



PERÚ

Ministerio
de Agricultura



PSI

PROGRAMA
SUBSECTORIAL
DE IRRIGACIONES

MODELACIÓN HIDRÁULICA CON PROYECCIÓN DEL PROYECTO

**CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN EN LAS
RIBERAS DEL RIO HUAURA, VULNERABLE ANTE
PELIGRO DE INUNDACIONES, EN LA LOCALIDAD DE 5
DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE OYÓN Y 6 DISTRITOS
DE LA PROVINCIA DE HUAURA – DEPARTAMENTO DE
LIMA.**

**Plan Integral Para el Control de Inundaciones y
Movimiento de Masa de la Cuenca del Río Huaura**

Consorcio Consultor Cuenca Del Río Huaura



Euroconsult



Proes



NEXO

Índice

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	OBJETIVOS	5
3.	METODOLOGÍA DE TRABAJO	5
4.	CAUDALES	6
4.1	Caudal líquido	¡Error! Marcador no definido.
4.1.1	Hidrogramas para 500 años de periodo de retorno.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.2	Hidrogramas para 100 años de periodo de retorno.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.3	Hidrogramas para 10 años de periodo de retorno.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.4	Resumen de Caudales Obtenidos	¡Error! Marcador no definido.
5.	MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICA	¡Error! Marcador no definido.
5.1	Elección del Modelo de Cálculo.....	¡Error! Marcador no definido.
5.2	Descripción del programa Iber	¡Error! Marcador no definido.
6.	DISCRETIZACIÓN DEL MODELO	6
7.	PREPARACIÓN DE LOS MODELOS HIDRÁULICOS	7
8.	RESULTADOS DEL MODELO	8
8.1	Tramo 01, Tr=500 años	¡Error! Marcador no definido.
8.2	Tramo 02, Tr=500 años	¡Error! Marcador no definido.
8.3	Tramo 03, Tr=500 años	¡Error! Marcador no definido.
8.4	Tramo 04, Tr=500 años	¡Error! Marcador no definido.
8.5	Tramo 05, Tr=500 años	¡Error! Marcador no definido.
8.6	Tramo 06, Tr=500 años	¡Error! Marcador no definido.
9.	RESULTADOS DEL MODELO PARA Tr 100 AÑOS.....	¡Error! Marcador no definido.
9.1	Diques Zona Baja	8
9.2	Diques Zona Alta	12
10.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	16



[Signature]
Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

[Signature]
Luis Enrique Bendezu Velarde
Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

[Signature]
ING. HANS PAUL SANCHEZ TUEROS
Esp. En Modelos Hidráulicos Fluviales
CIP 52357
Estudio Hidráulico - 6to Entregable

[Signature]
CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. *Modelo Hidrológico con Hec-HMS para la cuenca del río Huaura* **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 2. *Modelo Hidrológico con Hec-HMS de la zona de estudio*..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 3. *Hidrograma Confluencia Sayan, para 500 años de periodo de retorno* . **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 4. *Hidrograma Salida al Mar, para 500 años de periodo de retorno* **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 5. *Hidrograma Confluencia Sayan, para 100 años de periodo de retorno* . **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 6. *Hidrograma Salida al Mar, para 100 años de periodo de retorno* **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 7. *Hidrograma Confluencia Sayan, para 10 años de periodo de retorno*... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 8. *Hidrograma Salida al Mar, para 10 años de periodo de retorno* **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 9. *Resúmenes gráficos de entrada de caudal máximo*..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 10. *Modelo “zona baja”, con elementos de malla de 4 metros* 6

Figura N° 11. *Modelo “zona alta”, con elementos de malla de 10 metros* 7

Figura N° 12. *Mapa de Calados Tr= 500 años para el Tramo 01*..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 13. *Mapa de Velocidades Tr= 500 años para el Tramo 01*..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 14. *Detalle del puente, 3+720 y 3+731* **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 15. *Detalle del puente, 5+263*..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 16. *Detalle de la inundación a núcleo urbano Carquin Chico*..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 17. *Detalle de la inundación de zonas de cultivo al este de Carquin Chico* **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 18. *Mapa de Calados Tr= 500 años para el Tramo 02*..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 19. *Mapa de Velocidades Tr= 500 años para el Tramo 02*..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 20. *Zonas de inundación, río trenzado*..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 21. *Mapa de Calados Tr= 500 años para el Tramo 03*..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 22. *Mapa de Velocidades Tr= 500 años para el Tramo 03*..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 23. *Mapa de Calados Tr= 500 años para el Tramo 04*..... **¡Error! Marcador no definido.**



Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Luis Enrique Bendezu Velarde
Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

ING. HANS PAUL SANCHEZ TUEROS
Esp. En Modelos Hidráulicos Fluviales
CIP 52357
Estudio Hidráulico - 6to Entregable

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

Figura N° 24. Mapa de Velocidades Tr= 500 años para el Tramo 04; **Error! Marcador no definido.**

Figura N° 25. Mapa de Calados Tr= 500 años para el Tramo 05; **Error! Marcador no definido.**

Figura N° 26. Mapa de Velocidades Tr= 500 años para el Tramo 05; **Error! Marcador no definido.**

Figura N° 27. Detalle del puente, 44+717 afluente **Error! Marcador no definido.**

Figura N° 28. Detalle del puente, 0+680 del río Oyon..... **Error! Marcador no definido.**

Figura N° 29. Detalle del puente, 1+440 afluente **Error! Marcador no definido.**

Figura N° 30. Mapa de Calados Tr= 500 años para el Tramo 06; **Error! Marcador no definido.**

Figura N° 31. Mapa de Velocidades Tr= 500 años para el Tramo 06; **Error! Marcador no definido.**

Figura N° 32. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto 8

Figura N° 33. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto 9

Figura N° 34. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto 9

Figura N° 35. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto 9

Figura N° 36. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto 10

Figura N° 37. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto 10

Figura N° 38. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto 11

Figura N° 39. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto 12

Figura N° 40. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto 13

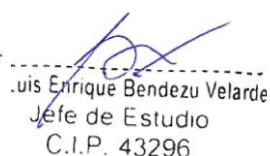
Figura N° 41. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto 14

Figura N° 42. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto 15

Figura N° 43. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto 15




Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA


Luis Enrique Bendezu Velarde
Jefe de Estudio
C.I.P. 43296


ING. HANS PAUL SÁNCHEZ TUEROS
Esp. En Modelos Hidráulicos Fluviales
CIP 52357
Estudio Hidráulico - 6to Entregable


CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio hidráulico, es la continuación del modelamiento hidráulico sin proyecto realizado en el 5to. entregable, el cual consistía en verificar y determinar las zonas inundables y de riesgo. En este caso, se ha realizado modelación con la finalidad de minimizar las zonas inundables planteando la incorporación de diques de defensas ribereñas en lugares estratégicos que serán incorporados en PIP que busca reducir los riegos por inundación. Para el presente estudio, se ha utilizado el Modelo Bidimensional IBER, en su última versión 2.5.1, que reproduce los parámetros hidráulicos del río, con gran precisión a través de una malla de cálculo generada a partir de un modelo digital de elevación.

2. OBJETIVOS

El objeto del presente estudio hidráulico es realizar un análisis detallado de las zonas inundables con la finalidad de proteger las zonas de viviendas o que peligren vidas humanas. También proteger zonas de cultivo importante y todas las estructuras de riego que disponen en la zona.

Como caudal de diseño se toma los caudales del estudio hidrológico de la cuenca del río Huaura, correspondiente al periodo de retorno de 100 años.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para realizar el dimensionamiento, ubicación y selección de los diques de protección se ha seguido la siguiente metodología:

- Preparar un nuevo modelo hidrológico, calculado en flujo no permanente, del estado actual.
- El modelo preparado deber ser un modelo continuo de todo el río, sin subdivisiones que podrían acumular errores, como en las condiciones de contorno, como en los hidrogramas de entrada y salida. Con este modelo continuo puedo garantizar que se representará mejor los efectos de los diques en la laminación de los hidrogramas.
- El modelo original, que se ha preparado tiene las mismas características de tamaño de malla, rugosidad de Manning y todas las verificaciones y consideraciones que se han realizado en el entregable 5 de Modelación Hidráulica.
- Se han realizado modelos hidráulicos para del estado actual para los caudales de avenida de 10, 100 y 500 años de periodo de retorno obtenidos del estudio hidrológico.
- Se han Analizado todas las áreas inundables que se quieren proteger, para la avenida de 100 años de periodo de retorno.
- Se han considerado las defensas rivereñas, que están diseñados por otras instituciones, principalmente por el gobierno regional y que todavía no se han construido, pero están previsto su construcción.



Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Luis Enrique Bendaño Velazco
Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

ING. HANS PAUL SÁNCHEZ TUEROS
Esp. En Modelos Hidráulicos Fluviales
CIP 52357

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

- g. Se han evaluado estas defensas, en caso de poder mejorar el diseño se ha hecho y en general se hace un análisis de cada uno de ellos.
- h. Se han propuesto nuevas defensas, y todas se han modelado para ver el funcionamiento más óptimo.
- i. Se ha tenido que realizar varias modelaciones hidráulicas de todo el río, con la finalidad de obtener las defensas mejores ubicadas, de menor tamaño y sobre todo en ubicaciones estratégicas para que tenga un funcionamiento óptimo.
- j. Finalmente se han cuantificado las áreas que se han protegido gracias a las defensas propuestas y las que están planificadas hacerse por otros organismos.

4. CAUDALES

Para poder realizar el cálculo hidráulico se han tomado los caudales del estudio hidrológico. El diseño de los diques de protección se ha realizado para la avenida de los 100 años de periodo de retorno.

5. DISCRETIZACIÓN DEL MODELO

La zona de estudio tiene una longitud de alrededor de 62 kilómetros y un ancho medio de 1.0 Km, en la zona baja, donde se ha realizado el MDE con vuelo líder a gran precisión. Se ha realizado un solo modelo de todo los 62 Km de río, para que los resultados sean continuos.



Figura N° 1. Modelo “zona baja”, con elementos de malla de 4 metros

La Zona Alta, se ha modelado con información secundaria, debido que no se ha hecho ningún levantamiento topográfico de esta zona. La zona alta tiene una longitud de aproximadamente 100 Km. Se ha realizado un solo modelo de todos los 100 Km de río.



Figura N° 2. Modelo “zona alta”, con elementos de malla de 10 metros

6. PREPARACIÓN DE LOS MODELOS HIDRÁULICOS

Se han preparar los modelos hidráulicos siguiendo los siguientes pasos

- Se va hacer el modelo utilizando el modelo Iber en su última versión Iber 2.5.1
- Se va utilizar el modelo iber en su módulo hidrodinámico, es el que calcula los tirantes y las velocidades.
- Haremos el modelo simulando en flujo no permanente, utilizando todo el hidrograma como entrada.
- Creación de la malla: la malla que se ha credo, tiene elementos de tamaño uniforme, en todo el modelo, de 4 metros para la Zona Baja y de 10 metros para la Zona Alta.
- Asignación de altura a la malla: la malla creada no tiene cota, solo forma, para agregar la cota hay que modifica la altura de los nodos de la malla, para ello utilizamos la herramienta de modificar malla de iber, con los MDE del terreno.
- Asignar la Rugosidad: la asignación de la rugosidad de Manning se hace con el Modelo Digital de Usos de Suelo que hemos creado, para ello utilizamos la asignación automática de los usos de suelo que tiene Iber.

- g) Asignar las Condiciones de Contorno: las condiciones de contorno son dos, las de entrada y de salida, como condición de entrada ponemos el hidrograma que corresponde para el periodo de retorno que se va calcular, resultante del estudio hidrológico, asumimos régimen subcrítico, y la condición de Salida asumimos régimen Crítico/Supercrítico.
- h) Condiciones Iniciales: las condiciones iniciales es indicar al modelo la cantidad de agua que hay en el modelo cuando empieza el cálculo, para nuestro caso, como el río normalmente trae muy poca cantidad de agua, se considera como seco, los calados son de pocos centímetros y esto se desprecia aún más, cuando hacemos el cálculo para avenidas de periodo de retorno alto.
- i) Agregamos los puentes, en cada tramo.
- j) Ponemos los parámetros de Calculo, como tiempo de cálculo dependiendo la longitud del modelo y el hidrograma de entrada, también el paso de tiempo de registro de resultados.

7. RESULTADOS DEL MODELO CON DIQUES

El caudal de diseño es para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se han agregado diques para evitar la inundación en muchas zonas importantes.

7.1 Diques Zona Baja

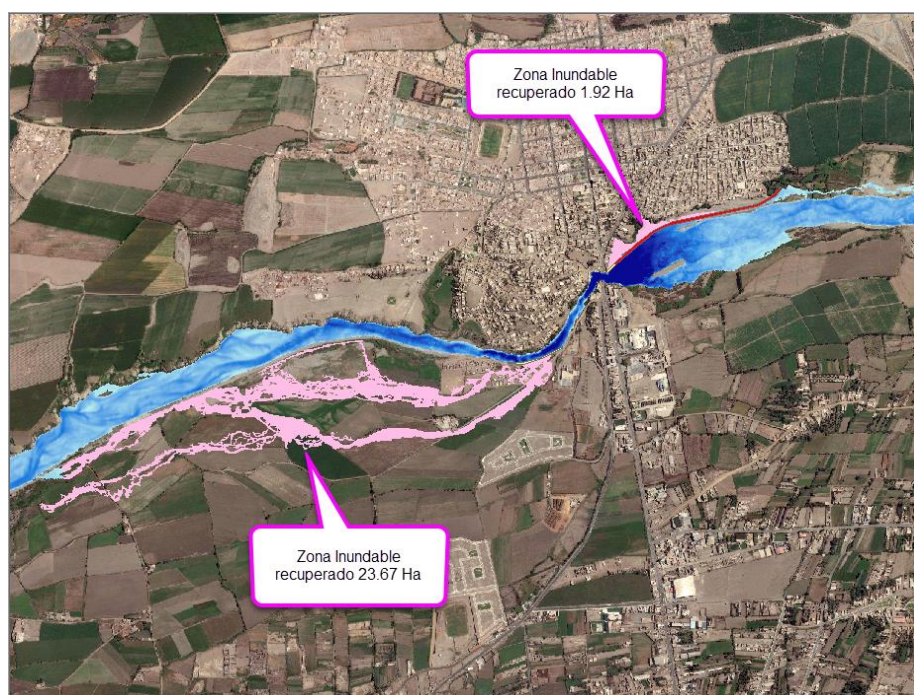


Figura N° 3. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto



Figura Nº 4. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto



Figura Nº 5. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto

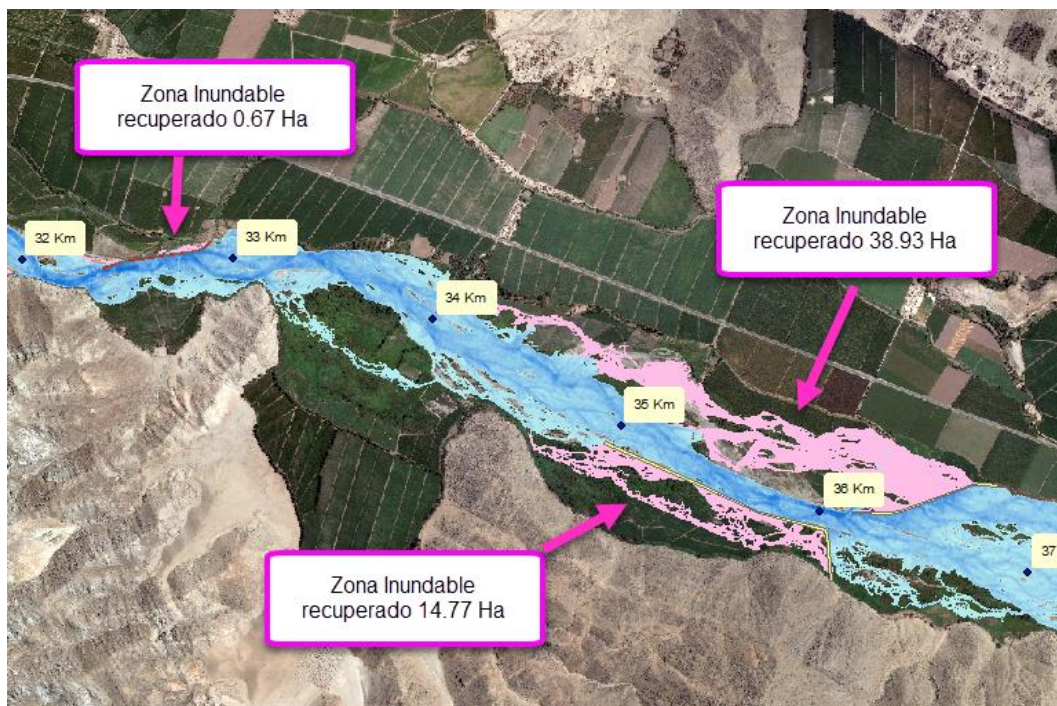


Figura Nº 6. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto

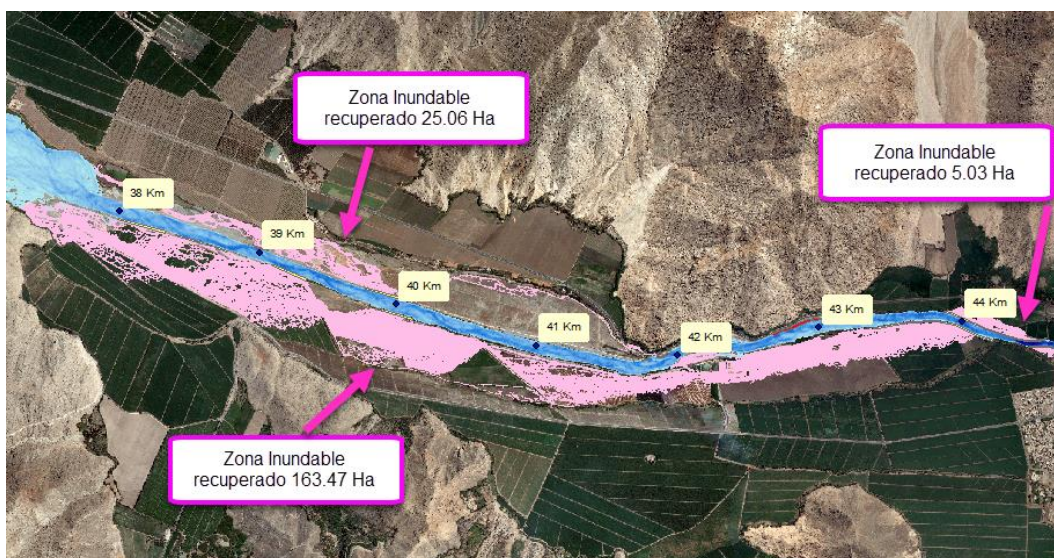


Figura N° 7. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto

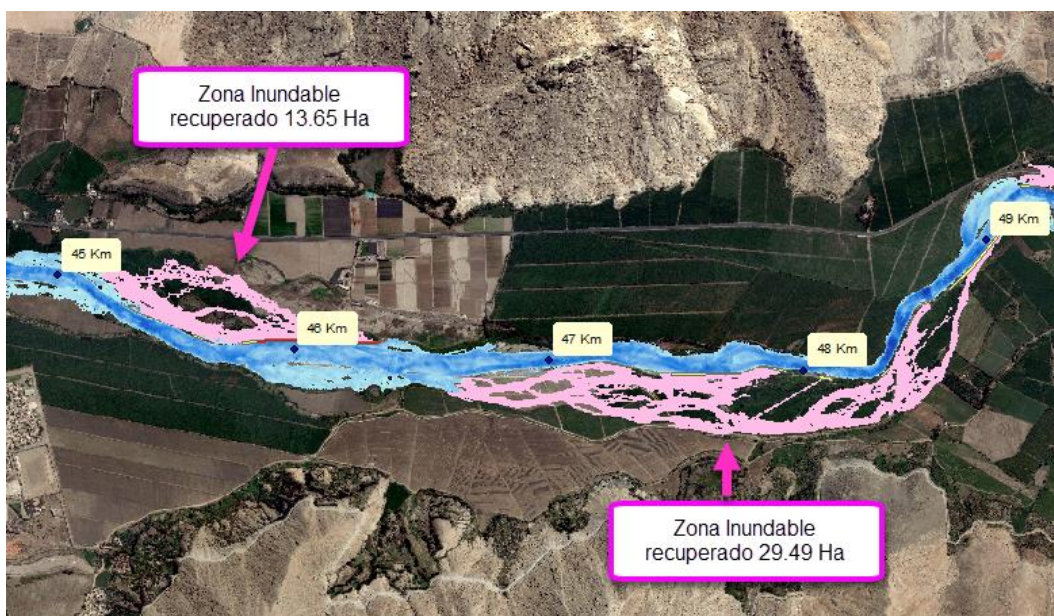


Figura N° 8. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
Raúl Julio Colón Lliuya
INGENIERO CIVIL
REG. GIP N° 123223

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Luis Enrique Bendaño Vela
Jefe de Estudio
C.I.P. 43296
Estudio Hidráulico - 6to Entregable

ING. HANS PAUL SÁNCHEZ TUEROS
Esp. En Modelos Hidráulicos Fluviales
CIP 52357

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

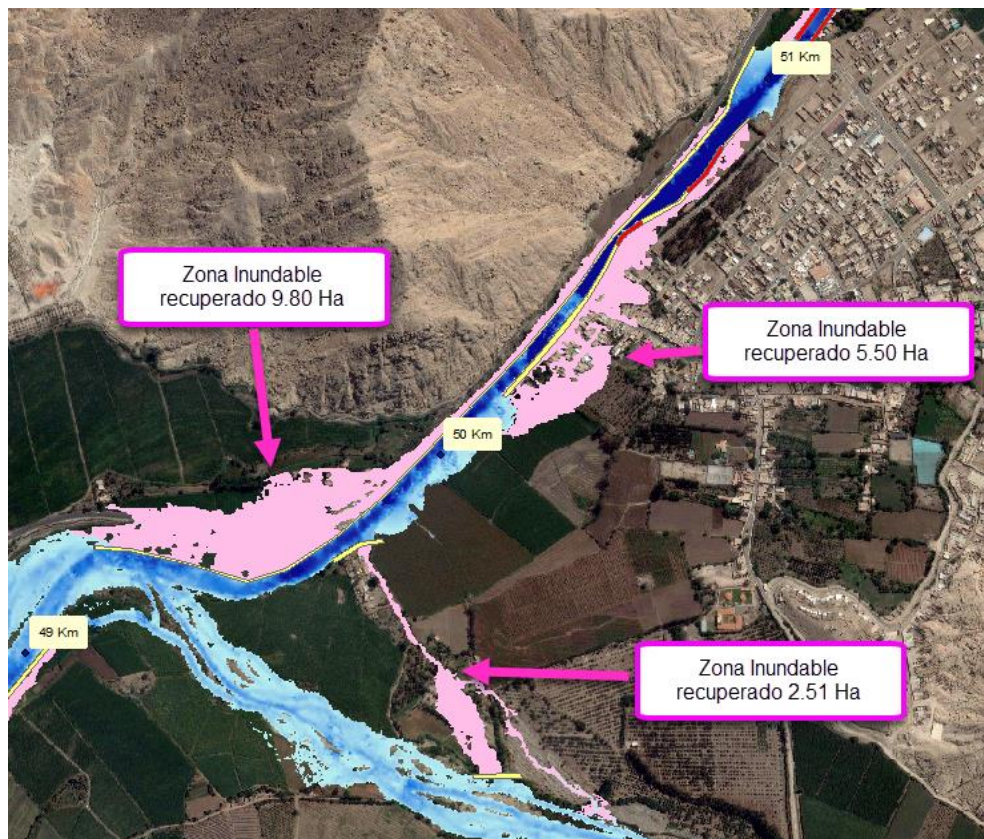


Figura N° 9. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
Raúl Julio Colonia Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. GIP N° 123223

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Luis Enrique Bendaño Vela
Jefe de Estudio
C.I.P. 43296
Estudio Hidráulico - 6to Entregable

ING. HANS PAUL SÁNCHEZ TUEROS
Esp. En Modelos Hidráulicos Fluviales
CIP 52357

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

7.2 Diques Zona Alta

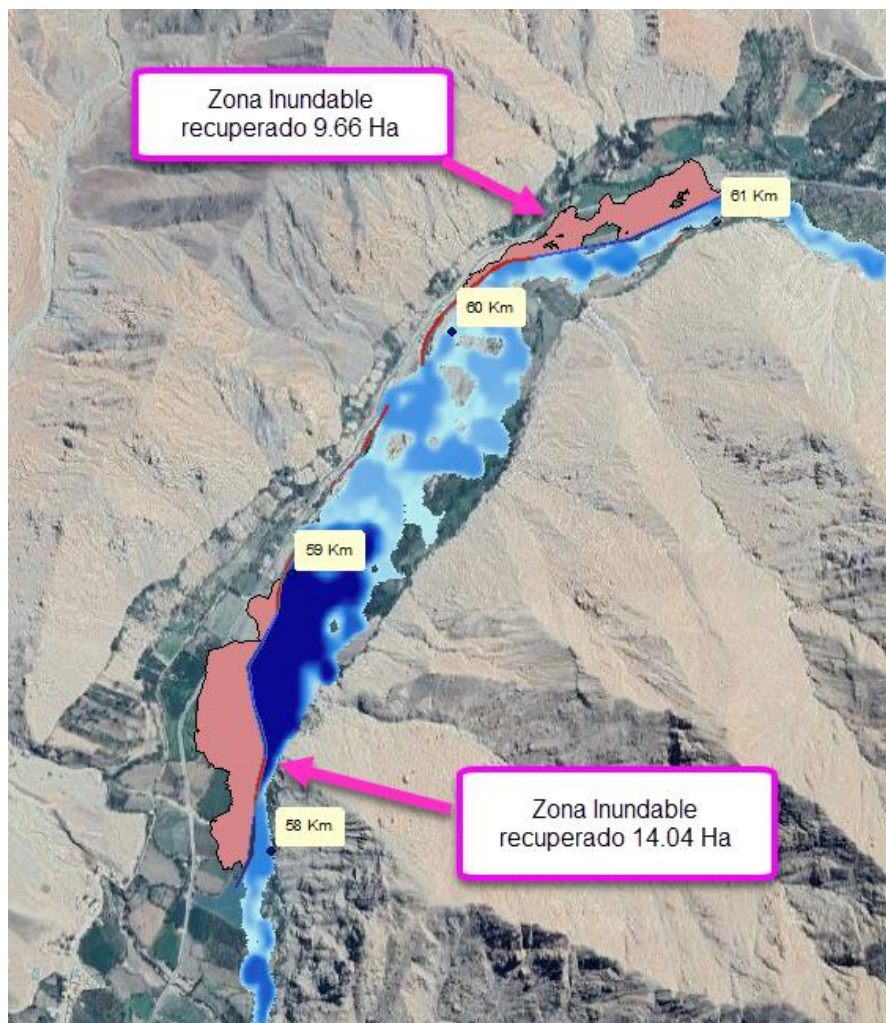


Figura N° 10. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
Raul Julio Colonia Lliuya
INGENIERO CIVIL
REG. GIP N° 123223

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Luis Enrique Bendaño Vela
Jefe de Estudio
C.I.P. 43296
Estudio Hidráulico - 6to Entregable

ING. HANS PAUL SÁNCHEZ TUEROS
Esp. En Modelos Hidráulicos Fluviales
CIP 52357

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

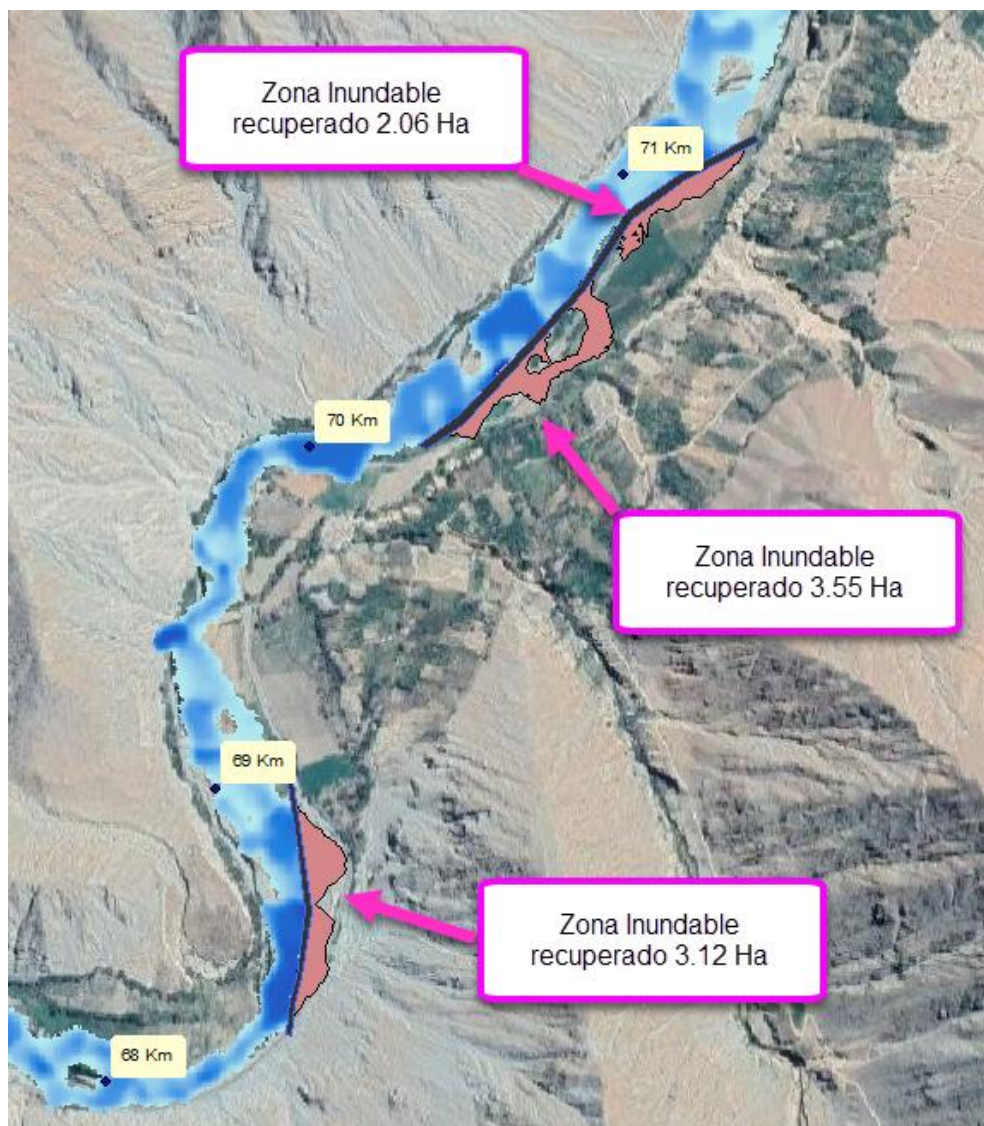


Figura N° 11. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
Raúl Julio Colón Lliuya
INGENIERO CIVIL
REG. GIP N° 123223

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Luis Enrique Bendaño Vela
Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

ING. HANS PAUL SÁNCHEZ TUEROS
Esp. En Modelos Hidráulicos Fluviales
CIP 52357

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



Figura N° 12. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
INGENIERO CIVIL
REG. GIP N° 123223
Raul Julio Colonia Lluyta

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Luis Enrique Bendaño Vela
Jefe de Estudio
C.I.P. 43296
Estudio Hidráulico - 6to Entregable

ING. HANS PAUL SÁNCHEZ TUEROS
Esp. En Modelos Hidráulicos Fluviales
CIP 52357

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



Figura N° 13. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto

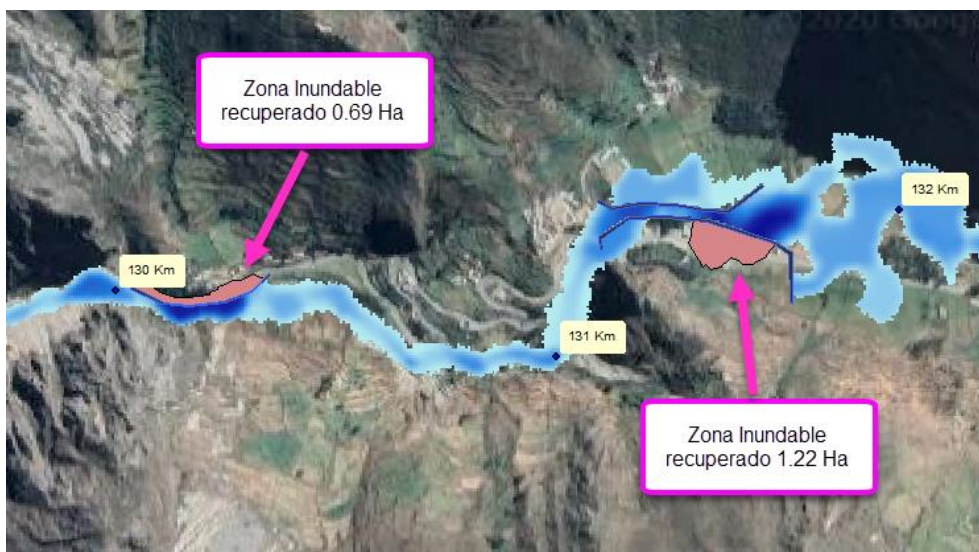


Figura N° 14. Comparación de resultados en Estado Actual y Propuesto

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
Raúl Julio Colón Lliuya
INGENIERO CIVIL
REG. GIP N° 123223

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Luis Enrique Bendaño Velazco
Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

ING. HANS PAUL SÁNCHEZ TUROS
Exp. En Modelos Hidráulicos Fluviales
CIP 52357

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

8. RESUMEN Y CONCLUSIONES

- Se ha realizado la modelación hidráulica utilizando el modelo Iber, es un modelo gratuito que cumplen con todas las exigencias de los TDR.
- Se ha diseñado las defensas para las avenidas de 100 años de periodo de retorno.
- El modelo se ha realizado utilizando todos los parámetros de rugosidad, tamaño de malla de los modelos presentados en el entregable 5.
- Se ha realizado un modelo en régimen no permanente.
- Se ha realizado un modelo continuo de todo el modelo, solamente dividido en Zona Alta (la parte que se ha modelado con información secundaria) y Zona Baja (realizado con información primaria).
- Se han propuesto en total 11.72 km de diques para defensas riverieñas en la Zona Baja.
- Con los diques propuestos en la zona baja se estaría protegiendo 1202.8 ha de terreno potencialmente inundable.
- En la Zona Alta se han propuesto 8.61 km de diques para defensas riverieñas.
- Con los diques propuestos en la zona alta se estaría protegiendo 61.3 ha de terreno potencialmente inundable.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo

Raúl Julio Colonia Lluyza
INGENIERO CIVIL
REG. GIP N° 123223


Manuel J. Ecos Vázquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA


Ing. Luis Enrique Bendaño Vela
Jefe de Estudio
C.I.P. 43296


ING. HANS PAUL SÁNCHEZ TUEROS
Esp. En Modelos Hidráulicos Fluviales
CIP 52357


CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL