

3-634/18

01



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



**ESTUDIO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EN SERVICIOS PÚBLICOS, EN
EL ÁMBITO DE LA AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA CAPLINA
- OCOÑA, (250 KM)**

**DELIMITACIÓN DE FAJA MARGINAL POR HUELLA MÁXIMA
CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL TRIBUTARIO MAJES:
CAUCE DE LA QUEBRADA HUARIO, DISTRITO DE APLAO,
PROVINCIA DE CASTILLA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA**



SEPTIEMBRE 2018

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico
del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional”

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico
del Tributario Majes: Quebrada Huario, Distrito de Aplao, Provincia de Castilla y
Departamento de Arequipa.**

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO

Ing. Gustavo Eduardo Mostajo Ocola
Ministro de Agricultura y Riego

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Ing. Walter Obando Licera
Jefe de la Autoridad Nacional del Agua

DIRECCION DE CALIDAD Y EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS

Ing. Carmen Lourdes Yupanqui Zaa
Directora de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA I CAPLINA OCOÑA

Ing. Alberto Domingo Osorio Valencia
Director de la Autoridad Administrativa del Agua I Caplina - Ocoña

ADMINISTRACION LOCAL DEL AGUA CHILI

Ing. José Ignacio Paredes Sánchez
Administrador Local de Agua Camaná Majes

EQUIPO TECNICO

Ing. Milagros Aurora Torrejon Llamoca
Supervisora de la Autoridad Administrativa del Agua

Ing. Paulo César Gamarra Tuco
Especialista en Hidrología

Ing. José Antonio Gilmer Chávez Pelaez
Especialista en Sistema de Información Geográfica

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico
del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

PRESENTACIÓN

El estudio de “Delimitación de faja marginal del Tributario Majes: Quebrada Huario, 6.435 Km”, se realiza en cumplimiento de la tarea del Plan Operativo Institucional 2018, tarea 01 correspondiente al *Estudio de delimitación de faja marginal en la AAA Jetepeque – Zarumilla (80 km); Chaparra Chinchá (80 Km); Caplina Ocoña (250 Km) Cañete fortaleza (80 km); Huarmey Chicama (150 Km); Mantaro (80Km); Marañón (80 Km); Madre de Dios (80 Km); Titicaca (60Km)*, como parte del programa del estudio de “Vulnerabilidad y Riesgo en Servicios Públicos”, que comprende la delimitación de la faja marginal dentro del programa presupuestal 068 y en cumplimiento del Plan de Trabajo: “*Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo en Servicios Públicos, en el ámbito de la Autoridad Administrativa del Agua I Caplina Ocoña*”

Tanto las cuencas como las quebradas han sido trabajados en Coordenadas UTM, en Sistema WGS84 y Zona 18 Sur. Y los caudales utilizados para el modelamiento hidráulico de la Quebrada Huario es de 64.6 m³/s.

Para una correcta y clara delimitación se ha señalado tramos y vértices que delimitan la faja marginal de la Quebrada Huario; 52 vértices en la Faja Marginal Margen Izquierda y 42 en la Margen Derecha. Así mismo se plantea la construcción de 8 hitos en el margen derecho y 8 en el margen izquierdo, que servirán para una fácil identificación en el campo y como puntos de replanteo de todos los vértices.

Para el desarrollo del trabajo se aplicó el artículo 114 del reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, donde se indica los criterios para la delimitación de faja marginal, de acuerdo al siguiente detalle:

Artículo 114°. Criterios para la delimitación de la faja marginal

La delimitación de la faja marginal se realiza de acuerdo con los siguientes criterios:

- a. Magnitud e importancia de las estructuras hidráulicas de las presas, reservorios, embalses, canales de derivación, entre otros.*
- b. El espacio necesario para la construcción, conservación y protección de las defensas ribereñas y de los cauces.*
- c. El espacio necesario para los usos públicos que se requieran.*
- d. La máxima crecida o avenidas de los ríos, lagos, lagunas y otras fuentes naturales de agua. No se consideran las máximas crecidas registradas por causas de eventos excepcionales.*

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico
del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.

INDICE:

CAPITULO I.....	7
GENERALIDADES	7
1.1 INTRODUCCIÓN.....	8
1.2 OBJETIVOS Y METAS	11
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	11
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.2.3 METAS	11
1.3 JUSTIFICACIÓN	11
1.4 ALCANCES.....	12
CAPITULO II.....	13
OBJETIVOS BASE LEGAL Y ANTECEDENTES	13
2.1 UBICACIÓN: POLITICA, GEOGRÁFICA E HIDROGRÁFICA.	14
2.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA	14
2.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	15
2.1.3 UBICACIÓN HIDROGRÁFICA	¡Error! Marcador no definido.
2.2 DESCRIPCIÓN DEL TRAMO DE ESTUDIO.....	16
2.3 POBLACION BENEFICIARIA	16
2.4 INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....	17
CAPITULO III	18
TOPOGRAFÍA.....	18
3.1 TOPOGRAFIA.....	19
3.1.1 ACTIVIDADES DE CAMPO.....	19
3.1.2 TRABAJO DE GABINETE.....	23
CAPITULO IV	24
DETERMINACIÓN DE LA HUELLA MÁXIMA	24
4.1 SEGMENTACION DEL RÍO EN TRAMOS Y SECCIONES	
TRANSVERSALES.	25
4.1.1 QUEBRADA HUARIO	25
4.2 IDENTIFICACION DEL EJE DE QUEBRADA	26
4.2.1 QUEBRADA HUARIO	26
4.3 IDENTIFICACIÓN DE LA HUELLA MÁXIMA.....	27

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

4.3.1 QUEBRADA HUARIO	27
4.4 FOTOGRAFIAS DE TRABAJO PARA LA IDENTIFICACION DE LA HUELLA MAXIMA	30
4.4.1 QUEBRADA HUARIO	30
CAPITULO V	35
SIMULACIÓN HIDRÁULICA	35
5.1 CALCULO DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES	36
5.1.1 QUEBRADA HUARIO	36
5.2 CALCULO DEL CAUDAL DE MAXIMA AVENIDA.....	41
5.2.1 Numero de curva e impermeabilidad de las cuencas del Tributario Majes ...	41
5.2.2 MODELAMIENTO HEC-HMS T=100 AÑOS	44
5.2.3 RESULTADOS	46
5.3 SIMULACIÓN HIDRAULICA CON HECRAS.....	46
5.3.1 SIMULACIÓN HIDRAULICA QUEBRADA HUARIO	48
5.3.3 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	51
CAPITULO VI	56
MODELAMIENTO DEL AREA DE INUNDACION	56
6.1 MODELAMIENTO DEL AREA DE INUNDACIÓN DEL TRIBUTARIO MAJES EN ARCGIS 10.1.....	57
6.1.1 QUEBRADA HUARIO	57
CAPITULO VII.....	58
DELIMITACIÓN DE LA FAJA MARGINAL	58
7.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA FAJA MARGINAL	59
7.2 LIMITES DE LA FAJA MARGINAL	61
7.2.1 LIMITES DE LA FAJA MARGINAL DE LA QUEBRADA HUARIO.....	61
7.2.2 HITOS MÍNIMOS A SER MONUMENTADOS – QUEBRADA HUARIO	65
CAPITULO VIII	69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
8.1 CONCLUSIONES	70
8.2 RECOMENDACIONES	71
CAPITULO IX	72

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico
del Tributario Majes: Quebrada Huarío, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

ANEXOS	72
ANEXO 9.1	73
COEFICIENTES DE RUGOSIDAD.....	73
ANEXO 9.2.....	94
PARAMETROS HIDRAULICOS DE SIMULACION – QUEBRADA HUARÍO	94
ANEXO 9.3.....	98
TRIBUTARIO MAJES – INFORMACIÓN DIGITAL	98
ANEXO 9.4.....	99
PLANOS DE PLANTA Y PERFIL DE FAJA MARGINAL QUEBRADA HUARÍO.....	99

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.

CAPITULO I

GENERALIDADES

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

1.1 INTRODUCCIÓN

El Estado dentro de las gestiones prospectivas de riesgos delega a la Autoridad Nacional del Agua la acción reguladora que acompaña a los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial y a la implementación de la gestión correctiva de riesgos.

La ANA es la autoridad competente en las fajas marginales que constituyen bienes de dominio público hidráulico, caracterizados por ser inalienables (el estado no puede enajenar bienes), imprescriptibles (su posesión prolongado del tiempo no da derecho a propiedad) e intangibles (existen actividades prohibidas) por tanto es una zona de reglamentación especial. Estos bienes hidráulicos pueden ser concedidos para su aprovechamiento económico.

Con el fin de garantizar la protección, el uso primario del agua, el libre tránsito, la pesca, caminos de vigilancia y otros servicios, la Ley N° 29338 "Ley de Recursos Hídricos" (LRH) establece explícitamente la necesidad de mantener una faja marginal en los terrenos aledaños a los cauces naturales o artificiales. La referida ley también señala que la Autoridad Administrativa del Agua (AAA) se encargará de determinar las dimensiones de la referida faja marginal tomando en cuenta los criterios que el Reglamento en la citada ley establece.



MAPA NRO. 1.1.1: ÁMBITO DE LA A.A.A. (WWW.ANA.GOB.PE)

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**

La Autoridad Administrativa del Agua tiene entre otras funciones:

- Desarrollar acciones de supervisión, control y vigilancia para asegurar la conservación, protección de calidad y uso sostenible de los recursos hidráulicos, ejerciendo facultad Sancionadora.
- Elaborar estudios técnicos que sirvan de sustento a los Planes de Gestión de los Recursos Hídricos en las cuencas.
- Aprobar la delimitación de fajas marginales.
- Autorizar la ejecución de obras en los bienes naturales asociados al agua.
- Efectuar coordinaciones interinstitucionales con los Gobiernos Regionales, Autoridades Municipales, COFOPRI y acciones de sensibilización para formación de la cultura del agua.

Los principales problemas que afectan las fajas marginales se deben a las siguientes causas:

- **Fenómenos naturales: máximas avenidas**

Las crecidas de los cursos de agua en la época de lluvias (ríos/quebradas), lagunas y lagos, producen inundaciones en tramos vulnerables, los cuales afectan a campos de cultivos, poblaciones y la infraestructura de servicios.



IMAGEN NRO. 1.1.2: INUNDACIÓN CALLES DE LA CIUDAD LLUVIA DEL AÑO 2013

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**

En estas áreas superiores a los cauces de los ríos se conforman zonas de alto riesgo, activándose periódicamente la erosión lateral de los cursos de agua y en tramos vulnerables se producen deslizamientos y derrumbes.



IMAGEN NRO. 1.1.3: EROSIÓN Y DERRUMBES, EN AV. VENEZUELA (AÑO 2013) .

La elevada carga de sedimentos, colmatan los cauces, la red de los sistemas de riego y la infraestructura de almacenamiento.



IMAGEN NRO. 1.1.4: EROSIÓN Y ARRASTRE DE SEDIMENTOS Y SUELOS.

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

Fenómenos Antrópicos

- ✓ La actividad humana, produce impactos negativos, sobre estas zonas de alto riesgo:
- ✓ La expansión urbana por crecimiento poblacional y crecimiento económico.
- ✓ La deforestación de las defensas ribereñas.
- ✓ La deposición de residuos sólidos y vertidos.
- ✓ Extracción inadecuada de materiales de acarreo del cauce.
- ✓ Ejecución inadecuada de obras hidráulicas, carreteras, puentes, etc.
- ✓ Inadecuadas prácticas agrícolas.

La Autoridad Nacional del Agua mediante Resolución Jefatural N° 332-2016-ANA aprobó el reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales, el 28 de Diciembre 2016.

La Autoridad Nacional del Agua, considera la necesidad de establecer la delimitación de la faja marginal de las quebradas del Tributario Majes, en el tramo extensivo con los distritos colindantes, de manera que se pueda determinar las áreas inundables y de riesgo, y mejorar los planes de desarrollo de los distritos y proponer medidas de conservación de las quebradas.

1.2 OBJETIVOS Y METAS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer la delimitación de la Faja Marginal del Tributario Majes: Quebrada Huario (Aplao).

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la Huella Máxima por avenida del Tributario Majes: Quebrada Huario (Aplao) en el punto interés.
- Proponer el ancho de cauce y faja marginal en diferentes tramos del Tributario Majes: Quebrada Huario (Aplao), para una longitud total de 6.435 km.
- Proponer puntos de señalización física de hitos, para la delimitación de la faja marginal.
- Inventariar y/o Identificar las propiedades en la faja marginal.

1.2.3 METAS

- Establecer la delimitación de la faja marginal del Tributario Majes: Quebrada Huario (Aplao), con una longitud de 6.435 km.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El marco legal regulatorio indica:

- La Ley N° 29338 Ley de Recursos Hídricos, en su Título V: Protección del Agua, establece en la Faja Marginal, en los terrenos aledaños a los cauces naturales o artificiales, se mantiene una Faja Marginal de terreno necesaria para la protección, el uso primario del agua, el libre tránsito, la pesca, caminos de vigilancia u otros servicios. El reglamento determina su extensión.

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**

- D.S. N° 001-2010-AG (24-03-2010): Reglamento de la Ley N° 29338 Ley de Recursos Hídricos”.
- R.J. N° 332-2016-ANA: Aprueban Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales, Lima, diciembre 2016.

1.4 ALCANCES

Las fajas marginales se han venido determinando bajo el marco de la Ley N° 17752 "Ley General de Aguas", en base a directivas y lineamientos como el Instructivo Técnico N° OU1-DGAS-DODR, vigente desde el 28/10/1980.

Al entrar en vigencia la Ley N° 29338 "Ley de Recursos Hídricos" y su reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG y publicado el 24/03/2010, las normas basadas en la Ley General de Aguas quedaron automáticamente derogadas, por lo que resulta necesario establecer nuevas normas que permitan la determinación de las fajas marginales, en concordancia con lo que establece la Ley N° 29338.

El Reglamento de esta ley por su parte establece explícitamente la necesidad de determinar las fajas marginales, asignándole funciones específicas, mientras que su reglamento establece que la Autoridad Administrativa del Agua es quien define sus dimensiones.

Una revisión exhaustiva de las normas utilizadas hasta ahora, evidencian el predominio del criterio hidrológico (control de inundaciones) en el establecimiento de la faja marginal, dejando de lado otras funciones también muy importantes. En este sentido, el presente documento procura establecer criterios que permitan la determinación de la faja marginal para que ésta cumpla con todas las funciones que le asigna la ley, fundamentalmente aquella referida a la conservación, tanto de los cuerpos de agua como del ecosistema que forma la interface acuática y terrestre ubicada en las márgenes de los cuerpos de agua.

El estudio de la faja marginal permitirá establecer el dimensionamiento de la faja marginal, su señalización, las condiciones de los predios agrícolas ubicados en las márgenes de la Quebrada Huario (Aplao) y, las posibles actividades en la faja marginal que permitan ser autorizadas por la Autoridad Nacional del Agua, de acuerdo al Plan de desarrollo urbano de las municipalidades.

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.

CAPITULO II

OBJETIVOS BASE LEGAL Y ANTECEDENTES

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**

2.1 UBICACIÓN: POLITICA, GEOGRÁFICA E HIDROGRÁFICA.

2.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA

La zona de estudio políticamente se ubica en:

Departamento : Arequipa

Provincia : Castilla

Distrito : Aplao

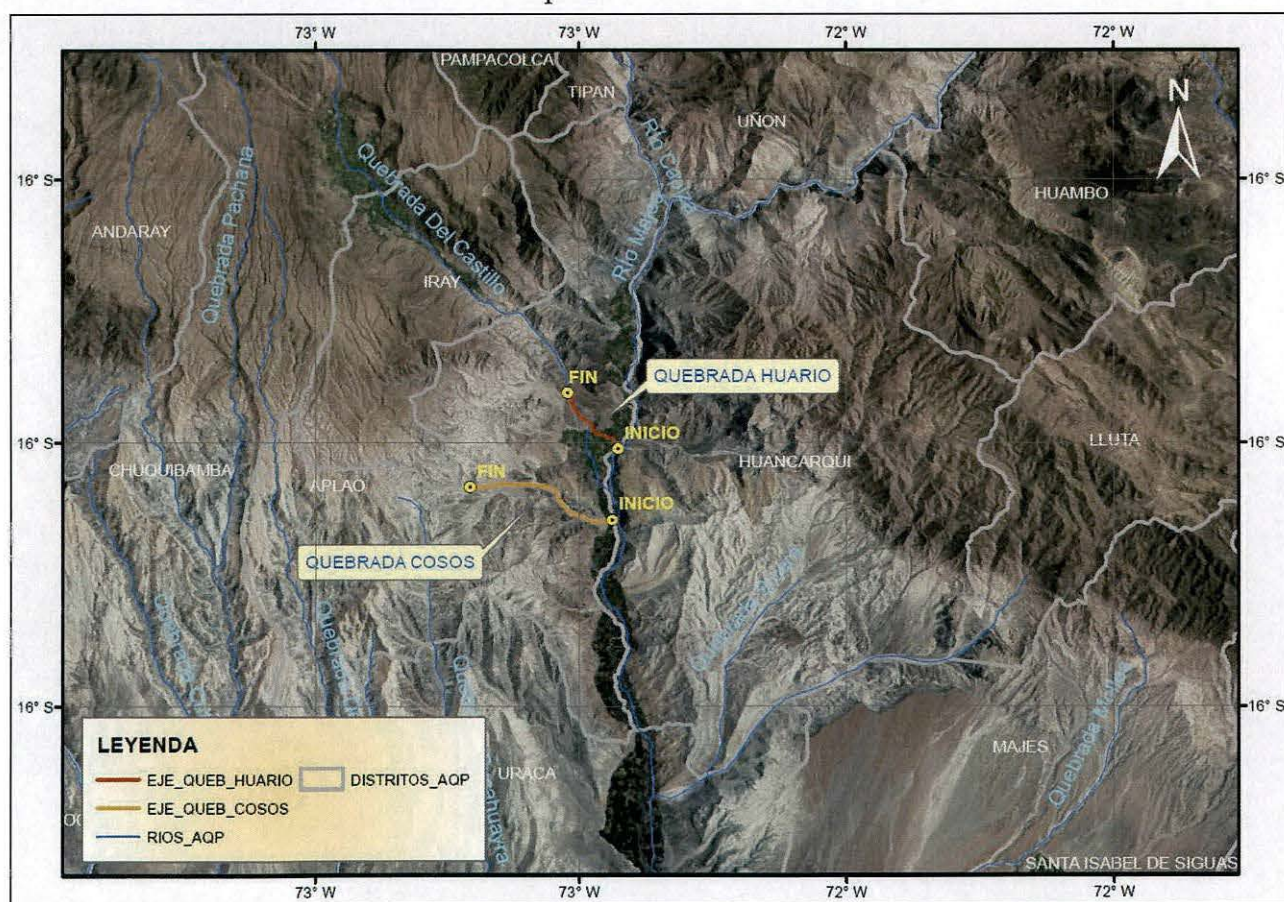


IMAGEN NRO. 2.1.1.1 QUEBRADA HUARIO (APLAO)

Cuadro Nro. 2.1.1.1 Coordenadas de la Quebrada Huario (Aplao)

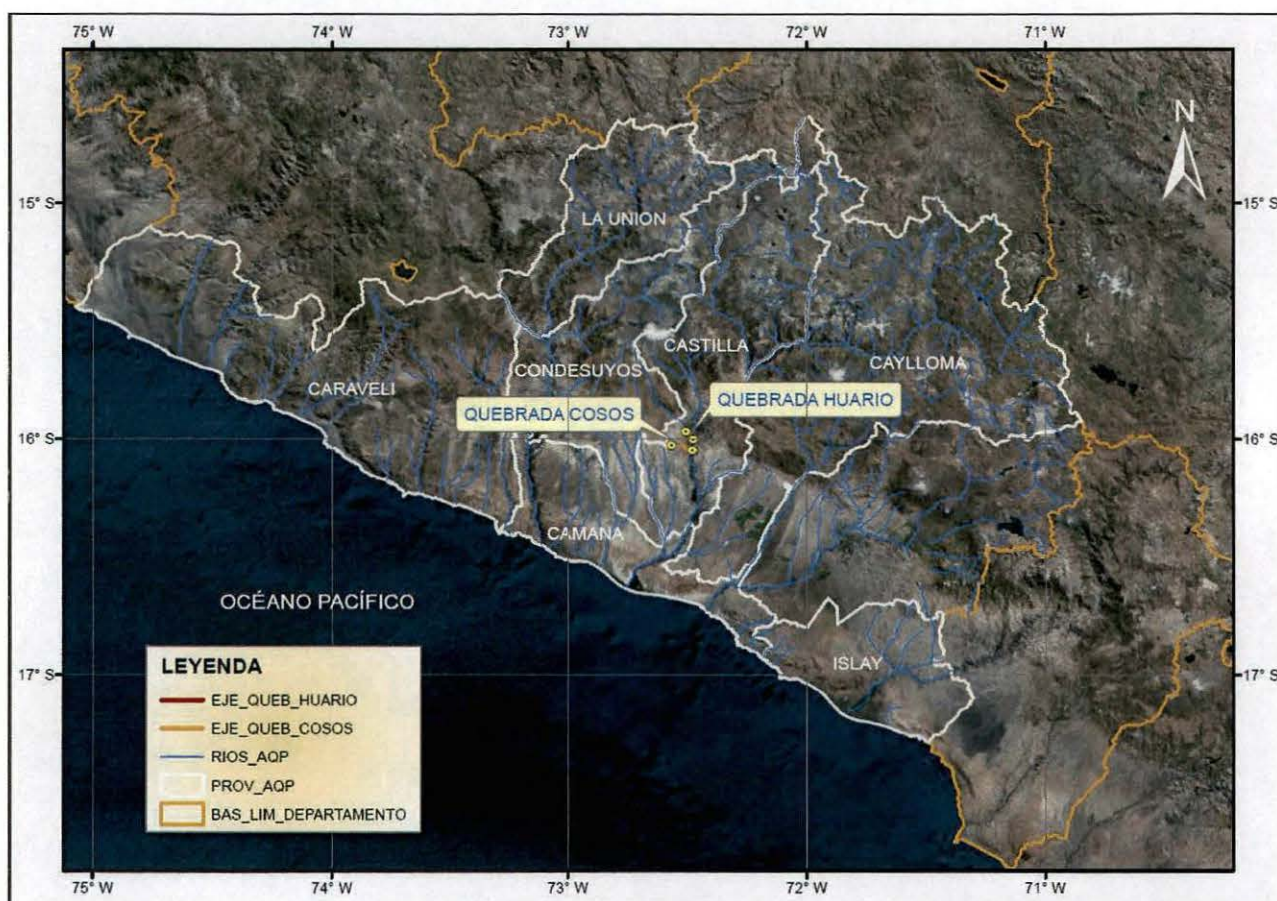
PUNTO	NORTE (m)	ESTE (m)
Queb. Huario - Inicio	8227522.5008	127914.3563
Queb. Huario - Fin	8231377.5019	124493.8085

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**

2.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Quebrada Huario, está ubicado en el distrito de Aplao, y en la Provincia de Castilla, Región de Arequipa, localizada en el sur Perú y América.

La Quebrada de Huarío tiene una longitud total de 6.435 Km respectivamente.



MAPA NRO. 2.1.2.1 QUEBRADAS TRIBUTARIO MAJES EN LIMITES PROVINCIAL Y DEPARTAMENTAL.

- Quebrada Huario:

1	Región Hidrográfica	1:	Vertiente del Pacífico.
1.1	Subdivisión en el Nivel 2:		Unidad Hidrográfica 13 (U.H. del Perú)
1.1.1	Subdivisión en el Nivel 3:		Camaná
1.1.1.1	Subdivisión en el Nivel 4:		Medio Bajo Camaná
1.1.1.1.1	Subdivisión en el Nivel 5:		Huario ó Huacocane

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**



MAPA NRO. 2.1.2.2 QUEBRADA HUARIO EN UNIDADES HIDROGRAFICAS

2.2 DESCRIPCIÓN DEL TRAMO DE ESTUDIO

La Quebrada del Tributario Majes a delimitar en el presente proyecto es: Quebrada Huario (Aplao), como se aprecia en la MAPA NRO. 2.1.3.1, ambas quebradas aportan a un cauce mayor aguas abajo.

El tramo Quebrada Huarió objeto del presente estudio, actualmente se encuentra seco, describiéndose el cauce como efímero, pero con crecidas abundantes de agua cuando se presentan precipitaciones, por lo tanto, dicha quebrada mantiene un caudal mínimo para atender el riego de zonas agrícolas.

2.3 POBLACION BENEFICIARIA

El distrito de Aplao es uno de los catorce distritos que conforman la provincia de Castilla y es capital de la misma, en el Departamento de Arequipa, bajo la administración del Gobierno regional de Arequipa, en el sur del Perú.

Aplao es la capital del distrito y de la Provincia de Castilla, ciudad situada en la mitad de valle de Majes. Se encuentra por debajo de los 1 000 msnm y está formado por los distritos de Aplao, Uraca y Huancarqui.

TABLA N° 2.3.1 Registro Poblacional (Hab.) en el Distrito de Aplao 2000-2015

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Poblac.	9,111	9,139	9,150	9,152	9,146	9,143	9,129	9,104	9,077	9,045	9,016	8,985	8,952	8,918	8,885	8,844

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**

2.4 INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Se ha verificado que en las quebradas del Tributario Majes se encuentra cerca de zonas urbanas de la ciudad de Cosos y Acoy, así mismo se ha observado la presencia de infraestructura vial construida en las quebradas (vías asfaltadas), así como también la presencia de puentes y tuberías de conducción de agua, los cuales se describen a continuación:

QUEBRADA HUARIO:

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS	
PUENTE DOS CARRILES (Progresiva 0+518.22 m)	COORDENADAS UTM	
	8229414.299 N	770043.993 E
	 Descripción: El puente de dos carriles es una estructura de concreto armado, pavimentada. Dimensiones: Largo: 13 m Ancho: 7.80 m #Carriles: 2 Espesor Puente: 0.50 m Altura: 3.0 m	

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS	
TUBERIA DE CONDUCCION (Progresiva 3+198.07 m)	COORDENADAS UTM	
	8230822.111 N	768257.485 E
	 Descripción: Tubería de conducción de agua, enterrada en el cauce de la quebrada y expuesta en ambos márgenes. Dimensiones: Largo Enterrado: 105.81 m Diámetro: 80"- 2.00m	

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.

CAPITULO III

TOPOGRAFÍA

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**

3.1 TOPOGRAFIA

3.1.1 ACTIVIDADES DE CAMPO

Las actividades de campo consistieron básicamente en el Estudio Topográfico.

El estudio topográfico, se basa en el levantamiento de las características físicas del terreno con el equipo topográfico por el método poligonal abierta. El levantamiento se dio a lo largo de las Quebradas Cosos y Huario, precisándose 17.108 kilómetros aguas arriba.

Se inició con la información base de las Cartas Nacionales: 32-Q, 32-R, 33-Q y 33-R, Arequipa escala 1/100,000, imágenes satelitales visualizadas en el Google Earth, y de la Comisión de regates del sector para el reconocimiento de la zona.

A. Descripción de la Zona y reconocimiento.

Se identificó el proyecto con apoyo del programa Google Earth y Google Maps para hacer el reconocimiento de campo, tomar datos como accesos a zona de estudio, recolectar información para poder ver la densidad de vegetación etc.

Se hizo el reconocimiento de campo junto al personal técnico. Haciendo el recorrido por toda la zona a levantar para el proyecto, se consideraron los afluentes principales de las quebradas Cosos y Huario, y así poder estimar la separación de los puntos de control y establecer los parámetros de vuelo.

B. Sistema Cartográfico de Referencia:

Los planos topográficos estarán referidos a las coordenadas del Sistema Básico Nacional (UTM Modificado) o sea al Sistema Universal Transversa de Mercator, con apoyo de equipo GPS diferencial en modo NTRIP, en su versión modificada (Coeficiente con respecto a la altura media del área del levantamiento). Elipsoide WGS84 (World Geodesic System 1984), Zona 18 Sur.

C. Red de Puntos de Control Terrestre:

Luego de identificar puntos referenciales, tomados como base, se procedió a construir la red de control terrestre distanciados en un promedio de 250 metros, estos ubicados en los bordes de la línea de estudio, de tal manera que se realizaron señalizaciones (marcas) para poder ser identificados desde el aire, también se tomaron puntos auxiliares para poder trasladar los puntos durante todo el recorrido del cauce, para estos puntos se utilizó GPS diferencia RTK.

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**



TABLA N° 3.1.1.1 Puntos de Control Terrestre Quebrada Huario

PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE HUARIO				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
58	8230573.88	768234.468	862.519	A1
1	8230571.33	768236.767	862.244	TN
2	8232794.34	766777.127	968.993	TN
3	8232769.73	766893.516	913.928	MARCA
4	8232475.7	767065.618	885.711	MARCA
5	8232476.05	767063.07	886.228	HOMBRO
6	8232475.43	767064.159	885.66	PIE
7	8232471.92	767071.972	885.604	HOMBRO
8	8232471.86	767072.16	884.975	PIE
9	8232466.98	767086.55	883.54	EJE
10	8232162.74	767099.421	876.612	MARCA
11	8232034.12	767154.091	869.259	HOMBRO
12	8232033.43	767155.23	867.183	PIE
13	8232036.1	767168.885	866.423	EJE

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**

PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE HUARIO				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
14	8232040.36	767182.447	866.36	PIE
15	8232037.33	767182.791	868.357	HOMBRO
16	8231832.94	767242.804	860.239	MARCA
17	8231597.66	767372.517	849.521	EJE
18	8231611.35	767393.83	850.671	PIE
19	8231611.81	767393.833	851.877	HOMBRO
20	8231589.76	767369.829	850.707	MARCA
21	8231592.62	767356.193	851.141	PIE
22	8231592.48	767355.721	852.885	HOMBRO
23	8231340.05	767551.946	839.2	MARCA
24	8231222.36	767751.623	829.058	EJE
25	8231228.22	767752.937	828.819	PIE
26	8231228.27	767752.853	829.909	HOMBRO
27	8231211.17	767749.341	829.026	PIE
28	8231173.66	767856.067	826.872	MARCA
29	8230950.54	767987.571	817.828	HOMBRO
30	8230952.45	767989.728	815.424	PIE
31	8230957.79	767994.268	814.353	EJE
32	8230973.23	768004.002	816.47	PIE
33	8230973.2	768004.543	817.622	HOMBRO
34	8230948.31	768071.379	815.006	MARCA
35	8230849.33	768255.797	806.657	PIE
36	8230850.41	768257.075	808.46	HOMBRO
37	8230828.67	768237.987	805.043	EJE
38	8230822.36	768228.095	806.684	HOMBRO
39	8230823.34	768229.529	806.077	PIE
40	8230815.77	768220.419	806.632	TN
41	8230790.16	768186.41	810.394	TN
42	8230786.71	768188.896	808.547	TN
43	8230784.27	768186.565	808.564	TN
44	8230779.8	768183.853	811.27	TN
45	8230776.25	768179.393	811.47	TN
46	8229295.91	770185.352	706.058	MARCA
47	8229038.04	770211.677	699.756	MARCA
48	8229045.68	770119.964	695.518	HOMBRO
49	8229045.33	770119.494	695.153	PIE
50	8229032.8	770097.375	694.74	HOMBRO
51	8229032.22	770096.775	694.329	PIE
52	8229025.09	770097.844	693.76	EJE
53	8229024	770096.625	694.111	PIE
54	8229023.63	770096.327	694.465	HOMBRO
55	8229019.78	770090.759	693.725	PIE

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**

PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE HUARIO				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
56	8229018.35	770089.708	694.77	HOMBRO
57	8230573.88	768234.468	862.519	A1
2	8232794.29	766776.968	969	prueba
3	8230791.16	768154.351	810.182	marca
4	8230624.15	768354.796	794.59	marca
5	8230390.3	768455.332	787.69	marca
6	8230161.27	768568.538	775.476	marca
7	8230042.63	768838.329	768.44	marca
8	8229847.17	769122.505	754.912	marca
9	8229835.08	769305.154	747.698	marca
10	8229721.72	769567.242	737.115	marca
11	8229630.88	769792.781	725.666	marca
12	8229447.35	769988.941	714.095	marca

D. Monumentación de Punto Geodésico.

Se realizó la monumentación de dos puntos geodésicos de orden C sobre dado de concreto de 40 cm x 40 cm, este mismo se empleó para la colocación de la red de puntos de control terrestre los cuales fueron triangulados con el punto de rastreo permanente, ubicado en Aplao, del Instituto Geográfico Nacional del Perú AQ03 con el cual se trabajó con Ntrip obteniendo una precisión sub-centimétrica hasta una distancia de 40 kilómetros.

E. Plan de vuelo

En esta etapa se programó los Planes de Vuelo en gabinete previo reconocimiento de campo.

F. Vuelo

El vuelo se realizó de manera autónoma ya cargado los datos que se trabajaron en gabinete, estos fueron iniciados desde un punto de partida a 130 metros de la superficie, recorriendo a una velocidad de 10 metros por segundo para posteriormente capturar imágenes debidamente espaciadas las cuales obedecieron a un parámetro de solape a 65% entre cada imagen, fueron capturadas con la cámara fotográfica del propio equipo el cual está controlado automáticamente por un Gimbal (**accesorio inteligente que controla el posicionamiento de la cámara**) el cual ayuda a obtener fotografías totalmente horizontales.

RELACIÓN ALTURA – RESOLUCIÓN

Altura de vuelo(m)	Resolución especial (cm/pixel)
80	Hasta 2.5
130	Hasta 3.5
250	Hasta 8

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

Levantamiento Topográfico

Es importante planificar para poder elaborar el plan de actividades o plan de trabajo de manera que el mismo pueda desarrollarse con los recursos que se tienen previstos.

La recopilación de información se realizó en 2 etapas.

- Visita de reconocimiento a la zona para poder realizar la planificación del trabajo de campo y ubicación de las estaciones también con la finalidad de verificar la visibilidad.
- Definición de Parámetros de vuelo de los drones y estrategias para la colocación de puntos de control terrestre.
- Para las mediciones topográficas del cauce y riberas de las quebradas Estanquillo en el tramo de 30.0 km, se han utilizado el siguiente personal:
 - 02 personas con conocimiento en levantamientos topográficos y fotogramétricos.
 - 02 personas mano calificada para colocados de puntos de control terrestre.

El Equipo utilizado:

- 01 computadora portátil.
- 01 RPA's cuadricópteros.
- 01 GPS diferencial Trimble R8 – R10
- 01 camioneta 4x4

3.1.2 TRABAJO DE GABINETE

Se realizó la descarga de las fotografías, posteriormente se realizó el post-procesamiento de las imágenes y la restitución utilizando la fotogrametría utilizando 02 Computadoras de alta velocidad y software antes mencionados. Una vez tenido el resultado de la zona de estudio se procedió a realizar los planos correspondientes. Los planos y modelos fueron trabajados con los programas:

- ArcGIS
- AutoCAD Civil 3d
- AutoCAD

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.

CAPITULO IV

DETERMINACIÓN DE LA HUELLA MÁXIMA

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

4.1 SEGMENTACION DEL RÍO EN TRAMOS Y SECCIONES TRANSVERSALES.

La Quebrada Huario (Aplao), tiene una longitud total de 6.435 Km., ésta se ha segmentado en tramos de 100 m, y con la ayuda del ARC GIS se han generado las secciones transversales y luego con el HEC RAS se han modelado hidráulicamente, consiguiendo de esa manera las áreas mojadas y los parámetros hidráulicos de la quebrada.

Esta información posteriormente sirve para graficar las áreas de inundación y verificar las marcas de la huella máxima, que servirán luego para la delimitación de la faja marginal.

4.1.1 QUEBRADA HUARIO

La Quebrada Huario tiene una longitud aproximada de 6.435 Km, y gracias al recorrido del eje del Cauce se obtuvo el eje de río en cada uno de sus tramos (100m)

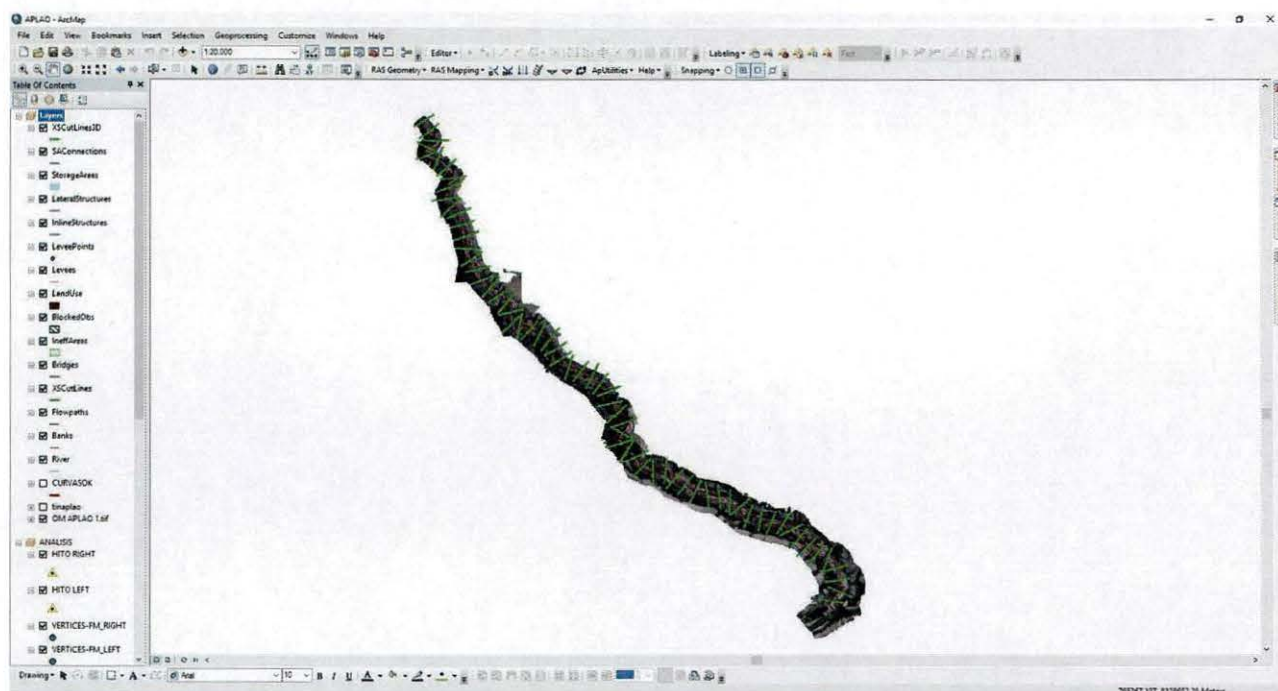


IMAGEN 4.1.1.1 SECCIONES DE LA QUEBRADA HUARIO

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

4.2 IDENTIFICACION DEL EJE DE QUEBRADA

4.2.1 QUEBRADA HUARIO

De campo se obtuvieron las orto fotos del cauce de la Quebrada Huario, y gracias al recorrido del eje del Cauce se obtuvo el eje de quebrada en cada uno de sus tramos (100m), para una trayectoria total de 6,435m.

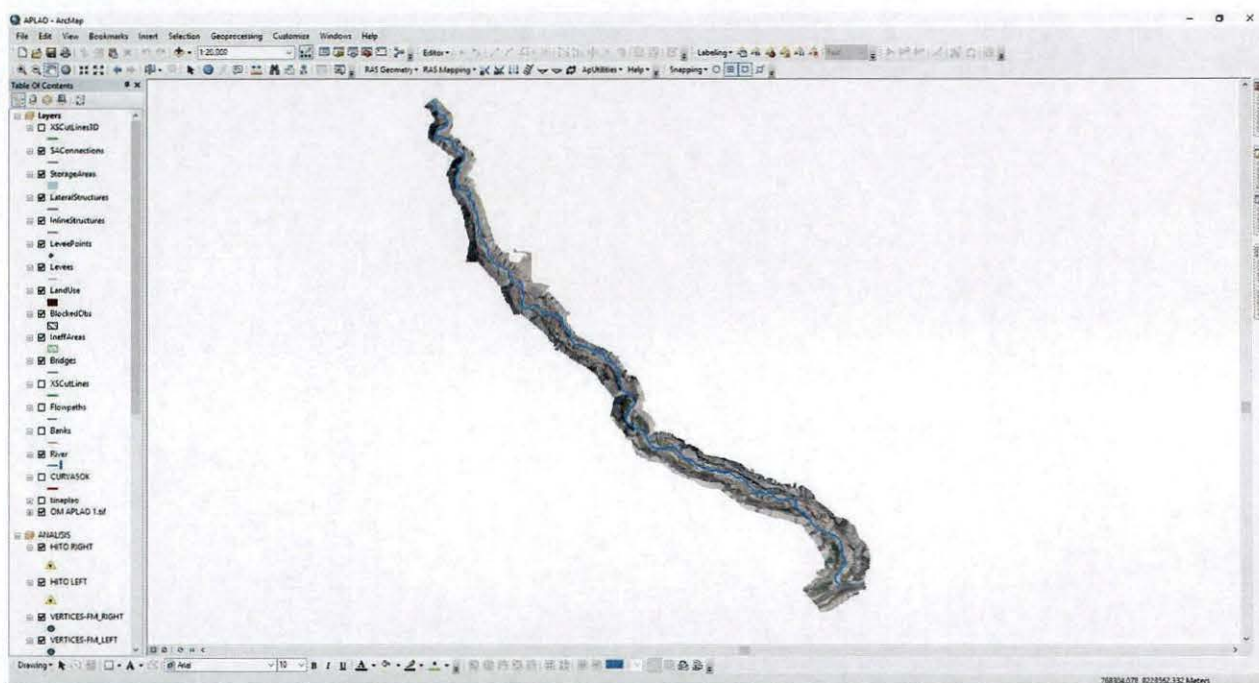


IMAGEN 4.2.1.1 EJE DE QUEBRADA HUARIO

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

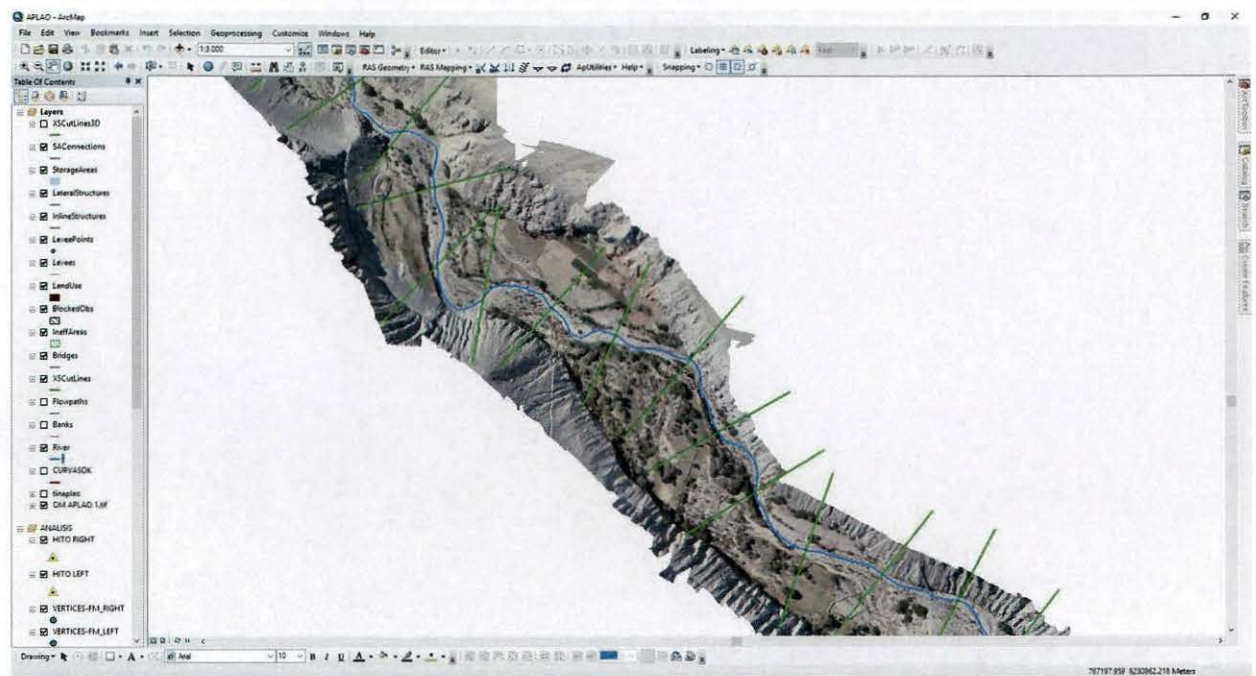


IMAGEN 4.2.1.2 ZOOM EJE DE QUEBRADA HUARIO

4.3 IDENTIFICACIÓN DE LA HUELLA MÁXIMA.

4.3.1 QUEBRADA HUARIO

Para la determinación de los niveles y áreas de inundación, se aplicó la metodología de identificación de huella máxima, cuyo procedimiento comienza por hacer un recorrido en campo para verificación de marcas y señales del paso de agua en el cauce de las quebradas, dichas marcas o huellas han sido contrastadas con lo visto en las ortofotos, donde se puede ver con claridad las diferencias de colores entre el lecho por donde pasó el agua de las precipitaciones y las zonas no inundadas.

Como las huellas máximas no se aprecian con claridad en todo el recorrido de las quebradas, con la ayuda del Arc Gis, Hec Georas y Hec Ras se ha procedido a modelar las áreas inundadas, probando con diferentes caudales, de tal forma que los niveles y áreas inundadas coincidan con las huellas o marcas identificadas en el campo y las ortofotos.

De esta manera se logra garantizar que todas las áreas inundadas calculadas sean las más exactas y de esa manera se cumpla con el objetivo buscado, que es la determinación precisa del área de inundación, para la posterior delimitación de la faja marginal a lo largo de los 6,435m.

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**

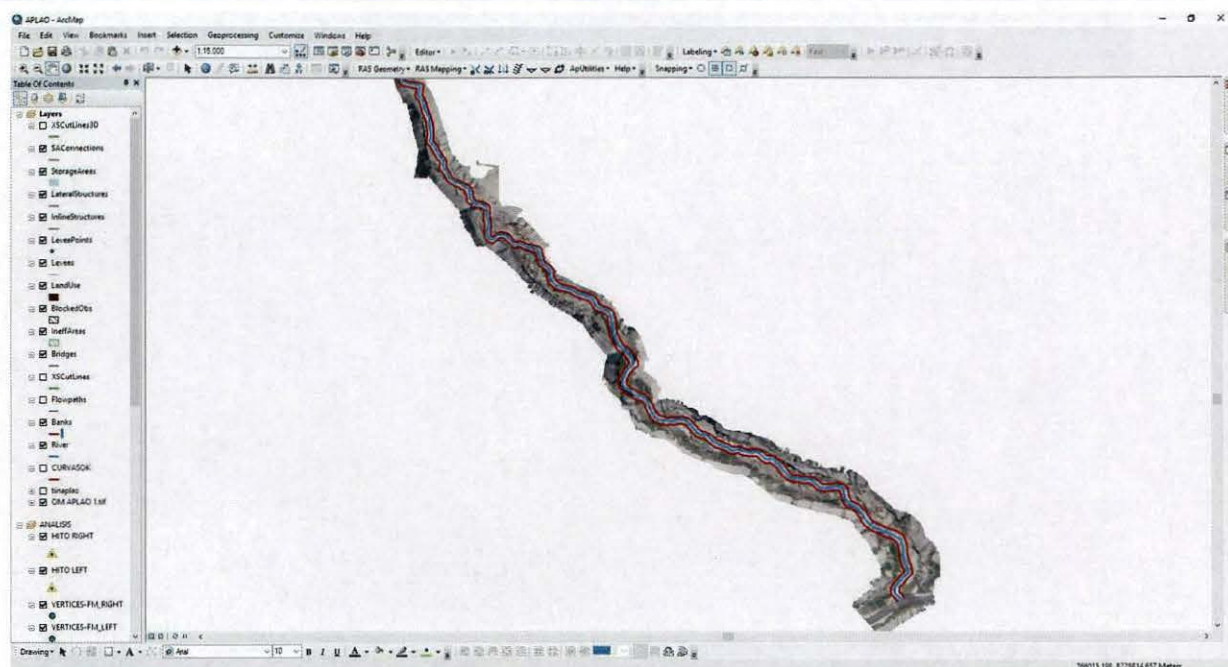
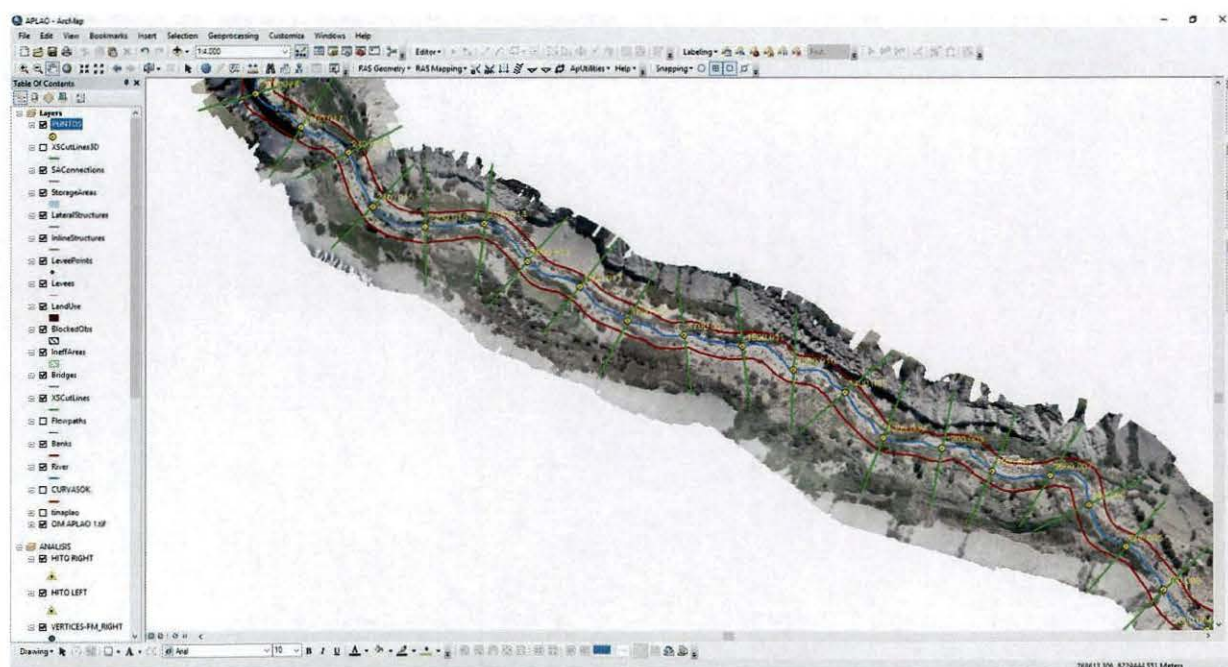
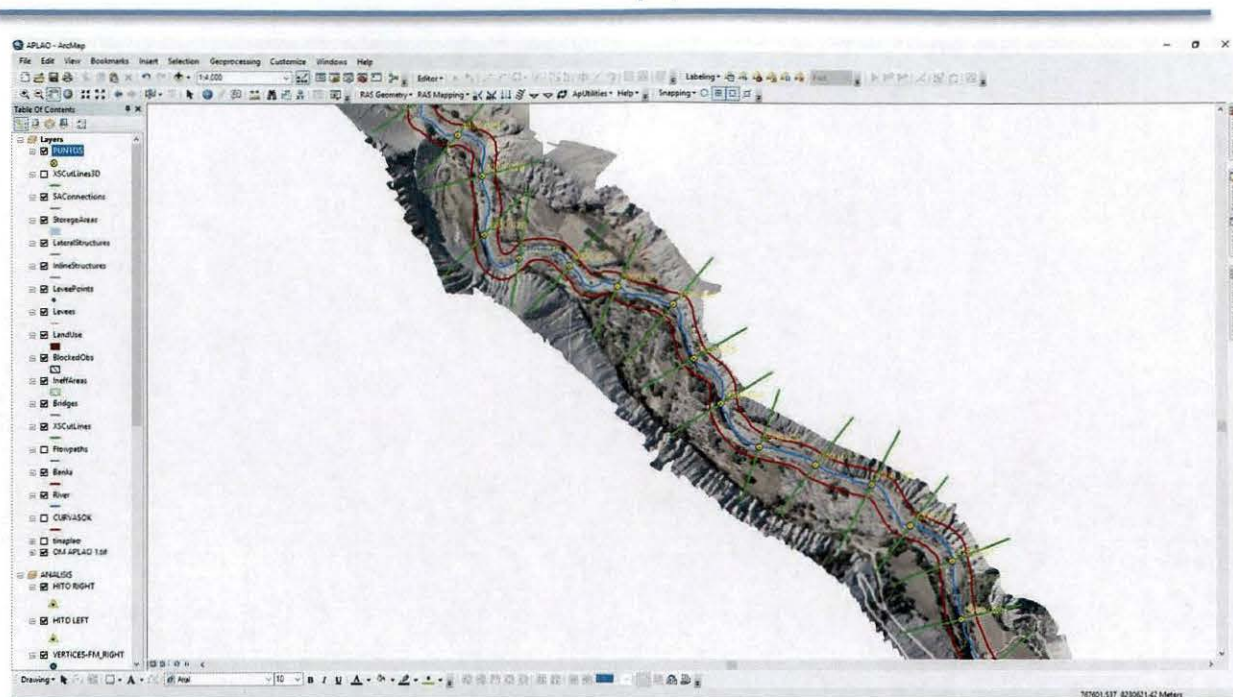


IMAGEN 4.3.1.1 TRAZO HUELLA MÁXIMA DE LA QUEBRADA HUARIO



**IMAGEN 4.3.1.2 HUELLA MÁXIMA DEL CAUCE DE LA QUEBRADA HUARIO-
PROG: 0+700M A 2+600M.**

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**



**IMAGEN 4.3.1.3 HUELLA MÁXIMA DEL CAUCE DE LA QUEBRADA HUARIO-
PROG: 3+000M A 4+400M.**

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.

4.4 FOTOGRAFÍAS DE TRABAJO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA HUELLA MÁXIMA

4.4.1 QUEBRADA HUARIO



IMAGEN 4.4.1.1 PROGRESIVA: 0+000; COORDENADAS E= 770115.071, N= 8229016.783



IMAGEN 4.4.1.2 PROGRESIVA: 0+518.22; COORDENADAS E= 770043.993, N= 8229414.299

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**



IMAGEN 4.4.1.3 PROGRESIVA: 1+000; COORDENADAS E= 769557.503, N= 8229722.209



IMAGEN 4.4.1.4 PROGRESIVA: 2+000; COORDENADAS E= 768567.793, N= 8230160.396

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**



IMAGEN 4.4.1.5 PROGRESIVA: 3+000; COORDENADAS E= 768071.852, N= 8230919.168

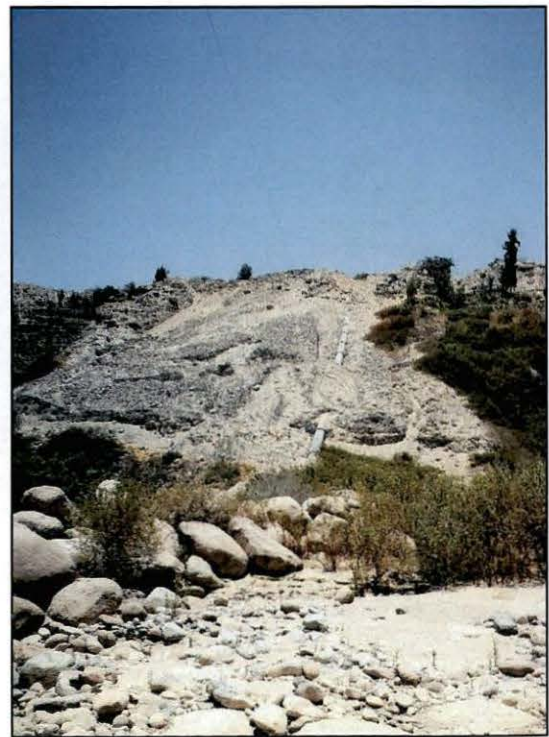


IMAGEN 4.4.1.6 PROGRESIVA: 3+198.07; COORDENADAS E= 768257.485, N= 8230822.111

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.



IMAGEN 4.4.1.7 PROGRESIVA: 4+000; COORDENADAS E= 767332.168, N=8231612.715



IMAGEN 4.4.1.8 PROGRESIVA: 5+000; COORDENADAS E= 767086.053, N= 8232500.619

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.



IMAGEN 4.4.1.9 PROGRESIVA: 6+000; COORDENADAS E= 766756.038, N= 8233235.990

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.

CAPITULO V

SIMULACIÓN HIDRÁULICA

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huarío, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

5.1 CALCULO DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES

Los Tributarios Majes abarcan tramos importantes en sus respectivas quebradas, ambas han sido modeladas en ArcGIS 10.1 y en Hec-RAS 4.1, siendo una de ellas la quebrada Huarío con una longitud de 6,435m y modelado con un caudal de 64.6 m³/s, obtenidos mediante la metodología de la huella máxima.

5.1.1 QUEBRADA HUARIO

La simulación hidráulica de la Quebrada Huarío, ha sido modelado en Arc GIS 10.1, Hec-RAS 4.1, y HECRAS 4.1 con un caudal de 64.6 m³/s. Como resultado de la simulación tenemos las áreas de inundación y niveles de inundación que nos sirven para delimitar las fajas marginales.

5.1.2.1 Modelamiento del tramo principal con el Software Arc GIS 10.1

El tramo definido geográficamente, desde el punto inicial, hasta recorrer 6,435 m aguas arriba. Se definen curvas de nivel cada 1.0 m.



IMAGEN NRO. 5.1.2.1.1 SOFTWARE ARC GIS: CREACIÓN DE CURVAS DE NIVEL.

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

Se procesan los datos para la Creación del TIN (Superficie Irregular de triángulos).

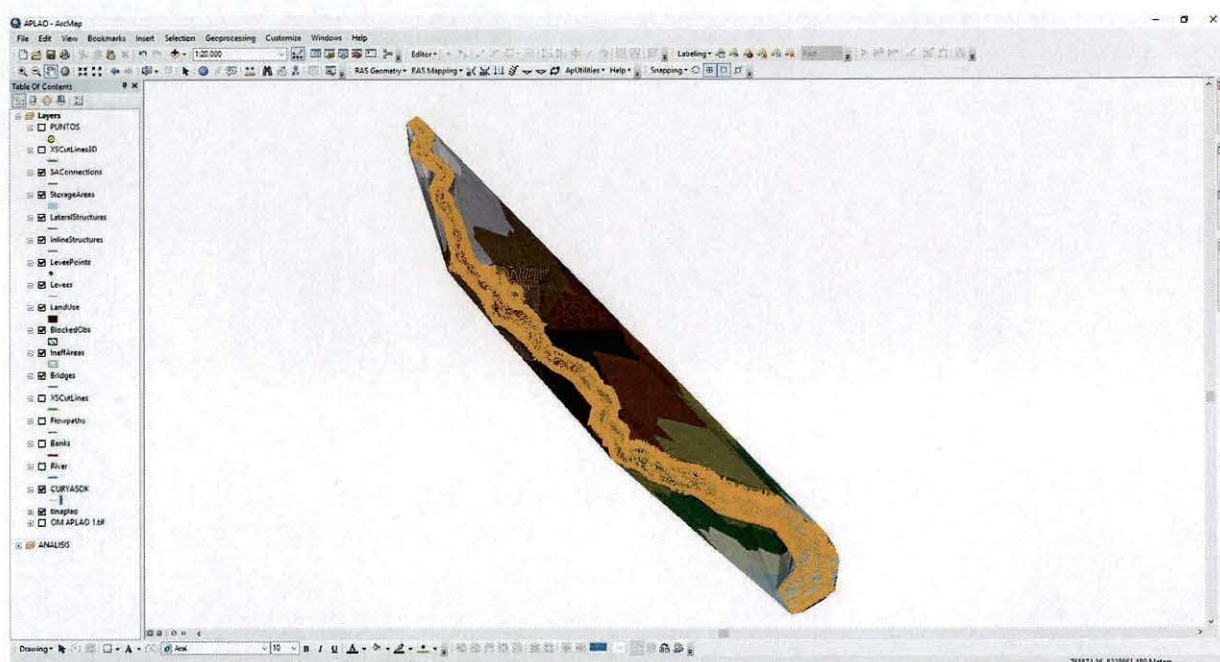


IMAGEN NRO. 5.1.2.1.2 SOFTWARE ARC GIS: CREACIÓN DEL TIN.

Reconocimiento y Trazo del Eje de la Quebrada Huario - River.

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

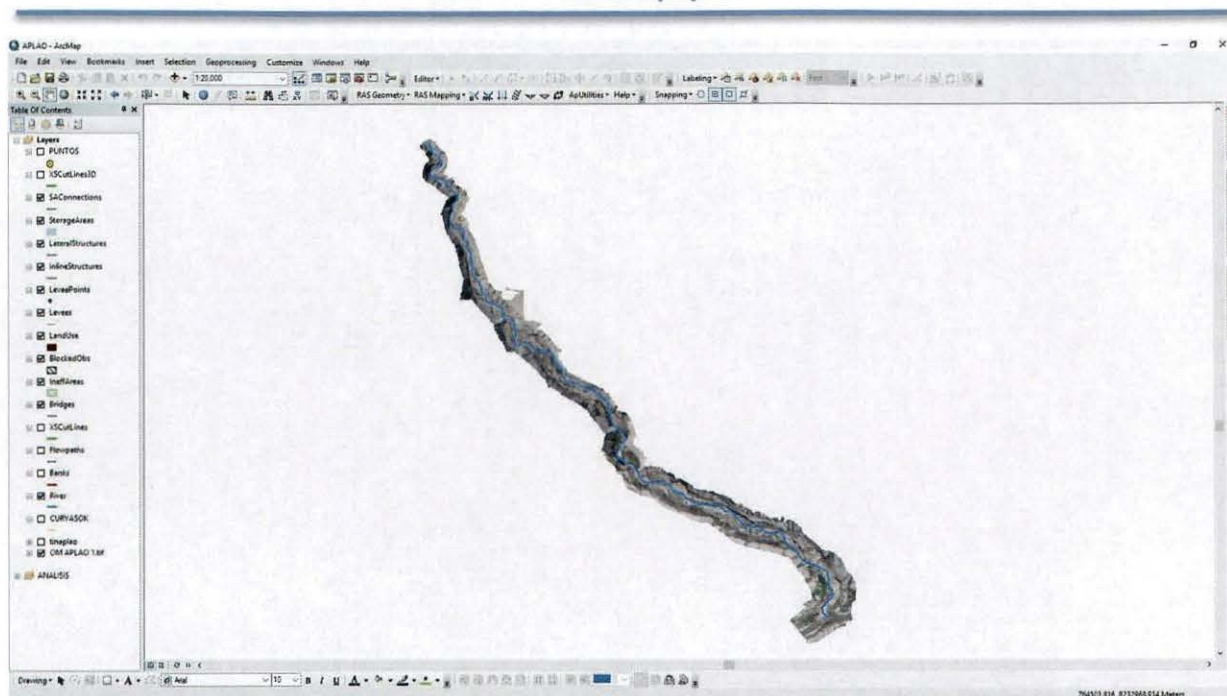


IMAGEN NRO. 5.1.2.1.3 SOFTWARE ARC GIS: EJE DE LA QUEBRADA HUARIO

Delimitación del Cauce de la Quebrada Huario - Banks y Área de Modelación – Flowpaths, en ambos márgenes.

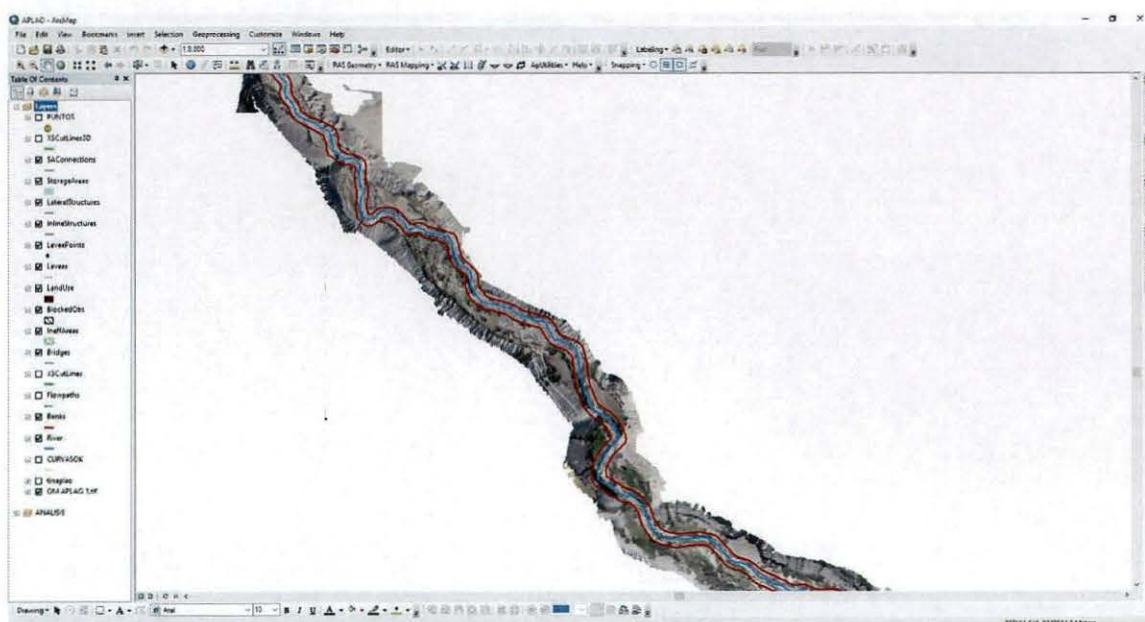


IMAGEN NRO. 5.1.2.1.4 SOFTWARE ARC GIS: DELIMITACIÓN DEL CAUCE DE LA QUEBRADA HUARIO

Creación de Secciones Transversales al eje de la Quebrada Huario – Xcutlines cada 100.0 m.

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

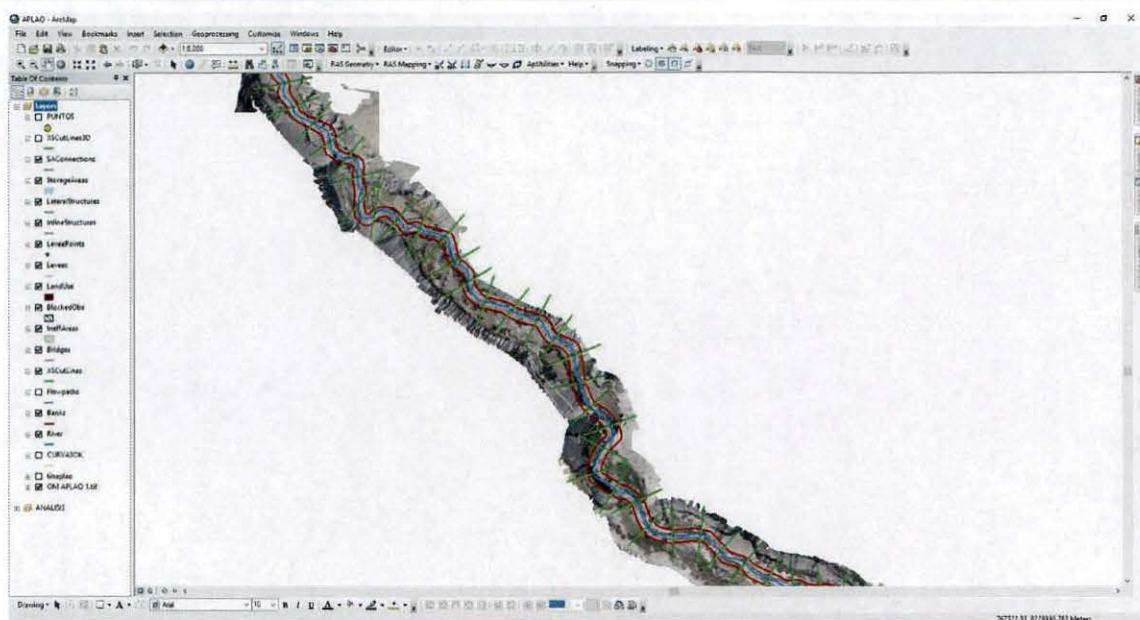


IMAGEN NRO. 5.1.2.1.5 SOFTWARE ARC GIS: SECCIONES DE LA QUEBRADA HUARIO

La determinación de las secciones hidráulicas se realizó por medio del Software ArcGIS 10.1. Donde se generó secciones representativas de la Quebrada Huario. En los planos se observa las secciones con sus correspondientes progresivas. Las secciones se exportan al software HEC RAS 4.1.

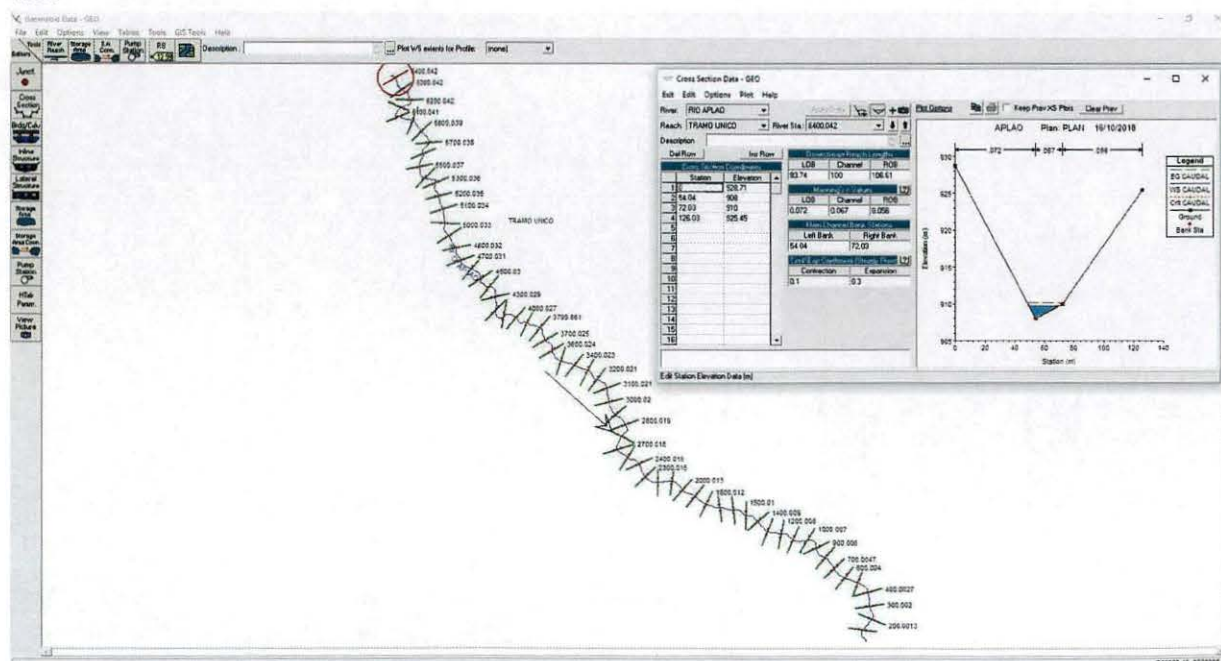


IMAGEN NRO. 5.1.2.1.6 SOFTWARE HEC RAS: SECCIONES HIDRÁULICAS DE LA QUEBRADA HUARIO

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

En los anexos se verá en forma detallada la inundación de los 6.435 Km que conforman la Quebrada Huario y su correspondiente ubicación de los hitos con coordenadas UTM.

5.2 CALCULO DEL CAUDAL DE MAXIMA AVENIDA

Para calcular el Caudal de Máxima Avenida se utiliza el software HEC-HMS 4.1, el cual nos solicita dos parámetros importantes que son el Número de Curva y la Impermeabilidad en porcentaje de la cuenca, el modelo desarrollado por el servicio de conservación de suelos (SCS) de los Estados Unidos, usa el número de curva (CN) el cual es un parámetro empírico estimado de la combinación de humedad antecedente del suelo.

5.2.1 Numero de curva e impermeabilidad de las cuencas del Tributario Majes

También llamado número adimensional de curva o número de curva que corresponde al área específica en estudio, valor que debe ser obtenido mediante procesos de calibración o como alternativa en base al tipo de suelo y el uso de la tierra que han sido tabulados por el Soil Conservation Service, la cual se definen cuatro grupos:

- Grupo A:

Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limo agregados

- Grupo B:

Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.

- Grupo C:

Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.

- Grupo D:

Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Para la generación del número de curva que está presente en el área de estudio, se determinó las capacidades de usos de suelos que ésta presentaba y el tipo de cubierta vegetal que tiene. En consecuencia, los valores de CN para varios tipos de usos de la tierra en estos tipos de suelo se muestran en el Cuadro 5.2.1.1 y 5.1.1.3. Para una cuenca hecha de varios tipos de suelo y con diferentes usos de la tierra, se pueden calcular un CN compuesto.

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**

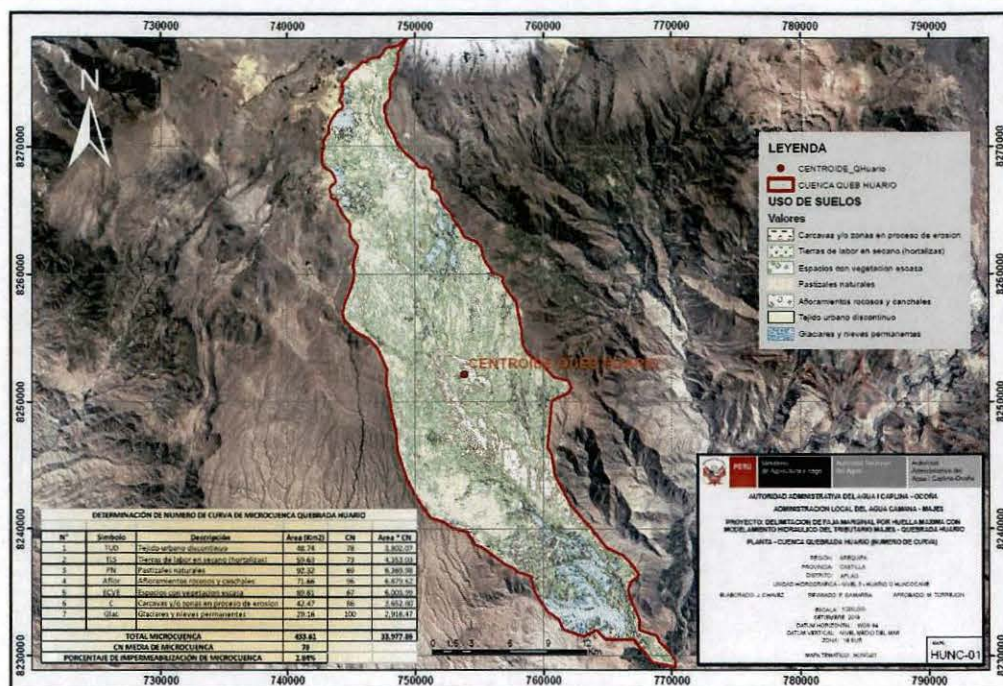
**Cuadro Nro.5.2.1.1 Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola,
sub urbana y urbana (tomado de *hidrología aplicada de Ven Te Chow*)**

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
	A	B	C	D
Tierra cultivada ¹ : sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,	45	66	77	83
cubierta buena ²	25	55	70	77
Área abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80
condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos Industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial ³ :				
Tamaño promedio del lote Porcentaje promedio impermeable ⁴				
1/8 acre o menos 65	77	85	90	92
1/4 acre 38	61	75	83	87
1/3 acre 30	57	72	81	86
1/2 acre 25	54	70	80	85
1 acre 20	51	68	79	84
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc. ⁵	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados ⁵	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

- Para una descripción más detallada de los números de curva para usos agrícolas de la tierra, remitirse a Soil Conservation Service, 1972.

Una buena cubierta está protegida del pastizaje y los desechos del retiro de la cubierta del suelo.

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**



**IMAGEN NRO. 5.2.1.1: SOFTWARE ARC GIS: MICROCUENCA DE LA QUEB.
HUARIO**

- Impermeabilidad

El análisis en áreas a través de interpretación de imágenes satelitales permite realizar determinaciones de la impermeabilidad, con un grado aceptable de confiabilidad, si se lo circunscribe a un área determinada y a un tiempo determinado.

Se busca un mayor contraste con la vegetación, en función de la mayor emisividad de las construcciones, suelos arcillosos y afloramientos rocosos presentes en el área de estudio, resaltando las áreas de mayor impermeabilidad.

Luego se procedió a clasificar las áreas de densidad poblacional mediante el método no supervisado, en el software ARCGIS 10.1, el que efectúa una clasificación arbitraria mediante un algoritmo de agrupamiento denominado ISODATA considerado uno de los más adecuados para este tipo de metodología.

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**

**Cuadro Nro. 5.2.1.2 Determinación del número de curva e impermeabilidad de la Cuenca
Quebrada Huario**

DETERMINACIÓN DE NUMERO DE CURVA DE MICROCUENCA QUEBRADA HUARIO					
N°	Símbolo	Descripción	Área (Km2)	CN	Area * CN
1	TUD	Tejido urbano discontinuo	48.74	78	3,802.07
2	TLS	Tierras de labor en seco (hortalizas)	59.63	73	4,353.03
3	PN	Pastizales naturales	92.32	69	6,369.98
4	Aflor	Afloramientos rocosos y canchales	71.66	96	6,879.52
5	ECVE	Espacios con vegetacion escasa	89.61	67	6,003.99
6	C	Carcavas y/o zonas en proceso de erosion	42.47	86	3,652.80
7	Glac	Glaciares y nieves permanentes	29.16	100	2,916.47
TOTAL MICROCUENCA			433.61		33,977.86
CN MEDIA DE MICROCUENCA			78		
PORCENTAJE DE IMPERMEABILIZACIÓN DE MICROCUENCA			2.84%		

5.2.2 MODELAMIENTO HEC-HMS T=100 AÑOS

Parámetros a ingresar en el software HEC-HMS:

Microcuenca Quebrada Huario:

- AREA: 433.61 Km²
- NUMERO DE CURVA: 78
- IMPERMEABILIDAD: 2.84%
- TIEMPO DE CONCENTRACION: 4.0585 h

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

Subbasin Loss Transform Options

Basin Name: TRIBUTARIO_MAJES
Element Name: QUEBRADA HUARIO

Description:

Downstream: --None--

*Area (KM2) 433.61

Latitude Degrees:

Latitude Minutes:

Latitude Seconds:

Longitude Degrees:

Longitude Minutes:

Longitude Seconds:

Canopy Method: --None--

Surface Method: --None--

Loss Method: SCS Curve Number

Transform Method: SCS Unit Hydrograph

Baseflow Method: --None--

Subbasin Loss Transform Options

Basin Name: TRIBUTARIO_MAJES
Element Name: QUEBRADA HUARIO

Initial Abstraction (MM)

*Curve Number: 78

*Impervious (%) 2.84

Subbasin Loss Transform Options

Basin Name: TRIBUTARIO_MAJES
Element Name: QUEBRADA HUARIO

Graph Type: Standard (PRF 484)

*Lag Time (MIN) 146.11

IMAGEN NRO. 5.2.1.2 PARÁMETROS DE LA CUENCA QUEBRADA HUARIO

TRIB_MAJES

- Basin Models
- Meteorologic Models
- Control Specifications
- Time-Series Data
 - Precipitation Gages
 - PREC_COSOS
 - 01ene2018, 00:00 - 01ene2018, 02:00
 - PREC_HUARIO
 - 01ene2018, 00:00 - 01ene2018, 02:00

Components Compute Results

Time-Series Gage Time Window Table Graph

Time (ddMMYYYY, HH:mm)	Precipitation (MM)
01ene2018, 00:00	
01ene2018, 00:10	0.933
01ene2018, 00:20	1.000
01ene2018, 00:30	1.183
01ene2018, 00:40	1.633
01ene2018, 00:50	2.483
01ene2018, 01:00	19.717
01ene2018, 01:10	3.750
01ene2018, 01:20	1.917
01ene2018, 01:30	1.400
01ene2018, 01:40	1.117
01ene2018, 01:50	0.800
01ene2018, 02:00	0.867

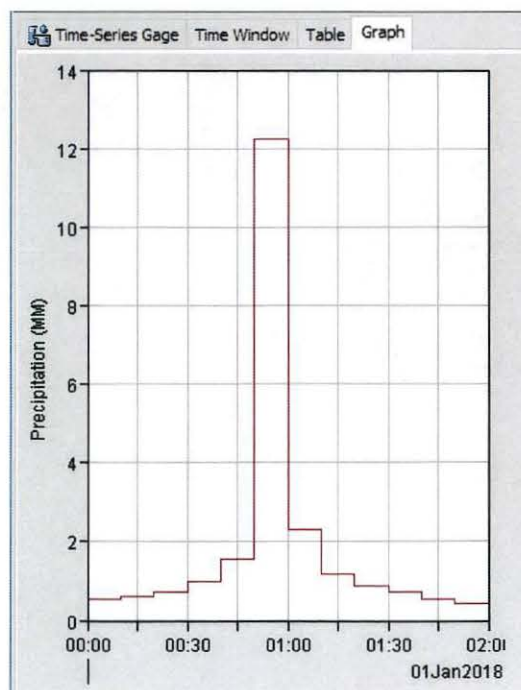
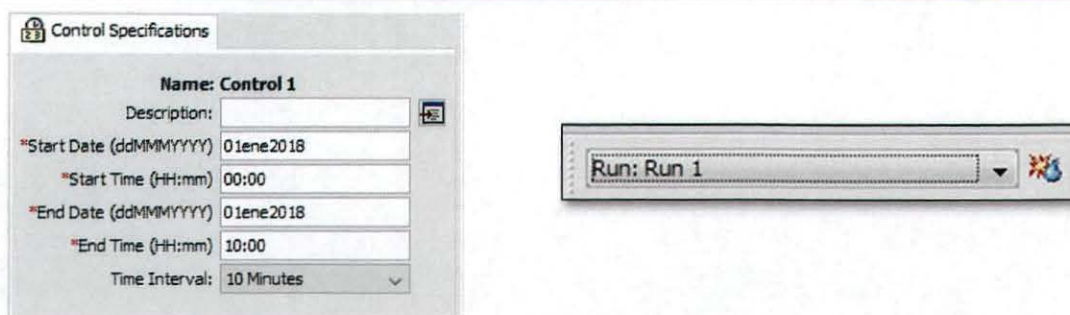


IMAGEN NRO. 5.2.1.3 PRECIPITACIÓN HUARIÓ Y GRÁFICA DE HISTOGRAMA

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento
de Arequipa.**



**IMAGEN NRO. 5.2.1.4 CONTROL PARA EL CÁLCULO DE LOS CAUDALES EN
TODAS LAS CUENCAS Y RUN EN EL PROGRAMA.**

5.2.3 RESULTADOS

Cuadro Nro 5.2.3.1: RESUMEN DE RESULTADOS T=100 AÑOS: TRIBUTARIO MAJES.

Global Summary Results for Run "Run 1"				
Project: TRIB_MAJES Simulation Run: Run 1				
Start of Run: 01ene2018, 00:00		Basin Model: TRIBUTARIO_MAJES		
End of Run: 01ene2018, 10:00		Meteorologic Model: Met 1		
Compute Time: 08nov2018, 21:02:54		Control Specifications: Control 1		
Show Elements: All Elements		Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3		Sorting: Hydrologic
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
QUEBRADA COSOS	53.737	72.0	01ene2018, 01:50	-42474373859...
QUEBRADA HUARIO	433.610	64.6	01ene2018, 02:00	-28143204599...

- Se concluye que el Caudal de Máxima Avenida obtenido para la Cuenca de la Quebrada Huario, para un periodo de retorno de T=100 años, es de $Q_{\text{máx}} = 64.6 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.3 SIMULACIÓN HIDRAULICA CON HECRAS

Los modelos de elevación del río, como un concepto general, es el uso de simulaciones hidrológicas para crear una superficie de agua del río sobre la base de física, geoespaciales, y las propiedades hidrológicas de una red de un flujo de agua dado. Suponiendo que la información sobre el flujo de

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

agua es suficiente y está disponible, tales simulaciones pueden producir una serie de elevaciones del agua a lo largo del cauce como una función de la velocidad de flujo. Varios paquetes de Software de simulación que realizan esta tarea son de uso común, el más ubicuo de los cuales es el río de Ingeniería Hidrológica del Centro de Análisis de Sistemas, o HEC-RAS, distribuido como freeware por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU.

Para el presente trabajo se ha elegido un total de 17.108 Km de las quebradas del Tributario Majes divididas en 2 tramos: Quebrada Huario de 6.435Km, situados en la provincia de Castilla, para aplicar el programa HEC-RAS y su interacción con ARCGIS a través de la aplicación HEC-Geo RAS. Se detallan todos los pasos seguidos para realizar la simulación.

Software

Para este trabajo se ha utilizado el siguiente Software:

- HEC-RAS 4.1.0
- Arc Gis 10.1
- HEC-Geo RAS 10.0

HEC-Geo RAS es una extensión para usar con Arc Gis específicamente diseñada para procesar datos geoespaciales, mediante una interfaz gráfica de usuario, además permite interrelacionar información generada con HEC-RAS, HEC-Geo RAS crea un archivo para importar a HEC-RAS datos de geometría del terreno incluyendo cauce del río, secciones transversales, etc. Información sobre estructuras hidráulicas, puentes, etc., no puede importarse desde Arc Gis mediante HEC-Geo RAS y debe añadirse a la simulación desde HEC RAS. Posteriormente los resultados obtenidos profundidades de agua y velocidades se exportan desde HEC-RAS a Arc Gis y pueden ser procesados para obtener mapas de inundación y riesgo.

HEC-Geo RAS 10.0 está diseñado para utilizarse con la versión 10.0 de ARC GIS. Mediante su interfaz permite la preparación de los datos geométricos para la importación en HEC RAS y los resultados de los procesos de simulación exportado a HEC RAS. Se crea una serie de temas, como la línea central STREAM, líneas delimitación de cauce o BANKS, las líneas de cruce de cauce, que simulan las secciones del río. Además, una vez procesado en HEC-RAS se puede obtener la llanura de inundación, los cálculos hidráulicos, cálculos de daños o identificación de zonas críticas.

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

5.3.1 SIMULACIÓN HIDRAULICA QUEBRADA HUARIO

Para el presente estudio se ha empleado los puntos tomadas de la topografía del terreno, teniendo como dato las coordenadas Este, Norte y la Altitud (z), con ello y el inventario de infraestructura hidráulica construida en el tramo de estudio, se ha procedido a realizar las siguientes actividades:

Pre-proceso:

- Cálculo de los coeficientes “n” en campo

Cálculo con HEC-RAS:

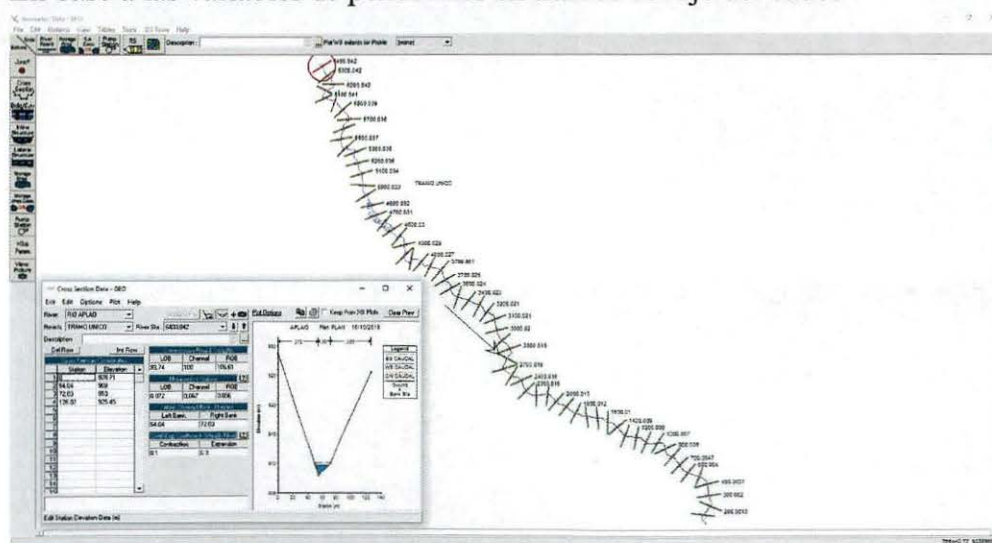
- Importar geometría desde HEC-RAS.
- Simular el modelamiento del cauce.
- Editar los datos necesarios para el cálculo en régimen variable (condiciones de contorno, caudal de entrada, duración de la simulación, etc.).
- Realizar simulación con HEC-RAS.
- Exportar resultados de HEC-RAS a ArcGis.

Post-proceso:

- Abrir el fichero de resultados desde ArcGis.
- Crear mapas de inundación.
- Visualización en ArcScene.

Parámetros Usados Y Resultados

- Se realizó la simulación en un tramo de 6.435 Km de longitud
- En base a las variables de pendientes en tramos del eje del cauce



**IMAGEN NRO. 5.3.1.1 SOFTWARE HEC-RAS: SECCIONES IMPORTADAS DEL
PROGRAMA ARCGIS**

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

Introducimos los valores del Coeficiente “n” de Manning para las mencionadas secciones.

Edit Manning's n or k Values

River: **RIO APLAO** ☒ Edit Interpolated XS's Channel n Values have a light green background

Reach: **TRAMO UNICO** All Regions

Selected Area Edit Options:

	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	6400.042	n	0.072	0.067	0.056
2	6300.042	n	0.073	0.038	0.049
3	6200.042	n	0.039	0.049	0.101
4	6100.041	n	0.049	0.078	0.058
5	5996.45	n	0.108	0.082	0.085
6	5900.04	n	0.058	0.067	0.051
7	5800.039	n	0.04	0.034	0.049
8	5700.038	n	0.046	0.045	0.069
9	5600.037	n	0.067	0.039	0.062
10	5500.037	n	0.035	0.034	0.043
11	5400.036	n	0.052	0.056	0.061
12	5300.036	n	0.052	0.051	0.084
13	5200.035	n	0.06	0.048	0.04
14	5100.034	n	0.07	0.061	0.034
15	5000.033	n	0.04	0.061	0.039
16	4900.033	n	0.05	0.034	0.06
17	4800.032	n	0.05	0.045	0.056
18	4700.031	n	0.04	0.054	0.039
19	4600.031	n	0.045	0.048	0.034
20	4500.03	n	0.063	0.053	0.034
21	4400.029	n	0.033	0.056	0.081
22	4300.029	n	0.045	0.034	0.044
23	4200.028	n	0.067	0.038	0.04
24	4101.238	n	0.062	0.056	0.072
25	4000.027	n	0.04	0.067	0.045
26	3900.026	n	0.035	0.084	0.086
27	3799.861	n	0.086	0.055	0.046
28	3700.025	n	0.04	0.062	0.035
29	3600.024	n	0.055	0.084	0.075
30	3500.023	n	0.046	0.061	0.035
31	3400.023	n	0.055	0.055	0.043
32	3300.123	n	0.058	0.056	0.039
33	3200.021	n	0.069	0.067	0.053
34	3100.021	n	0.06	0.048	0.049
35	3000.02	n	0.035	0.103	0.07
36	2900.019	n	0.035	0.078	0.06
37	2800.019	n	0.063	0.067	0.056
38	2700.018	n	0.05	0.048	0.046
39	2600.074	n	0.064	0.088	0.059
40	2500.017	n	0.038	0.063	0.105
41	2400.016	n	0.111	0.088	0.077
42	2300.015	n	0.086	0.127	0.051
43	2200.015	n	0.045	0.068	0.055
44	2100.014	n	0.046	0.134	0.046
45	2000.013	n	0.069	0.067	0.039
46	1900.013	n	0.063	0.061	0.062
47	1800.012	n	0.075	0.068	0.058

OK Cancel Help

**IMAGEN NRO. 5.3.1.2 SOFTWARE HEC-RAS: COEFICIENTES “N” DE
RUGOSIDAD DE MANNING**

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

Introducimos el Caudal de Inundación calculado por huella máxima, $Q=64.6 \text{ m}^3/\text{s}$ y así también los valores de la pendiente general del río.

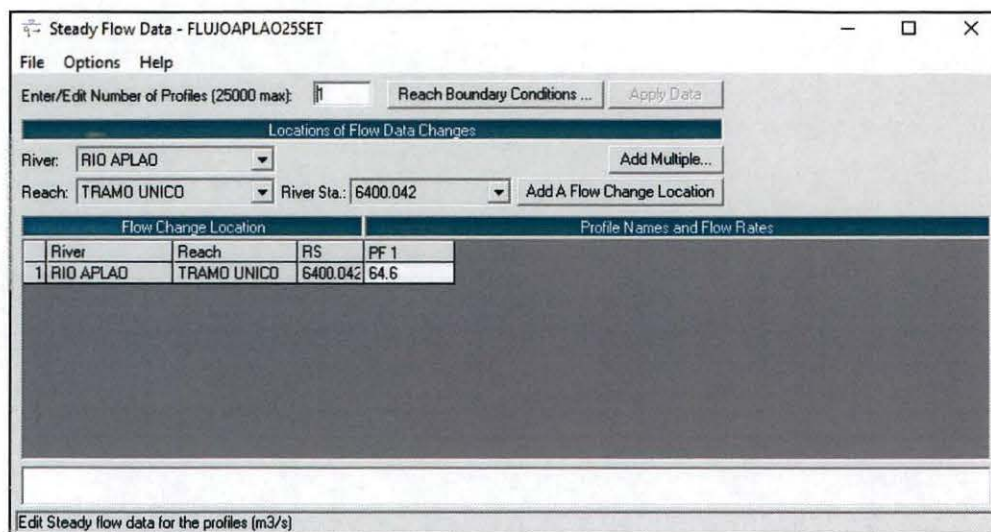


IMAGEN NRO. 5.3.1.3 SOFTWARE HEC RAS: CAUDAL DE DISEÑO

Como se observa en el cuadro la pendiente del cauce principal es de 3.37 %, este parámetro se calcula a continuación:

$$\frac{\text{Cota max} - \text{Cota min}}{\text{Long del curso principal}} = \frac{908.80 - 692}{6435} = 0.03369075 \text{ m/m}$$

Creamos el PLAN para poder ejecutar el modelo en HEC-RAS 4.1

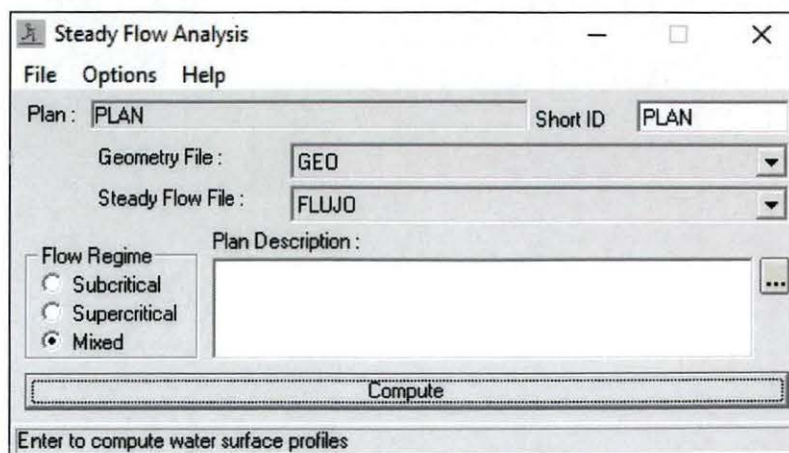


IMAGEN NRO. 5.3.1.4 SOFTWARE HEC RAS: PLAN DE EJECUCIÓN

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

Ejecutamos el Modelo de la Quebrada Huario para su posterior exportación en el ARCGIS 10.1.

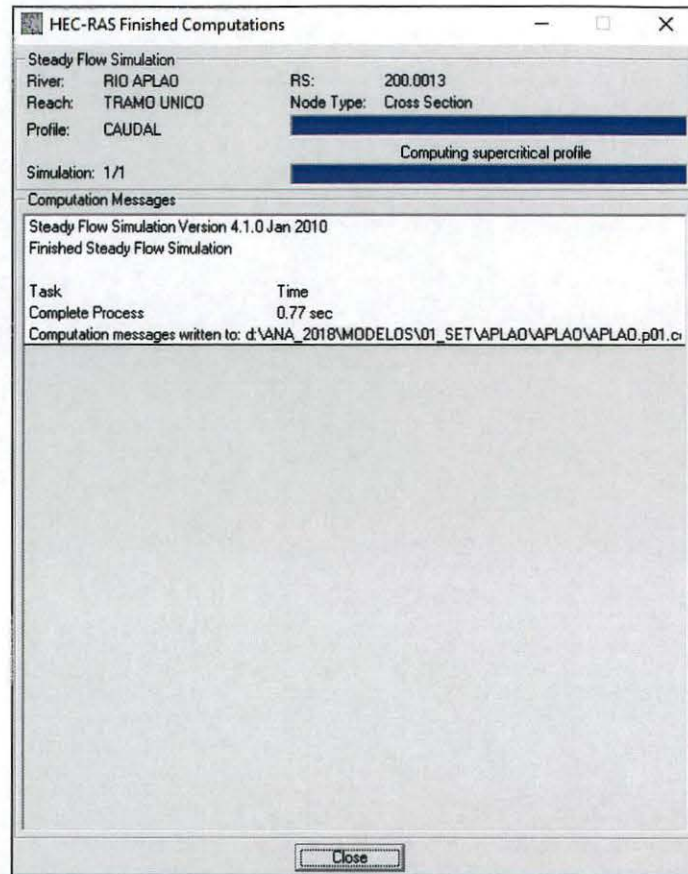


IMAGEN NRO. 5.3.1.5 SOFTWARE HEC RAS: MODELO DE EXPORTACIÓN

5.3.3 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

Una vez que realizamos las secciones representativas de los Tributarios Majes lo importamos al programa HEC-RAS, donde introducimos un valor morfológico de la cuenca de las quebradas como es la pendiente, luego introducimos el coeficiente de rugosidad de Manning que significa estimar la resistencia al escurrimiento de las quebradas. Para la cual obtuvimos los datos en situ.

Factores que afectan el coeficiente de rugosidad de Manning:

(Hidráulica de canales Ven Te Chow)

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huarío, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

No es poco común para los ingenieros de pensar que un canal tenga un único valor de n para todas las ocasiones, en realidad el valor de n es muy variable y depende de una cantidad de factores. Al seleccionar un valor adecuado de n para diferentes ocasiones de diseño en ambos canales artificial y natural debemos tener en cuenta lo siguiente:

- **Rugosidad de la superficie:**

La rugosidad de la superficie se representa por el tamaño y la forma de los granos del material que forma el perímetro mojado y que producen un efecto retardante sobre el flujo.

- **Vegetación:**

La vegetación puede ser vista como una clase de rugosidad superficial, pues allá también reduce en marcada forma la capacidad del canal y retarda el flujo, este efecto depende principalmente de la altura, densidad, distribución y tipo de vegetación ya que es muy importante en el diseño de canales pequeños de drenaje.

- **Irregularidad del canal:**

La irregularidad del canal comprende irregularidades en el perímetro mojado y variaciones en la sección transversal, tamaño y forma a lo largo de la longitud del canal, en los canales naturales, tales irregularidades son introducidas normalmente debido a la presencia de barras de arena, ondas arenosas, hoyos y relieves en el lecho del canal.

- **Alineamiento del canal:**

Curvaturas suaves con radios grandes darán un valor relativamente bajo de n , mientras que curvaturas agudas con meandros severos aumentarán n .

- **Depósitos y socavaciones:**

Los depósitos pueden cambiar un canal muy irregular en uno comparativamente uniforme y disminuir n mientras que la erosión puede ser al revés y aumentar n , sin embargo, el efecto dominante de depósito dependerá de la naturaleza del material depositado.

- **Obstrucciones:**

La presencia de troncos, pilares de puentes y semejantes tiende a aumentar n , el monto del aumento depende de la naturaleza de la obstrucción, su tamaño, forma, número y distribución.

- **Tamaño y forma del canal:**

No hay evidencia definitiva acerca de que el tamaño y forma del canal sea un factor importante que afecte el valor de n . un aumento en el radio hidráulico puede aumentar o disminuir n , dependiendo de la condición del canal.

- **Nivel y caudal:**

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

El valor de n en la mayoría de las corrientes decrece con el aumento en el nivel y en el caudal. Cuando el agua esta baja, las irregularidades del fondo del canal están expuestas y sus efectos se hacen pronunciados, sin embargo, el valor de n puede ser grande para niveles altos si los bancos son rugosos y con mucha vegetación.

- Cambio estacional:

Debido al crecimiento estacional de las plantas acuáticas, pastos, hierbas, sauces, arbustos, y árboles en el canal o en los bancos, el valor de n puede aumentar en la estación de crecimiento y disminuir en la estación estable.

- Material suspendido y transporte de fondo:

El material suspendido y el transporte de fondo, este en movimiento o no, consumirá energía y ocasionará pérdidas de altura o aumentaría la rugosidad aparente del canal.

Reconociendo varios factores primarios que afectan el coeficiente de rugosidad, COWAN desarrollo un procedimiento para estimar el valor de n , por este procedimiento, el valor de n se puede calcular por:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5$$

Donde, n_0 es un valor básico de n para un canal recto, uniforme y liso en los materiales naturales involucrados, n_1 es un valor que debe agregarse al n_0 para corregir el efecto de las rugosidades superficiales, n_2 es un valor para considerar las variaciones en forma tamaño de la sección transversal del canal, n_3 es un valor para considerar las obstrucciones, n_4 es un valor para considerar la vegetación y las condiciones de flujo, y m_5 es un factor de corrección de los efectos por meandros en el canal.

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

Cuadro Nro. 5.3.3.1 Determinación del Coeficiente de Rugosidad Manning

condiciones del canal			valores
Material considerado	tierra	n_0	0.020
	roca		0.025
	grava fina		0.024
	grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	liso	n_1	0.000
	menor		0.005
	moderado		0.010
	severo		0.020
Variaciones de la sección transversal del canal	gradual	n_2	0.000
	ocasionalmente alternante		0.005
	frecuentemente alternante		0.01-0.015
Efectivo relativo de obstrucciones	despreciable	n_3	0.000
	menor		0.01-0.015
	apreciable		0.02-0.03
	severo		0.04-0.06
Vegetación	baja	n_4	0.005-0.01
	media		0.01-0.025
	alta		0.025-0.05
	muy alta		0.05-0.1
Cantidad de meandros	menor	m_5	1.000
	apreciable		1.150
	severa		1.300

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

Progresiva	6+400.04m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,232,933.08	
	X - ESTE (m)	766,848.28	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.028	0.028	0.024
n1	0.010	0.010	0.020
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.020	0.010	0.000
n4	0.005	0.005	0.005
m5	1.150	1.150	1.150
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5			
n	0.072	0.067	0.056



**IMAGEN NRO. 5.3.3.1 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE MANNING
EN LA PENULTIMA PROGRESIVA DE LA QUEBRADA HUARIO**

En los anexos se adjunta los cuadros con la determinación del coeficiente de Maninng que se realizó en campo.

En los anexos y planos se observará en forma detallada las secciones importadas del programa Arc GIS, así como también el perfil longitudinal y ubicación de los hitos.

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.

CAPITULO VI

MODELAMIENTO DEL AREA DE INUNDACION

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

6.1 MODELAMIENTO DEL AREA DE INUNDACIÓN DEL TRIBUTARIO MAJES EN ARCGIS 10.1

6.1.1 QUEBRADA HUARIO

Una vez realizada el modelamiento con el programa HEC-RAS se exporta al Software ARCGIS para luego también volver a modelar con la información de parámetros de comportamiento hidráulico de la Quebrada Huario.

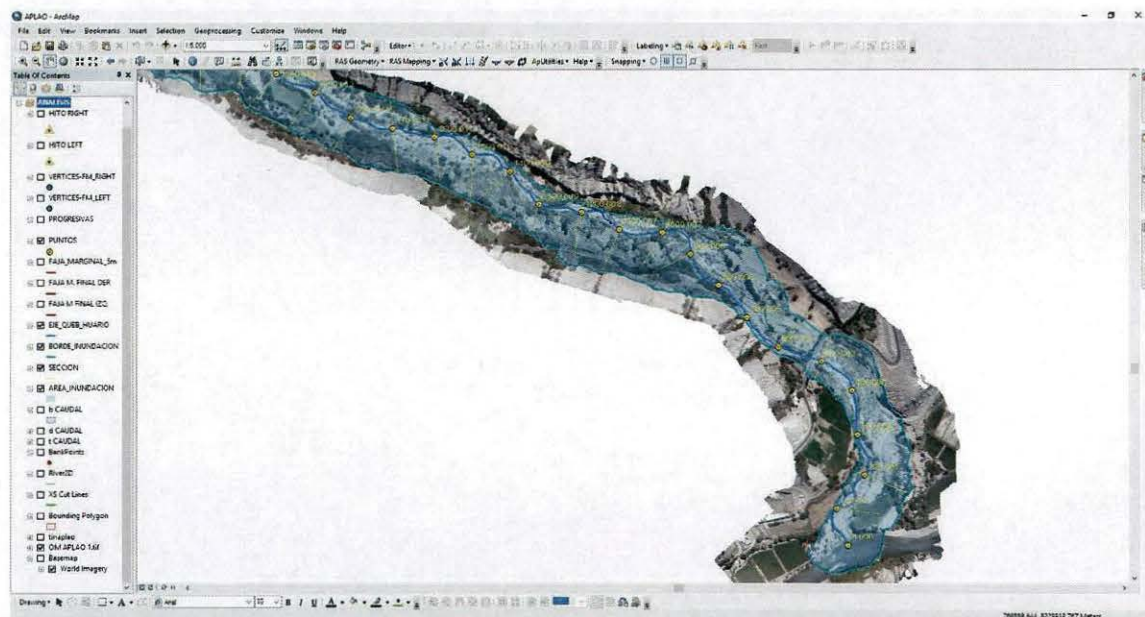


IMAGEN NRO. 6.1.1.1 SOFTWARE ARCGIS: AREA DE INUNDACION

El resultado es evidente, el Software ARCGIS mostro el área de inundación correctamente para un caudal máximo de $64.6 \text{ m}^3/\text{s}$ para todo el tramo.

En los anexos se observará mucho mejor la inundación de todo la Quebrada Huario de 6,435Km.

En los planos se observará además la delimitación de la FAJA MARGINAL con sus correspondientes áreas de inundación y la correcta ubicación de los hitos.

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.

CAPITULO VII

DELIMITACIÓN DE LA FAJA MARGINAL

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

7.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA FAJA MARGINAL

Según el “Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales” (R.J. N° 332-2016-ANA) indica que la Autoridad Administrativa del Agua (AAA), es la autoridad competente para aprobar la delimitación de la faja marginal, en base a un estudio de delimitación como se desarrolla en el presente informe.

La Faja Marginal es el área inmediatamente superior al nivel alcanzado por la máxima creciente ordinaria, es decir su límite inferior es la línea establecida por las cotas de la máxima creciente en secciones transversales continuas, dichas cotas máximas deben formar parte de la Huella Máxima.

Por otro parte la delimitación de la faja marginal tiene por objeto establecer las dimensiones y localización de las áreas y espacios destinados para las actividades y usos siguientes:

- a) Protección de los cursos fluviales y cuerpos de agua
- b) Vías de libre tránsito, caminos de acceso, vigilancia y/o mantenimiento de los cursos fluviales y cuerpos de agua.
- c) Áreas y accesos para las presas, reservorios, embalses, obras de captación y derivación, canales de riego. Obras de drenaje, entre otros.
- d) Áreas y acceso para la infraestructura de navegación y otros servicios.

Para determinar o delimitar el ancho de la Faja Marginal del Tributario Majes, este se fija en función de las dimensiones del cauce o álveo de las mencionadas quebradas en estudio (Mapas de Inundación correspondiente), el Reglamento recomienda una distancia mínima de cinco (5) metros para tramos de quebrada con pendiente media (1 - 2%), tal y como se indica en el siguiente cuadro (Art.12 del Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales).

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

Cuadro N° 7.1.1 Ancho mínimo de faja marginal en cuerpos de agua.

Tipo de Fuente	Ancho mínimo (m)⁽¹⁾
Quebradas y tramos de ríos de alta pendiente (mayores a 2%) encañonados de material rocoso.	3
Quebradas y tramos de ríos de alta pendiente (mayores a 2%) material conglomerado.	4
Tramos de ríos con pendiente media (1-2%)	5
Tramos de ríos con baja pendiente (menores a 1%) y presencia de defensas vivas	6
Tramos de ríos con baja pendiente (menores a 1%) y riberas desprotegidas	10
Tramos de ríos con estructuras de defensa ribereña (gaviones, diques, enrocados, muros, etc.), medidos a partir del pie de talud externo.	4
Tramos de ríos de salvo con baja pendiente (menores a 1%)	25
Lagos y Lagunas	10
Reservorios o embalses (Cota de vertedero de demasías)	10
⁽¹⁾ Medidos a partir del límite superior de la ribera	

Fuente: (RJ N° 332-2016-ANA).

En el caso de la presente delimitación de faja marginal de la Quebradas Huario, se opta por utilizar una distancia de cinco (5) metros a partir del mapa de inundación obtenido, debido a la presencia de pendientes medias con valores de 1 a 2 %, siendo esta la propiedad fisiográfica real de la pendiente de las quebradas del Tributario Majes, tal y como se presenta en los planos correspondientes.

Además, con el mencionado ancho de faja de terreno se pueden realizar actividades de protección y conservación de la fuente natural de agua, permitir el uso primario, libre tránsito y sobre todo salvaguardar la salud y la vida de las personas.

Además, en el artículo 114 del reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, indica los criterios para la delimitación de faja marginal, de acuerdo al siguiente detalle:

- a. Magnitud e importancia de las estructuras hidráulicas de las presas, reservorios, embalses, canales de derivación, entre otros.*

“En la Quebrada Huario existen estructuras, las mismas que también se consideran en el ítem 2.4 Inventario de Infraestructura Existente, tales como: Puente de dos carriles y una Tubería de conducción que atraviesa el cauce de la quebrada”.

- b. El espacio necesario para la construcción, conservación y protección de las defensas ribereñas y de los cauces.*

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

“Para ambas quebradas, se han considerado el espacio necesario para la construcción de estructuras que permitan el flujo normal del ingreso de avenidas.”

c. *El espacio necesario para los usos públicos que se requieran.*

“La faja marginal permite el uso público.”

d. *La máxima crecida o avenidas de los ríos, lagos, lagunas y otras fuentes naturales de agua. No se consideran las máximas crecidas registradas por causas de eventos excepcionales.*

El cálculo de caudal es de $64.6 \text{ m}^3/\text{s}$ para la Quebrada Huario, que corresponde a la máxima crecida identificada en el lugar; sin embargo, tal como indica la Ley no se ha realizado los cálculos con los máximos extraordinarios.

7.2 LIMITES DE LA FAJA MARGINAL

Presentar los límites del cauce y de la faja marginal en coordenadas UTM WGS84

7.2.1 LIMITES DE LA FAJA MARGINAL DE LA QUEBRADA HUARIO

A continuación, se presentan las coordenadas en UTM WGS84 de los vértices de la Faja Marginal de la Quebrada Huario.

**Cuadro 7.2.1.1 Ubicación de vértices de la Faja Marginal Margen Derecha en
Coordenadas UTM WGS84 19 Sur**

Nº VERTICE	COORDENADAS		CODIFICACIÓN
	ESTE - X (m)	NORTE - Y (m)	
1	769743.8973	8228844.8540	R-QHU-T01-001
2	769829.6225	8228990.1105	R-QHU-T01-002
3	769908.9976	8229130.6045	R-QHU-T01-003
4	769954.0232	8229158.7381	R-QHU-T01-004
5	770014.3483	8229206.3632	R-QHU-T01-005
6	770039.6756	8229235.5335	R-QHU-T01-006
7	770048.0100	8229261.7273	R-QHU-T01-007
8	770045.2318	8229296.2555	R-QHU-T01-008
9	769983.0546	8229333.3855	R-QHU-T01-009
10	769919.6471	8229348.3130	R-QHU-T01-010
11	769883.5976	8229387.3391	R-QHU-T01-011
12	769800.4190	8229488.1290	R-QHU-T01-012

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

Nº VERTICE	COORDENADAS		CODIFICACIÓN
	ESTE - X (m)	NORTE - Y (m)	
13	769747.0061	8229496.8106	R-QHU-T01-013
14	769563.1600	8229531.2942	R-QHU-T01-014
15	769432.1910	8229566.2193	R-QHU-T01-015
16	769229.7844	8229609.8756	R-QHU-T01-016
17	769129.7717	8229724.1758	R-QHU-T01-017
18	769051.8517	8229777.4895	R-QHU-T01-018
19	768862.0128	8229813.8698	R-QHU-T01-019
20	768689.3718	8229908.4585	R-QHU-T01-020
21	768543.1893	8229978.5732	R-QHU-T01-021
22	768430.7411	8230027.5212	R-QHU-T01-022
23	768365.4220	8230127.0709	R-QHU-T01-023
24	768309.8594	8230333.4463	R-QHU-T01-024
25	768243.5811	8230407.2652	R-QHU-T01-025
26	768237.2311	8230492.9904	R-QHU-T01-026
27	768213.9477	8230616.8156	R-QHU-T01-027
28	768103.8808	8230714.1825	R-QHU-T01-028
29	768039.3224	8230773.4493	R-QHU-T01-029
30	767953.5972	8230802.6858	R-QHU-T01-030
31	767831.2272	8230896.6131	R-QHU-T01-031
32	767706.8727	8230994.5091	R-QHU-T01-032
33	767610.2996	8231113.5718	R-QHU-T01-033
34	767578.5496	8231149.9521	R-QHU-T01-034
35	767505.7890	8231184.3480	R-QHU-T01-035
36	767429.0597	8231245.2023	R-QHU-T01-036
37	767366.2210	8231384.1088	R-QHU-T01-037
38	767329.1793	8231422.4735	R-QHU-T01-038
39	767211.4395	8231507.1403	R-QHU-T01-039
40	767102.9601	8231724.0991	R-QHU-T01-040
41	767028.8766	8231882.8494	R-QHU-T01-041
42	767001.0953	8232078.6415	R-QHU-T01-042
43	766964.0535	8232127.5895	R-QHU-T01-043
44	766899.2305	8232275.7564	R-QHU-T01-044
45	766889.9701	8232430.5380	R-QHU-T01-045

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

N° VERTICE	COORDENADAS		CODIFICACIÓN
	ESTE - X (m)	NORTE - Y (m)	
46	766876.7409	8232480.8089	R-QHU-T01-046
47	766822.5012	8232546.9549	R-QHU-T01-047
48	766793.3970	8232590.6112	R-QHU-T01-048
49	766778.3274	8232667.3671	R-QHU-T01-049
50	766768.9229	8232778.4658	R-QHU-T01-050
51	766755.6938	8232861.8097	R-QHU-T01-051
52	766716.3369	8232917.7857	R-QHU-T01-052

**Cuadro 7.2.1.2 Ubicación de vértices de la Faja Marginal Margen Izquierda en
Coordenadas UTM WGS84 19 Sur**

N° VERTICE	COORDENADAS		CODIFICACIÓN
	ESTE - X (m)	NORTE - Y (m)	
1	770303.1449	8229037.4242	L-QHU-T01-001
2	770312.6699	8229189.0307	L-QHU-T01-002
3	770274.5698	8229354.9248	L-QHU-T01-003
4	770177.7321	8229476.3688	L-QHU-T01-004
5	770111.0570	8229557.3314	L-QHU-T01-005
6	770086.4507	8229669.2504	L-QHU-T01-006
7	770013.4256	8229766.8819	L-QHU-T01-007
8	769963.4192	8229820.8570	L-QHU-T01-008
9	769848.3252	8229854.9883	L-QHU-T01-009
10	769744.6739	8229818.5881	L-QHU-T01-010
11	769575.2747	8229863.7196	L-QHU-T01-011
12	769351.4367	8229971.6698	L-QHU-T01-012
13	769181.5739	8230076.4450	L-QHU-T01-013
14	769149.0301	8230091.5263	L-QHU-T01-014
15	768979.9610	8230124.8638	L-QHU-T01-015
16	768904.0513	8230161.6079	L-QHU-T01-016
17	768852.1670	8230201.8577	L-QHU-T01-017
18	768734.2949	8230281.2329	L-QHU-T01-018
19	768656.9041	8230295.5204	L-QHU-T01-019
20	768640.5495	8230384.4730	L-QHU-T01-020
21	768583.6640	8230441.0939	L-QHU-T01-021

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

N° VERTICE	COORDENADAS		CODIFICACIÓN
	ESTE - X (m)	NORTE - Y (m)	
22	768520.5607	8230480.7815	L-QHU-T01-022
23	768536.0389	8230537.1379	L-QHU-T01-023
24	768517.2534	8230666.3871	L-QHU-T01-024
25	768479.1533	8230743.6456	L-QHU-T01-025
26	768428.8824	8230774.8665	L-QHU-T01-026
27	768339.4531	8230881.2292	L-QHU-T01-027
28	768246.3195	8230980.7127	L-QHU-T01-028
29	768007.6649	8231124.6463	L-QHU-T01-029
30	767938.3439	8231196.0840	L-QHU-T01-030
31	767905.8001	8231292.1279	L-QHU-T01-031
32	767769.2748	8231638.9974	L-QHU-T01-032
33	767697.0435	8231759.6476	L-QHU-T01-033
34	767555.7557	8231967.6105	L-QHU-T01-034
35	767392.2428	8232089.8483	L-QHU-T01-035
36	767294.6114	8232258.9173	L-QHU-T01-036
37	767223.9675	8232420.8427	L-QHU-T01-037
38	767197.7737	8232544.6679	L-QHU-T01-038
39	767112.8423	8232615.3118	L-QHU-T01-039
40	767088.2360	8232725.6433	L-QHU-T01-040
41	767059.6609	8232789.1434	L-QHU-T01-041
42	766926.3107	8233028.8564	L-QHU-T01-042

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

7.2.2 HITOS MÍNIMOS A SER MONUMENTADOS – QUEBRADA HUARIO

Se presentan la ubicación mínima de hitos para monumentar en coordenadas UTM WGS84 18 Sur y ubicados en los vértices de la faja marginal delimitada de la Quebrada Huario.

**Cuadro 7.2.2.1 De Ubicación de los hitos mínimos a ser monumentados en el límite de
la faja marginal en Coordenadas UTM WGS84 18 Sur**

HITOS PARA EL MARGEN DERECHO (RIGHT) DE LA FAJA MARGINAL			
Nº HITO	CODIGO	UBICACIÓN	
		ESTE - X (m)	NORTE - Y (m)
1	R-HQHU-T01-001	769743.8973	8228844.8540
2	R-HQHU-T01-002	769563.1600	8229531.2942
3	R-HQHU-T01-003	768689.3718	8229908.4585
4	R-HQHU-T01-004	768213.9477	8230616.8156
5	R-HQHU-T01-005	767578.5496	8231149.9521
6	R-HQHU-T01-006	767028.8766	8231882.8494
7	R-HQHU-T01-007	766778.3274	8232667.3671
8	R-HQHU-T01-008	766716.3369	8232917.7857

HITOS PARA EL MARGEN IZQUIERDO (LEFT) DE LA FAJA MARGINAL			
Nº HITO	CODIGO	UBICACIÓN	
		ESTE - X (m)	NORTE - Y (m)
1	L-HQHU-T01-001	770303.1449	8229037.4242
2	L-HQHU-T01-002	769744.6739	8229818.5881
3	L-HQHU-T01-003	768904.0513	8230161.6079
4	L-HQHU-T01-004	768479.1533	8230743.6456
5	L-HQHU-T01-005	767769.2748	8231638.9974
6	L-HQHU-T01-006	767555.7557	8231967.6105
7	L-HQHU-T01-007	767088.236	8232725.6433
8	L-HQHU-T01-008	766926.3107	8233028.8564

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

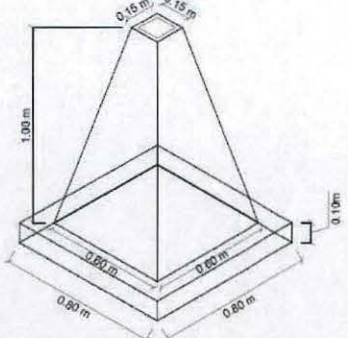
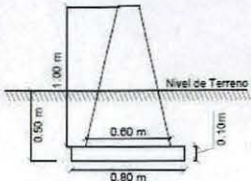
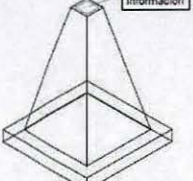
7.3 HITOS DE CONCRETO

La colocación de Hitos es de carácter permanente, estos delimitarán el lindero exterior de la faja marginal.

Los hitos o señalización están diseñados de forma de tronco de pirámide y de material noble (concreto de resistencia a la compresión $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$), de manera de que no se degraden, y su colocación debe garantizar su visibilidad y permanencia.

Los hitos se numerarán o codificarán de manera correlativa, según las progresivas existentes del curso fluvial (Punto Inicio Km 0+000) y en concordancia con el presente estudio de Delimitación de la Faja Marginal.

A continuación, se presenta el Presupuesto Unitario de cada hito y luego la posterior estimación del Presupuesto Total para la cantidad total de hitos.

ESQUEMA TÍPICO: HITO PARA SEÑALIZAR LA DEMARCACIÓN DE FAJAS MARGINALES														
ESQUEMA DE LOS HITOS		ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SOBRE LOS HITOS												
1. ESQUEMA Y DIMENSIONES DEL HITO 		1. CONSIDERACIONES BÁSICAS Los hitos tienen la forma de pirámide de 1.0 m de altura con base cuadrada de 0.60x0.60 m y en la parte superior de 0.15x0.15 m (Mampostería de piedra). Los hitos serán enterrados en el terreno a una profundidad de 0.40m, medido desde el nivel del suelo hacia el subsuelo. Concreto = 175 kg/cm² + 25%PM Donde: PM = Piedra Mediana												
1.- SECCIÓN TRANSVERSAL a. Sección A-A  b. Dibujo Isométrico del Monumento Hito  c. Dimensiones de la Placa  d. Contenido de La Placa 		2. MATERIALES -Cemento Portland Tipo I -Piedra Mediana(PM) -Hormigon 3. METRADO <table border="1"> <thead> <tr> <th>INSUMOS</th><th>UNIDAD</th><th>CANTIDAD</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cemento portland Tipo I</td><td>Bolsas</td><td>1.34</td></tr> <tr> <td>Piedra Mediana</td><td>m3</td><td>0.02</td></tr> <tr> <td>Hormigon</td><td>m3</td><td>0.17</td></tr> </tbody> </table> 4. SEÑALIZACIÓN: El hito será identificado con letras de color amarillo, estará enumerado en forma correlativa a partir del punto de partida (aguas abajo) hasta el punto de llegada (coincidente al plano del topografo). 5. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE LA PLACA A INSTALAR EN EL HITO: En cada hito se instalará una placa metálica- galvanizada de dimensiones de 0.12x0.12 m y espesor (e) de 2 a 3 mm , en dicha placa se colocará la información según el grafico indicado en la sección d. que consigne: Ministerio de Agricultura y Riego = MINAGRI Autoridad Nacional del Agua = ANA Plan de Gestión de Recursos Hídricos = PGRH Administración Local del Agua = ALA Código del Hito = CÓDIGO Fecha de la colocación del Hito = FECHA	INSUMOS	UNIDAD	CANTIDAD	cemento portland Tipo I	Bolsas	1.34	Piedra Mediana	m3	0.02	Hormigon	m3	0.17
INSUMOS	UNIDAD	CANTIDAD												
cemento portland Tipo I	Bolsas	1.34												
Piedra Mediana	m3	0.02												
Hormigon	m3	0.17												

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				20.00
01.01	ALMACEN PROVISIONAL P/GUARDIANÍA Y/O DEPÓSITO	glb	0.01	2,000.00	20.00
02	OBRAS PRELIMINARES				190.07
02.01	GEOREFERENCIACIÓN DE HITOS	und	1.00	80.00	80.00
02.02	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	8.00	3.66	29.28
02.03	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	8.00	3.91	31.28
02.04	CAMINO DE ACCESO	km	0.02	2,475.69	49.51
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				13.51
03.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	m3	0.32	36.13	11.56
03.02	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO	m3	0.14	13.90	1.95
04	CONCRETO SIMPLE				448.60
04.01	CONCRETO SOLADO e=0.05 m, f _c =80 kg/cm ² VACIADO MANU	m2	0.64	32.61	20.87
04.02	CONCRETO CICLOPEO f _c =175 kg/cm ² + 25% PM	m3	0.80	375.41	300.33
04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE HITOS	m2	1.50	63.19	94.79
04.04	TARRAJEO FROTACHADO DE HITOS	m2	1.52	21.46	32.62
05	VARIOS				61.30
05.01	PINTADO DE HITOS	m2	1.52	40.33	61.30
COSTO DIRECTO					733.49
GASTOS GENERALES (10%)					73.35
UTILIDAD 10%					73.35
SUBTOTAL					880.18
IMPUESTO (IGV 18%)					158.43
TOTAL PRESUPUESTO					1,038.62
COSTO DE SUPERVISIÓN (8%)					83.09
COSTO TOTAL					1,121.70
SON : UN MIL CIENTO VENTIUNO Y 70/100 NUEVOS SOLES					

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

PRESUPUESTO PARA 16 HITOS EN QUEBRADA HUARIO		
CANTIDAD	UND	16.00
PRECIO UNITARIO (COSTO DIRECTO - "CD")	S/.	733.49
TOTAL COSTO DIRECTO	S/.	11,735.77
GASTOS GENERALES (10%)	S/.	1,173.58
UTILIDAD 10%	S/.	1,173.58
SUBTOTAL	S/.	14,082.92
IMPUESTO (IGV 18%)	S/.	2,534.93
TOTAL PRESUPUESTO	S/.	16,617.85
COSTO DE SUPERVISIÓN (8%)	S/.	1,329.43
COSTO TOTAL	S/.	17,947.28

SON : DIECISIETE MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y SIETE Y 28/100 SOLES

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huarío, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

8.1 CONCLUSIONES

- ❖ El modelamiento hidráulico del Tributario Majes, Quebrada Huarío se realizó utilizando un caudal de $64.6 \text{ m}^3/\text{s}$, Este modelamiento fue determinado de manera indirecta, aprovechando las huellas máximas vistas en campo y corroboradas con las orto fotos, donde se pueden ver con claridad las marcas dejadas por el paso del agua de precipitaciones. Y para contrastar se hizo el cálculo de este caudal utilizando el programa HECHMS.
- ❖ Con el Caudal Máximo Ordinario obtenido y el Levantamiento Topográfico realizado en campo, se ejecutó el Modelamiento hidráulico creándose mapas y/o áreas de inundación para la Quebrada Huarío.
- ❖ La inundación generada a partir del caudal utilizado, muestra que en los tramos de la quebrada con pendiente suave las áreas de inundación se extienden o amplían hacia los márgenes, en cambio en las partes más altas de la quebrada se han observado que el área de inundación se encañona, debido a la topografía accidentada.
- ❖ Los modelos de Inundación están debidamente georeferenciados en coordenadas UTM WGS84 Zona 18 Sur, como se puede apreciar en los Planos ó Mapas de Inundación.
- ❖ Utilizando los mapas de inundación generados, se procedió con la delimitación de la faja marginal de las dos quebradas del Tributario Majes a una distancia de cinco (5) metros a partir del Borde de Inundación, tal y como lo indica el “Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales” (R.J. N° 332-2016-ANA) en su Artículo 12. Posteriormente se trazó la faja marginal final de ambas quebradas, ampliándose a tramos largos y con vértices bien definidos, para que la entidad que realice el registro legal correspondiente tenga los cuadros de vértices e hitos con coordenadas debidamente georeferenciados y fáciles de inscribir.
- ❖ Para la respectiva señalización de la Faja Marginal de las dos quebradas del Tributario Majes se procedieron a ubicar los hitos de monumentación, los cuales están enumerados o codificados en orden correlativo, así también se encuentran georeferenciados en Coordenadas UTM y en Sistema WGS84 y Zona 18 Sur.

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

8.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda el replanteo de la Faja Marginal de las dos quebradas del Tributario Majes en tramos rectos evitándose la creación de curvas y si existiesen, estas se harán tratando de formar segmentos geométricos para su fácil verificación de vértices y/o puntos en el terreno, conllevando a su posterior georreferenciación.
- ❖ Se recomienda que la entidad encargada de la monumentación de los hitos físicos, lo haga de manera inmediata, para evitar que la población aledaña siga invadiendo áreas dentro de la faja marginal.

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.

CAPITULO IX

ANEXOS

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.

ANEXO 9.1

COEFICIENTES DE RUGOSIDAD

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

Para la determinación del Coeficiente de Rugosidad (Coeficiente “n” de Manning) del Cauce Natural de las quebradas de Estanquillo, se utilizó el Método propuesto por Cowan, el cual indica que el coeficiente de rugosidad puede estimarse mediante la siguiente relación:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * m_5$$

Dónde:

- n_0 : Rugosidad base para un canal recto, uniforme y liso en los materiales naturales involucrados.
- n_1 : Rugosidad adicional debida a irregularidades superficiales del perímetro mojado a lo largo del tramo en estudio.
- n_2 : Rugosidad adicional equivalente debido a variación de forma y de dimensiones de las secciones a lo largo del tramo en estudio.
- n_3 : Rugosidad equivalente debida a obstrucciones existentes en el cauce.
- n_4 : Rugosidad adicional equivalente debida a la presencia de vegetación.
- m_5 : Factor de corrección para incorporar efecto de sinuosidad del cauce o presencia de meandros.

En la siguiente tabla se aprecian los valores correspondientes a las variables utilizadas por Cowan.

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huarío, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

**TABLA N° 9.1.1 Tabla de Cowan para determinar la influencia de diversos factores
sobre el coeficiente n.**

CONDICIONES DEL CANAL		VALORES	
Material Involucrado	Tierra	n_0	0.020
	Corte en Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de Irregularidad	Suave	n_1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la Sección Transversal	Gradual	n_2	0.000
	Ocasionalmente Alternante		0.005
	Frecuentemente Alternante		0.010 – 0.015
Efecto Relativo de las Obstrucciones	Insignificante	n_3	0.000
	Menor		0.010 – 0.015
	Apreciable		0.020 – 0.030
	Severo		0.040 – 0.060
Vegetación	Baja	n_4	0.005 – 0.010
	Media		0.010 – 0.025
	Alta		0.025 – 0.050
	Muy Alta		0.050 – 0.100
Grado de los Efectos por Meandro	Menor	m_5	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

A continuación, se muestra los valores del Coeficiente n de Manning, estimadas en campo, en la trayectoria de la Quebrada Huarío, tomadas según las progresivas de avance de aguas arriba hacia aguas abajo.

**Cuadro N° 9.1.1 Resumen de Coeficientes “n” de Manning por Progresiva –
Quebrada Huarío.**

Progresiva	Coeficiente de Manning "n"		
	Izquierda	Centro	Derecha
6435.00	0.039	0.067	0.045
6400.04	0.072	0.067	0.056
6300.04	0.073	0.038	0.049
6200.04	0.039	0.049	0.101
6100.04	0.049	0.078	0.058
5996.45	0.108	0.082	0.085
5900.04	0.058	0.067	0.051

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

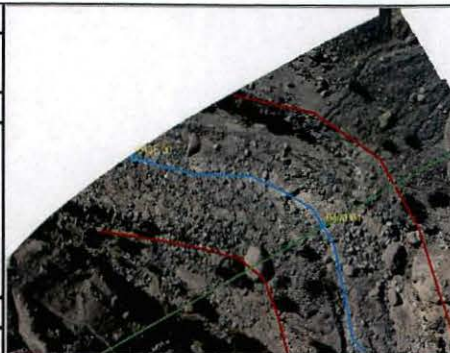
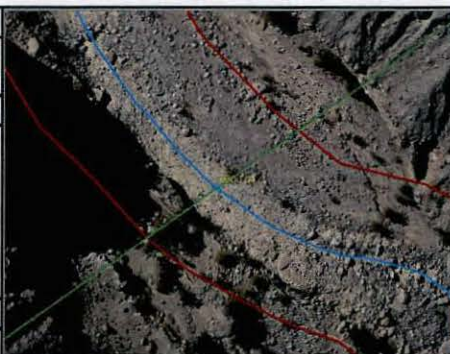
Progresiva	Coeficiente de Manning "n"		
	Izquierda	Centro	Derecha
5800.04	0.040	0.034	0.049
5700.04	0.046	0.045	0.069
5600.04	0.067	0.039	0.062
5500.04	0.035	0.034	0.043
5400.04	0.052	0.056	0.061
5300.04	0.052	0.051	0.084
5200.03	0.060	0.048	0.040
5100.03	0.070	0.061	0.034
5000.03	0.040	0.061	0.039
4900.03	0.050	0.034	0.060
4800.03	0.050	0.045	0.056
4700.03	0.040	0.054	0.039
4600.03	0.045	0.048	0.034
4500.03	0.063	0.053	0.034
4400.03	0.033	0.056	0.081
4300.03	0.045	0.034	0.044
4200.03	0.067	0.038	0.040
4101.24	0.062	0.056	0.072
4000.03	0.040	0.067	0.045
3900.03	0.035	0.084	0.086
3799.86	0.086	0.055	0.046
3700.02	0.040	0.062	0.035
3600.02	0.055	0.084	0.075
3500.02	0.046	0.061	0.035
3400.02	0.055	0.055	0.043
3300.12	0.058	0.056	0.039
3200.02	0.069	0.067	0.053
3100.02	0.060	0.048	0.049
3000.02	0.035	0.103	0.070
2900.02	0.035	0.078	0.060
2800.02	0.063	0.067	0.056
2700.02	0.050	0.048	0.046
2600.07	0.064	0.088	0.059
2500.02	0.038	0.063	0.105
2400.02	0.111	0.088	0.077
2300.02	0.086	0.127	0.051
2200.01	0.045	0.068	0.055

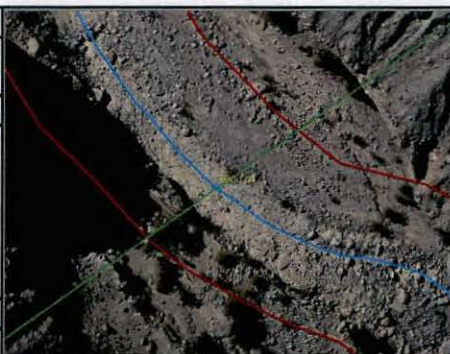
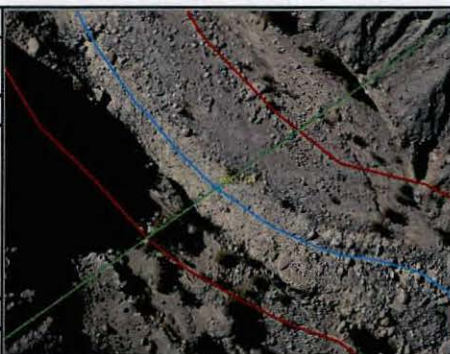
**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

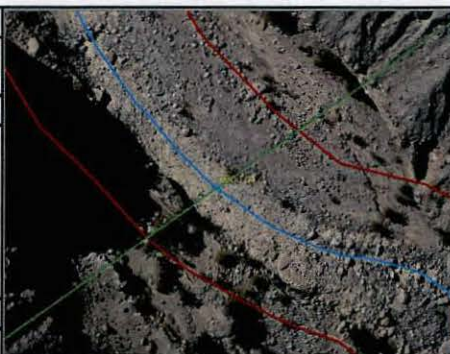
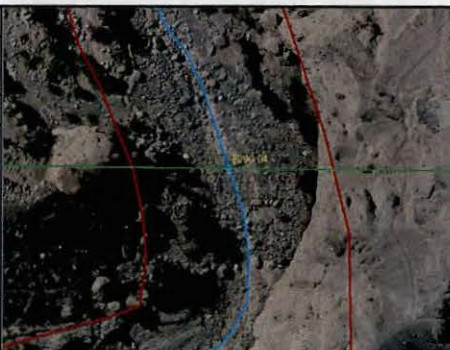
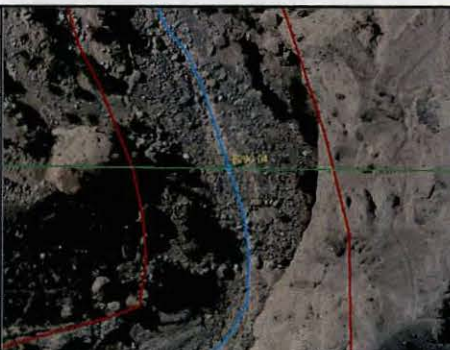
Progresiva	Coeficiente de Manning "n"		
	Izquierda	Centro	Derecha
2100.01	0.046	0.134	0.046
2000.01	0.069	0.067	0.039
1900.01	0.063	0.061	0.062
1800.01	0.075	0.068	0.058
1700.01	0.058	0.068	0.063
1600.01	0.058	0.074	0.034
1500.01	0.085	0.064	0.039
1400.01	0.104	0.064	0.040
1300.01	0.063	0.063	0.086
1200.01	0.058	0.055	0.058
1100.01	0.072	0.062	0.035
1000.01	0.059	0.127	0.104
900.01	0.061	0.082	0.035
800.01	0.052	0.045	0.081
700.01	0.043	0.053	0.055
600.00	0.045	0.073	0.070
500.00	0.035	0.072	0.069
400.00	0.030	0.078	0.061
300.00	0.040	0.069	0.035
200.00	0.064	0.082	0.083
100.00	0.062	0.056	0.029
0.00	0.039	0.077	0.065

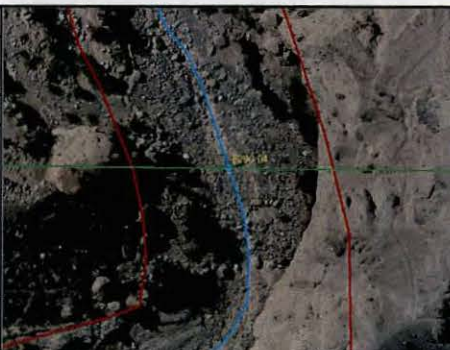
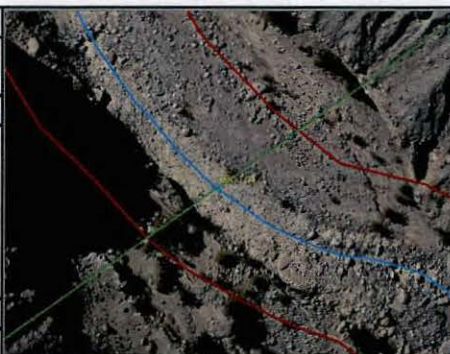
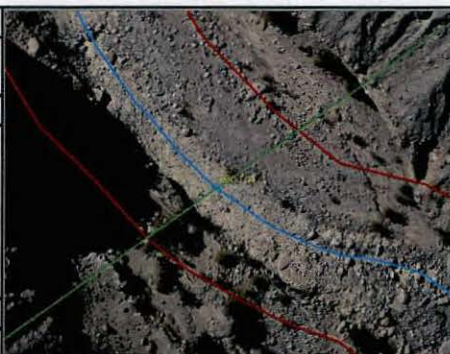
**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

Cuadro N° 9.1.2 Coeficientes “n” de Manning por Progresiva – Quebrada Huario.

Progresiva	6+435m			
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,232,944.69		
	X-ESTE (m)	766,815.83		
Coeficiente	Izquierda	Centro	Derecha	
n0	0.024	0.028	0.024	
n1	0.005	0.010	0.010	
n2	0.000	0.005	0.000	
n3	0.000	0.010	0.000	
n4	0.005	0.005	0.005	
m5	1.150	1.150	1.150	
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5				
n	0.039	0.067	0.045	

Progresiva	6+400.04m			
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,232,933.08		
	X-ESTE (m)	766,848.28		
Coeficiente	Izquierda	Centro	Derecha	
n0	0.028	0.028	0.024	
n1	0.010	0.010	0.020	
n2	0.000	0.005	0.000	
n3	0.020	0.010	0.000	
n4	0.005	0.005	0.005	
m5	1.150	1.150	1.150	
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5				
n	0.072	0.067	0.056	

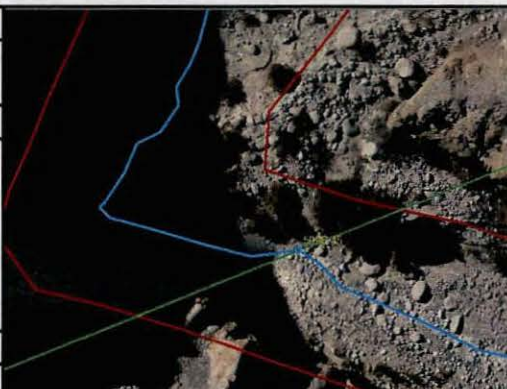
Progresiva	6+300.04m			
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,232,846.05		
	X-ESTE (m)	766,891.27		
Coeficiente	Izquierda	Centro	Derecha	
n0	0.028	0.028	0.024	
n1	0.020	0.005	0.010	
n2	0.000	0.000	0.000	
n3	0.020	0.000	0.010	
n4	0.005	0.005	0.005	
m5	1.000	1.000	1.000	
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5				
n	0.073	0.038	0.049	

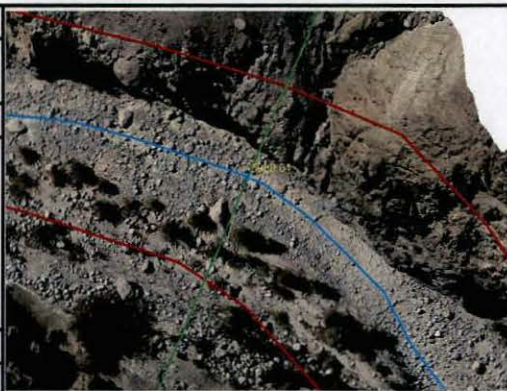
Progresiva	6+200.04m			
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,232,776.52		
	X-ESTE (m)	766,948.29		
Coeficiente	Izquierda	Centro	Derecha	
n0	0.020	0.028	0.028	
n1	0.005	0.005	0.020	
n2	0.000	0.000	0.000	
n3	0.000	0.000	0.020	
n4	0.005	0.005	0.010	
m5	1.300	1.300	1.300	
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5				
n	0.039	0.049	0.101	

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

Progresiva	6+100.04m			
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,232,721.11		
	X - ESTE (m)	766,885.54		
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha	
n0	0.028	0.028	0.020	
n1	0.005	0.010	0.010	
n2	0.000	0.005	0.000	
n3	0.000	0.020	0.010	
n4	0.010	0.005	0.010	
m5	1.150	1.150	1.150	
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5				
n	0.049	0.078	0.058	

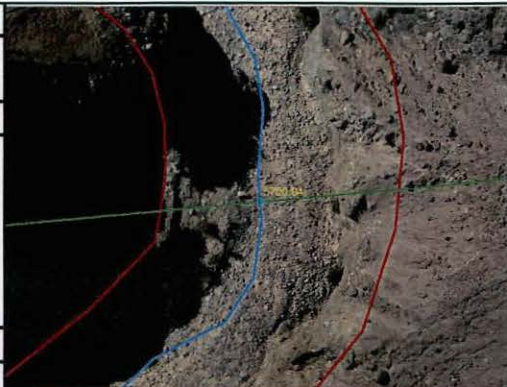
Progresiva	5+996.45m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,232,658.44	
	X - ESTE (m)	766,876.53	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.028	0.028	0.025
n1	0.005	0.010	0.020
n2	0.005	0.010	0.000
n3	0.020	0.010	0.010
n4	0.025	0.005	0.010
m5	1.300	1.300	1.300
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5			
n	0.108	0.082	0.085



Progresiva	5+900.04m			
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,232,628.55		
	X - ESTE (m)	766,966.61		
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha	
n0	0.025	0.028	0.024	
n1	0.020	0.005	0.005	
n2	0.000	0.000	0.000	
n3	0.000	0.020	0.010	
n4	0.005	0.005	0.005	
m5	1.150	1.150	1.150	
n={n0+n1+n2+n3+n4}*m5				
n	0.058	0.067	0.051	

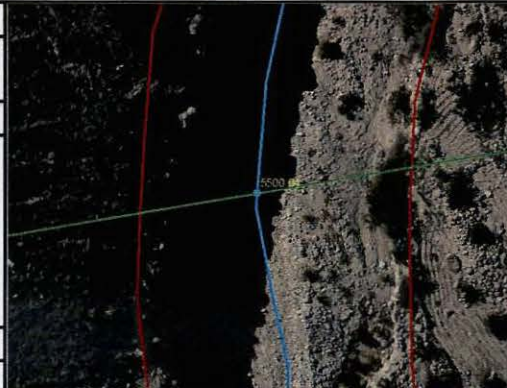
Progresiva	5+800.04m			
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,232,555.13		
	X - ESTE (m)	767,033.17		
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha	
n0	0.020	0.024	0.024	
n1	0.005	0.005	0.010	
n2	0.000	0.000	0.000	
n3	0.010	0.000	0.010	
n4	0.005	0.005	0.005	
m5	1.000	1.000	1.000	
n={n0+n1+n2+n3+n4}*m5				
n	0.040	0.034	0.049	

**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

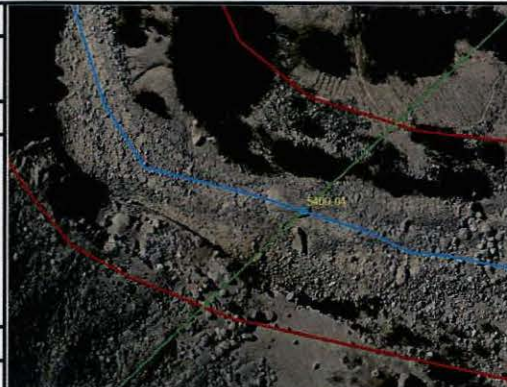
Progresiva	5+700.04m			
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,232,475.94		
	X - ESTE (m)	767,085.82		
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha	
n0	0.020	0.024	0.025	
n1	0.005	0.005	0.010	
n2	0.000	0.005	0.000	
n3	0.010	0.000	0.000	
n4	0.005	0.005	0.025	
m5	1.150	1.150	1.150	
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5				
n	0.046	0.045	0.069	

Progresiva	5+600.04m			
Coordenadas	Y-NORTE (m)	8,232,398.55		
UTM	X - ESTE (m)	767,045.43		
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha	
n0	0.028	0.024	0.024	
n1	0.010	0.005	0.005	
n2	0.000	0.000	0.000	
n3	0.010	0.000	0.020	
n4	0.010	0.005	0.005	
m5	1.150	1.150	1.150	
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5				
n	0.067	0.039	0.062	

Progresiva	5+500.04m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,232,306.18	
	X - ESTE (m)	767,017.71	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.024	0.028
n1	0.005	0.005	0.010
n2	0.000	0.000	0.000
n3	0.000	0.000	0.000
n4	0.010	0.005	0.005
m5	1.000	1.000	1.000
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5			
n	0.035	0.034	0.043



Progresiva	5+400.04m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,232,227.71	
	X - ESTE (m)	767,057.65	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.024	0.028
n1	0.000	0.005	0.020
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.000	0.010	0.000
n4	0.025	0.005	0.005
m5	1.150	1.150	1.150
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5			
n	0.052	0.056	0.061

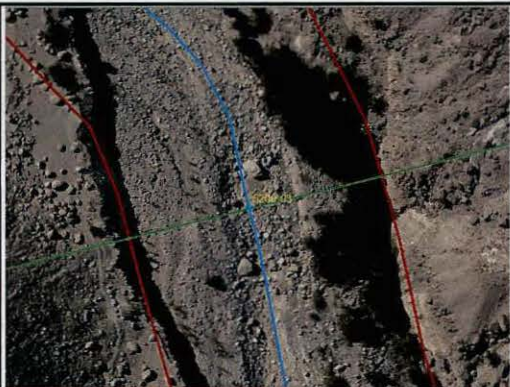


**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

Progresiva	5+300.04m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,232,193.27	
	X - ESTE (m)	767,134.34	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.024	0.028
n1	0.010	0.005	0.010
n2	0.005	0.010	0.010
n3	0.000	0.000	0.020
n4	0.005	0.005	0.005
m5	1.150	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.052	0.051	0.084



Progresiva	5+200.03m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,232,103.74	
	X - ESTE (m)	767,156.10	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.028	0.025
n1	0.010	0.005	0.010
n2	0.000	0.000	0.000
n3	0.000	0.010	0.000
n4	0.025	0.005	0.005
m5	1.000	1.000	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.060	0.048	0.040



Progresiva	5+100.03m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,232,011.57	
	X - ESTE (m)	767,191.04	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.028	0.024
n1	0.020	0.005	0.005
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.000	0.010	0.000
n4	0.025	0.005	0.005
m5	1.000	1.150	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.070	0.061	0.034

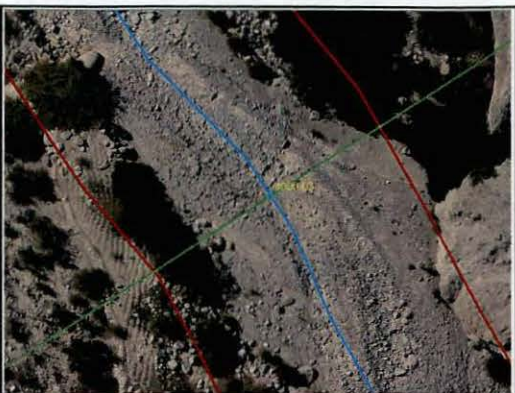


Progresiva	5+000.03m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,231,912.82	
	X - ESTE (m)	767,202.25	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.028	0.024
n1	0.005	0.010	0.005
n2	0.000	0.000	0.000
n3	0.000	0.010	0.000
n4	0.010	0.005	0.005
m5	1.150	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.040	0.061	0.039



Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.

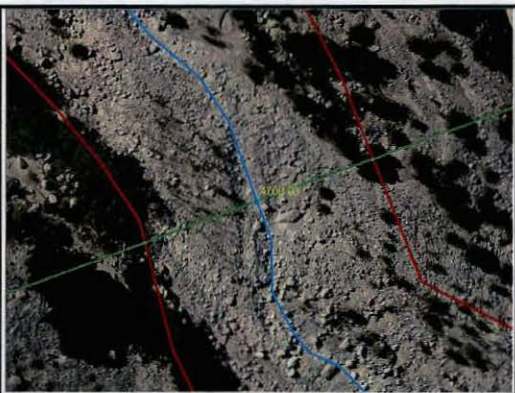
Progresiva	4+900.03m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,231,825.80	
	X - ESTE (m)	767,229.73	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.024	0.020
n1	0.005	0.005	0.005
n2	0.000	0.000	0.000
n3	0.000	0.000	0.010
n4	0.025	0.005	0.025
m5	1.000	1.000	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.050	0.034	0.060



Progresiva	4+800.03m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,231,742.10	
	X - ESTE (m)	767,281.89	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.024	0.024
n1	0.020	0.005	0.005
n2	0.000	0.005	0.005
n3	0.000	0.000	0.010
n4	0.005	0.005	0.005
m5	1.000	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.050	0.045	0.056



Progresiva	4+700.03m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,231,654.39	
	X - ESTE (m)	767,311.69	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.024	0.024
n1	0.005	0.010	0.005
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.000	0.010	0.000
n4	0.010	0.005	0.010
m5	1.150	1.000	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.040	0.054	0.039

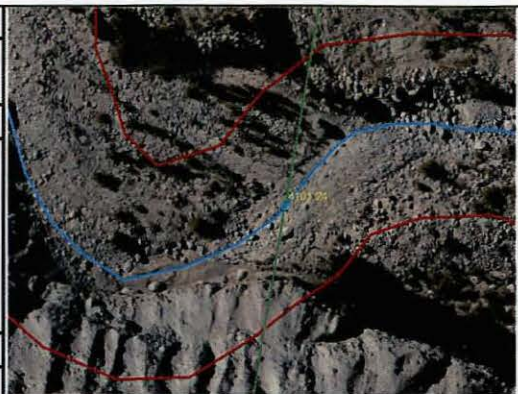


Progresiva	4+600.03m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,231,596.87	
	X - ESTE (m)	767,385.06	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.028	0.024
n1	0.005	0.005	0.005
n2	0.000	0.000	0.000
n3	0.010	0.010	0.000
n4	0.010	0.005	0.005
m5	1.000	1.000	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.045	0.048	0.034



**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

Progresiva	4+101.24m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,231,264.65	
	X - ESTE (m)	767,609.98	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.028	0.028	0.025
n1	0.005	0.010	0.020
n2	0.000	0.000	0.005
n3	0.010	0.000	0.000
n4	0.005	0.005	0.005
m5	1.300	1.300	1.300
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.062	0.056	0.072



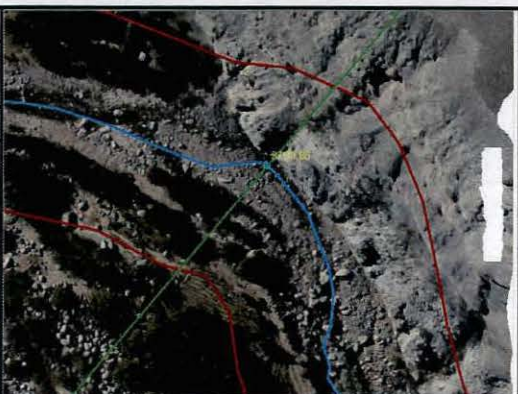
Progresiva	4+000.03m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,231,252.24	
	X - ESTE (m)	767,693.66	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.028	0.024
n1	0.005	0.010	0.005
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.000	0.010	0.000
n4	0.010	0.005	0.010
m5	1.150	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.040	0.067	0.045



Progresiva	3+900.03m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,231,218.49	
	X - ESTE (m)	767,772.70	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.028	0.020
n1	0.000	0.010	0.005
n2	0.005	0.010	0.000
n3	0.000	0.020	0.000
n4	0.010	0.005	0.050
m5	1.000	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.035	0.084	0.086

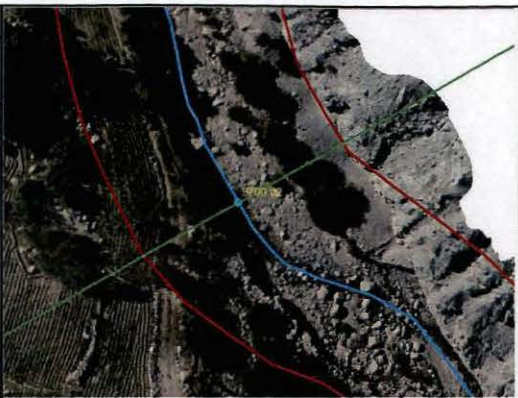


Progresiva	3+799.86m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,231,190.02	
	X - ESTE (m)	767,865.58	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.028	0.020
n1	0.020	0.005	0.005
n2	0.015	0.010	0.005
n3	0.010	0.000	0.000
n4	0.005	0.005	0.010
m5	1.150	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.086	0.055	0.046

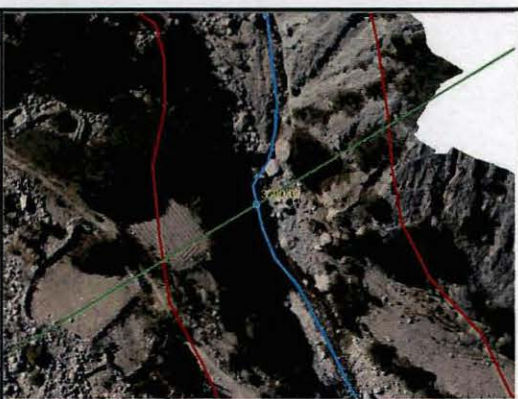


Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.

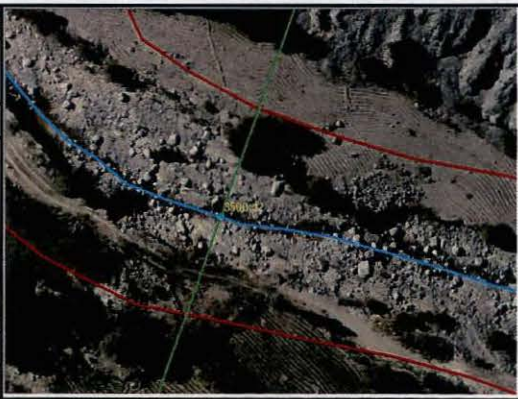
Progresiva	3+700.02m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,231,099.71	
	X - ESTE (m)	767,899.09	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.024	0.020
n1	0.005	0.010	0.005
n2	0.000	0.000	0.000
n3	0.000	0.010	0.000
n4	0.010	0.010	0.005
m5	1.150	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.040	0.062	0.035



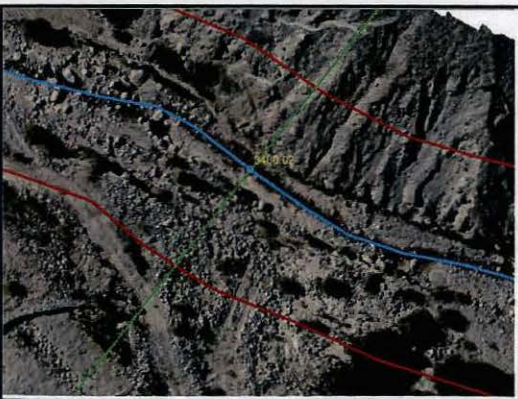
Progresiva	3+600.02m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,231,024.42	
	X - ESTE (m)	767,943.13	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.028	0.020
n1	0.020	0.010	0.005
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.000	0.020	0.000
n4	0.010	0.010	0.050
m5	1.000	1.150	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.055	0.084	0.075



Progresiva	3+500.02m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,953.16	
	X - ESTE (m)	768,006.44	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.028	0.020
n1	0.000	0.010	0.000
n2	0.000	0.000	0.005
n3	0.010	0.010	0.000
n4	0.010	0.005	0.005
m5	1.150	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.046	0.061	0.035

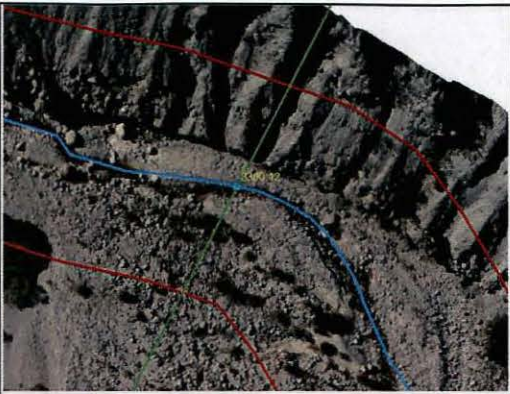


Progresiva	3+400.02m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,922.74	
	X - ESTE (m)	768,100.30	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.028	0.028
n1	0.010	0.005	0.005
n2	0.005	0.000	0.005
n3	0.010	0.010	0.000
n4	0.005	0.005	0.005
m5	1.000	1.150	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.055	0.055	0.043

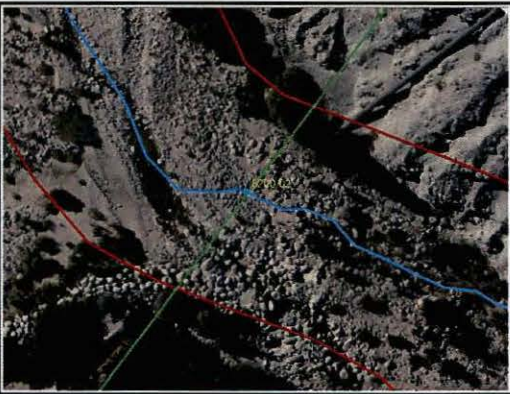


**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

Progresiva	3+300.12m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,890.02	
	X - ESTE (m)	768,192.38	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.024	0.024
n1	0.020	0.005	0.005
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.000	0.010	0.000
n4	0.005	0.005	0.005
m5	1.150	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.058	0.056	0.039



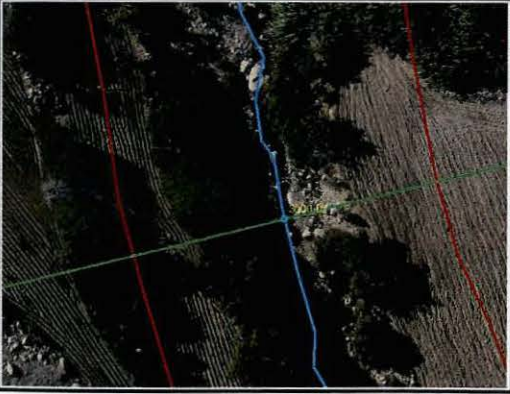
Progresiva	3+200.02m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,822.97	
	X - ESTE (m)	768,255.72	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.028	0.028
n1	0.020	0.005	0.010
n2	0.005	0.010	0.000
n3	0.000	0.010	0.010
n4	0.010	0.005	0.005
m5	1.150	1.150	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.069	0.067	0.053



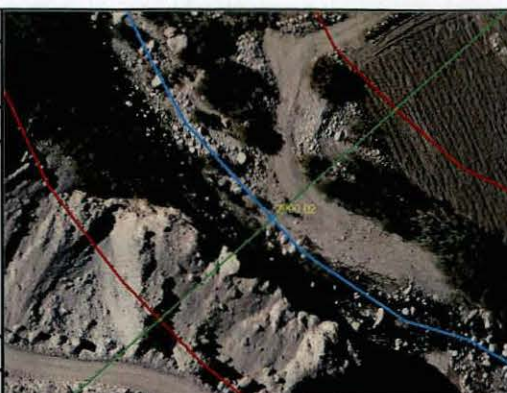
Progresiva	3+100.02m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,763.49	
	X - ESTE (m)	768,324.52	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.028	0.028
n1	0.020	0.005	0.005
n2	0.000	0.005	0.005
n3	0.010	0.000	0.000
n4	0.005	0.010	0.005
m5	1.000	1.000	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.060	0.048	0.049



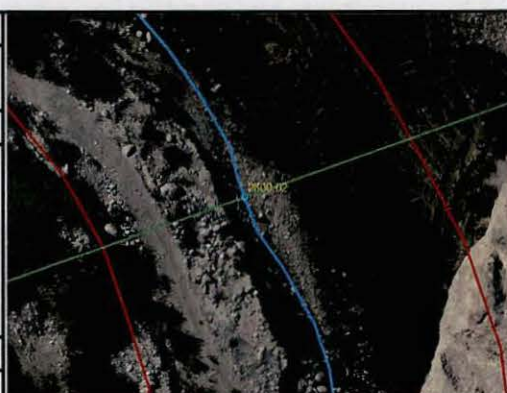
Progresiva	3+000.02m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,666.19	
	X - ESTE (m)	768,338.92	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.028	0.020
n1	0.005	0.010	0.000
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.000	0.010	0.000
n4	0.010	0.050	0.050
m5	1.000	1.000	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.035	0.103	0.070

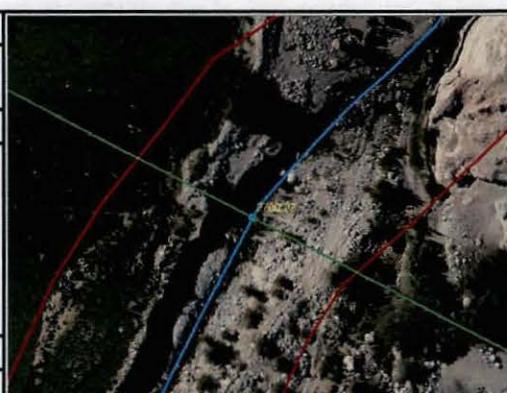


**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

Progresiva	2+900.02m			
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,577.88		
	X - ESTE (m)	768,381.36		
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha	
n0	0.020	0.028	0.025	
n1	0.005	0.005	0.020	
n2	0.000	0.000	0.000	
n3	0.000	0.010	0.010	
n4	0.010	0.025	0.005	
m5	1.000	1.150	1.000	
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5				
n	0.035	0.078	0.060	

Progresiva	2+800.02m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,510.99	
	X - ESTE (m)	768,450.83	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.028	0.024
n1	0.005	0.010	0.010
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.000	0.010	0.010
n4	0.025	0.005	0.005
m5	1.150	1.150	1.150
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5			
n	0.063	0.067	0.056



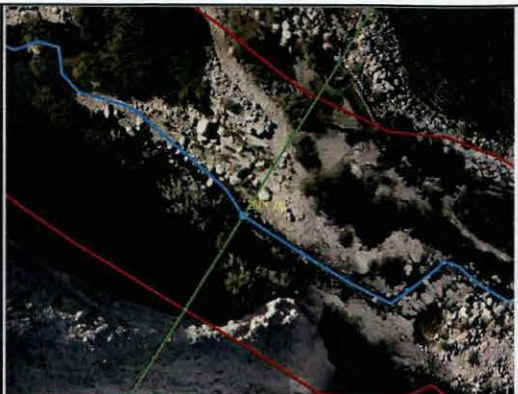
Progresiva	2+700.02m			
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,429.84		
	X - ESTE (m)	768,426.00		
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha	
n0	0.025	0.028	0.020	
n1	0.020	0.005	0.005	
n2	0.000	0.000	0.005	
n3	0.000	0.010	0.000	
n4	0.005	0.005	0.010	
m5	1.000	1.000	1.150	
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5				
n	0.050	0.048	0.046	

Progresiva	2+600.07m		
Coordenadas	Y-NORTE (m)	8,230,338.01	
UTM	X - ESTE (m)	768,392.60	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.024	0.028	0.025
n1	0.005	0.005	0.010
n2	0.005	0.005	0.000
n3	0.010	0.020	0.000
n4	0.005	0.010	0.010
m5	1.300	1.300	1.300
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5			
n	0.064	0.088	0.059

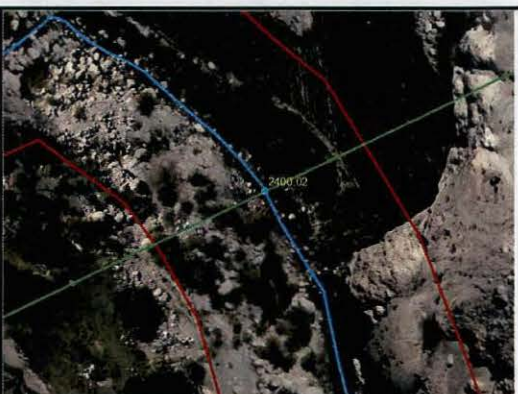


Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.

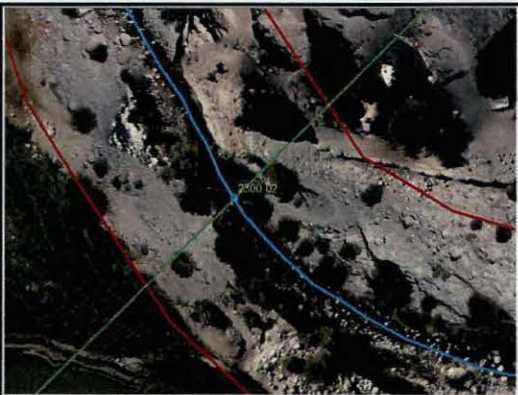
Progresiva	2+500.02m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,281.44	
	X - ESTE (m)	768,466.75	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.028	0.028	0.025
n1	0.005	0.010	0.020
n2	0.000	0.010	0.000
n3	0.000	0.010	0.010
n4	0.005	0.005	0.050
m5	1.000	1.000	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.038	0.063	0.105



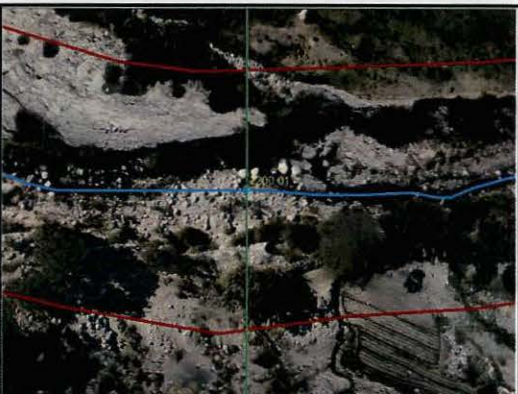
Progresiva	2+400.02m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,238.91	
	X - ESTE (m)	768,546.36	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.028	0.024
n1	0.005	0.005	0.010
n2	0.010	0.010	0.010
n3	0.000	0.000	0.010
n4	0.050	0.025	0.005
m5	1.300	1.300	1.300
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.111	0.088	0.077



Progresiva	2+300.02m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,148.80	
	X - ESTE (m)	768,587.72	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.025	0.024
n1	0.020	0.010	0.005
n2	0.005	0.010	0.000
n3	0.020	0.040	0.010
n4	0.005	0.025	0.005
m5	1.150	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.086	0.127	0.051



Progresiva	2+200.01m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,114.87	
	X - ESTE (m)	768,676.23	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.028	0.025
n1	0.010	0.010	0.010
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.000	0.020	0.010
n4	0.010	0.005	0.010
m5	1.000	1.000	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.045	0.068	0.055

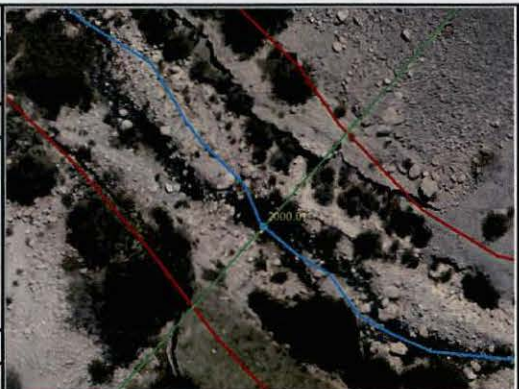


**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

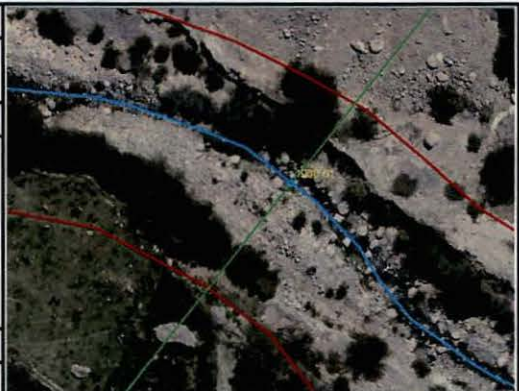
Progresiva	2+100.01m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,119.92	
	X - ESTE (m)	768,774.40	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.028	0.020
n1	0.005	0.010	0.005
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.000	0.010	0.000
n4	0.010	0.050	0.010
m5	1.300	1.300	1.300
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.046	0.134	0.046



Progresiva	2+000.01m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,056.53	
	X - ESTE (m)	768,845.63	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.028	0.024
n1	0.010	0.010	0.005
n2	0.005	0.005	0.000
n3	0.010	0.010	0.000
n4	0.010	0.005	0.005
m5	1.150	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.069	0.067	0.039



Progresiva	1+900.01m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,230,013.89	
	X - ESTE (m)	768,932.56	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.028	0.024
n1	0.020	0.010	0.005
n2	0.000	0.000	0.000
n3	0.000	0.010	0.000
n4	0.010	0.005	0.025
m5	1.150	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.063	0.061	0.062



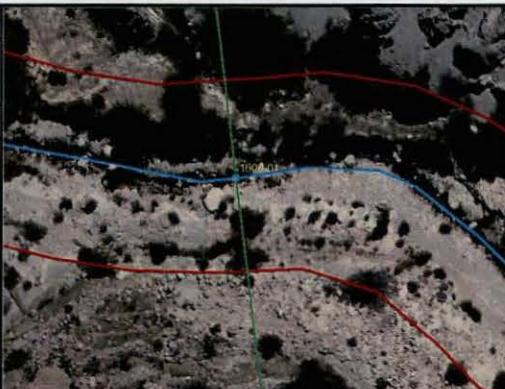
Progresiva	1+800.01m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,229,957.17	
	X - ESTE (m)	769,012.24	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.028	0.020
n1	0.010	0.010	0.005
n2	0.005	0.000	0.005
n3	0.010	0.020	0.010
n4	0.025	0.010	0.010
m5	1.000	1.000	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.075	0.068	0.058



**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

Progresiva	1+700.01m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,229,933.07	
	X - ESTE (m)	769,105.76	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.024	0.020
n1	0.005	0.010	0.010
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.000	0.010	0.000
n4	0.025	0.010	0.025
m5	1.150	1.150	1.150
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5			
n	0.058	0.068	0.063

Progresiva	1+600.01m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,229,914.81	
	X - ESTE (m)	769,201.92	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.024	0.024
n1	0.005	0.010	0.005
n2	0.000	0.000	0.000
n3	0.000	0.020	0.000
n4	0.025	0.010	0.005
m5	1.150	1.150	1.000
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5			
n	0.058	0.074	0.034



Progresiva	1+500.01m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,229,875.11	
	X - ESTE (m)	769,286.17	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.024	0.024
n1	0.010	0.005	0.005
n2	0.000	0.000	0.000
n3	0.010	0.010	0.000
n4	0.025	0.010	0.005
m5	1.300	1.300	1.150
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5			
n	0.085	0.064	0.039



Progresiva	1+400.01m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,229,837.22	
	X - ESTE (m)	769,370.80	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.024	0.020
n1	0.020	0.005	0.010
n2	0.005	0.005	0.000
n3	0.020	0.010	0.000
n4	0.010	0.005	0.005
m5	1.300	1.300	1.150
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5			
n	0.104	0.064	0.040

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.

Progresiva	1+300.01m		
Coordenadas	Y-NORTE (m)	8,229,762.24	
UTM	X - ESTE (m)	769,434.41	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.025	0.020	0.020
n1	0.005	0.000	0.000
n2	0.005	0.010	0.005
n3	0.010	0.000	0.000
n4	0.010	0.025	0.050
m5	1.150	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.063	0.063	0.086



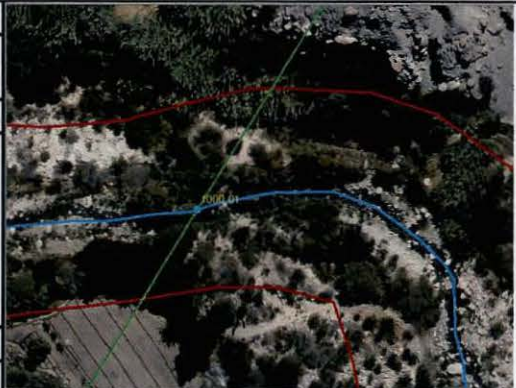
Progresiva	1+200.01m		
Coordenadas	Y-NORTE (m)	8,229,744.55	
UTM	X - ESTE (m)	769,530.79	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.028	0.020
n1	0.005	0.010	0.005
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.000	0.000	0.000
n4	0.025	0.005	0.025
m5	1.150	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.058	0.055	0.058



Progresiva	1+100.01m		
Coordenadas	Y-NORTE (m)	8,229,705.99	
UTM	X - ESTE (m)	769,613.26	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.028	0.024	0.020
n1	0.010	0.010	0.000
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.020	0.010	0.000
n4	0.005	0.005	0.010
m5	1.150	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.072	0.062	0.035



Progresiva	1+000.01m		
Coordenadas	Y-NORTE (m)	8,229,698.83	
UTM	X - ESTE (m)	769,709.76	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.028	0.020
n1	0.000	0.010	0.005
n2	0.000	0.000	0.005
n3	0.000	0.010	0.000
n4	0.025	0.050	0.050
m5	1.300	1.300	1.300
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.059	0.127	0.104

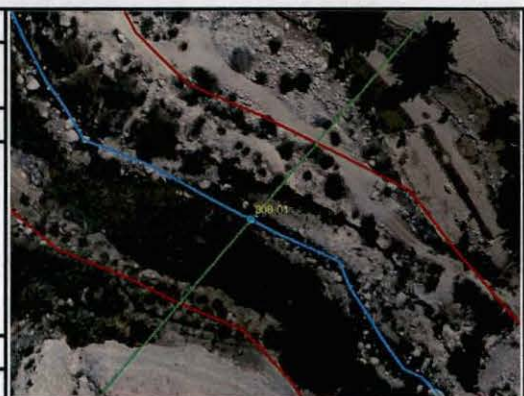


**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

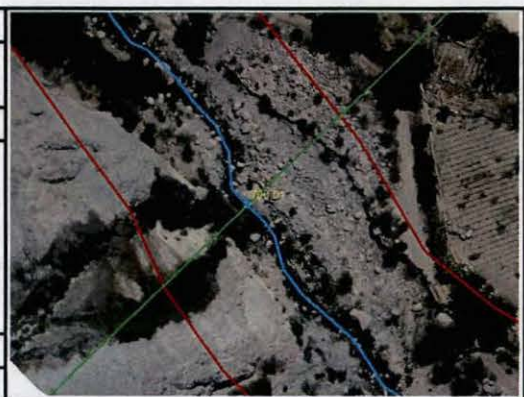
Progresiva	0+900.01m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,229,650.27	
	X-ESTE (m)	769,772.93	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.028	0.028	0.020
n1	0.005	0.005	0.000
n2	0.005	0.005	0.000
n3	0.010	0.020	0.000
n4	0.005	0.005	0.010
m5	1.150	1.300	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.061	0.082	0.035



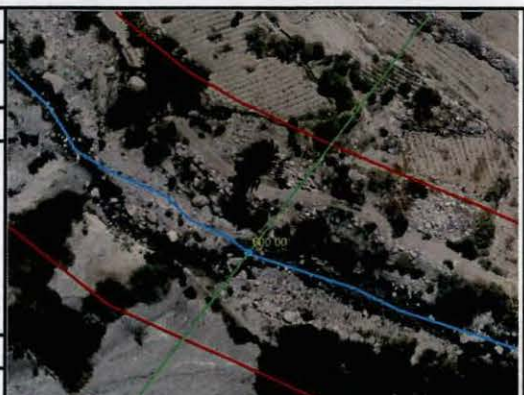
Progresiva	0+800.01m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,229,580.00	
	X-ESTE (m)	769,834.37	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.024	0.020
n1	0.005	0.000	0.000
n2	0.005	0.000	0.000
n3	0.010	0.010	0.000
n4	0.005	0.005	0.050
m5	1.150	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.052	0.045	0.081



Progresiva	0+700.01m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,229,507.53	
	X-ESTE (m)	769,896.39	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.028	0.028	0.025
n1	0.010	0.005	0.020
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.000	0.010	0.000
n4	0.005	0.005	0.010
m5	1.000	1.000	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.043	0.053	0.055



Progresiva	0+600m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,229,441.81	
	X-ESTE (m)	769,967.13	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.028	0.025
n1	0.005	0.010	0.020
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.010	0.020	0.000
n4	0.010	0.010	0.025
m5	1.000	1.000	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.045	0.073	0.070

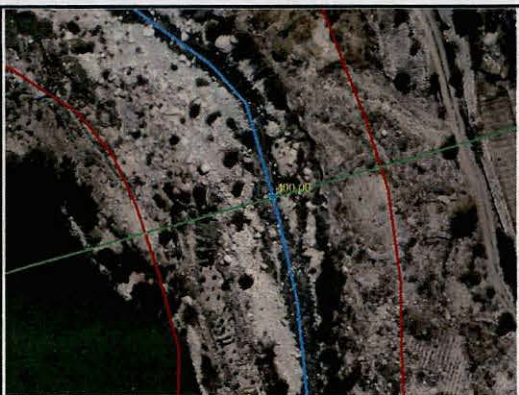


**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

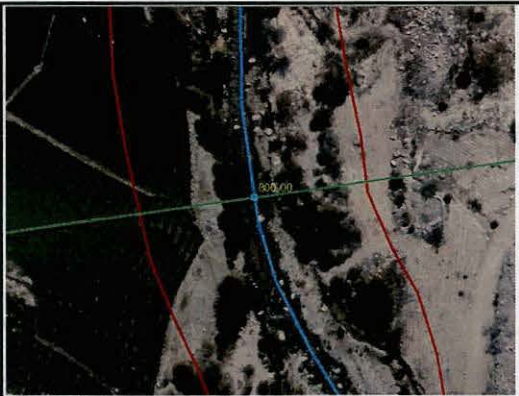
Progresiva	0+500m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,229,409.35	
	X-ESTE (m)	770,061.55	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.028	0.020
n1	0.005	0.010	0.005
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.000	0.010	0.010
n4	0.005	0.010	0.025
m5	1.150	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.035	0.072	0.069



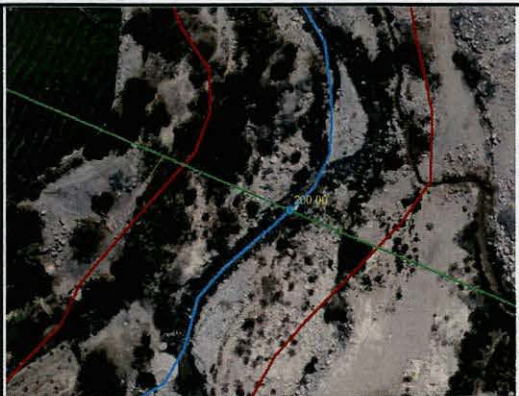
Progresiva	0+400m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,229,343.82	
	X-ESTE (m)	770,130.14	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.028	0.028
n1	0.005	0.010	0.010
n2	0.000	0.005	0.000
n3	0.000	0.020	0.010
n4	0.005	0.005	0.005
m5	1.000	1.150	1.150
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.030	0.078	0.061



Progresiva	0+300m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,229,244.78	
	X-ESTE (m)	770,141.28	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.020	0.024	0.020
n1	0.010	0.010	0.005
n2	0.000	0.000	0.000
n3	0.000	0.010	0.000
n4	0.010	0.025	0.010
m5	1.000	1.000	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.040	0.069	0.035



Progresiva	0+200m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,229,153.70	
	X-ESTE (m)	770,156.81	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.024	0.028	0.024
n1	0.020	0.010	0.010
n2	0.000	0.000	0.005
n3	0.000	0.020	0.000
n4	0.005	0.005	0.025
m5	1.300	1.300	1.300
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.064	0.082	0.083



**Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.**

Progresiva	0+100m		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,229,078.52	
	X - ESTE (m)	770,094.49	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.024	0.024	0.020
n1	0.010	0.010	0.000
n2	0.005	0.005	0.000
n3	0.010	0.000	0.000
n4	0.005	0.010	0.005
m5	1.150	1.150	1.150
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5			
n	0.062	0.056	0.029



Progresiva	0+0m			
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	8,228,995.88		
	X - ESTE (m)	770,120.92		
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha	
n0	0.020	0.024	0.020	
n1	0.005	0.010	0.005	
n2	0.000	0.005	0.005	
n3	0.000	0.010	0.010	
n4	0.005	0.010	0.010	
m5	1.300	1.300	1.300	
n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5				
n	0.039	0.077	0.065	

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del
Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y
departamento de Arequipa.

ANEXO 9.2

PARAMETROS HIDRAULICOS DE SIMULACION – QUEBRADA HUARÍO

Cuadro Nro. 5.3.4.3 Resumen de Parámetros Hidráulicos HUARIO en HEC-RAS

Progresiva	Q Total	Fondo del Río	Nivel de Agua	Altura Crítica	Altura de Energía	Pendiente de la Línea de Energía	Velocidad	Área Mojada	Espejo de Agua	Número de Froude
m	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
6400.042	47.5	908	909.69	909.69	910.11	0.049329	2.95	16.51	19.58	1.02
6300.042	47.5	903	907.42	904.97	907.44	0.000222	0.66	83.39	37.7	0.14
6200.042	47.5	904.08	906.66	906.66	907.31	0.053368	4.68	14.97	11.62	1.31
6100.041	47.5	897.31	900.48	898.48	900.49	0.000303	0.39	121.23	57.38	0.08
5996.45	47.5	897.68	899.79	899.79	900.32	0.071879	3.27	14.72	13.93	1.01
5900.04	47.5	890	894.45	892.69	894.54	0.002266	1.11	36.78	16.51	0.24
5800.039	47.5	892.04	893.67	893.67	894.08	0.012827	2.9	16.92	20.72	1.02
5700.038	47.5	886	887.63	888.42	890.57	0.221437	8.67	6.65	8.16	3.07
5600.037	47.5	881.75	883.72	883.84	884.39	0.023961	3.88	14.12	14.32	1.25
5500.037	47.5	880	882.22	882.22	882.79	0.012329	3.4	14.26	12.83	1.03
5400.036	47.5	876	877.14	877.75	879.61	0.321889	6.92	6.83	12	2.93
5300.036	47.5	873.38	875.72	875.72	876.31	0.03882	4.04	15.11	12.95	1.19
5200.035	47.5	869	870.35	870.67	871.33	0.072817	4.31	10.85	16.08	1.68
5100.034	47.5	866.26	868.11	868.11	868.58	0.024967	2.45	17.11	18.48	0.81
5000.033	47.5	863.84	864.45	864.51	864.77	0.069	2.5	19	43.93	1.2
4900.033	47.5	862	862.51	862.51	862.76	0.014229	2.23	21.64	43.75	1
4800.032	47.5	857	858.63	859.06	859.96	0.087246	5.58	9.46	11.61	1.97
4700.031	47.5	853	854.49	854.27	854.66	0.01326	1.75	26.32	35.32	0.65
4600.031	47.5	850.19	852.45	852.45	853.03	0.016152	2.79	14.65	12.93	0.84
4500.03	47.5	847.52	848.24	848.55	849.28	0.206684	4.36	10.67	29.45	2.31
4400.029	47.5	844.7	845.48	845.33	845.62	0.015543	1.64	29.2	48.2	0.66
4300.029	47.5	842	843.78	843.78	844.24	0.01462	3.26	16.31	18.28	1.1
4200.028	47.5	838.71	839.33	839.64	840.52	0.168191	4.94	10.11	32.63	2.83
4101.238	47.5	837	838.8	838.8	839.27	0.036218	3.14	15.86	17.58	1.05

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

Progresiva	Q Total	Fondo del Río	Nivel de Agua	Altura Crítica	Altura de Energía	Pendiente de la Línea de Energía	Velocidad	Área Mojada	Espejo de Agua	Número de Froude
m	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
4000.027	47.5	833.61	834.74	834.35	834.82	0.007824	1.27	37.82	44.71	0.42
3900.026	47.5	831	833.04	833.04	833.56	0.02789	2	18.75	18.35	0.63
3799.861	47.5	827.83	826.59	826.9	827.86	0.279671		9.49	32.45	0
3700.025	47.5	824	824.38	823.52	824.4	0.000368	0.1	85.21	84.68	0.07
3600.024	47.5	821.86	823.75	823.75	824.23	0.063284	2.81	15.61	16.48	0.92
3500.023	47.5	817	817.79	817.81	818.05	0.044494	2.14	21.66	45.49	0.98
3400.023	47.5	814	814.86	814.87	815.1	0.027198	1.66	22.08	51.52	0.81
3300.123	47.5	809.74	811.27	811.42	811.89	0.029512	2.48	14.13	18.46	0.91
3200.021	47.5	806.9	807.83	807.86	808.11	0.064579	2.27	20.18	43.64	1.06
3100.021	47.5	799	800.55	801.03	802.05	0.103713	5.25	8.76	11.3	1.9
3000.02	47.5	797.31	799.05	798.61	799.15	0.021699	1.3	34.89	40.02	0.45
2900.019	47.5	795.27	797.06	797.06	797.52	0.014629	1.4	17.7	19.76	0.47
2800.019	47.5	792.37	792.7	792.86	793.25	0.260386	3.29	14.53	52.36	1.97
2700.018	47.5	788.8	789.59	789.59	789.79	0.032896	2.03	23.83	60.38	1.03
2600.074	47.5	786.35	787.35	787.21	787.46	0.023817	0.97	31.59	63.37	0.44
2500.017	47.5	785.58	786.36	786.36	786.57	0.023999	1.32	25.63	65.37	0.67
2400.016	47.5	780	781.72	781.14	781.78	0.0095	1.05	45.18	49.71	0.35
2300.015	47.5	778	779.73	779.62	780.04	0.031817	1.27	25.22	29.21	0.44
2200.015	47.5	774	774.86	774.86	775.08	0.04584	1.79	23.18	53.92	0.87
2100.014	47.5	769.41	770.23	770.32	770.58	0.051247	0.93	20.5	49.82	0.46
2000.013	47.5	767	767.76	767.79	768	0.031897	1.4	23.65	62.01	0.72
1900.013	47.5	763.58	762.56	762.17	762.66	0.010203		35.16	44.96	0
1800.012	47.5	760	760.86	760.75	760.98	0.026724	1.52	30.93	63.66	0.68
1700.011	47.5	755.78	756.48	756.48	756.66	0.061306	1.83	25.3	71.55	0.98
1600.011	47.5	751.38	752.4	752.44	752.71	0.028132	1.45	23.85	46.58	0.65

Delimitación de Faja Marginal por Huella Máxima con Modelamiento Hidráulico del Tributario Majes: Quebrada Huario, distrito de Aplao, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

Progresiva	Q Total	Fondo del Río	Nivel de Agua	Altura Crítica	Altura de Energía	Pendiente de la Línea de Energía	Velocidad	Área Mojada	Espejo de Agua	Número de Froude
m	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
1500.01	47.5	747.9	748.53	748.39	748.65	0.019051	1.5	31.82	59.35	0.63
1400.009	47.5	745	746.55	746.55	746.94	0.023618	2.01	18.58	24.01	0.73
1300.009	47.5	740	741.11	741.36	741.87	0.130152	3.87	12.37	22.19	1.66
1200.008	47.5	739	737.31	737.23	737.55	0.029113		21.98	33.59	0
1100.007	47.5	733.8	734.93	734.81	735.09	0.026597	1.8	28.01	90.88	0.76
1000.007	47.5	733.55	731.55	731.32	731.73	0.055563		25.63	33.06	0
900.006	47.5	728.29	727.67	727.61	727.87	0.036014		23.89	45.72	0
800.0054	47.5	724.38	724.92	724.92	725.05	0.037227	1.78	29.05	108.38	1.1
700.0047	47.5	720	720.57	720.62	720.82	0.047142	1.66	21.24	71.63	0.99
600.004	47.5	716.23	717.24	717.26	717.53	0.031188	1.52	20.51	40.78	0.68
500.0033	47.5	712.98	713.5	713.39	713.61	0.02663	1.45	34.02	77.35	0.65
400.0027	47.5	709	709.48	709.47	709.66	0.068385	1.89	25.23	62.77	0.93
300.002	47.5	704.86	705.53	705.53	705.71	0.023912	1.08	26.13	77.58	0.59
200.0013	47.5	702	699.7	699.36	699.84	0.015553		28.14	33.16	0
100.0006	47.5	697	697.92	697.87	698.09	0.033619	1.95	25.98	56.62	0.92