustración 33. Reconocimiento de material a utilizar en UNAH-VS para Escollera de Rio Bermejo, Sector Stibys.....	48
Ilustración 34. Limpieza de acceso a bordo de Margen Izquierda de Rio Bermejo. ....	48
Ilustración 35. Inicio de obra de escollera sobre margen de Rio Bermejo.....	49
Ilustración 36. Dia 2 en la construcción de escollera sobre margen Izquierda de Rio Bermejo. ...	49
Ilustración 37. Fotografía tomada el dia 3 antes de empezar funciones en escollera.....	50
Ilustración 38. Visita de Comitiva Israelí al Valle de Sula. ....	50
Ilustración 39 Reunión en la municipalidad de El Negrito, Yoro. ....	51
Ilustración 40. Banco de sedimento en canal de Quebrada Jocomico.....	51
Ilustración 41. Área hidráulica de Canal. ....	52
Ilustración 42. Plantaciones de caña de CAHSA.....	52

Ilustración 43. Visita a Gurarumas. ....	53
Ilustración 44. Cierre de boquete en Sector Amapa.....	53
Ilustración 45. Misión taiwanesa.....	54
Ilustración 46. Plano de ubicación sector Urraco Pueblo. ....	54
Ilustración 47. Secciones transversales de Urraco Pueblo.....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. División de municipios por departamento.....	7
Tabla 2. Agroindustria en el Valle de Sula.....	8
Tabla 3. Resistencia a la tubificación ante diferentes mezclas de suelo. ....	18

## GLOSARIO

**Banco de Préstamo:** Es de donde se extrae material selecto usado para diferentes fines en las obras civiles

**Canalización:** Es la actividad de definir y trazar el cauce de un cuerpo de agua. Puede variar el concepto según a lo que se haga referencia. Se puede hacer una obra de canalización en carreteras; también se puede canalizar el cauce de un río.

**Cantera:** Sitio de donde se extrae material árido, para el uso civil. De una cantera se extrae la grava y arena utilizada para diversos fines.

**Cuenca:** es el espacio delimitado por la unión de todas las cabeceras que forman el río principal, o que vierte sus aguas a un solo lago endorreico (Hidrología UJCV, 2012).

**Escollera:** obra hecha con piedras de tamaño variable, generalmente grandes o con bloques de concretos echados al fondo del agua para contrarrestar el golpe de una corriente de agua u el oleaje del mar.

**Geomalla:** Geosintético para refuerzo con una estructura plana abierta fabricada con polímeros de alta resistencia y durabilidad, para que interactúe con el suelo, de tal manera que complemente la resistencia a la tensión de este, y así crear una resistencia Geomalla-suelo competente para recibir cargas y distribuirlas uniformemente.

**Levantamiento topográfico:** Es el procedimiento dentro de la topografía en la que se levantan puntos de manera aleatoria, desde uno o varios estacionamientos de la estación total, para poder así obtener un perímetro, superficie, o volumen de cualquier área, u objeto de interés, así como ubicarlo según sus coordenadas y elevaciones, para posteriores estudios o cálculos.

**Licitación:** La licitación resulta ser un acto administrativo muy corriente a instancias de la administración pública a partir del cual un organismo público demanda obras, servicios, bienes, entre otros, al sector privado de la economía. (Bembindre, 2012)

Presa de sedimentación: Obra civil realizada con el fin de retener sedimentos trasladados por un cuerpo de agua. Si a esta obra civil no se le brinda mantenimiento, el sedimento se va acumulando creando el efecto de un embalse.

Rehabilitación: Ejecución de las actividades constructivas necesarias para restablecer las condiciones físicas de bordos o cualquier obra civil dañada a su situación como fue construida originalmente.

Sedimentos: es la materia que, después de haber estado en suspensión en un líquido, termina en el fondo por su mayor gravedad. Este proceso se conoce como sedimentación. (Porto, 2010)

Sistema de protección de ríos: son estructuras construidas en las áreas aledañas a los ríos o quebradas para proteger la vida humana, cultivos, animales, etc. que se encuentran cercano a estos ríos.

Tormenta tropical: Se denomina tormenta a una agitación intensa de la atmósfera que puede incluir precipitaciones, ráfagas y otras clases de fenómenos. En el caso de la tormenta tropical, la noción refiere a un ciclón que genera vientos de gran intensidad y precipitaciones copiosas. Como su nombre lo indica, las tormentas tropicales suelen desarrollarse en zonas cercanas a los trópicos. (Merino, 2015)

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

La práctica profesional es una oportunidad brindada a cada alumno para poner en práctica los pocos conocimientos adquiridos en las aulas de clase en la universidad. En la práctica profesional se amplían los conocimientos y se adquieren nuevos.

En este informe de práctica profesional se detalla información de los conocimientos adquiridos durante el corto tiempo de duración. Se detallan algunas experiencias presenciadas en tan provechoso tiempo ya que, en el período de la práctica, la institución se vio en emergencia debido a las tormentas tropicales Eta e Iota que atravesaron el Valle de Sula en el mes de noviembre.

La institución en la que se realizó la práctica es encargada de realizar obras para contrarrestar las inundaciones en el Valle de Sula. La institución realizó inspecciones al sistema hidráulico del Valle y luego del paso de estas tormentas que dejaron destrozado todo el sistema de protección hidráulico se formularon los proyectos para la reconstrucción de los bordos en los lugares afectados.

A continuación, se deja registrado lo que comprendió la práctica profesional.

## **CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

En el siguiente capítulo se hace una breve descripción de la empresa y el proyecto donde se pretende llevar a cabo la práctica profesional.

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

La Comisión para el Control de Inundaciones del Valle de Sula se creó bajo el decreto No. PCM-017-2010. Se creó con el fin de que subsidiara a los municipios de: Sta. Cruz de Yojoa, Potrerillos, San Manuel, Villanueva, La Lima, Choloma, Puerto Cortés, Omoa en el Departamento de Cortés; El Progreso, Santa Rita y El Negrito en el Departamento de Yoro y en el Departamento de Atlántida atiende al municipio de Tela.

Desarrollando proyectos entre los que destacan construcción, sobreelevación y reconstrucción de bordos, canalización, construcción de alcantarillas y cajas puentes bajo un estudio técnico completo de cada uno de ellos.

Todas estas actividades encaminadas a la preparación, prevención, mitigación en las zonas más vulnerables que sufren los embates de la naturaleza y así fortalecer integralmente el Valle de Sula a través del manejo adecuado de las cuencas del Ulúa y Chamelecón.

Hay que resaltar que estos proyectos de protección, se constituyen en el único instrumento de apoyo de pobladores y alcaldías de la región, para disminuir el nivel de riesgo que representa en épocas de invierno las crecidas de los ríos Ulúa y Chamelecón a su paso por los municipios que conforman esta extensa zona del país.

Trabajo que se fundamenta en el conocimiento en torno de estas comunidades vulnerables, situación que se transforma como el elemento principal en la toma de decisiones al momento de realizar las obras, orientadas en proteger en primera instancia las vidas humanas y posteriormente la propiedad y la producción de dichas zonas.

Se resalta el hecho que la priorización de los proyectos se hace en conjunto con las alcaldías y pobladores beneficiados, quienes de forma periódica se reúnen para revisar el grado de avance y calidad de cada una de las obras que se realizan.

De esta manera se garantiza que las obras se ejecutan en los lugares que más lo necesitan, de acuerdo a la distribución de los recursos asignados y en concordancia con la situación financiera del país.

Además, al realizar una inversión planificada, se facilita el crecimiento de la producción agrícola e industrial, así como mejores condiciones para las actividades comerciales propias de la zona y lo más importante es la reducción del riesgo de los habitantes de estas zonas vulnerables.

### 2.1.1 MISIÓN

“Somos una organización del Gobierno Central de carácter regional y orientado a la Planificación y Ejecución de las acciones necesarias, con participación del sector público y privado, para lograr el desarrollo integral del Valle de Sula y las cuencas de los Ríos Ulúa y Chamelecón, dando atención especial a la protección contra las inundaciones.”

### 2.1.2 VISIÓN

Fortalecer el desarrollo integral del Valle de Sula a través del manejo adecuado de las cuencas Ulúa y Chamelecón, contando con un equipo multidisciplinario de alto nivel técnico y administrativo, capaz de propiciar procesos efectivos para el desarrollo integral y sostenible de la región.”

## **2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD**

El departamento de Ingeniería es el encargado del manejo y control de los proyectos. Este departamento se encarga de recibir ideas de proyectos a las cuales se hacen inspecciones en sitio de donde ocurre el problema, se hace un diagnóstico del posible problema y se realiza el diseño del proyecto en su totalidad. El departamento cuenta con ingenieros capaces de detectar el preludio del problema y brindar una posible solución. Se cuenta con personal para realizar los diseños y otro personal para realizar los planos correspondientes según diseño.

Una vez se tiene listo el diseño del proyecto, se pasa al departamento de contrataciones para que complementen el proceso legal, ya que es una institución del estado, y este somete el proyecto a licitación. En el proceso de licitación debe haber total transparencia y es por eso que dicho proceso se transmite en vivo a través de un cable de televisión a nivel nacional. Los contratistas llevan sus ofertas en el proceso de licitación y en el mismo instante se abren las ofertas para definir quién es el posible candidato para ejecutar el proyecto.

Una vez se hace la presentación en público de quién es el posible ganador de la licitación, el departamento de ingeniería procede a hacer la respectiva revisión de todas las ofertas presentadas y se comprueba que las ofertas, de menor a mayor, cumplan con los requisitos técnicos y legales solicitados por el departamento de ingeniería y contrataciones.

Luego de definir quién es el ganador de la licitación, se establece fecha de inicio para la ejecución de la obra. El departamento de ingeniería hace visitas constantes a la obra para constatar que el proyecto se esté desarrollando de acuerdo con lo contratado, la maquinaria y el personal solicitados.

## **2.3 OBJETIVOS**

### 2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Brindar apoyo al departamento de Ingeniería aplicando los conocimientos y las habilidades adquiridas a lo largo de la carrera de ingeniería civil.

### 2.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1) Brindar acompañamiento en las visitas de campo a los Ingenieros Coordinadores encargados de los proyectos en ejecución.
- 2) Brindar apoyo técnico en la elaboración de planos e informes.
- 3) Realizar cálculos de costos de obra, rendimiento de maquinaria y equipo, cotizaciones de materiales, equipo y mano de obra.
- 4) Asistir a los ingenieros en el ordenamiento de la información recabada de cada proyecto en ejecución o por realizar.

## **CAPÍTULO III. MARCO TEORICO**

### **3.1 VALLE DE SULA**

#### **3.1.1 EXTENSIÓN TERRITORIAL DEL VALLE DE SULA**

El Valle de Sula está ubicado en el noroeste del País. Es una zona de gran potencial agrícola, en donde la mayor parte de la tierra es apta para la agricultura. El valle tiene una superficie aproximadamente de 184130 hectáreas, (1,841 km cuadrados) la cual representa el 14% del total de Valles del País. La topografía casi en su totalidad es plana; Los ríos Ulúa y Chamelecón bañan aproximadamente 306 Km cuadrados (30,603 ha.) con un caudal medio de agua de 537 metros cúbicos por segundo.

Cuenta con magnificas y modernas vías de acceso terrestres que le permiten el acceso a los principales mercados nacionales. Las principales carreteras que lo unen con el resto del país son:

- Carretera del Norte (hacia la capital y el sur)
- Carretera de Occidente (hacia Guatemala y El Salvador)
- Carretera del Atlántico (hacia los dptos. De Atlántida, Colón y Gracias a Dios)

El valle cuenta además con un aeropuerto Internacional que le permite conectarse vía aérea con otros países del mundo. Así mismo en él se ubica el principal puerto de Honduras, (Puerto Cortés) el cual posee todas las facilidades portuarias que permiten el tránsito de mercaderías y personas vía marítima, para la importación y exportación de todo tipo de productos. El Valle está dotado de los diferentes medios de comunicación (especialmente internet, telefonía, canales de televisión local, etc.) lo cual fomenta y facilita el desarrollo de nuevos negocios e inversiones.

El valle se divide en dos grandes zonas:

- Zona baja: que comprende los municipios de Cortés, Choloma, Baracoa (Dpto. de Cortés), Mazapa, Guaymas, El Negrito y bajos de El Progreso (Yoro).
- Zona media: Comprendida por el resto de los municipios del Dpto. de Cortés y las restantes comunidades del municipio del El Progreso.

El clima del valle es caliente contando con una temperatura promedio 26.6° centígrados y una máxima de 30.65°. El promedio de precipitación anual es de 2,693 mm, con 177 días de lluvia.

El Valle de Sula tiene una Población estimada de 1,980,459 habitantes representando el 23% de la población total del país<sup>1</sup>. De este total buena parte habita en el arrea rural y se encuentra dedicada básicamente a la realización de actividades productivas agrícolas.

Los municipios que integran el Valle de Sula están:

*Tabla 1. División de municipios por departamento.*

<b>Municipios del Valle de Sula</b>	
Cortés	Choloma
	Omoa
	Puerto Cortes
	San Pedro Sula
	La Lima
	Villanueva
	Pimienta
	Potrerosillos
	San Antonio
	San Francisco
	San Manuel
Yoro	El Progreso
	Santa Rita
	El Negrito
Atlántida	Tela

Fuente: Propia.

<sup>1</sup> Dato recabado de Diario La Prensa con fecha de 03 – abril - 2016, (<https://www.laprensa.hn/honduras/946119-410/poblaci%C3%B3n-del-valle-de-sula-es-de-1980459-seg%C3%BAAn-proyecci%C3%B3n-del-ine>)

Se caracteriza en tener extensa área que se dedica a la agroindustria.

*Tabla 2. Agroindustria en el Valle de Sula.*

<b>Principales Cultivos en el Valle</b>		
Anuales	Granos Básicos	Maíz
		Arroz
		Frijoles
		Sorgo
	Tubérculos	Yuca
	Hortalizas de fruto	Tomate
Sandía		
Chile dulce		
Permanentes	Banano	
	Plátano	
	Caña de Azúcar	
	Palma Africana	
	Cítricos	
	Cacao	
Intensivos	Hortalizas	
	Bananos	
Extensivos	Granos Básicos	
	Palma Africana	
	Cacao	
	Cítricos	

Fuente: Propia.



lluvias torrenciales tiene una tendencia a crecer de forma desmedida, causando con ello daños a los poblados y ciudades por donde pasa.

### 3.1.2.2 Río Chamelecón

El Río Chamelecón cruza por zonas estrechas lo que lo exime de ser un río caudaloso, pero sí con bajos y con corrientes bastante rápidas. Es vulnerable a las precipitaciones que hace crecer considerablemente su nivel de aguas. Se le conoce su origen o nacimiento en el departamento de Copán, hacia el occidente del país. Se conoce su cuenca como Cuenca Hidrográfica del Río Chamelecón.

Desde su origen recorre 200 kms manejando un caudal máximo de 4700 m<sup>3</sup>/s a lo largo de su cuenca que va desde el lado oriental de la Cordillera del Merendón, por Santa Rosa de Copán, su nacimiento, y va bañando a su paso los departamentos de Copán, Santa Bárbara y Cortés para correr paralelamente al río Santiago por la falda de la montaña de Omoa, separados por una línea de colinas, al sur, y de allí salir a su desembocadura por el punto más bajo en el Valle de Sula, anteriormente en la Laguna de Alvarado, hacia el Mar Caribe, pero hace unos años se construyó un canal llamado Canal Chambers, que es el nuevo cauce del Río Chamelecón y es quien lo dirige a la desembocadura con el Mar Caribe.

## **3.2 BORDOS DE PROTECCIÓN PARA RÍOS**

Los ríos son un cuerpo de agua de caudal variable que se desplaza a través de los puntos más bajos de un área en específico llamado cauce. Estos en temporada de invierno, se van cargando y suben los niveles de agua. Cuando sus cuencas reciben lluvias constantes, cuando son muy caudalosos, cuando generan arrastres, entre otros factores es cuando el río es muy propenso a las inundaciones.

Es por lo que como sistema de protección se realizan los bordos en las riberas de los ríos para contrarrestar la cantidad de agua que desciende en temporadas de invierno. En conjunto con un estudio, se diseñan los bordos de protección. Cuando el área hidráulica se reduce en algún

tramo del río, se debe crear lo que es una zona de amortiguamiento para ampliar el área del río en caso la carga sea mucha causando que el río pierda su cauce.

Los bordos se construyen de materiales naturales colocados de acuerdo con las características geotécnicas que permitan retener el flujo del agua en el cauce, su forma geométrica es muy parecida a la de las presas, sin embargo, estos tienen una altura mucho menor y trabajan bajo diferentes condiciones y propósitos:

- Pueden encausar ríos o rodear poblaciones o áreas de importancia.
- Sólo uno de sus taludes trabaja directamente con el agua y no permanece sumergido todo el tiempo dependiendo del tipo de bordo.
- Se construyen para evitar inundaciones.
- Quedan expuestos a turbulencias y grandes variaciones hidráulicas.

### 3.2.1 TIPOS DE BORDOS

En cuanto a los tipos de bordos, existen 2 tipos.

#### 3.2.1.1 Bordos en márgenes de ríos.

Este tipo de bordo es el que está limitando el cauce del río. El agua permanece constantemente en su talud. Se construyen como el límite del río por muchos factores como ser: el espacio de construcción, entre otros.

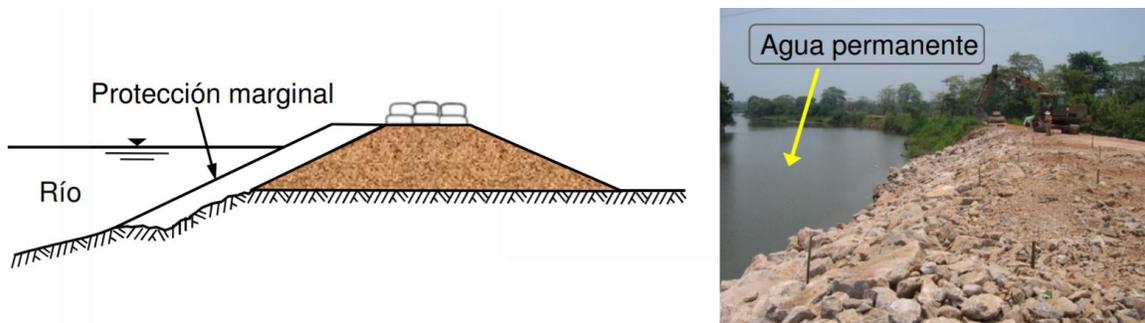


Ilustración 2. Bordos en márgenes de Ríos.

Fuente: UNAM (Instituto de Ingeniería de Geotecnia).

### 3.2.1.2 Bordos de protección.

Estos bordos se construyen con una distancia apartados del cauce del río. Estos le dan un área hidráulica mayor al natural del río debido a que el río al que está protegiendo es propenso a desbordamiento debido a la creciente que desciende por las cuencas en tiempos de invierno.



Ilustración 3. Bordos de Protección.

Fuente: UNAM (Instituto de Ingeniería de Geotecnia).

### 3.2.2 SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS DE BORDOS

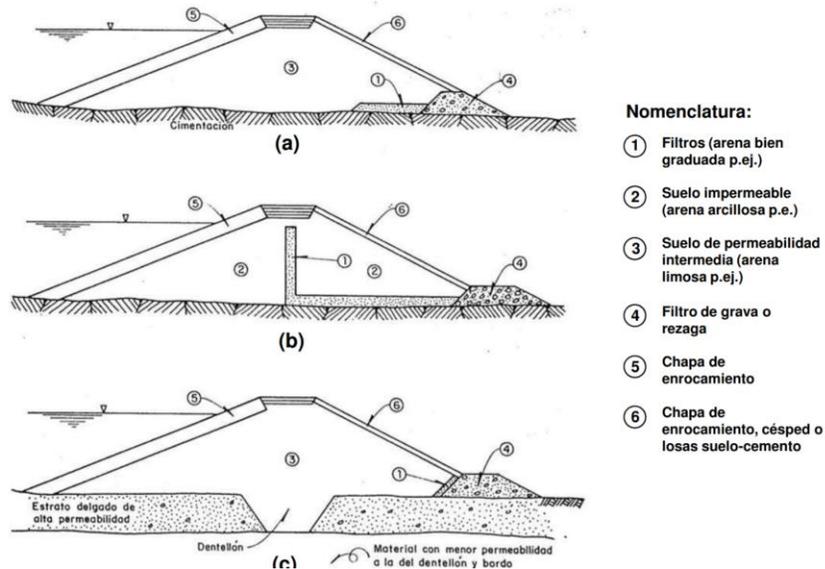


Ilustración 4. Nomenclatura usada en los bordos.

Fuente: Geotecnia, Cap. 23 Manual de Ingeniería de Ríos, Mendoza, febrero 1998

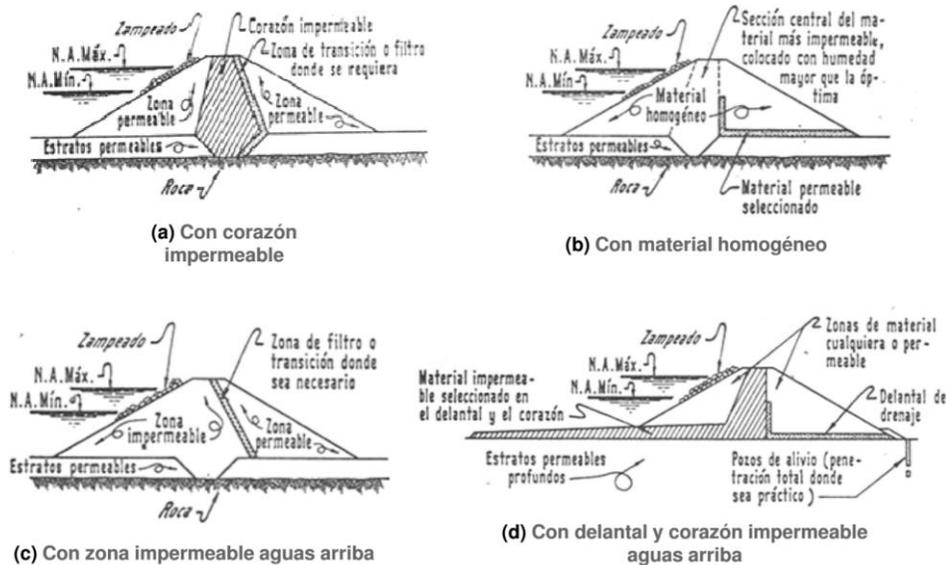


Ilustración 5. Secciones transversales típicas de bordos.

Fuente: Geotecnia, Cap. 23 Manual de Ingeniería de Ríos, Mendoza, febrero 1998

La estabilidad se ve afectada por taludes muy pronunciados por lo que se sugiere que el talud no sea más pronunciado que la relación 1.5:1, se recomiendan pendientes con relaciones 2:1 o 3:1 para tener una menor estabilidad. El tamaño de la roca que se requiere para resistir las fuerzas erosivas del flujo incrementa cuando el ángulo del talud incrementa en relación con el ángulo de reposo del material.

### 3.2.3 TIPOS DE FALLAS EN BORDOS

Como se mencionó anteriormente los bordos son estructuras que se encargan de encausar y retener el agua para evitar inundaciones, la construcción de este tipo de obras en un río presenta algunas alteraciones en el funcionamiento del cauce como son:

- Elevación del nivel de agua
- Incremento de la velocidad del flujo
- Aumento de la erosión del río

En algunos tramos estas estructuras llegan a reventar por lo que es necesario corregir sus condiciones actuales, sobre elevar sus niveles y desazolvarlas en algunos casos.

Las fallas en los bordos se presentan en su mayoría durante y después de una avenida, en otras ocasiones ocurren por el proceso de asentamientos, erosiones y socavación.

Dado que los bordos y estructuras marginales son elementos de tierra que funcionan bajo efectos del agua es necesario hacer estudios de hidráulica fluvial que permitan conocer las características y comportamiento del cauce, de la misma forma es necesario conocer el mecanismo de falla de este tipo de estructuras para poder evitar aquellas acciones que lo afectan.

Algunos puntos que pueden indicar la presencia de alguna anomalía son los siguientes

- Elevación y alineación de la corona
- Formación de grietas en la corona y paramento mojado
- Protuberancias en la cimentación y talud aguas abajo
- Desprendimiento del pie en la base del bordo
- Desprendimiento del material inundado en el paramento mojado
- Identificación de madrigueras
- Filtraciones
- Erosión de los taludes por lluvias

### 3.2.3.1 Fallas por Estabilidad

Este tipo de fallas son muy similares a las que se producen en presas flexibles, éstas llegan a afectar gran parte de la estructura provocando su falla total o parcial. En algunos casos si su falla parcial es localizada a tiempo pueden tomarse medidas preventivas que permitan que la obra siga funcionando de lo contrario si la falla no es detectada a tiempo se puede perder la estructura por completo y ocasionar serias afectaciones.

Dentro de las fallas por estabilidad los tipos de fallas que se presentan son debidas a

- Deslizamientos de taludes de tipo circular, o lineal
- Pérdida de capacidad de carga

- Fallas por movimiento del agua

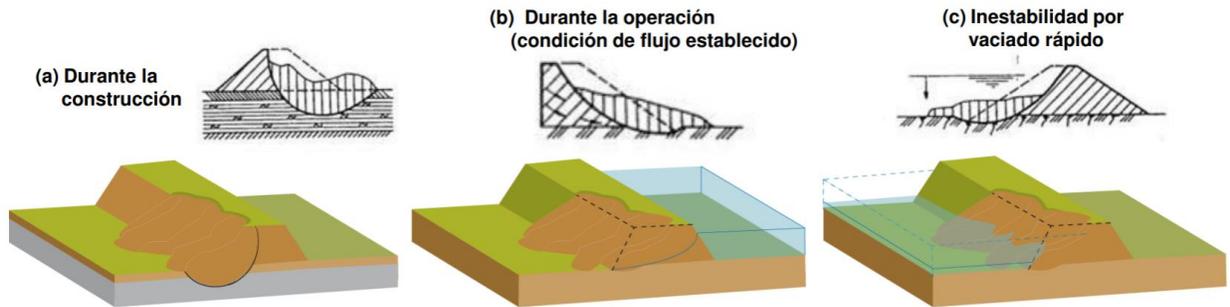


Ilustración 6. Falla por Estabilidad.

Fuente: UNAM (Instituto de Ingeniería de Geotécnia.

### 3.2.3.2 Fallas por Pérdida de la capacidad de Carga Local

Se presentan cuando la estructura ha sido expuesta a cargas cortantes de gran magnitud que dejan vulnerable a la zona, reduciendo la capacidad de carga de la estructura de tal forma que al trabajar bajo condiciones de carga fuertes llega a producir una falla, este tipo de falla es la más común en cimentaciones, sin embargo, considerando que los bordos son aprovechados como caminos (



Ilustración 7. Exceso de carga en bordo.), debe realizarse el diseño considerando una carga viva correspondiente al peso del vehículo más grande que puede transitar la zona.

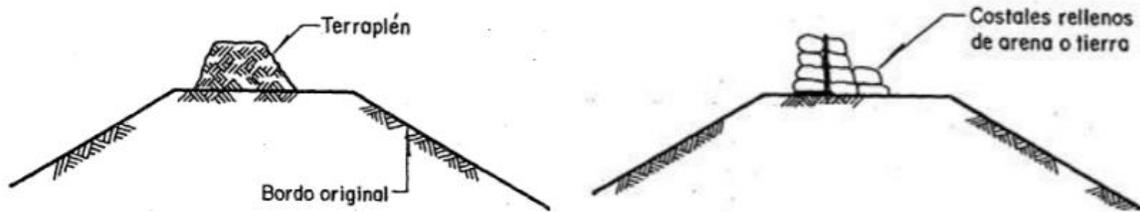


Ilustración 7. Exceso de carga en bordo.

Fuente: UNAM (Instituto de Ingeniería de Geotécnia.)

### 3.2.3.3 Fallas por Desbordamiento

Esta falla ocurre por una falla en el estudio hidrológico o por la llegada de una avenida extraordinaria con lo que el gasto de diseño excede el nivel del bordo y pasa por encima de él, como se observa en la figura, dado que el talud aguas abajo no está diseñado para resistir el paso del agua éste comienza a socavarse debilitando el cuerpo del terraplén y destruyendo la estructura (Ilustración 8. Falla por desbordamiento.). La falla puede ser total y llegar a colapsar el bordo o puede presentarse progresivamente; en el caso de arcillas, permitiendo que se tomen medidas de reparación o en su defecto desalojar el área de inundación.

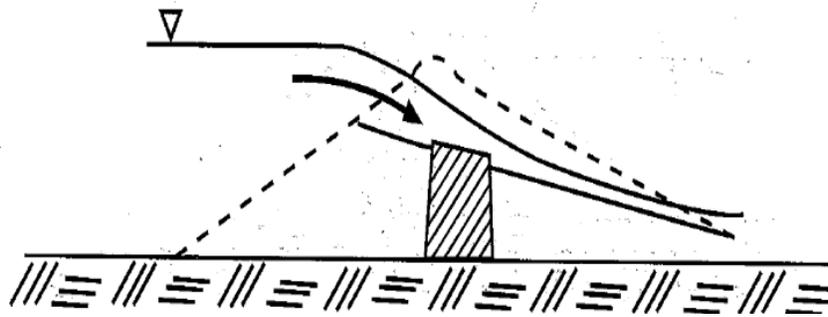


Ilustración 8. Falla por desbordamiento.

Fuente: UNAM (Instituto de Ingeniería de Geotecnia.)

Como los bordos son estructuras construidas principalmente de materiales naturales sueltos, no tienen la capacidad de funcionar como estructuras vertedoras, por lo que su gasto de

diseño debe quedar afectado por un factor de seguridad que garantice la estabilidad de la estructura.

Para absorber los errores posibles en el cálculo de los gastos de diseño y las variaciones de la elevación de los bordos debidos ya sea a asentamientos o deformaciones se coloca una sobreelevación conocida también como bordo libre. En algunas ocasiones, cuando se llegan a exceder esta elevación lo que se hace es sobre elevar la corona ya sea con materiales propios del bordo o con algún otro material que se tenga disponible, sin embargo, este tipo de medidas se realizan solo en situaciones de emergencia ya que siempre es necesario calcular y planear adecuadamente cualquier obra o implementación de esta.

#### 3.2.3.4 Fallas por Tubificación

La tubificación se presenta cuando una partícula de agua atraviesa los granos del suelo transportándose de un lado a otro y creando tubos que atraviesan completamente el terraplén, cuando el flujo de agua aumenta crea canales que debilitan el cuerpo del bordo llegando a ocasionar su falla. Esta falla se presenta en el cuerpo de la estructura cuando el material no fue compactado suficientemente o los materiales no cumplían con las sollicitaciones por lo que la probabilidad de ocurrencia de este fenómeno depende en gran medida de las propiedades de los suelos. Se sabe que los suelos con alta plasticidad presentan mayor resistencia a la tubificación que aquellos no plásticos.

Este tipo de falla también puede presentar en la cimentación cuando el material es arrastrado por el río y deja pasar el agua más fácilmente.

En algunas ocasiones estos tubos los cavan los animales o se generan con el crecimiento de las raíces de la vegetación, por lo que es recomendable para ambos casos que se vite la presencia de vegetación que pueda invitar a este tipo de animales.

En los casos en los que el bordo está construido de material homogéneo semejante al del cauce debe cuidarse muy bien la ubicación de la línea de flujo superior ya que si ésta llega a

atravesar completamente el cuerpo del bordo se corre el riesgo de fallar por tubificación por lo que es necesario mantener supervisado el talud exterior y detectar filtraciones. Cuando se conoce la presencia de estos problemas puede pensarse en la colocación de una pantalla impermeable o un dren que permita abatir la línea de flujo y conducir el agua de tal forma que no cause efectos desfavorables en el bordo.



**(a) A través de la cortina      (b) A través de la cimentación**

*Ilustración 9. Falla por Tubificación.*

Fuente: UNAM (Instituto de Ingeniería de Geotecnia).

Gran resistencia a la tubificación	1	Arcillas muy plásticas ( $I_p > 15\%$ )
	2	Arcillas muy plásticas ( $I_p > 15\%$ ), con compactación deficiente
Resistencia media a la tubificación	3	Arenas bien graduadas o mezclas de arena y grava, con contenido de arcilla de plasticidad media ( $I_p > 6\%$ ), deficientemente compactadas.
	4	Arenas bien graduadas o mezclas de arena y grava con contenido de arcilla de plasticidad media ( $I_p > 6\%$ ), deficientemente compactadas.
	5	Mezclas no plásticas bien graduadas y bien compactadas, de grava, arena y limo ( $I_p > 6\%$ )
Baja resistencia a la tubificación	6	Mezclas no plásticas bien graduadas y deficientemente compactadas, de grava, arena y limo ( $I_p > 6\%$ )
	7	Arenas limpias, finas, uniformes ( $I_p < 6\%$ )
	8	Arenas limpias, finas, uniformes ( $I_p < 6\%$ ), deficientemente compactadas.

*Tabla 3. Resistencia a la tubificación ante diferentes mezclas de suelo.*

Fuente: Juárez, 2020.

### 3.2.3.5 Fallas por Erosión

La erosión puede afectar tanto el talud mojado como el seco, este tipo de efectos se producen principalmente por la lluvia y oleaje y llegan a ser más notorios cuando el tamaño medio de las partículas es pequeño y fácilmente transportable. En el talud mojado ocurre si no se tiene la suficiente protección del material en su desplante por lo que es fácilmente transportado por la corriente del cauce. Una falla por erosión es considerada cuando se pierde el recubrimiento del talud.

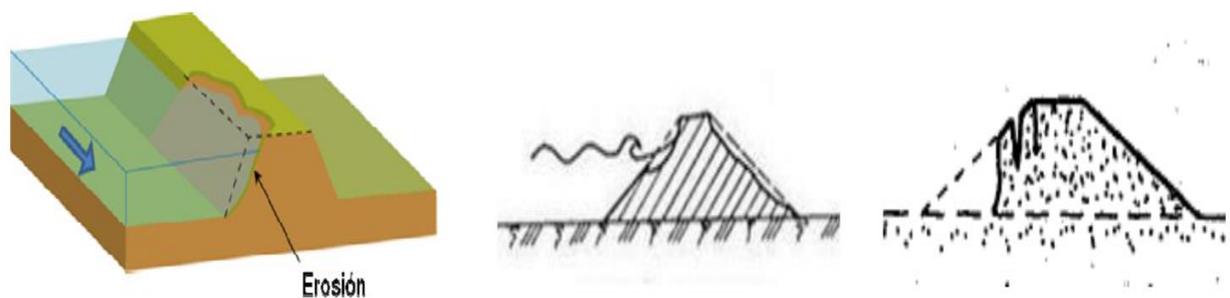


Ilustración 10. Falla de Erosión.

Fuente: UNAM (Instituto de Ingeniería de Geotecnia).

### 3.2.3.6 Fallas por Agrietamiento

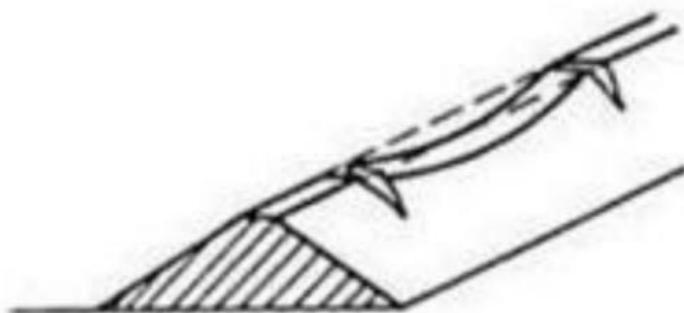
Esta falla se considera por estabilidad ya que afecta el comportamiento mecánico del elemento, sin embargo; los agrietamientos son causados por asentamientos diferenciales que se consideran fallas por deformación de los cuales se hablará más adelante.

Las grietas que se presentan en los bordos pueden ser:

- Longitudinales (Paralelas al eje del bordo)
- Transversales
- Profundas
- Someras

Estas fallas se pueden presentar debido a movimientos bruscos como explosivos o sismos. Los agrietamientos longitudinales llegan a presentarse después de un deslizamiento en el talud mojado. Las grietas transversales llegan a ser producto de un secado o expansión excesiva del material.

Las grietas generadas favorecen el curso del agua a través del terraplén por lo que la capacidad del bordo se ve reducida y el agua puede llegar a salir de él produciendo grietas más profundas, deformándolo y socavando el cuerpo de éste.



*Ilustración 11. Falla por Agrietamiento.*

Fuente: UNAM (Instituto de Ingeniería de Geotecnia).

### 3.2.3.7 Fallas por Socavación

La socavación se produce por la fuerza del agua ejercida en las partículas del terraplén, es decir por las fuerzas cortantes producidas por el agua. La socavación es más severa cuando la pendiente es muy fuerte y cuando se presentan avenidas.

Algunas medidas para prevenir la socavación consisten en la colocación de tapetes o colchas de concreto, que adicionalmente evitan los efectos de la erosión. Ya sea en la sección recta o en la curvatura de un meandro. Los procedimientos que sugiere Lemac en su manual de gaviones para evitar que se socave un recubrimiento es desplantar la protección a una profundidad tal que no sea afectada por la erosión general o la erosión en curvas, otra de ellas

consiste en excavar una trinchera al pie del recubrimiento, rellenándola con un material que no pueda ser arrastrado por la corriente.

Las principales fallas en los recubrimientos ya sean los de materiales naturales o los de recubrimientos de colchas o tapetes se ven influenciados en su proceso de colocación, por ejemplo, la colocación a mano del enrocamiento resulta más favorable que dejar caer simplemente el material sobre el bordo, de la misma manera el proceso que se elija en la colocación de los recubrimientos influye en el comportamiento del flujo y del talud.

### 3.2.3.8 Fallas por Licuación

El fenómeno de licuación ocurre en arenas y limos cuando la presión del fluido aumenta por la aplicación de algún tipo de fuerza como puede ser la debida a movimientos sísmicos, en las obras construidas de materiales naturales la licuación se genera con la presencia de cargas cíclicas que aumentan la presión de poro por lo que el contacto entre los granos disminuye y se comporta como un líquido denso que provoca deslizamientos en los taludes.



*Ilustración 12. Falla por Licuación.*

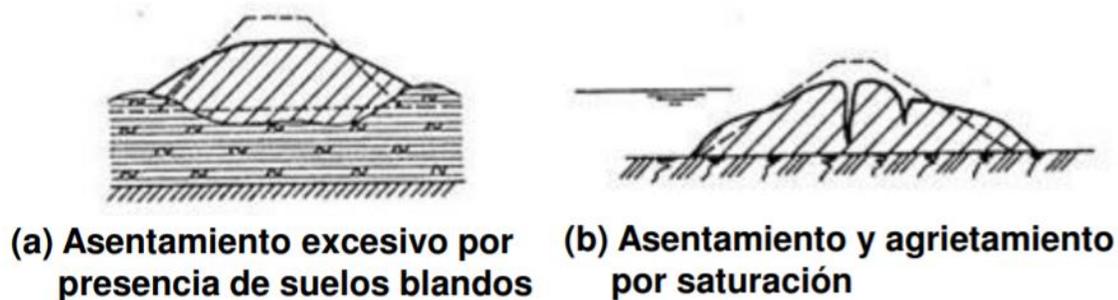
Fuente: UNAM (Instituto de Ingeniería de Geotecnia).

### 3.2.3.9 Fallas por Asentamiento

Los asentamientos en suelos cohesivos se producen por la expulsión de agua debido a la aplicación de cargas externas. En el caso de suelos arenosos se atribuye a que algunas partículas llegan a ser transportadas generando huecos que producen hundimientos.

Los asentamientos llegan a producir grietas debido a las variaciones producidas en el material.

Los asentamientos generados por pérdida de masa se deben al movimiento de las partículas del suelo que puede ser resultado de la socavación o colapso de los taludes.



*Ilustración 13. Falla por Asentamiento.*

Fuente: UNAM (Instituto de Ingeniería de Geotecnia).

### **3.3 EFECTO DE TORMENTAS TROPICALES ETA – IOTA EN EL VALLE DE SULA**

El valle de Sula por su amplia extensión superficial de 2,400 KM<sup>2</sup>, es una zona altamente vulnerable ante los altos niveles de precipitación durante los periodos lluviosos de invierno y los excesivos caudales que se generan en los ríos Ulúa y Chamelecón, los cuales impactan en toda la planicie del Valle de Sula, produciendo terribles daños a la infraestructura pública y privada y a los bienes y vidas de sus pobladores.

Este año se considera como un periodo cíclico de eventos climatológicos de alta magnitud, los cuales superan los periodos de diseño de las obras hidráulicas en el valle, generando precipitaciones de 850 mm de lluvia acumulados durante los Huracanes “ETA-IOTA”, el cual interactuó con una depresión tropical estacionada al oeste de Nicaragua y Honduras, durante el periodo del 03 al 30 de noviembre del presente año.

Ambos fenómenos climatológicos, generaron caudales de 6,236 m<sup>3</sup>/s durante el Huracán ETA y 5,803 m<sup>3</sup>/s durante el Huracán IOTA a la altura de la Estación Telemétrica El Tablón en la cuenca del río Chamelecón, sumado a estos caudales las subcuencas aguas debajo de dicha estación, impactando el área de la cuenca baja de los municipios que conforman el Valle de Sula. Así mismo en la cuenca del Río Ulúa, se registraron caudales en la estación Chinda de 11,256 m<sup>3</sup>/s durante el Huracán ETA y 11,156 m<sup>3</sup>/s durante el Huracán IOTA, impactando en los municipios de El Progreso, San Manuel, Puerto Cortes, Tela, La Lima, Villanueva, El Negrito, Omoa, Choloma, San Pedro Sula, Santa Cruz de Yojoa, Pimienta, Potrerillos, sumado el aporte de todas las vertientes de la Cuenca de mico Quemado desde Quebrada Seca hasta el Río Guaymon.

Dentro de los datos estadísticos generados por las Estaciones pluviométricas de la Red Nacional administrada por COPECO-CENAOS, se manifestaron volúmenes de precipitación que alcanzaron los 847.7 mm durante el paso del Huracán ETA, registrados por la Estación Meteorológica FIME operada por la empresa Aguas de Puerto Cortes y volúmenes de precipitación que alcanzaron los 583.18 mm durante el paso del Huracán IOTA, registrados por la Estaciones pluviométricas de Galeras y Quimistan en el departamento de Santa Bárbara. Se muestra en las tablas de precipitación (Ilustración 14. Volúmenes de precipitación en mm.) generadas por la Estación FIME durante el periodo comprendido entre 31 de octubre al de 10 de noviembre durante el Huracán ETA; y la tabla de precipitación emitida por el Centro de Información de COPECO-CENAOS durante el periodo del 16 al 18 de noviembre 2020, durante el Huracán IOTA, donde se alcanzaron las mayores concentraciones de precipitación.

<b>Río Chamelecón</b>			
Capacidad Hidráulica (M <sup>3</sup> /seg)	MITCH	ETA	IOTA
1,900	4,700	6,236	5,803
Nivel de Agua	6.21 mts	8.24 mts	7.80 mts.
Veces que sobrepaso caudal	2.47	3.28	3.05
<b>Río Ulúa</b>			
Capacidad Hidráulica (M <sup>3</sup> /seg)	MITCH	ETA	IOTA
4,000	11,000	11,256	11,156
Nivel de Agua	15.46 mts	15.82 mts	15.68 mts
Veces que sobrepaso caudal	2.75	2.81	2.79

*Ilustración 14. Volúmenes de precipitación en mm.*

### 3.3.1 DAÑOS A LOS BORDOS.

A continuación, se muestran imágenes de los daños y las afectaciones que dejó el paso de las tormentas tropicales de ETA e IOTA al sistema hidráulico del Valle de Sula.



*Ilustración 15. Boquete en margen izquierda de Canal Maya.*

Fuente: Propia.



*Ilustración 16. Boquete en Canal Guanchias, margen derecha de Río Ulúa.*

Fuente: Propia.



*Ilustración 17. Boquete en Finca Casmul, margen derecha Río Ulúa.*

Fuente: Propia.



*Ilustración 18. Boquete en La Frontera, margen izquierdo Canal Chotepe.*

Fuente: Propia.

## **CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO**

En el capítulo siguiente se exponen las actividades y asignaciones con las que se apoyó a las labores de la oficina, con el fin de realizar todas las actividades necesarias, como visitas de campo, realización de memorias de cálculo y replanteo de planos, plasmando así el proceso de la práctica profesional.

### **SEMANA 1: DEL 12 DE OCTUBRE AL 16 DE OCTUBRE DEL 2020**

En esta semana se dio iniciada la práctica profesional, luego de haber realizado todas las gestiones en las oficinas centrales de la Comisión para el Control de Inundaciones del Valle de Sula (CCIVS), se otorgó la carta de aceptación y se informó las actividades y funciones a desempeñar y quiénes serían los principales encargados: el Ingeniero Sergio Villatoro, con el cargo de Director Ejecutivo de la Institución, el Ingeniero Neil Diaz con el cargo de Jefe del departamento de Ingeniería y los Ingenieros Gerson Cortés y Harry Lobo, encargados de los proyectos en ejecución y los que están en proceso de licitación.

El día 12 de octubre fue la presentación formal de mi persona ante todo el personal de la oficina. El Ingeniero Neil Diaz se encargó de mostrarme las instalaciones y de brindarme un espacio asignado para poder realizar las actividades de oficina. Me dio una explicación más profunda de las actividades y funciones a realizar durante el cumplimiento del tiempo estipulado de práctica profesional.

El día 13 de octubre se me asignó transcribir una memoria de cálculo de canales abiertos para aguas pluviales. La memoria de cálculo corresponde al proyecto en ejecución en el municipio de El Negrito, departamento de Yoro, realizada por el Ingeniero Neil Diaz. Dicha actividad se realizó durante toda la jornada de trabajo.

El día 14 de octubre se realizó la primera visita a campo, proyecto que aún está en proceso de licitación pero que ya se están realizando estudios y recopilación de datos por medio del ente Interesado. El proyecto consiste en la construcción de canales para el drenaje de aguas lluvias,

posteriormente evitar futuras inundaciones en temporadas de lluvias y se ubicaría en el municipio de Pimienta, Cortés. La visita de campo consistió en ir a corroborar a campo que los datos de planos topográficos brindados por la municipalidad fueran certeros. Localizar canales existentes (Ilustración 19. Inspección de Canales existentes en Pimienta, Cortés.). Se hizo una inspección minuciosa del diseño brindado y se dio recomendaciones sobre los tipos de canales que se deberían colocar en ciertos tramos en base a la experiencia del ingeniero que fue asignado para dicho proyecto.

El día 15 de octubre se llevó a cabo una inspección al municipio de Potrerillos, Cortés. Visita realizada con el motivo de identificar la causa de inundaciones en la zona. Se inspeccionó el área afectada y se logró detectar la posible causa. Se encontró que El Rio Ulua tiene un canal natural que desvía parte del caudal formando un cuerpo de agua que pasa por el municipio de Potrerillos. Este al estar en temporadas de crecida, se desborda y crea una laguna que tarda aproximadamente 3 meses en temporada de verano para secarse (Ilustración 20. Inundación por desbordamiento de Rio Ulua en Potrerillos, Cortés.). Se propuso una solución a la persona encargada por parte de la Municipalidad de Potrerillos que podría ser la más viable para el proyecto. Luego se dio instrucciones al topógrafo de la información que debía levantar del sitio y puntos de interés.

El día 16 de octubre se hizo una visita técnica, junto con el jefe de Ingeniería de la Comisión, al proyecto en ejecución del municipio de El Negrito, Yoro. Visita en la que tenía por objetivo inspeccionar el avance de obra desde la visita anterior y llegar a un acuerdo con el contratista acerca de un tramo de canal que no estaba estipulado en planos. Durante la inspección se verificó las actividades en las que estaban trabajando. Se logró observar que tenían 3 pasos vehiculares en proceso, 2 con las losas fundidas (Ilustración 21. Pasos Vehiculares en proyecto de El Negrito, Yoro.). Se trabajaba también en la extracción de sedimentos dentro del canal (Ilustración 22. Obreros extrayendo sedimentos dentro de canal en proyecto de El Negrito, Yoro.).

## **SEMANA 2: DEL 19 DE OCTUBRE AL 23 DE OCTUBRE DEL 2020**

El día 19 de octubre se hizo una visita técnica al proyecto en ejecución en el Rio Tegucigalpita (Ilustración 23. Ubicación del Rio Tegucigalpita.), ubicado en carretera hacia Corinto en CA-13. Dicha visita se llevo a cabo con los Ingenieros de la Comisión para el Control de Inundaciones del Valle de Sula, Ing. Neil Diaz y el Ing. Harry Lobo. El proyecto que se esta llevando a cabo es con el objetivo de proteger los márgenes del Rio Tegucigalpita, ya que en temporada de invierno el rio alcanza altos niveles que llega a los márgenes y empieza a socavar, provocando un desgaste en los bordos. Para contrarrestar este efecto, se planificó la instalación de geotubos junto con geomanto en los márgenes del rio. La visita consistió en supervisar la colocación de los geotubos y comprobar que ella estuviese de acuerdo con lo planificado.

El día 20 de octubre se realizó un informe de la visita técnica hecha el día anterior al proyecto en el Rio Tegucigalpita. El Informe debía incluir los datos generales del proyecto junto con una memoria fotográfica.

El día 21 de octubre se hizo una visita técnica en el municipio de Santa Rita, Yoro. La visita consistía en indicarle al topógrafo cuál era la información necesaria para desarrollar el diseño del proyecto. El proyecto consiste en la canalización de 3.4 kilómetros de un canal natural existente (Ilustración 25. Canal natural existente en Santa Rita, Yoro.), conduciendo el agua hasta un canal de irrigación, con el propósito de evitar inundaciones en la comunidad. Se tomaron puntos georreferenciados obtener las coordenadas de los puntos de interés como ser una alcantarilla existente (Ilustración 26. Agua estancada en Alcantarilla en Santa Rita, Yoro.).

El día 22 de octubre se realizó una memoria fotográfica de los 4 proyectos en ejecución por la Comisión para el Control de Inundaciones del Valle de Sula. Dicha memoria fotográfica debía contener imágenes de todos los procesos de cada proyecto, es decir, debía mostrarse el estado en que estaban los lugares desde antes que iniciaran los proyectos hasta lo realizado hasta la fecha de 21 de octubre.

El día 23 de octubre se realizó una presentación en Microsoft PowerPoint para exponer los avances de los proyectos en ejecución ante el personal de la Junta Directiva de la CCIVS. Dicha presentación debía contener información general de los proyectos y el planteamiento del estado de los proyectos.

### **SEMANA 3: DEL 26 DE OCTUBRE AL 30 DE OCTUBRE DEL 2020**

El día 26 de octubre se realizó un detalle de un canal rectangular en el programa Civil 3D de AutoCad. El diseño del canal fue realizado por el Ing. Neil Diaz, quien brindó los parámetros de dicho detalle.

El día 27 de octubre se realizó una reunión en el municipio de El Negrito, Yoro. Dicha reunión fue organizada por la Coordinadora de la Defensa del Valle de Sula (CODEVAS). CODEVAS es una organización por parte de los dirigentes de las comunidades de todo el Valle de Sula. Con el fin de presentar problemáticas de inundaciones en las comunidades del Valle de Sula, los dirigentes presentaron un informe de los daños existentes en las comunidades representadas (Ilustración 27. Reunión de CODEVAS.).

El día 28 de octubre se realizó una visita a la obra en ejecución de Rio Guaymitas intersección con la carretera CA-13. Proyecto en el que se desarrolló una Escollera anteriormente mencionada. La visita consistió en hacer una inspección del trabajo ejecutado hasta la fecha. El proyecto presentó un avance de obra del 97%, haciendo falta la limpieza de vegetación en la escollera (Ilustración 28. Vegetación en escollera de Rio Guaymitas.).

El día 29 de octubre se realizó un informe de lo que fue la reunión de CODEVAS el día 27. Dado que se debe registrar todas las reuniones, se transcribieron todos los puntos importantes tocados en la reunión a un documento en MS Word.

Para el día 30 de octubre, la asignación fue la revisión de los expedientes que los ingenieros supervisores por parte de CCIVS entregan a oficina para documentar todo el proceso de los proyectos ya terminados y entregados. Se siguió el orden de una guía facilitada para la verificación de todos los documentos.

#### **SEMANA 4: DEL 2 DE NOVIEMBRE AL 6 DE NOVIEMBRE DEL 2020**

El día 2 de noviembre se convocó a una reunión de parte de COPECO para discutir el plan de contingencia que crearían para la llegada del Huracán ETA. Convocaron a todos los miembros del CODEM de cada municipio propensos a inundaciones para advertirles sobre los pronósticos.

El día 3 de noviembre se hizo una obra de prevención de inundación en La Lima. Esta obra no estuvo planeada, sino fue una respuesta ante las amenazas inmediatas de las crecidas. Se rellenaron sacos con material del sitio, con personas de la comunidad aledaña, y se apilaron unos con otros para crear una especie de barrera para evitar inundación en esta zona (Ilustración 29. Colocación de sacos rellenos en Lima Centro, La Lima.).

El día 4 de noviembre se llevó a cabo una reunión con miembros de la junta directiva de CCIVS, algunos ministros del estado, personal técnico de la represa hidroeléctrica El Cajón e ingenieros hidrólogos. Reunión cuyo fin fue discutir la descarga controlada de la represa.

El día 5 y 6 de noviembre no hubo actividad alguna debido a que el huracán ETA dejó incomunicada sin acceso a San Pedro Sula y sin red de telefonía la zona de Cofradía Cortés.

#### **SEMANA 5: DEL 9 DE NOVIEMBRE AL 15 DE NOVIEMBRE DEL 2020**

El día 9 de noviembre se recibió una instrucción precisa de parte de la Dirección Ejecutiva de CCIVS de realizar un listado de todas las fallas provocadas en el sistema hidráulico del Valle de Sula ubicando cada falla en Google Earth Pro para que de esta manera se determinaran los proyectos de reconstrucción a realizar por CCIVS para poder conservar el cauce de los ríos desbordados durante la emergencia ETA.

El día 10 de noviembre se trabajó en la ubicación de las fallas que el Ingeniero Gerson Cortés detectó en un recorrido en campo. A cada falla detectada se le fue dando nombre para un posible proyecto a realizar.

El día 11 de noviembre se hizo un banco de imágenes de cada falla detectada por los ingenieros que recorrieron ciertas partes del valle.

El día 12 de noviembre se trabajó en la ubicación de las fallas que el Ingeniero Harry Lobo detectó en un recorrido en campo. A cada falla detectada se le fue dando nombre para un posible proyecto a realizar.

El día 13 de noviembre se llevó a cabo una reunión con la directiva de CCIVS para que los ingenieros encargados de hacer los recorridos presentaran un avance de las fallas detectadas hasta el momento (Ilustración 30. Reunión con Junta Directiva de CCIVS.).

El día 15 de noviembre se convocó a la oficina para preparar una presentación en la cual se mostraría los comparativos del antes y después de los proyectos post ETA que CCIVS realizó después de la emergencia y previo a la amenaza "Iota". Se realizó una reunión esa misma mañana en las oficinas del 911 para presentar el comparativo a las autoridades del Gobierno de Honduras y personas representantes de cada organización gubernamental (Ilustración 31. Reunión en 911; post ETA.).

## **SEMANA 6: DEL 16 DE NOVIEMBRE AL 20 DE NOVIEMBRE DEL 2020**

El día 16 de noviembre se realizó una inspección al Río Bermejo, colindando con la colonia Stibys en San Pedro Sula ya que 52 metros de bordo fueron erosionados. La inspección consistió en el reconocimiento del sitio, haciendo un análisis de la solución a brindar. La solución más oportuna que se encontró fue la construcción de una escollera con relleno de material selecto hasta la corona del bordo. (Ilustración 32. Visita técnica en Río Bermejo, Sector Colonia Stibys.) Las rocas de gran tamaño por utilizar se extraerían de UNAH-VS. (Ilustración 33. Reconocimiento de material a utilizar en UNAH-VS para Escollera de Río Bermejo, Sector Stibys.)

El día 17 de noviembre inició la obra de construcción de una escollera en el bordo margen izquierdo de Río Bermejo, Sector Colonia Stibys. Esta obra realizada con el motivo de proteger el bordo para evitar erosiones extremas durante la crecida por el huracán Iota. Se dio inicio limpiando el acceso al sitio por el bordo en la margen izquierda desde el puente de la morgue de San Pedro Sula, hasta el sitio (Ilustración 34. Limpieza de acceso a bordo de Margen Izquierda de

Rio Bermejo.). Empezando a las 11am a colocar las rocas acarreadas se finalizó la jornada a las 10pm (Ilustración 35. Inicio de obra de escollera sobre margen de Rio Bermejo.).

El día 18 de noviembre se continuó la colocación de rocas en el sitio. Finalizando la jornada a las 9pm, se logró proteger el bordo hasta la mitad de su altura (Ilustración 36. Dia 2 en la construcción de escollera sobre margen Izquierda de Rio Bermejo.) (Ilustración 37. Fotografía tomada el día 3 antes de empezar funciones en escollera.).

El día 19 de noviembre se trabajó en las oficinas de CCIVS los perfiles de los proyectos paliativos realizados durante la emergencia Post Eta para recolectar la documentación necesaria.

El día 20 de noviembre se hicieron las portadas de los perfiles de todos los proyectos realizados durante la emergencia. Estos debían contener una sección típica del bordo trabajado, la ubicación de la falla y una imagen de dicha falla.

### **SEMANA 7: DEL 23 DE NOVIEMBRE AL 27 DE NOVIEMBRE DEL 2020**

El día 23 de noviembre continuó trabajando en los perfiles de los proyectos realizados durante la emergencia. Fueron en total 7 proyectos realizados, de los cuales se debía tener los 7 perfiles listos.

El día 24 de noviembre se trabajó en un cuadro de costos por proyecto creando el formato para de esa manera llevar un mejor control del monto total de la suma de todos los proyectos realizados.

El día 25 de noviembre se empezó la creación de un cuadro de ubicación actualizado en el que se contemplarían las fallas generadas en ETA y IOTA. Este debía contener por cada falla, información básica y necesaria como ser: posible nombre del proyecto mencionando el sector de ubicación, el municipio, departamento, coordenadas de la falla, metros cúbicos de movimiento de material, costo aproximado, información de quién hizo la inspección en la falla y si existen fotografías de la falla.

El día 26 y 27 de noviembre se introdujo al cuadro la información que se estaba requiriendo y se presentó ante el jefe de ingeniería para aprobación de lo trabajado hasta el momento.

### **SEMANA 8: DEL 30 DE NOVIEMBRE AL 6 DE DICIEMBRE DEL 2020**

Los días 30 de noviembre y 1 de diciembre se asistió trabajando en la creación de fichas técnicas de los proyectos de rehabilitación post ETA-IOTA. Se realizaron 15 fichas entre los dos días.

El día 2 de diciembre se trabajó en conjunto con los ingenieros inspectores de campo para revisar las fichas con las que se contaban y agregar descripción de los proyectos a cada ficha.

El día 3 de diciembre se formularon 3 de los 15 proyectos con ficha técnica. Proceso que duró 13 horas hasta terminar la tercera formulación de proyecto. Asistieron los 3 ingenieros encargados de las inspecciones de campo ya que ellos conocen la descripción de cada falla y eran quienes daban los detalles acerca de cada uno de los proyectos. La información que era requerida era la longitud del tramo de falla, volumen aproximado, tipo de taludes, si se cuenta con banco de préstamo cercano al lugar de falla para el acarreo del material y distancia de acarreo.

El día 4 de diciembre se formularon 4 proyectos completando toda la información conjunto a los ingenieros inspectores de campo. Este día se recibió en las oficinas a la comitiva Israelita para exponer la problemática del sistema hidráulico en el Valle de Sula.

El día 6 de diciembre se asistió a una reunión con el Jefe de Ingeniería de CCIVS y con el Ingeniero Juan José Alvarado de gestión de proyectos de CCIVS al hotel Clarión en San Pedro Sula con el motivo de la presentación de los daños en el sistema hidráulico del Valle de Sula a la comitiva Israelita y a los Ingenieros Israelíes en su país de origen vía zoom (Ilustración 38. Visita de Comitiva Israelí al Valle de Sula.).

## **SEMANA 9: DEL 7 DE DICIEMBRE AL 12 DE DICIEMBRE DEL 2020**

El día 7 de diciembre se desarrollaron los planos de presentación de los 7 proyectos formulados durante la semana anterior. Dichos planos debían contar con el nombre completo del proyecto, imagen de ubicación en Google Earth, dos imágenes de los daños involucrados y un cuadro resumen del material a utilizar (acarreado o de sitio).

El día 8 de diciembre se realizaron las fichas de los proyectos del municipio de El Progreso, Yoro y se priorizaron algunos de los proyectos los cuales se formularon el mismo día. Dicha formulación de los proyectos priorizados de El Progreso se le entregaron a la organización Gubernamental INSEP ya que ellos serían los encargados de realizar esos proyectos con fondos de dicha institución.

El día 9 de diciembre se realizaron las fichas de los proyectos del municipio de El Progreso, Yoro y se priorizaron algunos de los proyectos los cuales se formularon el mismo día. Dicha formulación de los proyectos priorizados de El Progreso se le entregaron a la organización Gubernamental INVEST-H ya que ellos serían los encargados de realizar esos proyectos con fondos de dicha institución.

El día 10 de diciembre se llevó a cabo una reunión en El Negrito, departamento de Yoro organizada por la municipalidad de dicho municipio para solicitar la colaboración con proyectos de obras hidráulicas para el control de sedimentos en esta zona (Ilustración 39 Reunión en la municipalidad de El Negrito, Yoro.). Se solicitó a CCIVS una obra de control de sedimentos para la quebrada Jocomico ya que, durante las tormentas tropicales de ETA y IOTA, este municipio se vio gravemente afectado con los sedimentos que descendieron a través de esta cuenca (Ilustración 40. Banco de sedimento en canal de Quebrada Jocomico.). Se inspeccionó la obra de canalización de la quebrada Jocomico realizada por CCIVS lo cual se observó un asolvamiento de 2.90 pies del canal dejando libre 3 pies de área hidráulica (Ilustración 41. Área hidráulica de Canal.). Se recomendó a la municipalidad solicitar formalmente a CCIVS la construcción de una presa de sedimentación.

El día 11 de diciembre se formularon nuevos proyectos de rehabilitación del sistema de protección hidráulico en el Valle de Sula. El proyecto con nombre "Cierre provisional de boquetes margen izquierda de Rio Chamelecón desde puente metálico CA-5 hasta puente Fasquelle, Jurisdicción de San Pedro Sula" y "Cierre provisional de boquetes margen derecha de Rio Chamelecón desde puente metálico CA-5 hasta puente Fasquelle, Jurisdicción de Villanueva". Se realizó la solicitud de proyecto, proceso previo a la licitación, para que fuese aprobada por el jefe del departamento de ingeniería seguido del Director Ejecutivo.

El día 12 de diciembre se insertaron nuevos puntos de falla reconocidos hasta dicha fecha ya que no se podía acceder al sitio por las malas condiciones. Las fallas correspondían al municipio de Omoa, sector La Campana y sector bajos de Baracoa.

### **SEMANA 10: DEL 14 DE DICIEMBRE AL 19 DE DICIEMBRE DEL 2020**

El día 14 de diciembre se llevó a cabo una reunión en las instalaciones de CCIVS con el cuerpo técnico de la Compañía Azucarera Hondureña S. A. (CAHSA). Dicha reunión fue realizada con el propósito de la presentación de los daños ocasionados por las tormentas tropicales ETA y IOTA en los alrededores de las propiedades de la compañía y de los productores a quienes ellos compran materia prima (caña de azúcar) (Ilustración 42. Plantaciones de caña de CAHSA.).

El día 15 de diciembre se hizo un recorrido en varios sitios del valle para verificar las condiciones para empezar a ejecutar las obras de rehabilitación. Se visitó una falla en la colonia Democracia, aledaña al puente "La Democracia" en El Progreso, Yoro, pero perteneciente al municipio de San Manuel. Luego se visitaron los sectores de Guaruma 1 y 2, pertenecientes a los municipios de La Lima y Villanueva respectivamente (Ilustración 43. Visita a Gurarumas.). En todos los sectores ya se cuenta con condiciones para la ejecución de los proyectos de rehabilitación.

El día 16 de diciembre se realizaron las formulaciones de los proyectos visitados el día anterior para acelerar el proceso de licitación y que ya se pudiese empezar la ejecución lo más pronto posible a la fecha.

El día 17 de diciembre se realizó la visita al proyecto de rehabilitación en ejecución en Sector Amapa perteneciente al municipio de El Progreso, Yoro (Ilustración 44. Cierre de boquete en Sector Amapa.). Se realizó con el propósito de verificar que el contratista estuviese cumpliendo con los términos del contrato respecto a la maquinaria y el personal acordado.

El día 18 de diciembre se recibió en las oficinas de CCIVS a una misión taiwanesa donde se le presentaron los daños al sistema hidráulico ocasionados por las tormentas tropicales (Ilustración 45. Misión taiwanesa.). Se les presentó un presupuesto aproximado de lo que costaría reparar definitivamente todos los daños ocasionados al sistema.

El día 19 de diciembre se hizo el proceso de solicitud de proyecto junto con el director ejecutivo de la Comisión ya que él fue quien realizó la inspección al sitio de donde se estaba haciendo la formulación de proyecto. Se realizaron los planos para dicha formulación, presentando la ubicación del sector (Ilustración 46. Plano de ubicación sector Urraco Pueblo.), imágenes de los daños y secciones transversales de las fallas en dicho sitio (Ilustración 47. Secciones transversales de Urraco Pueblo.). El proyecto pertenece a los cierres de boquete en el sector Urraco Pueblo, perteneciente al municipio de El Progreso, Yoro.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES**

Durante la experiencia de las 10 semanas de práctica profesional se logró concluir con todas las actividades planificadas previo a la aceptación.

- Se brindó acompañamiento durante las visitas técnicas a los proyectos en ejecución por parte de la institución. Para cada visita se realizaron reportes técnicos de las obras inspeccionadas, de esta manera dejando evidencia a la institución de los avances de cada obra.
- Se elaboraron planos para la formulación de proyectos de rehabilitación al sistema de protección hidráulico luego del paso de las tormentas tropicales que afectaron gravemente el Valle de Sula.
- Para cada proyecto de rehabilitación formulado, se debía realizar cálculos de horas máquinas con rendimientos brindados por los ingenieros supervisores. En este mismo proceso se calculó la duración de cada proyecto que se formuló,
- Se realizaron cuadros de presupuesto y proyectos formulados para el mejor manejo de información recabada a lo largo de las inspecciones luego de las tormentas tropicales.

## **CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES**

En base a la experiencia adquirida durante el tiempo comprendido de práctica profesional, se recomienda:

- A la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) solicitar a las instituciones donde los estudiantes ejercen su práctica profesional que soliciten presupuesto para cubrir gastos de transporte a los establecimientos.
- A la Comisión para el Control de Inundaciones del Valle de Sula que se definan las asignaciones de cada personal que labora en la institución y verificar que el personal desempeñe con responsabilidad su cargo.
- Al personal docente encargado de el asesoramiento metodológico de Proyecto de Graduación Fase I y Fase II impartir por la mañana las reuniones semanales, dejando el resto del día para realizar los trabajos asignados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, J. J. (2020). *Informe de daños a la infraestructura hidraulica del valle de sula causado por el paso de los huracanes ETA-IOTA*. San Pedro Sula.
- Bembindre, C. (2012). Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/licitacion.php>
- Das, B. M. (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. México D.F.: Cengage Learning.
- Hidrología UJCV*. (2012). Obtenido de <https://hidrologiaujcv.wordpress.com/2010/02/05/cuencas-hidrograficas-en-honduras/>
- López-Acosta, G. A. (2011). *Diseño de bordos de protección*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Merino, M. (2015). Obtenido de <https://definicion.de/tormenta-tropical/>
- Porto, J. P. (2010). Obtenido de <https://definicion.de/sedimento/>
- Sánchez, J. G. (2012). *Criterios de Análisis de Fallas en Bordos de protección en ríos*. Ciudad de Mexico, Mexico.
- Vasquez, D. Y. (2019). *Cuencas y Rios del Valle de Sula*. San Pedro Sula.

## ANEXOS



*Ilustración 19. Inspección de Canales existentes en Pimienta, Cortés.*

Fuente: propia.



*Ilustración 20. Inundación por desbordamiento de Rio Ulua en Potrerillos, Cortés.*

Fuente: propia.



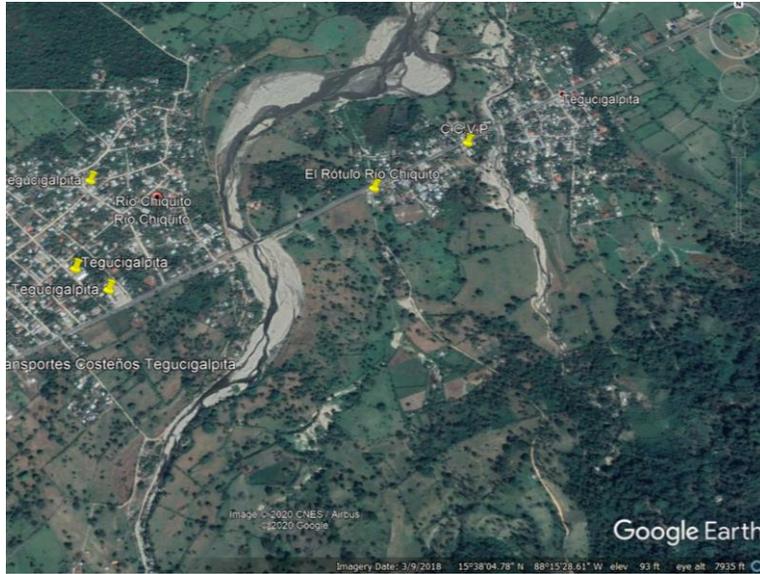
*Ilustración 21. Pasos Vehiculares en proyecto de El Negrito, Yoro.*

Fuente: propia.



*Ilustración 22. Obreros extrayendo sedimentos dentro de canal en proyecto de El Negrito, Yoro.*

Fuente: propia.



*Ilustración 23. Ubicación del Rio Tegucigalpa.*

Fuente: Google Earth



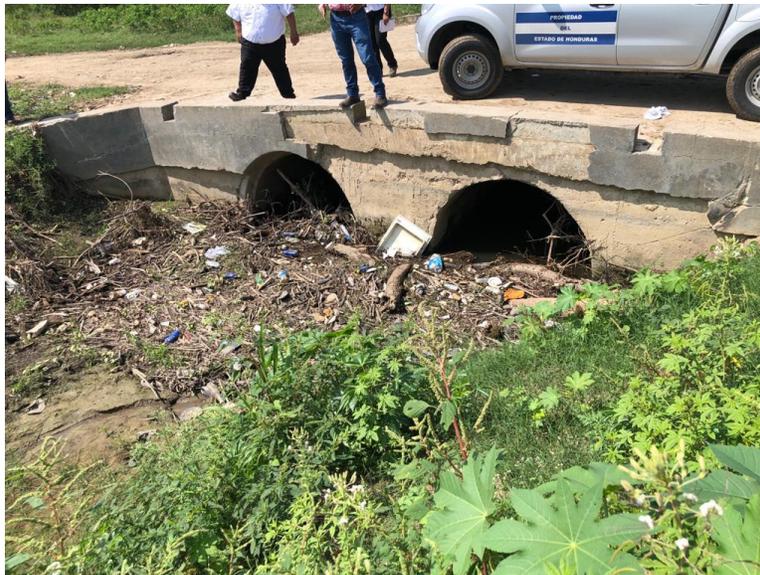
*Ilustración 24. Instalación de Geotubos en Rio Tegucigalpa.*

Fuente: propia.



*Ilustración 25. Canal natural existente en Santa Rita, Yoro.*

Fuente: Propia



*Ilustración 26. Agua estancada en Alcantarilla en Santa Rita, Yoro.*

Fuente: Propia.



*Ilustración 27. Reunión de CODEVAS.*

Fuente: Propia



*Ilustración 28. Vegetación en escollera de Río Guaymitas.*

Fuente: Propia



*Ilustración 29. Colocación de sacos rellenos en Lima Centro, La Lima.*

Fuente: Propia



*Ilustración 30. Reunión con Junta Directiva de CCIVS.*

Fuente: Propia



*Ilustración 31. Reunión en 911; post ETA.*

Fuente: Propia



*Ilustración 32. Visita técnica en Rio Bermejo, Sector Colonia Stibys.*

Fuente: Propia



*Ilustración 33. Reconocimiento de material a utilizar en UNAH-VS para Escollera de Río Bermejo, Sector Stibys.*

Fuente: Propia



*Ilustración 34. Limpieza de acceso a bordo de Margen Izquierda de Río Bermejo.*

Fuente: Propia



*Ilustración 35. Inicio de obra de escollera sobre margen de Rio Bermejo.*

Fuente: Propia



*Ilustración 36. Día 2 en la construcción de escollera sobre margen Izquierda de Rio Bermejo.*

Fuente: Propia



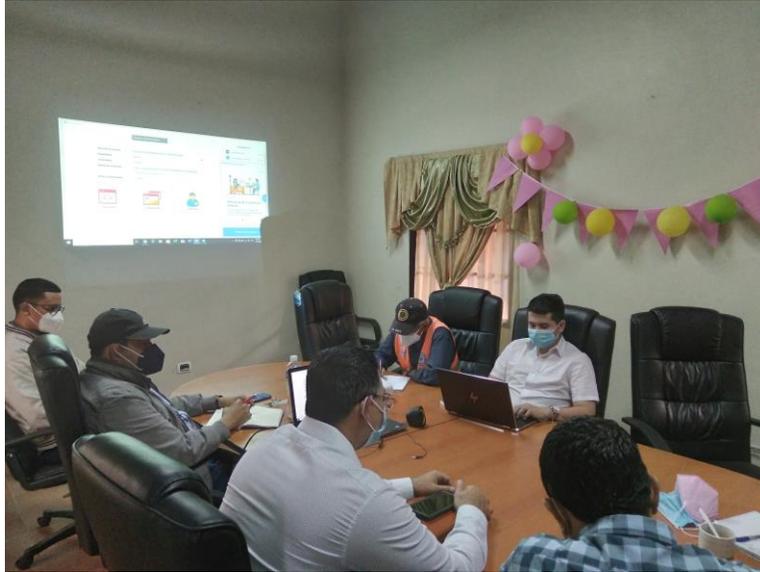
*Ilustración 37. Fotografía tomada el día 3 antes de empezar funciones en escollera.*

Fuente: Propia



*Ilustración 38. Visita de Comitiva Israelí al Valle de Sula.*

Fuente: Propia



*Ilustración 39 Reunión en la municipalidad de El Negrito, Yoro.*

Fuente: Propia.



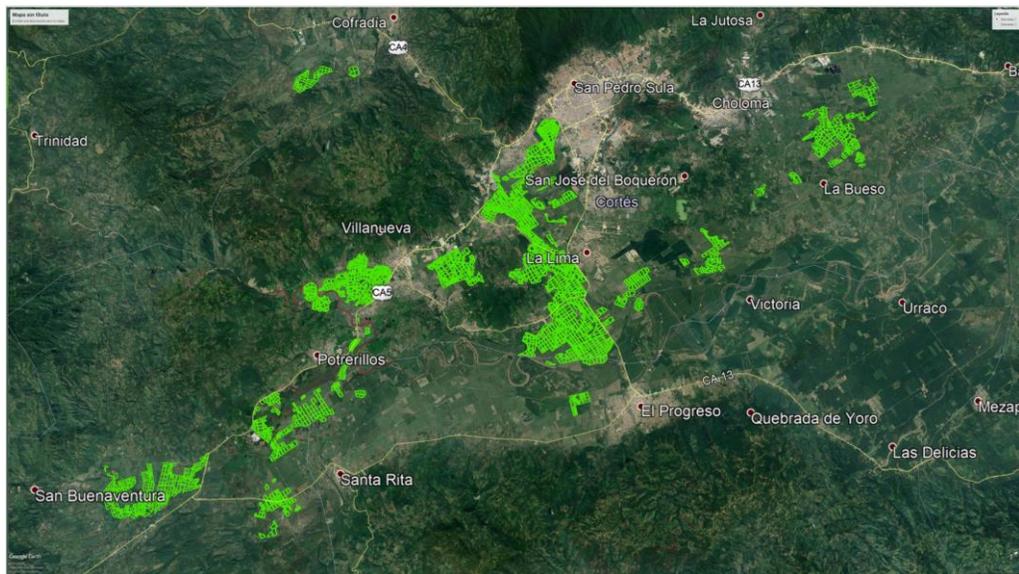
*Ilustración 40. Banco de sedimento en canal de Quebrada Jocomico.*

Fuente: Propia.



*Ilustración 41. Área hidráulica de Canal.*

Fuente: Propia.



*Ilustración 42. Plantaciones de caña de CAHSA.*

Fuente: Propia.



*Ilustración 43. Visita a Gurarumas.*

Fuente: Propia.



*Ilustración 44. Cierre de boquete en Sector Amapa.*



Fuente: Propia.

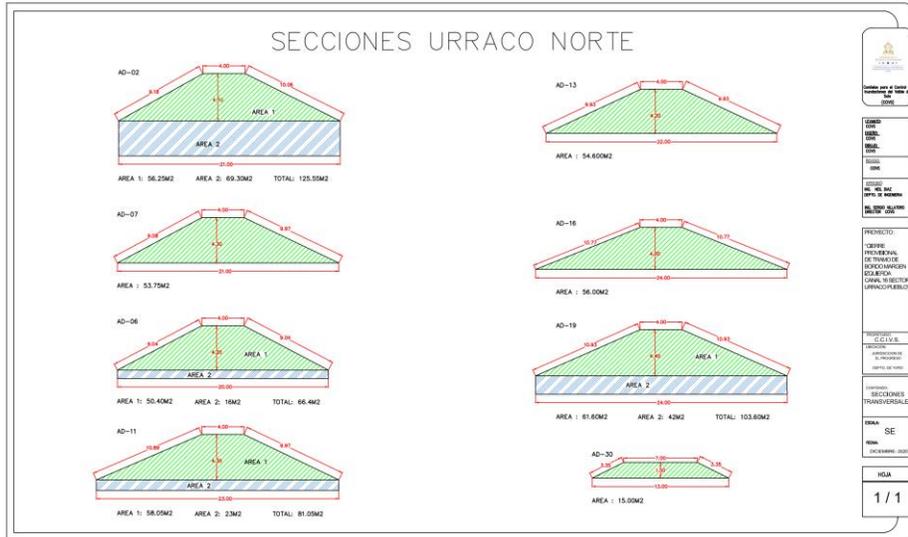


Ilustración 47. Secciones transversales de Urraco Pueblo.

Fuente: Propia.