

Proyecto de Inversión Pública  
Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN  
IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

## INDICE

<b>I. GENERALIDADES</b> .....	3
1.1. NOMBRE DEL PROYECTO .....	3
1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
1.2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	3
1.2.2. UBICACIÓN POLÍTICA .....	3
1.3. ANTECEDENTES .....	5
1.4. LINEAMIENTOS DE POLÍTICA SECTORIAL – FUNCIONAL .....	7
1.5. OBJETIVOS Y METAS .....	10
1.5.1. OBJETIVO CENTRAL DEL PROYECTO .....	10
1.5.2. OBJETIVO DEL PRESENTE ESTUDIO .....	10
1.5.3. METAS DEL PROYECTO .....	11
1.6. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	14
<b>II. ESTUDIOS BÁSICOS</b> .....	15
2.1. TOPOGRAFÍA .....	15
2.1.1. OBJETIVOS .....	15
2.1.2. METODOLOGÍA DEL TRABAJO .....	15
2.1.2.1. ASPECTOS GENERALES .....	15
2.1.2.2. PERSONAL .....	15
2.1.2.3. EQUIPOS .....	16
2.1.2.4. MATERIALES .....	16
2.1.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	16
2.1.3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	16
2.1.3.2. TRABAJO DE GABINETE .....	17
2.2. CONTROL GEODÉSICO .....	17
2.2.1. METODOLOGÍA .....	18
2.3. HIDROLOGÍA .....	19
2.3.1. CAUDAL MAXIMO DE DISEÑO .....	21
2.3.2. ANALISIS DE INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA .....	22
2.3.3. HIDRAULICA FLUVIAL .....	33
2.4. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA .....	¡Error! Marcador no definido.
2.4.1. GEOMORFOLOGÍA .....	¡Error! Marcador no definido.

Proyecto de Inversión Pública  
Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

2.4.2. GEOLOGÍA REGIONAL ..... ¡Error! Marcador no definido.

2.4.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL ..... ¡Error! Marcador no definido.

2.4.4. GEOLOGÍA LOCAL ..... ¡Error! Marcador no definido.

2.4.5. GEODINÁMICA ..... ¡Error! Marcador no definido.

2.4.5.1. GEODINÁMICA INTERNA ..... ¡Error! Marcador no definido.

2.4.5.2. SISMICIDAD ..... ¡Error! Marcador no definido.

2.4.5.3. PROCESOS GEODINÁMICOS EXTERNOS ..... ¡Error! Marcador no definido.

2.4.6. ASPECTOS GEOTÉCNICOS ..... ¡Error! Marcador no definido.

2.4.7. CANTERAS ..... ¡Error! Marcador no definido.

2.4.8. FUENTES DE AGUA ..... ¡Error! Marcador no definido.

2.4.9. DEPOSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE (DME) ..... ¡Error! Marcador no definido.

2.5. IMPACTO AMBIENTAL ..... 51

III. INGENIERÍA DEL PROYECTO ..... 53

3.1. PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO ..... 53

3.2. CRITERIOS DE DISEÑO ..... 54

3.3. CRITERIOS Y DISEÑO DEL DIQUE ..... 55

IV. PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN ..... 57



**PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA**  
**INGENIERO AGRÍCOLA**  
**CIP: 114347**



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

---

## I. GENERALIDADES

### 1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

"AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN"


### 1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

#### 1.2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Inicio: Coord. UTM E336453.00, N9222359.00  
Fin: Coord. UTM E339121.620, N9222396.974

#### 1.2.2. UBICACIÓN POLÍTICA

Departamento : San Martín  
Provincia : Bellavista  
Distrito : San Rafael (Ubigeo 220206)  
Localidad : San Rafael y la Libertad

  
PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA  
INGENIERO AGRÍCOLA  
C/P: 114347

Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

Ilustración 1: Mapa de localización del proyecto



  
**PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA**  
**INGENIERO AGRÍCOLA**  
**CIP: 114347**



Ilustración 2: Croquis del proyecto



### 1.3. ANTECEDENTES

Las lluvias intensas de febrero del año 2010, ocasionaron la inundación de la localidad de San Rafael, por lo tanto daños en las **Unidades Productoras (UP)** de bienes y servicios públicos y privados, así como en la población misma que habita y se ubica en la ribera del río que forma parte del área de inundación, creando situaciones de emergencia que obligó al Gobierno Regional, Provincial y Distrital a destinar recursos para poder apoyar a los damnificados ante estos desastres.

Según El Plan Regional de Prevención y Atención de Desastres:

La zona del Huallaga Central desde 1940 ha soportado más de 40 inundaciones originando daños materiales y pérdidas de vidas humanas en todo este tiempo.

Las autoridades de los distintos niveles e instancias como el INDECI organizaron y pusieron en marcha los apoyos de emergencia, consistentes básicamente en apoyo humanitario, alimentación y abrigo, pero no se ha tratado de solucionar el problema de inundaciones mediante una infraestructura de defensa ribereña.



Vista esta situación de riesgo y peligro latente ante la temporada de lluvias y los pronósticos de SENAMHI, principalmente indican que volverán a repetirse estos fenómenos naturales de las lluvias intensas en las próximas temporadas, por lo que se hace necesario la previsión de organización y construcción de infraestructura para disminuir los riesgos ante el peligro y la vulnerabilidad de la población y los bienes y servicios públicos que se ubican dentro del área de inundación.

Por la importancia del rio Huallaga en las localidades de San Rafael y La Libertad, el proyecto se debería considerar de carácter primordial; pero hasta la fecha no se han hecho intentos de estudios de tratamiento integral. Sólo se observa obras de carácter local aisladas con protección de defensa ribereña realizada por los pobladores en una parte de la margen izquierda del río, las que no garantizan una solución al problema.

La Municipalidad Distrital de San Rafael, viene recibiendo constantemente de parte de la población que habitan en las riberas del rio Huallaga, pedidos de defensa ribereña por el riesgo en la que se encuentran las UP de bienes y servicios públicos, población, viviendas y otros privados, ante las temporadas de lluvias de todos los años.

Las principales referencias cronológicamente ocurridas relacionadas con desastres o daños a la población ocurridos por los fenómenos anteriormente descritos que corroboran la necesidad de una defensa ribereña, son:

- Inundación del 23 de setiembre de 1972, que ocasionó mayor destrucción en casas de adobe y tapial y zonas de cultivo.
- Inundación del 26 de marzo de 1977, la más grande ocasionó daños en la población sobre todo en las viviendas y cultivos con la perdida de sus animales domésticos.
- Inundación por lluvias intensas del 21 de marzo de 1995, donde las localidades de San Rafael y la Libertad se vieron afectados por las lluvias intensas: las casas se llenaron de agua, resultaron afectadas toda la población en su integridad.
- Inundación por lluvias intensas de octubre del 2003, afectando viviendas del sector la libertad y zonas de cultivos (arroz).
- Inundación el 12 de Noviembre del 2006 del Río Huallaga las ciudades de Bellavista, La Libertad y San Rafael fuero inundadas y destruyo las viviendas, colapsaron los servicios básicos, en esta ocasión el presidente de la republica decreto el estado de emergencia en la región de selva por las inundaciones que se dieron.
- Inundación el 07 de febrero del 2010 del rio Huallaga estas dos localidades fueron inundadas en su totalidad las viviendas haciendo



colapsar los servicios básicos como agua, desagüe (letrinas) al agua alcanzo en algunas partes hasta 2 metros de alto sobre el nivel del suelo.

- Inundación del 22 de enero de 2015. Fueron inundadas ambas localidades habiéndose registrado 102 familias damnificadas y 381 afectadas.

En tal sentido, el proyecto tiene como objetivo reducir el riesgo de las unidades productoras de bienes y servicios públicos (daños en infraestructura vial, centros educativos, postas de salud, tanques elevados de agua potable, locales públicos, parques, etc.), ubicadas en el área de influencia o área de impacto del daño frente a la crecida del río Huallaga, evitando también inundaciones en viviendas y de terrenos agrícolas, que se origina en épocas de lluvias.

Ilustración 3: Hitos relevantes – antecedentes del PIP

1945	2006	2010	2013	2015
Creación política del distrito de San Rafael.	Se instala una defensa ribereña con espigones de corta longitud para proteger la zona de la planta de tratamiento y el emisor de las aguas residuales	Se ejecuta el proyecto: Construcción de Defensa Ribereña San Rafael - La Libertad, Distrito De San Rafael - Bellavista - San Martin	Se formula el proyecto de ampliación de la defensa ribereña, dado que la población requería con urgencia de los servicios de protección, habiéndose registrado inundaciones	Se re formula el proyecto de ampliación de los servicios de protección, ante los eventos presentados, daños ocasionados y la escasa oferta de los servicios existentes

Fuente: Elaboración propia – Municipalidad Distrital de San Rafael

#### 1.4. LINEAMIENTOS DE POLÍTICA SECTORIAL – FUNCIONAL

El Plan de Desarrollo Concertado 2012-2021 de la Municipalidad de San Rafael, hace referencia en el numeral 3.3 eje de desarrollo medioambiental, a la preocupación siempre existente respecto al riesgo frente a las potenciales inundaciones de todos los años de la población de San Rafael.

##### El Plan de Desarrollo Concertado 2012-2021 del Distrito de San Rafael:

Hace referencia en el numeral “3.3 eje de desarrollo medioambiental”, a la preocupación siempre existente respecto al riesgo frente a las potenciales inundaciones de todos los años de la población de San Rafael.

Asimismo, en el numeral “4.6.3 Cronograma de ejecución del Plan de Desarrollo Concertado”, está priorizada la construcción de obras de defensa ribereña para sus localidades expuestas a las crecidas del río Huallaga.



**La Ley N° 27972 Ley Orgánica de Municipalidades:**

Las Municipalidades deben promover acciones y proyectos para la prevención y atención de situaciones de emergencia y desastres.

Asimismo, el art. 79, 4.1 Ejecutar directamente o proveer la ejecución de las obras de infraestructura urbana o rural que sean indispensables para el desenvolvimiento de la vida del vecindario, la producción, el comercio, el transporte y la comunicación en el distrito, tales como pistas o calzadas, vías, puentes, parques, mercados, canales de irrigación, locales comunales, y obras similares, en coordinación con la municipalidad provincial respectiva. Y art. 87. Puede realizar obras de infraestructura en favor de sus vecinos y de acuerdo a sus posibilidades y siempre en cuando no existe expresa exclusividad a otros organismos públicos de carácter regional y local. Y según el reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (Ley N°29338) en su Artículo 260°.- Obras de defensa con carácter de emergencia 260.1. En caso de crecientes extraordinarias y cuando ellas puedan ocasionar inminentes peligros, se podrá ejecutar, sin autorización previa, obras de defensa provisionales con carácter de emergencia, dándose cuenta a la Autoridad Local del Agua dentro del plazo máximo de diez (10) días a partir de su inicio. 260.2. Cuando en esta clase de obra intervenga la propia Autoridad Nacional de Agua u otra entidad pública, deberá coordinar con las correspondientes autoridades regionales de Defensa Civil. Por consiguiente se hace necesario recomendar su coordinación en la etapa de la aprobación del expediente técnico con la AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. Y según el art.114 tener en cuenta los criterios para la limitación de la faja marginal del reglamento.

Así mismo por la problemática existente desde años anteriores el proyecto es una prioridad considerado en el Plan de Gobierno Distrital 2011-2015.

**El Plan estratégico Sectorial Multianual de Agricultura 2012 – 2016:**

Como política específica en cuanto al sector agrario es **promover la gestión de riesgos en el agro**, ejecutando programas y proyectos que incidan en la reducción de riesgos en el sector bajo un enfoque de prevención y de apoyo oportuno en coordinación con los gobiernos regionales y gobiernos locales.

**Ley N° 29338 Ley de Recursos Hídricos:**

En el Título XI, los Fenómenos Naturales, artículo 262°, establece **Corresponde a las entidades del nivel nacional, gobiernos regionales y locales, la priorización y programación de las obras de encauzamiento y defensas ribereñas**, para cuyo efecto remitirá a la Autoridad Nacional del Agua la relación de los proyectos seleccionados para autorizar su ejecución.



**La Ley N° 29664 Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD):**

De acuerdo al Título II, Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, donde manifiesta lo siguiente:

- La Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres es el conjunto de orientaciones dirigidas a impedir o reducir los riesgos de desastres, evitar la generación de nuevos riesgos y efectuar una adecuada preparación, atención, rehabilitación y reconstrucción ante situaciones de desastres, así como a minimizar sus efectos adversos sobre la población, la economía y el ambiente.
- Las entidades públicas, en todos los niveles de gobierno, son responsables de implementar los lineamientos de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres dentro de sus procesos de planeamiento.
- Las entidades públicas deben priorizar la programación de recursos para la intervención en materia de Gestión del Riesgo de Desastres siguiendo el principio de gradualidad, establecido en la presente Ley.

**Marco Normativo**

El Proyecto "Ampliación del Servicio de Protección frente a inundaciones y erosión de ribera, en las localidades de San Rafael y La Libertad, margen izquierda del río Huallaga, distrito de San Rafael - Bellavista – San Martín" ha sido formulado teniendo en cuenta los contenidos mínimos dispuestos por el Sistema Nacional de Inversión Pública a través de la Ley N° 27293, modificada por las leyes N° 28522 y 28802 y por el Decreto Legislativo 1005.

Desde el punto de vista legal, el proyecto ha sido formulado teniendo como marco jurídico e institucional vigente las siguientes normas generales:

- Artículo 02° de la CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ (31-10-93), menciona que es derecho de toda persona gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida y con respeto a los Recursos Naturales.
- Reglamento del SNIP, aprobado por el Decreto Supremo N° 102-2007-EF, modificado por Decreto Supremo N°185-2007-EF y 039-2009-EF.
- Directiva General del SNIP, aprobada por Resolución Directoral N°002-2009-EF/68.01.
- Ley General de Agua, el Art. 50° dice que El Estado podrá asumir parte de los gastos de las obras de defensa ribereña y encauzamiento, cuando se trate de unidades agrícolas familiares o cuando la capacidad de pago del usuario no permita cubrir la parte proporcional de las defensas.



- Resolución Directoral N° 010-2006-EF/68.01 en la que se Aprueba Guía Metodológica para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas.
- Resolución Directoral N° 004-2012-EF/63.01, Aprueban Guía Simplificada para la Identificación, Formulación Y Evaluación Social de Proyectos de Protección de Unidades Productoras de Bienes y Servicios Públicos Frente a Inundaciones, a Nivel de Perfil.

Resolución Directoral N° 003 – 2011 – EF/68.01, aprobación de la Tasa Social de Descuento del 9% de acuerdo a los Parámetros de Evaluación Anexo SNIP 10.

**Estructura Funcional Programática, lineamientos de política sectorial**

La cadena funcional del proyecto es la siguiente:

Función	: 05 Orden Público y Seguridad.
Programa	: 016 Gestión de Riesgos y Emergencias.
Sub Programa	: 0035 Prevención de Desastres.
Responsable	: Presidencia del Consejo de Ministros.

**El presente proyecto se enmarca dentro de la política sectorial de la Presidencia del Consejo de Ministros, donde se menciona lo siguiente:**

Comprende el conjunto de acciones que contribuyen a la reducción de la vulnerabilidad de las personas y bienes expuestos a peligros, y a la protección permanente de la población y del patrimonio amenazado o afectado por un peligro de origen natural o inducido por el hombre.

**1.5. OBJETIVOS Y METAS**

**1.5.1. OBJETIVO CENTRAL DEL PROYECTO**

Reducción del riesgo de las Unidades Productoras (UP) de bienes y servicios públicos frente a las inundaciones en la margen izquierda del río Huallaga, localidades de San Rafael y La Libertad.

**1.5.2. OBJETIVO DEL PRESENTE ESTUDIO**

**Objetivo principal:**

Ampliación del servicio de protección frente a inundaciones en la localidad de San Rafael, mediante la construcción de un dique de material de préstamo con una longitud de 3,150 metros a lo largo del margen izquierdo del río Huallaga.



**Objetivos específicos:**

- Aplicación de tecnologías de la ingeniería para una adecuada infraestructura de defensa ribereña.
- Plantear trabajos de calidad y cumplimiento de las normas seguridad, salud y medio ambiente.
- Campañas de capacitación y sensibilización en prevención de desastres naturales.

**1.5.3. METAS DEL PROYECTO**

El proyecto consiste en encauzar al río Huallaga en del margen izquierda mediante la tecnologías que permitan la construcción una infraestructura de defensa ribereña para resistir un caudal máximo de **diseño de 12,766.30 m3/s en un tiempo de retorno de 100 años.**

A continuación se presenta en resumen la descripción los componentes de la defensa ribereña:

**Obras provisionales**

Consiste en las actividades u obras que se ejecutaran provisionalmente durante la ejecución del proyecto, como son la Movilización y desmovilización de maquinaria y equipos, la Instalación de campamento y el cartel de obra. Por lo tanto se entiendo que el campamento y el cartel de obra, luego de culminada el proyecto serán retirados.

También se consiste en la adquisición de equipos, material o herramientas tanto colectivo e individual para velar y garantizar la seguridad y salud de los trabajadores durante la ejecución de la obra.

**Trabajos preliminares**

Actividades previas y necesarias para el inicio y ejecución de las estructuras del proyecto, consiste en los trabajos de Replanteo y control Topográfico, Mejoramiento (y su respectivo mantenimiento periódico) de los accesos a las Canteras, DME's y vías de tránsito en obra.

La habilitación de las áreas de explotación de material en las respectivas canteras debe ser ejecutada para tal como indican las especificaciones técnicas y normas ambientales.



**PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA**  
INGENIERO AGRÍCOLA



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

### Construcción de espigón

El proyecto considera la construcción de 1 espigón deflector de flujo, que fue ubicado y proyectado teniendo en consideración las condiciones actuales de la morfología del borde, talud y orilla del cauce del río Huallaga, así como criterios sobre la hidráulica fluvial y la geodinámica del área de estudio. La vista en planta del emplazamiento del espigón se presentan en el plano de Planteamiento Hidráulico PH 2/2 del proyecto.

El cuerpo del espigón proyectado, presenta una geometría prismática de sección trapezoidal con un ancho de corona de 4.00 m, un talud de aguas arriba  $Z = 1.5$  y talud aguas abajo  $Z = 1.5$ . El núcleo del espigón estará conformada por roca extraída de cantera, con un diámetro mínimo de 1.30 m y debidamente acomodado con maquinaria. Así mismo en el extremo final del espigón se ha proyectado un "cabezal terminal antisocavante" también conformado por roca pesada el cual presenta un talud de derrame que se inicia en el extremo final de la corona del espigón hacia el lecho del cauce de  $Z = 2$ , el cual hará las veces de pantalla antisocavante, tal como se puede apreciar en los planos de diseño del espigón.

El espigón será recubierto de gaviones tipo colchón reno, es decir que todo el ancho de la corona y ambos taludes o caras, así como el cabezal terminal antisocavante o derrame de talud, será recubierto en su totalidad con gaviones tipo colchón reno de 0.30 m de espesor, 2.00 m de ancho y 5.00 de largo, los cuales deberán ser rellenos con piedra del río Huallaga de diámetros 6" a 8". La razón es que esta cobertura le dará al espigón condiciones de confinamiento estructural y le protegerá de la posible deformación que pudiera presentar al ser "embestido" por el tránsito de palizadas en época de avenidas extremas.

Es preciso indicar también que el espigón irá anclado en la ribera del río, en una longitud de 12.50 m, el mismo que también será recubierto de gaviones tipo colchón reno, rellenos con piedra de río.

### Construcción de dique de tierra

Se plantea la construcción de un dique de material de préstamo paralelo a la ribera del río Huallaga en un tramo comprendido entre las localidades de San Rafael y La Libertad.

El dique tendría una longitud de 3,150 m de longitud, con la siguiente sección:

- Ancho de la corona: 3.20 m.
- Ancho de la base: variable, dependerá del terreno donde se cimentará.
- Los taludes tanto aguas arriba como aguas abajo son de  $Z = 1.5$



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

- La altura del dique tendrá 2.00 m en promedio, y una altura máxima de 3.65 m, y dependerá del terreno donde se cimentará.

El dique de acuerdo a su ubicación o planteamiento de ingeniería podría dividirse en 3 tramos:

**El primer tramo** tendría como inicio el km 0+000 hasta el km 0+700, paralelo al margen izquierdo del río Huallaga y empalmado con el dique ya existente, este tramo atraviesa por terrenos de densa vegetación y área de cultivo para alimentos de pan llevar.

**El segundo tramo** comprende desde el km 0+700 al km 2+700, el cual va paralelo a la orilla de un brazo del río Huallaga hasta llegar al mismo río Huallaga, este tramo cruza casi en su totalidad de área urbanas de la localidad de La Libertad.

**El tercer tramo** comprendería desde el km 2+700 al km 3+150, el cual tiene como inicio a cercanías de la orilla de un brazo del río Huallaga y va a finalizar en el empalme a la carretera Fernando Belaunde Terry en el km 705+250, cruzando perpendicularmente terrenos agrícolas.

### **Construcción de obras de arte de drenaje**

Se está planteando la **construcción de 3,080 m de cuneta** para drenaje pluvial, ubicado en forma paralela al eje del dique proyectado, adyacente al talud aguas abajo del mismo. Esta estructura ayudará a la evacuación de las aguas que podrían empozarse al costado del dique, causando a lo largo del tiempo posibles fallas en la cimentación del dique.

La estructura será de concreto simple  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  con una sección hidráulica trapezoidal de 2.50 m plantilla y 0.50 m altura de muro, talud de 0.25. El espesor de la sección es de 0.10 m. A la altura de la progresiva 3+000 se proyectará una cámara de reunión para que la descarga prosiga por fuera de la influencia del dique, en dos tuberías HDPE PE100 SDR41 DN710, con longitud 80.00 m cada una, hacia el río Huallaga.

### **Mitigación ambiental**

Creación de un plan de manejo ambiental en obra consistente en la implementación de depósitos de material excedente, revegetación con especies nativas y revegetación del talud aguas abajo del dique de tierra proyectado con gramíneas ornamentales colocadas en la manta revegetadora.

Monitoreo ambiental, de la calidad del agua, del aire y ruidos durante la obra y al final de la misma.



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

Capacitación y Educación ambiental, consistente en charlas talleres al personal de obra y a la población beneficiaria.

Programa de contingencias, capacitación al personal de obra en el desarrollo del Plan de contingencias de la obra. Plan de participación ciudadana mediante cursos talleres al personal de la obra y a la población beneficiaria.

Plan de manejo de residuos sólidos en obra, adquisición de contenedores para el acopio de material desechado por el personal de obra, transporte de lubricantes y aceites en desuso, suministro instalación y desinstalación de letrinas transportables.

Plan de cierre y abandono de obra, con la readecuación de la zona de campamento, readecuación ambiental de canteras, readecuación ambiental de botaderos y señalización ambiental.

#### 1.6. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La ejecución del proyecto se justifica por las siguientes razones:

- El grado de exposición de la población asentada en la margen izquierda del Río Huallaga le confiere un alto grado de Vulnerabilidad frente al peligro natural de una máxima avenida y consecuente inundación en la zona de riesgo, por lo tanto urge plantear acciones diseñadas a proteger las infraestructuras públicas y privadas.
- El nivel de resiliencia de la sociedad es baja, es decir, la población no tendría la capacidad de recuperarse con celeridad tras ocurrir un evento extraordinario de inundación.
- Se puede considerar que la fragilidad es alta debido a que por lo general estando expuestos a la inundación, no se cuenta con los materiales y diseños apropiados que aseguren una mejor resistencia al efecto de la inundación.
- Asimismo, se puede mencionar que la población desconoce las medidas de prevención asociada a la mínima participación de las instituciones involucradas en temas de defensa civil. Por lo tanto el conocimiento individual frente a ocurrencia de fenómenos naturales es muy limitado.



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

## II. ESTUDIOS BÁSICOS

### 2.1. TOPOGRAFÍA

El presente estudio tiene como objetivo realizar el levantamiento topográfico de las áreas donde se desarrollará el proyecto: "AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN".

#### 2.1.1. OBJETIVOS

El principal objetivo es obtener planos topográficos veraces y fidedignos, mientras que el objetivo secundario es obtener Bench Marks o puntos de control y los trazos en la cantidad suficiente a fin de poder verificar las cotas para la correcta ejecución de las obras del proyecto.

El levantamiento topográfico consiste en el establecimiento de puntos de control horizontal y vertical.

En las zonas donde se realizó el levantamiento topográfico, se ubicaron puntos de control vertical consistentes en 10 BM's (msnm) para los casos de verificación, supervisión, replanteo de proyecto y control topográfico durante la construcción.

#### 2.1.2. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

##### 2.1.2.1. ASPECTOS GENERALES


El levantamiento topográfico se desarrolla dentro de marco del trabajo de topografía al detalle.

Los trabajos de control terrestre se llevaron a cabo desarrollando las actividades siguientes:

- Recopilación de información en campo, recorrido previo y establecimientos de Pl's
- Reconocimiento y foto identificación de puntos de control terrestre
- Monumentación de los puntos de control
- Lectura de puntos de control terrestre

##### 2.1.2.2. PERSONAL

Para la realización del trabajo se contó con el siguiente personal:

  
PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA  
INGENIERO AGRÍCOLA  
CIP- 114347



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

- 1 topógrafo para levantamiento topográfico
- 1 asistente para la georeferenciación
- 3 ayudantes para el trabajo con prisma
- 2 ayudantes para el trabajo con wincha
- 1 asistente administrativo

#### 2.1.2.3. EQUIPOS

En el presente estudio se trabajó con los siguientes equipos:

- 1 estación total TOPCON ES-105
- 1 trípode de aluminio
- 3 prismas de 5 m
- 1 GPS Navegador Garmin MAP 62S
- 4 radios de 2 km de alcance
- 1 camioneta Toyota Hilux 4x4

#### 2.1.2.4. MATERIALES

½ galón de pintura esmalte color rojo  
Wincha de 50.00 m  
Pinceles N° 2

#### 2.1.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico se refiere al establecimiento de puntos de control horizontal y vertical. En efecto, se requiere por un aparte una cantidad suficiente de puntos de control vertical e igualmente suficientes puntos de control horizontal para los casos de verificación y replanteo en el desarrollo del proyecto y posterior construcción.

##### 2.1.3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

#### METODOLOGÍA

Para este proyecto se marcaron los vértices de la poligonal abierta, en este caso las 18 estaciones y posteriormente realizar la toma de detalles y relleno topográfico.

#### TOMA DE DETALLES Y RELLENOS TOPOGRÁFICOS

La toma de detalles y rellenos topográficos se realizaron con equipo de estación total pro el método de coordenadas.



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

La toma de datos se realizó con la estación total y el prisma, en aquellas zonas donde el terreno era accidentado e inaccesible para colocar el prisma se tomó los puntos solo con la estación total con la opción sin prima donde la luz infrarroja repercute directamente en el objeto a tomar.

### 2.1.3.2. TRABAJO DE GABINETE

#### PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO

Toda información en el campo fue transmitida a la computadora de trabajo de la estación total en coordenadas generadas por la programación del TOPCON. Esta información ha sido procesada por el modulo básico Topolink, haciendo posible tener un archivo de coordenadas totales sin errores de cálculo, con su respectiva codificación de acuerdo a la ubicación de puntos. Se puede observar en la tabla los datos que trasmite el programa donde se observa las coordenadas en UTM (N, E), la altitud (Z) y la descripción de cada punto (D).

En total se han tomado 3874 puntos de trabajo topográfico en el total de la zona de trabajo.

El procesamiento de toda la información de campo se realizó con el software de Topografía AutoCAD Civil 3D, apoyados en software SIG como Google Earth y ArcGis.

## 2.2. CONTROL GEODÉSICO

Se realizó el establecimiento de 02 puntos de Control Geodésico de orden "C" con la determinación de las coordenadas geográficas en el sistema WGS - 84.

El registro de datos se realizó empleando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), Método Diferencial Estadístico post procesado en el Sistema WGS - 84, tomando como base la Estación de Rastreo de Juanjui (SM02) de orden "0". El tiempo de registro fue sincronizado de épocas de 05 segundos, 10 grados de mascara de elevación con respecto al horizonte y el rastreo de 04 satélites como mínimo en forma simultánea para determinar la posición geográfica correspondiente.

Condiciones técnicas:

- Datum horizontal : Red geodésico geocéntrica nacional (REGGEN)
- Sistema de referencia : WGS 84

  
PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

---

### 2.2.1. METODOLOGÍA

El trabajo se realizó teniendo en cuenta los estándares de precisión geométrica, brindados por el Instituto Geográfico Nacional – IGN, los cuales señalan que para obtener un punto geodésico de orden C, este se debe enlazar aun mínimo de estaciones de control de la Red Geodésica Horizontal Nacional.

Dada las características del proyecto según la información proporcionada, fue necesario tener presente algunos factores principales que afectan en la calidad de los resultados, para el caso de este proyecto se analizan las siguientes características que se detalla a continuación:

#### **Método diferencial del Sistema de Posicionamiento Global**

Este método consiste en recibir la señal electromagnética emitida por los satélites de las constelaciones GPS y GLONAS que conforman el Sistema de Posicionamiento Global para determinar la posición relativa de puntos sobre la superficie terrestre.

#### **Uso de las estaciones de rastreo permanente**

El método diferencial GPS consiste en recepcionar datos en un punto por conocer en referencia a las coordenadas de un punto de origen conocido en el mismo lapso de tiempo y de los mismos satélites.

#### **Control horizontal y vertical**


La posición horizontal se determina por parámetros del elipsoide WGS84 y son generados por las efemérides de los satélites para cada instante en el tiempo. Actualmente para Perú, el elipsoide de uso oficial es el WGS84.

#### **Cálculo de coordenadas**

Para el cálculo de las coordenadas se empleó el Software Trimble Business Center V.10.0, que tiene dos módulos para el manejo de los datos tomados por los receptores en campo.

Baseline processing: se emplea para procesar los datos de líneas bases formadas entre un punto de coordenadas conocidos y el punto de coordenadas por determinar.

Network adjustment: este es un módulo de ajuste de figuras formadas por las líneas base obtenidos del procesamiento para cada punto.





A continuación se presentan los datos de los puntos Control Geodésico de orden "C"

	ESTE	NORTE	COTA
<b>PG -01</b>	337,252.03	9,222,080.07	258.361
<b>PG -02</b>	338,142.81	9,222,294.39	258.042

Fuente: Estudio de Geodesia

### 2.3. HIDROLOGÍA

La Amazonía es la selva tropical más extensa de mundo repartidos entre nueve países sudamericanos. La mayor extensión de la selva amazónica la poseen Brasil y Perú. El territorio peruano está cubierto por más de 60% de Amazonía y es una de las áreas con mayor biodiversidad y endemismo del planeta.

En este extenso territorio, se ubica la cuenca del río Huallaga, la cual es alargada, predominantemente sigue una dirección suroeste-noreste.

El río Huallaga es el principal afluente del río Marañón por su margen derecha. Nace en el departamento de Cerro de Pasco, al sur de la cordillera Raura, en la laguna de Huascacocha a 4,710 msnm, con una longitud aproximada de 1,389 km. En su recorrido, atraviesa los departamentos de Pasco, Huánuco, San Martín y Loreto, tomando una dirección general hacia el norte desde sus nacientes hasta el poblado de Juanjui, a partir de este lugar toma una dirección noreste hacia la ciudad de Yurimaguas, y a partir de este lugar toma una dirección Noreste hasta su desembocadura en el río Marañón. En la zona que corresponde a los departamentos de Huánuco y San Martín es navegable por deslizadores y balsas. Sus aguas son fangosas, en su desembocadura en el río Marañón presenta dos brazos debido a la presencia de la isla Mito, siendo el brazo derecho el canal navegable con el ancho aproximado de 300 metros.

La velocidad de la corriente varía de 1.3 a 2.1 m/s en el canal. En ancho del río es variable (400 – 900 m), siendo mayor en las épocas de avenidas.

Los principales afluentes del río Huallaga, por la margen izquierda son: el río Monzón que desagua frente a Tingo María, el río Chontayacu, el río Tocache, el río Huallabamba, el río Saposoa, el río Sisa y el río Mayo, los cuales forman extensos e importantes valles. El río Mayo, el más importante de todos ellos, tiene una longitud aproximada de 230 km y en su curso se emplazan las ciudades de Rioja, Moyobamba y Tarapoto. El río Huallaga por su margen derecha cuenta con un afluente importante, el río Biavo, que recorre paralelo al Huallaga en una longitud aproximada de 180 km y al río Tulumayo al norte de Tingo María.

  
WILLY M. TAMAYO ZOROGASTIA



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

El comportamiento meteorológico de una cuenca, se halla estrechamente vinculado al comportamiento evolutivo del río. Si bien la cuenca del río Huallaga es medianamente extensa y requeriría de un estudio integral de su meteorología (aspecto difícil de desarrollar por falta de datos), una evaluación puntual permite de algún modo fijar patrones de conocimiento del comportamiento meteorológico de la zona del proyecto (Bellavista - Huallaga central), para tratar de encontrar alguna relación entre parámetros hidrológicos en la zona. La cuenca presenta una gran variabilidad espacial en las precipitaciones así como en las temperaturas máximas y mínimas. Las temperaturas máximas más altas se registran en el Bajo Huallaga, cerca al límite sureste, alrededor de Yurimaguas, donde en promedio alcanza los 32,4 °C. Los valores más bajos de la temperatura máxima se asientan en el Alto Huallaga, donde las temperaturas máximas pueden alcanzar valores menores a 10 °C sobre los 4 500 m de altitud.

La temperatura mínima presenta sus valores más altos en el Bajo Huallaga, superando en promedio los 21 °C en la zona de Yurimaguas y Lagunas; en tanto, los valores más bajos están localizados en las partes altas de la Cuenca, donde la temperatura mínima presenta valores por debajo de los 0 °C, en la región Cerro de Pasco y sobre los 4 500 msnm.

Asimismo, las precipitaciones en la cuenca del Huallaga, aumentan del suroeste al noroeste con valores que fluctúan entre los 800mm/año a 2 500 mm/año. Las zonas de mayores precipitaciones están ubicadas en el Bajo Huallaga en Yurimaguas y Lagunas, donde las precipitaciones alcanzan valores poco mayores a 2 500 mm/año. La zona de menores precipitaciones se ubica en las partes altas de la cuenca en la que llueve menos de 1,200 mm/año, en la zona de sierra. También es importante señalar que la variación temporal y espacial de las temperaturas máximas, mínimas y precipitación en algunos episodios de El Niño y La Niña ha mostrado ligeras evidencias de sus efectos.





Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN



Fuente: Vista Satelital del sector en estudio. (Fuente: Google Maps).

### 2.3.1. CAUDAL MAXIMO DE DISEÑO

El análisis de caudales máximos fue analizado según el método de Momentos Indirectos, mediante información hidrométrica de la estación del SENAMHI HLG-PICOTA.

Como el caudal a calcular es el de máxima avenida, considerar los datos de la estación HLG-Picota es lo más adecuado, aun si existen dos aportantes medianamente importantes, como el río Biavo por la margen derecha y el río Sisa por la margen izquierda. Asumir sus valores de aporte al caudal máximo instantáneo del río Huallaga, no significa un incremento de un gran volumen a dicho gasto, toda vez también que cuando se han registrado los caudales máximos instantáneos, no es necesariamente por el aporte de las máximas avenidas de los ríos en mención. Dicha brecha la asumimos en el estudio como un factor de seguridad al modelo.



Proyecto de Inversión Pública  
Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU  
DIRECCION REGIONAL DE SAN MARTIN**

**INFORMACION METEOROLOGICA  
PARA: AVOG CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.  
SEGÚN PROFORMA N° 257-DZ 9/2014**

**ESTACION: HLG BIAVO**

Latitud : 07° 16'  
Longitud : 76° 30'  
Altura : 290 m s.n.m.

Departamento : SAN MARTIN  
Provincia : BELLAVISTA  
Distrito : ALTO BIAVO

CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS EN m3/S													
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
1994	247.946	200.594	296.267	868.433	200.594	236.756	213.051	73.458	92.211	209.470	403.325	750.571	868.433
1995	296.267	462.286	868.433	324.522	183.170	149.635	114.769	120.951	87.818	149.935	412.204	453.023	868.433
1996	334.820	538.916	265.026	421.152	219.806	135.032	75.892	94.477	122.073	388.115	321.817	719.410	719.410
1997	592.042	1323.889	503.196	280.357	580.217	223.741	112.633	122.073	303.339	641.385	148.789	135.534	1323.889
1998	266.849	628.132	481.815	583.825	420.872	196.498	80.873	94.277	187.113	431.864	715.258	1817.423	1817.423
1999	898.101	921.071	1165.717	615.331	384.353	208.449	181.480	75.333	154.283	981.356	476.487	767.751	1160.717
2000	2125.617	2903.027	1047.126	618.886	254.429	812.186	117.173	168.558	101.273	304.373	782.047	434.094	2903.027
2001	824.143	1289.328	318.972	280.178	336.544	203.334	292.737	92.723	301.256	350.270	267.888	459.153	1289.328
2002	232.835	580.664	263.181	319.930	310.445	216.294	289.908	318.710	136.008	380.674	279.645	407.028	580.664
2003	396.380	900.469	803.144	470.988	719.208	264.324	117.470	340.351	329.333	394.177	589.022	788.340	900.469
2004	211.883	472.079	431.838	591.541	285.954	131.788	347.534	108.333	134.655	224.406	788.340	441.738	788.340
2005	510.693	261.408	417.458	665.829	631.737	181.376	65.205	45.344	42.966	32.874	628.088	885.531	885.531
2006	767.239	148.678	589.121	1041.026	198.848	358.031	128.923	198.848	589.682	328.314	1219.894	272.509	1219.894
2007	385.430	820.803	2135.791	715.524	388.426	188.031	114.151	71.747	82.405	912.561	789.090	787.431	2135.791
2008	1031.219	580.337	755.300	990.477	305.548	284.118	77.563	73.352	128.680	367.392	488.452	1110.426	1110.426
2009	627.170	1410.103	1516.221	960.831	1038.637	144.102	80.792	70.289	87.489	148.004	1122.648	214.215	1516.221
2010	501.213	532.265	232.818	278.412	778.154	148.609	282.586	57.631	73.184	300.987	1147.980	214.914	1147.980
2011	136.837	936.520	1531.837	505.963	258.344	113.776	266.187	34.119	99.798	578.535	302.509	1604.526	1604.526
2012	979.441	1031.272	979.441	1625.366	254.230	66.482	51.489	34.241	105.154	1025.454	876.088	1131.787	1625.366
2013	1033.746	1606.193	573.881	846.422	285.485	222.155	131.789	92.292	88.463	235.965	270.837	332.940	1606.193
2014	738.048	486.951	1049.359	645.585	317.771	160.154	66.937	260.055	102.637	181.929	1139.236	290.732	1139.236
2015	1058.195	3189.474	541.800	806.538	380.404	173.029	71.545	173.029	46.736	78.853	382.779	447.369	3189.474

Fuente: SENAMHI

**2.3.2. ANALISIS DE INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA**

Para el cálculo de caudales se ha realizado el análisis de frecuencias de eventos hidrológicos máximos, aplicables a caudales de avenida.

Al contar con registros de aforo representativos para el lugar de estudio, se consideró el siguiente procedimiento:

- Uso de valores de Caudales máximos diarios mensuales.
- Procesamiento de las distribuciones de frecuencia más usuales y obtención de la distribución de mejor ajuste a los registros históricos.
- Análisis estadístico de caudales máximos para periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años.

  
**PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA**  
**INGENIERO AGRÍCOLA**  
**CIP: 114347**



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

**Análisis de frecuencias:**

Se basa en diferentes distribuciones de frecuencia usadas en análisis de eventos hidrológicos máximos. Las distribuciones de frecuencia más usuales, en el caso de eventos máximos son:

- Distribución de Gumbel
- Distribución de Log – Normal tipo II
- Distribución de Levediev (Pearson y Log Pearson tipo III)

Los parámetros de las distribuciones se calcularon por los métodos de Momentos y de Máxima Verisimilitud mediante el ajuste de Nash.

**a) Distribución de Gumbel**

Una familia importante de distribuciones usadas en el análisis de frecuencia hidrológica es la distribución general de valores extremos, la cual ha sido ampliamente utilizada para representar el comportamiento de crecientes y sequías (máximos y mínimos).

**Función de densidad:**

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[ \frac{-(x-\beta)}{\alpha} - \exp \left( \frac{-(x-\beta)}{\alpha} \right) \right]$$

En donde  $\alpha$  y  $\beta$  son los parámetros de la distribución.


$$F(x) = \int f(x) dx = \exp \left[ - \exp \left( - \frac{(x-\beta)}{\alpha} \right) \right]$$

**Estimación de parámetros**

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} s$$

$$\beta = \bar{x} - 0.5772\alpha$$

Donde  $\bar{x}$  y  $s$  son la media y la desviación estándar estimadas con la muestra.



PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA  
INGENIERO AGRÍCOLA  
CIP: 114347



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

**Factor de frecuencia:**

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[ \ln \left( \frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] \right\}$$

Donde  $T_r$  es el periodo de retorno. Para la distribución Gumbel se tiene que el caudal para un periodo de retorno de 2.33 años es igual a la media de los caudales máximos.

**Límites de confianza:**

$$X_t \pm t(1-\alpha) Se$$

$$Se = \frac{\delta \cdot s}{\sqrt{n}}$$

$$\delta = [1 + 1.1396K_T + 1.1K_T^2]^{1/2}$$

**b) Distribución Log Normal Tipo II**

Esta distribución es muy usada para el cálculo de valores extremos por ejemplo  $Q_{\max}$ ,  $Q_{\min}$ ,  $P_{\max}$ ,  $P_{\min}$ . Tiene la ventaja que  $X > 0$  y que la transformación Log tiende a reducir la asimetría positiva ya que al sacar logaritmos se reducen en mayor proporción los datos mayores que los menores.

**Función de densidad:**

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \frac{-1(y-\mu_y)}{2\sigma_y^2} \quad x > 0$$

$$y = \ln x$$

Donde:

$\mu_y$ : media de los logaritmos de la población (parámetro escalar), estimado  $\hat{\mu}_y$   
 $\sigma_y$ : desviación estándar de los logaritmos de la población, estimado  $\hat{\sigma}_y$

**Estimación de parámetros:**



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i)$$

$$s_y = \left\{ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\ln(x_i) - \bar{y})^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

**Factor de frecuencia:**

Puede trabajarse en el campo original y en el campo transformado.

- 1) **Campo transformado:** si se trabaja en el campo transformado se trabaja con la media y la desviación estándar de los logaritmos, así:

$$\ln(X_{Tr}) = x_{Tr} + K s_y$$

Donde:

$$X_{Tr} = e^{\ln(x_{Tr})}$$

Con K con variable normal estandarizada para el Tr dado,  $x_y$  media de los logaritmos y  $s_y$  es la desviación estándar de los logaritmos.

- 2) **Campo original:** Si se trabaja con los X sin transformar en K se calcula como:

$$K_t = \frac{\text{Exp} \left\{ K_T * (\ln(1 + Cv^2))^{\frac{1}{2}} - \left( \frac{\ln(1 + Cv^2)}{2} \right) \right\} - 1}{Cv}$$

K es la variable normal estandarizada para el Tr dado

$Cv = \frac{s}{x}$  Es el coeficiente de variación, x media de los datos originales y s desviación estándar de los datos originales.

**Límites de confianza:**

En el campo transformado

$$\ln(X_{Tr}) \pm t_{(1-\alpha)} S_T$$



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

$$S_e = \frac{(\delta S_y)}{\sqrt{n}} \quad \delta = \left(1 + \frac{K_T^2}{2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

En donde n número de datos, Se error estándar, KT variable normal estandarizado.

### c) Distribución de Levediev (Log Pearson Tipo III)

Esta distribución ha sido una de las más utilizadas en hidrología. Como la mayoría de las variables hidrológicas son sesgadas, la función Gamma se utiliza para ajustar la distribución de frecuencia de variables tales como crecientes máximas anuales, Caudales mínimos, Volúmenes de flujo anuales y estacionales, valores de precipitaciones extremas y volúmenes de lluvia de corta duración. La función de distribución Gamma tiene dos o tres parámetros.

Función de densidad:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \left(\frac{x - \hat{x}_0}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\frac{x - \hat{x}_0}{\alpha}\right)$$

Donde:

$$x_0 \leq x < \infty \text{ para } \alpha > 0$$

$$\alpha < x \leq x_0 \text{ para } \alpha < 0$$

$\alpha$  y  $\beta$  son los parámetros de escala y forma, respectivamente, y  $x_0$  es el parámetro de localización.

**Estimación de parámetros:**

$$\hat{\beta} = \left(\frac{2}{C_s}\right)^2; \quad \hat{\alpha} = s \frac{C_s}{2}; \quad \hat{x}_0 = \bar{x} - \alpha \hat{\beta}$$

$C_s$  es el coeficiente de asimetría,  $\bar{x}$  y  $s$  son la media y la desviación estándar de la muestra respectivamente.



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

### Factor de frecuencia:

$$K \approx z + (z^2 - 1) \frac{Cs}{6} + \frac{1}{3} (z^3 - 6z) \left( \frac{Cs}{6} \right)^2 - (z^2 - 1) \left( \frac{Cs}{6} \right)^3 + z \left( \frac{Cs}{6} \right)^4 + \frac{1}{3} \left( \frac{Cs}{6} \right)^5$$

Donde z es la variable normal estandarizada

Este valor de K se encuentra tabulado de acuerdo al valor de Cs calculado con la muestra.

### Intervalos de confianza:

$$Xt \pm t(1-\alpha) Se$$

$$Se = \frac{\delta \cdot S}{\sqrt{n}}$$

Donde S es la desviación estándar de la muestra, n es el número de datos y  $\delta$  se encuentra tabulado en función de Cs y Tr.

### Pruebas de bondad de ajuste

Para determinar cuál de las distribuciones estudiadas se adoptan mejor a la información histórica, se tienen diferentes métodos:

- Análisis gráfico
- Método del error cuadrático mínimo
- Test de Kolmogorov – Smirnov
- Test de Chi Cuadrado

En el presente estudio, se aplicó el método del Mínimo error cuadrático. De acuerdo a esto, el resultado es el siguiente:

  
**PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA**  
**INGENIERO AGRÍCOLA**  
**CIP: 114347**



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

**Distribución de caudales máximos, TR105:**

**Distribución Log-Normal de dos parámetros:**

Qmax: 12,093.8 MCS

R<sup>2</sup>: 0.9828

**Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:**

Qmax: 12,766.3 MCS

R<sup>2</sup>: 0.9991

**Distribución Log-Pearson o Gamma de tres parámetros:**

Qmax: 12,598.3 MCS

R<sup>2</sup>: 0.9969

**Seleccionando el mejor ajuste de curva (Nash):**

**El cual corresponde a la Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:**

Qmax: 12,766.3 MCS

Fuente: Elaboración propia

  
**PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA**  
**INGENIERO AGRÍCOLA**  
**CIP: 114347**



Proyecto de Inversión Pública  
Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

**Distribución de caudales máximos, TR50:**

**Distribución Log-Normal de dos parámetros:**

Qmax:	11,700.4	MCS
R <sup>2</sup> :	0.9828	

**Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:**

Qmax:	12,134.0	MCS
R <sup>2</sup> :	0.9991	

**Distribución Log-Pearson o Gamma de tres parámetros:**

Qmax:	12,039.1	MCS
R <sup>2</sup> :	0.9969	

**Seleccionando el mejor ajuste de curva (Nash):**

**El cual corresponde a la Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:**

Qmax:	12,134.0	MCS
-------	----------	-----

Fuente: Elaboración propia



**PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA**  
**INGENIERO AGRÍCOLA**  
**CIP: 114347**



Proyecto de Inversión Pública  
Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

**Distribución de caudales máximos, TR25:**

**Distribución Log-Normal de dos parámetros:**

Qmax:	11,168.8	MCS
R <sup>2</sup> :	0.9828	

---

**Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:**

Qmax:	11,345.5	MCS
R <sup>2</sup> :	0.9991	

---

**Distribución Log-Pearson o Gamma de tres parámetros:**

Qmax:	11,329.2	MCS
R <sup>2</sup> :	0.9969	

---

**Seleccionando el mejor ajuste de curva (Nash):**

**El cual corresponde a la Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:**

Qmax:	11,345.5	MCS
-------	----------	-----

---

Fuente: Elaboración propia



**PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA**  
**INGENIERO AGRÍCOLA**

Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

**Distribución de caudales máximos, TR10:**

**Distribución Log-Normal de dos parámetros:**

Qmax:	10,716.8	MCS
R <sup>2</sup> :	0.9828	

---

**Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:**

Qmax:	10,736.4	MCS
R <sup>2</sup> :	0.9991	

---

**Distribución Log-Pearson o Gamma de tres parámetros:**

Qmax:	10,765.0	MCS
R <sup>2</sup> :	0.9969	

---

**Seleccionando el mejor ajuste de curva (Nash):**

**El cual corresponde a la Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:**

Qmax:	10,736.4	MCS
-------	----------	-----

---

Fuente: Elaboración propia



**PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA**  
**INGENIERO AGRÍCOLA**  
**CIP: 114347**



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

## RIESGO DE INUNDACIÓN

La inundación es uno de los desastres más grandes de mayor impacto económico y humano. El riesgo de inundación, se puede interpretar como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad. La amenaza está relacionada a la sollicitación hidráulica, es decir está determinada por la escala del diseño hidrológico de las estructuras para el control de agua. De este modo la probabilidad que un evento ocurra al menos una vez en "n" años sucesivos, considerando un periodo de retorno ( $T_r$ ), es conocido como riesgo o falla R y se representa por:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^n$$

El presente informe se basa en las recomendaciones expuestas en la Guía Metodológica, en la cual se define periodos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 500 años para obras de defensa de unidades productoras de servicios públicos.

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	VIDA UTIL DE LA ESTRUCTURA PROYECTADA (AÑOS)	RIESGO DE FALLA DE LA ESTRUCTURA EN SU VIDA UTIL
10	20	90.00%
20	20	60.00%
50	20	30.00%
100	20	20.00%
500	20	0.00%

Fuente: Elaboración propia

Considerando que la estructura proyectada tendrá una vida útil de 50 años, con un periodo de retorno del caudal de máxima avenida de 105 años, se tiene un riesgo de falla de la estructura proyectada en su vida útil de 25%

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	VIDA UTIL DE LA ESTRUCTURA PROYECTADA (AÑOS)	RIESGO DE FALLA DE LA ESTRUCTURA EN SU VIDA UTIL	CAUDAL DE DISEÑO (m <sup>3</sup> /s)
105	30	25.00%	12,766.28

Fuente: Elaboración propia

  
**PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA**  
 INGENIERO AGRÍCOLA  
 CÍP: 114347

Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

### 2.3.3. HIDRAULICA FLUVIAL

#### REGIMEN PERMANENTE BIDIMENSIONAL (2D), MODELAMIENTO CON HEC - RAS

Se puede asumir el flujo del agua en un cauce natural como bidimensional, es decir, la profundidad y velocidad sólo varían en la dirección longitudinal y transversal del río o canal, cuyo eje se supone aproximadamente una línea recta, la velocidad es variable en cualquier punto de una sección transversal.

Si mantenemos la hipótesis metodológica de un flujo permanente, es decir que el caudal no varía con el tiempo, pero con una variación paulatina de la velocidad en el espacio, y por tanto del tirante, al no modificarse el caudal, el régimen recibe el nombre de gradualmente variado, y en él se produce una distribución hidrostática de las presiones. Los perfiles pueden analizarse considerando régimen supercrítico y subcrítico. Para la estimación de velocidades y calados se suele aplicar el denominado método de paso estándar (Standard Step Method), que resuelve la ecuación dinámica del flujo gradualmente variado igualando la energía en dos secciones consecutivas mediante un procedimiento cíclico de aproximaciones sucesivas. Para ellos se empleó el modelo computacional HEC-RAS (River Analysis System; USACE),

El modelo HEC-RAS realiza los cálculos de niveles de agua utilizando la ecuación de la energía (Ecuación 1.0):

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H \quad (\text{Ecuación 1.0})$$

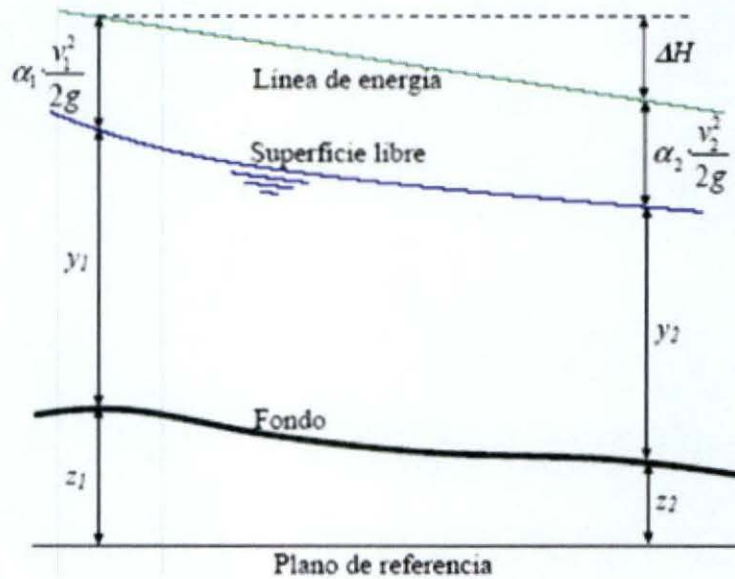


Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

Representación del balance de energía



Donde:

$Z_n + P_n / \gamma$ (m)	Nivel de la superficie libre de agua en los extremos del tramo.
$V_n$ (m)	Velocidad media en la sección mojada en los extremos del tramo.
$\alpha_1, \alpha_2,$	Coefficiente de la no-uniformidad de distribución de las velocidades en la sección mojada.
$g = 9.81 \text{ m}^3/\text{s}$	Aceleración por gravedad
$\Delta H$ (m)	Total de pérdidas de energía en el tramo del curso de agua considerado en el cálculo, de una longitud L.

  
**PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA**  
**INGENIERO AGRÍCOLA**  
**CIP: 114347**

## SIMULACIÓN DEL ESCENARIO DE INUNDACIÓN

### MODELO MATEMÁTICO DE SIMULACIÓN EMPLEADO

Para la aplicación del modelo matemático se ha empleado el Sistema de Análisis de Ríos del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos HEC – RAS versión 4.1 y su aplicación en entorno CAD denominado HEC explort to CAD en la plataforma CIVIL 3D 2016.

Este software realiza cálculos hidráulicos de cursos naturales o artificiales en flujo unidimensional y bidimensional, y cuanta además con los procedimientos de cálculo para simular los efectos hidráulicos debido a estructuras hidráulicas. Se puede manejar un red completa de canales, una localización singular en un río y es capaz de modelar perfiles en régimen subcrítico, supercrítico o mixto.

### COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

La metodología empleada para la elección del “n” de Manning y definición del cauce principal consistió en el empleo de la fórmula de Cowan, que está en función del entorno y el tipo de material del lecho y laderas del cauce.

#### 2.0 Coeficiente de rugosidad (Manning) del Tramo - Ecuación de Cowan C.L.:

$$n' = (n_o + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m$$

donde:

*n'*: Coeficiente de Rugosidad de Manning, del tramo estudiado.

*n<sub>o</sub>*: Valor básico para un canal recto, uniforme y liso de los materiales comprendidos.

*n<sub>1</sub>*: Valor agregado para corregir irregularidades de superficie.

*n<sub>2</sub>*: Valor adicional para corregir variaciones de forma y tamaño de las secciones transversales.

*n<sub>3</sub>*: Valor agregado para corregir obstrucciones.

*n<sub>4</sub>*: Valor adicional para la corrección por presencia de vegetación y obstrucciones al flujo.

*m*: Factor de corrección por sinuosidad del cauce o presencia de meandros.



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

**Tabla N°01: Valores adoptados para el Método de Cowan**

CONDICIONES DEL CAUCE		VALOR	
Material	Tierra	n <sub>0</sub>	0.020
	Roca		0.022
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de Irregularidad	Despreciable	n <sub>1</sub>	0.000
	Leve		0.005
	Moderado		0.010
	Alto		0.020
Variación de las secciones a lo largo del tramo	Gradual	n <sub>2</sub>	0.000
	Aternandose Grad.		0.005
	Altrenando Frec.		0.010 - 0.015
Efecto Relativo de las Obstrucciones	Despreciable	n <sub>3</sub>	0.000
	Leve		0.010 - 0.015
	Apreciable		0.020 - 0.030
	Alto		0.040 - 0.060
Densidad de Vegetación	Baja	n <sub>4</sub>	0.005 - 0.010
	Media		0.010 - 0.025
	Alta		0.025 - 0.050
	Muy Alta		0.050 - 0.100
Frecuencia de Sinuosidades o Meandros	Leve	m	1.000
	Apreciable		1.150
	Alta		1.300

Selección de Valores :

	C.P.	P.I.	P.D.
n <sub>0</sub>	0.024	0.020	0.020
n <sub>1</sub>	0.002	0.002	0.002
n <sub>2</sub>	0.002	0.002	0.002
n <sub>3</sub>	0.003	0.002	0.002
n <sub>4</sub>	0.000	0.010	0.010
m	1.000	1.000	1.000

	Protección de Riberas	
	M.I.	M.D.
Coef. Manning - Ribera sin Enrocado:	NO	NO
Coef. de Manning - Ribera con Enrocado:		

Resultados :

El coeficiente de rugosidad de Manning del cauce principal es: **0.031**  
 El coeficiente de rugosidad de la Planicie Izquierda es: **0.036**  
 El coeficiente de rugosidad de la Planicie Derecha es: **0.036**

Fuente: Elaboración propia

Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

### CONDICIONES DE CONTORNO

El tramo en análisis se analiza bajo régimen permanente y mixto (subcrítico y supercrítico). Como condiciones de contorno se ha utilizado el criterio de la pendiente del flujo de régimen subcrítico, el cual se asemeja al perfil del cauce del río.

### CAUDALES

El presente estudio considere el análisis del flujo en régimen permanente, es decir, el caudal no varía con el tiempo, por ello los efectos de laminación de avenidas no son representativos en el modelo. El tramo de longitud a simular identificado en el PIP viable cuenta en total con 1,869 m sobre la margen izquierda del río Huallaga, adyacente a la localidad de San Rafael.

### SIMULACIÓN BIDIMENSIONAL

Los resultados de las simulaciones realizadas, consisten en la descripción de los valores máximos para los tirantes y velocidades, los cuales corresponden a las avenidas de 10, 25, 50 y 105 años de periodo de retorno. La determinación de los niveles de agua que alcanzaría la inundación se muestra en el isométrico siguiente, con te TR105:





Las secciones del río, se han obtenido por medio de la importación del archivo de salida del HEC – RAS con estaciones de control hacia aguas arriba para cada tramo, haciendo un total de 4,560 secciones para el tramo de estudio (secciones hidráulicas cada 1 m de 4,540 m de tramo analizado del río Huallaga).

El perfil hidráulico longitudinal, las secciones transversales, la tabla resumen del modelamiento y el isométrico se presentan en los anexos correspondientes.

**DELIMITACIÓN DE ZONAS DE INUNDACIÓN**

Las zonas inundables por la circulación del caudal correspondiente a las crecidas de periodo de retorno de 10, 25, 50 y 105 años se muestran en los planos correspondientes a una escala de 1:5000.

El resumen de los tramos que se perjudicarían ante una avenida como la del TR105, se presentan a continuación:

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Hydr Radius (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Max Chl Dpth
Tramo en estudio	1780	Q.TR105	12,766.30	247.34	260.29	2.97	260.49	0.00074	2.04	6,888.10	2,310.79	0.34	12.95
Tramo de estudio	190	Q.TR105	12,766.30	250.72	259.03	2.83	259.22	0.00080	2.22	7,076.10	2,496.18	0.36	8.31

**1.1. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA**

**1.1.1. GEOMORFOLOGÍA**

Regionalmente, las características geomorfológicas de la zona, corresponden a la llanura amazónica, caracterizada por presentar zonas de baja pendiente.

Localmente, en la margen izquierda del río Huallaga, en el tramo en evaluación, las unidades geomorfológicas corresponden a: llanuras de inundación y a lecho fluvial del río Huallaga.

**UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS**

**Llanura de inundación**

Deben su origen a la dinámica fluvial asociada al río Huallaga. Presentan pendientes menores a los 10° de inclinación. Sobre esta unidad geomorfológica se asienta la localidad de San Rafael y se desarrollan las principales actividades agropecuarias de la zona.

Está conformada por depósitos aluviales y fluviales, constituidos por gravas arenosas, arenas limosas y limos areno arcillosas.



**Lecho fluvial**

Corresponde al cauce actual del río Huallaga, cuyo flujo de agua genera socavación de fondo y socavación lateral. Está conformada por depósitos fluviales principalmente, donde predominan los materiales gravo-arenosos.

**1.1.2. GEOLOGÍA REGIONAL**

En este ítem se describen, a nivel regional, las principales unidades lito-estratigráficas observadas en la zona de estudio. A continuación se describen de las más antiguas a las más recientes.

**Formación Chambirá (PN-ch)**

Yace debajo de la Formación Ipururo en discordancia angular suave y corresponde a una sucesión gruesa de lodolitas de colores marrón a rojizo, en capas mayores a un metro de grosos, intercaladas con areniscas marrones y rojizas de grano medio, en capas gruesas, resistentes, con estratificación sesgada. Es frecuente encontrar láminas de yeso asociadas con los niveles de lodolitas rojizas.

**Formación Ipururo (N-i)**

Está constituida por areniscas gris claras a marrón claras que por meteorización toman coloraciones cremas a amarillo claro. Estas rocas se intercalan con lodolitas y pelitas marrón rojizas menos resistentes y conglomerados polimícticos de formas lenticulares y grosor variable.

**Depósito Aluviales (Qh-al)**

Están ampliamente extendidos y están conformados por gravas, arenas y limos, que cubren los principales valles en la zona de estudio.

**Depósitos Fluviales (Qh-fl)**

Se ha denominado así a los depósitos de gravas gruesas a finas y de arenas vinculadas a los cambios actuales del río Huallaga y que frecuentemente son sometidos a procesos de erosión y transporte debido exclusivamente a la actividad del curso fluvial.

**1.1.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

En el área de estudio, regionalmente no se distinguen sistemas importantes de fallas y no representan algún peligro para la seguridad física de las componentes del proyecto.



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

---

#### **1.1.4. GEOLOGÍA LOCAL**

A partir del cartografiado geológico superficial a detalle, se han observado principalmente depósitos aluviales y fluviales.

##### **Depósitos Aluviales (Qh-al)**

Corresponden a materiales transportados y depositados por la acción del agua, en este caso la acción del río Huallaga y tributarios. Se han observado gruesos bancos de arcillas y limos, con arenas de grano fino a medio, que cubren capas potentes de gravas gruesas arenosas de grano medio a grueso. Las gravas presentan bordes con un alto grado de redondez y esfericidad, producto de la abrasión generada al contacto entre rocas transportadas.

##### **Depósitos Fluviales (Qh-fl)**

Afloran a lo largo del cauce activo del río Huallaga y están conformadas principalmente por bancos de gravas gruesas bien redondeadas con presencia de arenas de grano grueso a medio.

#### **1.1.5. GEODINÁMICA**

##### **1.1.5.1. GEODINÁMICA INTERNA**

Su origen está asociado a fuerzas que actúan desde el interior de la Tierra (fuerzas endógenas o tectónicas). Por lo tanto, en este ítem se describen las características internas de la zona en función a la sismicidad registrada en la zona de estudio.

##### **1.1.5.2. SISMICIDAD**

El territorio peruano está sometido a una constante actividad sísmica, debido a la interacción de la Placa Sudamericana y la Placa de Nazca considera como la primera fuente sismogénica en el Perú, produciendo los eventos de mayor magnitud conocidos hasta el presente. La segunda fuente, la constituye la zona continental, cuya deformación ha dado origen a la formación de fallas de diversas longitudes con la consecuente ocurrencia de sismos de magnitudes menores (Modificado de Cahill et al, 1992; Tavera et al, 2001).

Según la Norma Técnica Peruana E-30 "Diseño Sismoresistente", el territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura 02. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información

Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

neotectónica. La zona de estudio (San Rafael y La Libertad), se encuentran en la ZONA 2, en la que se esperan aceleraciones horizontales de 0.25g, Cuadro 02.



Factores de Zona "Z"	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10



**1.1.5.3. PROCESOS GEODINÁMICOS EXTERNOS**

La geodinámica externa estudia la acción de los agentes atmosféricos externos: viento, aguas continentales, mares, océanos, hielos, glaciares y gravedad, sobre la capa superficial de la Tierra; fenómenos éstos que van originando una lenta destrucción y modelación del paisaje rocoso y del relieve, y en cuya actividad se desprenden materiales que van siendo posteriormente depositados.

En este contexto, en la zona de estudio se han identificado 02 procesos geodinámicos externos. El primero y de mayor relevancia es la inundación, y corresponde a un evento hidrometeorológico, que de forma recurrente, ha venido generado afectaciones económicas a los pobladores del centro poblado de La Libertad y del distrito de San Rafael, Plano GYG\_P-05. La segunda corresponde a procesos incipiente de erosión fluvial, generado por el flujo del río Huallaga.

A continuación se describen cada uno de ellos:

**Inundación**

Las inundaciones por desborde de las aguas del río Huallaga, afectan constantemente a la población urbana de la ciudad de La Libertad. Estas aguas son canalizadas a través del cauce de la quebrada Santa Ana, la cual se encuentra aledaña a la zona urbana de La Libertad.

Para evitar el desborde del río Huallaga, se proyecta la construcción de un dique y enrocado que contengan las aguas en épocas de avenidas.

**Erosión fluvial**

Es generada por el flujo constante de agua del río Huallaga. En el margen izquierda, entre las progresivas 0+100 y 0+600 ha generado socavación incipiente de la ribera, conformada principalmente por capas de arena, limos y gravas.

**1.1.6. ASPECTOS GEOTÉCNICOS**

Consta de 02 etapas bien diferenciadas. La primera etapa consistió en la ejecución de calicatas a lo largo del eje del dique proyectado; mientras que la segunda etapa, consistió en la identificación y caracterización de las canteras destinadas para los materiales de: enrocado, relleno y gaviones.



Proyecto de Inversión Pública  
Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

### Calicatas

Se excavaron 06 calicatas, de forma mecanizada, de forma manual. La profundidad mínima alcanzada fue de 2.00 m, la profundidad máxima fue de 1.50 m, con un promedio de 1.75 m excavados.

La distribución de las excavaciones se realizó teniendo en cuenta la ubicación de trincheras, calicatas y DPL, indicados en el informe geológico del perfil. De esta manera se abarcó toda el área donde se ha de cimentar el dique proyectado

En cada una de las calicatas, se realizó la descripción estratigráfica de las capas observadas y la recolección de muestras alteradas del fondo de las excavaciones.

Asimismo, se realizó el registro de la ubicación del nivel freático, encontrándose en 04 excavaciones, en las calicatas C-01, C-03, C-04, C-05 y C-06, a 1.30, 1.50, 2.00, 1.90 y 1.70 m respectivamente.

Posterior a la recolección de muestras y descripción del subsuelo se procedió a sellar las calicatas, evitando así, se generen accidentes.

CALICATA	NORTE	ESTE	COTA (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO (m)
C-01	9222154	336534	234	1.50	1.30
C-02	9222030	336969	232	1.50	N.P
C-03	9222060	337437	246	1.70	1.50
C-04	9222364	337799	240	2.00	2.00
C-05	9222290	338149	234	2.00	1.90
C-06	9222176	338612	231	1.80	1.70

CALICATA	PROF. (m)	MALLA #4	MALLA #10	MALLA #40	MALLA #200	D50 (mm)	L.L %	L.P. %	IP %	Humedad Natural %	K cm/seg	Expansión Bajo Carga %	Densidad Natural (gr/cm3)	Angulo de Fricción (°)	Cohesión Kg/cm2	Nivel Freático (m)	SUCS	AASHTO
C-01	1.50	89.70	88.30	86.87	79.32	0.05	26.16	18.86	7.30	27.37	---	1.05	1.70	15.00	0.08	-1.30	CL	A-4(7)
C-02	1.50	37.09	27.77	18.20	4.90	1.12	NP	NP	NP	5.17	---	---	2.03	31.00	0.00	N.P.	GW	A-1-a(0)
C-03	1.70	100.00	99.91	99.66	74.69	0.05	24.07	20.15	3.92	26.48	---	---	1.70	20.00	0.14	-1.50	ML	A-4(7)
C-04	2.00	99.73	99.41	99.22	93.29	0.04	32.71	21.15	11.56	28.43	1.90x10-6	1.73	1.75	16.00	0.15	-2.00	CL	A-6(15)
C-05	2.00	99.97	99.59	98.96	88.36	0.04	29.02	20.13	8.89	24.53	---	1.20	1.78	16.00	0.18	-1.90	CL	A-4(7)
C-06	1.80	100.00	99.99	99.92	71.76	0.05	26.47	23.77	2.70	27.57	---	---	1.72	20.00	0.12	-1.70	ML	A-4(7)



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

### 1.1.7. CANTERAS

Se han identificado 03 canteras, de las cuales 01 corresponde a material de préstamo para enrocado (canteras Miskiyacu), 01 corresponde a bolonería para gaviones (cantera Camino Puente Medio) y 01 como relleno del cuerpo del dique proyectado (cantera Cerro Egipto).

La unidad de medida para los volúmenes de material de préstamo será el metro cúbico (m<sup>3</sup>).

Con los materiales seleccionados para las canteras se han realizado los ensayos necesarios concordantes con el uso que será destinado cada material, a continuación se detallan las principales características geológicas y los ensayos realizados de las canteras reconocidas.

#### Canteras de Relleno – Cerro Egipto

Se localiza en las coordenadas: N 9230012 – E 333415 – Z 270 msnm; al Norte, a 14.122 km de la zona de influencia del proyecto, **Plano GYG\_P-09**. Corresponde a gravas limosas bien gradadas (**GW-GM**), con presencia de arenas de grano medio a grueso. Estos materiales corresponden a la Formación Juanjuí y conforman potentes bancos cubiertos por vegetación.

Estos materiales serán destinados como relleno granular del dique proyectado. Presenta una permeabilidad de  $1.79 \times 10^{-5}$  cm/seg, una máxima densidad seca de 2.09 gr/cm<sup>3</sup> y un C.B.R al 95% de 54.00. Se ha estimado volumen explotable de 117,087 m<sup>3</sup>, con bancos de explotación de 10 m de altura.

Cantera	Tipo de Vía	Longitud Parcial (m)	Longitud Total (m)	Ancho de vía (m)	Condiciones
Cerro Egipto	Afirmada	9 254	14 122	5.00	Regular
	Asfaltada	4 868		7.00	Buena



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN



### Cantera de relleno San Juan – Esperanza

Se localiza en las coordenadas: N 9229114 – E 339647 – Z 285 msnm; al Norte, a 14.122 km de la zona de influencia del proyecto, **Plano GYG\_P-10**. Corresponde a gravas arcillosas mal gradadas (**GP-GC**), con presencia de arenas de grano medio a grueso. Estos materiales corresponden a la Formación Juanjuí y conforman potentes bancos cubiertos por vegetación,.

Estos materiales serán destinados como relleno granular del dique proyectado. Presenta una máxima densidad seca de 2.11 gr/cm<sup>3</sup> y un óptimo contenido de humedad de 6.50 %,.

Se ha estimado volumen explotable de 43,245 m<sup>3</sup>, con bancos de explotación de 4m de altura. El volumen de extracción aumentara si se consideran bancos de explotación mayores a los 4 m propuestos.

Cantera	Tipo de Vía	Longitud Parcial (m)	Longitud Total (m)	Ancho de vía (m)	Condiciones
San Juan - Esperanza	Afirmada	4 000	9 452	5.00	Regular
	Asfaltada	5 452		7.00	Buena

Cantera	Tipo de Material	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice Plástico (%)	% Abrasión	Equivalente Arena (%)	O.C.H (%)	M.D.S (gr/cm <sup>3</sup> )	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
San Juan - Esperanza	Gravas con finos	29.90	22.10	7.80	36.10	22.00	6.50	2.11	GP-GC	A-24



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN



#### Cantera de Enrocado – Misshquiyacu

Se localiza en las coordenadas: N 9226647 – E 321966 – Z 490 msnm; al Noroeste de la zona de estudio a 23.209 km, siguiendo la carretera asfaltada Fernando Belaunde Terry y la carretera afirmada Bellavista – C.P Miskiyacu.

Corresponde a grandes bloques de roca arenisca, como depósito coluvial dispuestos sobre el terreno de forma caótica y desordenada. El acceso se puede realizar siguiendo la carretera afirmada desde Bellavista hacia el centro poblado de Mishquiyacu, **Plano GYG\_P-11**.

Las rocas presentan un peso específico de 2,39 gr/cm<sup>3</sup> y un porcentaje al desgaste a la abrasión de 40.27%, valor límite para materiales destinados a enrocados; sin embargo corresponde a rocas adecuadas para el fin descrito, debido al gran tamaño que presentan.

Se ha estimado un volumen explotable de 49 366 m<sup>3</sup>. El método de extracción contemplara únicamente el uso de maquinaria pesada, ya que las rocas se encuentran sueltas, soterradas en el terreno. Se requerirá el uso de explosivos en casos de encontrar bloques de gran tamaño que no puedan ser cargados ni transportados en los equipos correspondientes para este fin.



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

Cantera	Tipo de Vía	Longitud Parcial (m)	Longitud Total (m)	Ancho de vía (m)	Condiciones
Miskiyacu	Afirmada	10 409	23 209	5.00	Mala
	Asfaltada	12 800		7.00	Buena



**Cantera de roca – Intiyacu**

Corresponde a una cantera conformada por afloramientos de calizas grises, en estratos métricos, explotados actualmente, como fuente de rocas para diversos proyectos civiles. Se localiza en las coordenadas: N 9219257 – E 321372 – Z 340 msnm. El acceso hacia esta cantera, desde la zona de estudio, se puede realizar siguiendo la carretera Fernando Belaunde Terry hasta el sector denominado Barrio Intiyacu, a partir del cual, se toma un desvío afirmado, de 950 m, accediendo directamente al área explotable, **Plano GYG\_P-12**.

Se ha estimado un volumen explotable de 5 803 m<sup>3</sup>; considerando una profundidad de 3.00 m. Para el proceso extractivo no se ha de requerir uso de explosivos, ya que es factible únicamente con la tracción de la máquina excavadora.

De los resultados obtenidos, presenta un elevado peso específico de 2.59 gr/cm<sup>3</sup> y porcentaje bajo de desgaste a la abrasión de 22.92, dentro de los límites



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

aceptables para los fines de enrocado.

Cantera	Tipo de Vía	Longitud Parcial (m)	Longitud Total (m)	Ancho de vía (m)
Intiyacu	Afirmada	950	18 120	3.50
	Asfaltada	17 170		7.00



#### Cantera de Gaviones – Camino Puente Medio

Se localiza en las coordenadas: N 9220283 – E 336858 – Z 230 msnm, al Sur de la zona de estudio a 2.015 km, siguiendo trocha carrozable que conduce hasta el cauce del río Huallaga. Corresponde a una cantera aluvial, debido al transporte y acumulación generada por el río Huallaga. Está conformada por gravas medianas y bloques redondeados, de composición polimíctica destacando rocas de origen ígneo como andesitas y dioritas y rocas sedimentarias como areniscas, **Plano GYG\_P-13.**

Se ha estimado un volumen explotable de 26 634 m<sup>3</sup>.

  
**PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA**

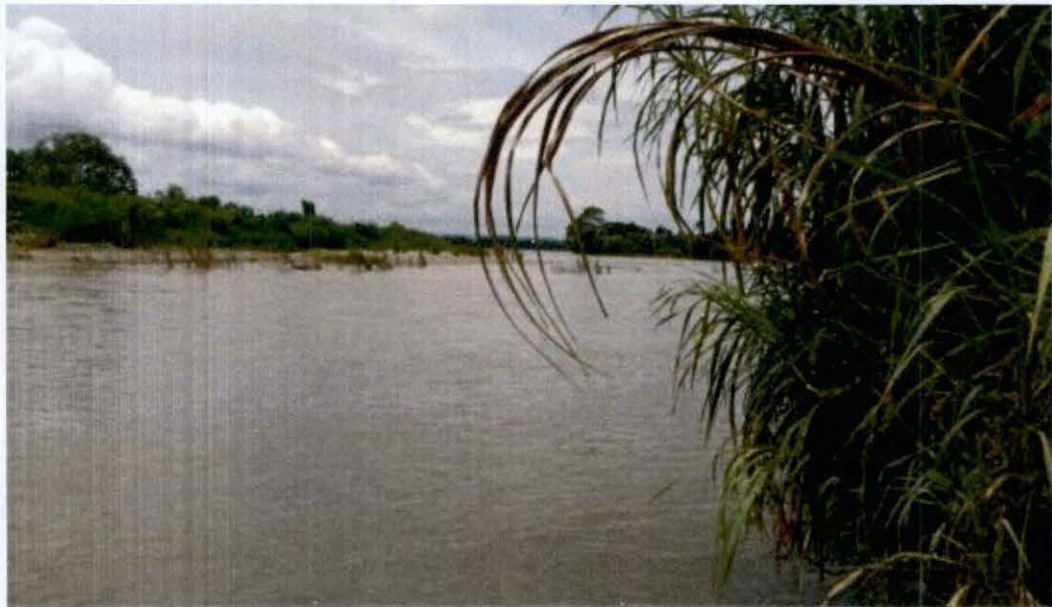


Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

Cantera	Tipo de Vía	Longitud Total (m)	Ancho de vía (m)	Condiciones
Camino Puente Medio	Afirmada	2 015	3.50	Mala



**Cantera de Gaviones – Panamá**

Se localiza en las coordenadas: N 9224011 – E 341056 – Z 220 msnm, al Este de la zona de estudio a 5.020 km, **Plano GYG\_P-14**.

Corresponde a una cantera aluvial, debido al transporte y acumulación generada por el río Huallaga. Está conformada por gravas medianas y bloques redondeados, de composición polimíctica destacando rocas de origen ígneo como andesitas y dioritas y rocas sedimentarias como areniscas.

Estos materiales presentan una resistencia muy alta a la compresión uniaxial, con valores de 812.12 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que califica como un material óptimo para la construcción de gaviones y/u otro uso al cual sea destinado.

Se ha estimado un volumen explotable de 182 080 m<sup>3</sup>.



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

Cantera	Tipo de Vía	Longitud Parcial (m)	Longitud Total (m)	Ancho de vía (m)
San Juan - Esperanza	Afirmada	2 616	5 020	5.00
	Asfaltada	2 404		7.00



### 1.1.8. FUENTES DE AGUA

Durante el desarrollo de los trabajos de campo se procedió a identificar las fuentes de agua que pudieran tener suficiente caudal para el abastecimiento de la obra y mejoramiento de accesos. Estas deberán abastecer tanto en época seca como lluviosa. En tal sentido se identificaron 09 fuentes de agua.



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

Fuente de Agua	Norte	Este	Nombre
FA-01	9222062	338413	Qda. Santa Ana
FA-02	9222361	337861	Qda. Santa Ana
FA-03	9222022	337290	Qda. Santa Ana
FA-04	9227017	338096	Río Sisa
FA-05	9229645	334576	Canal Sisa
FA-06	9229948	333436	Canal Sisa
FA-07	9220207	326308	Canal Porvenir
FA-08	9224600	322777	Carretera a Miskiyacu
FA-09	9226449	322112	Qda. Miskiyacu

### 1.1.9. DEPOSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE (DME)

Se ha identificado 01 sector destinado a la acumulación de material de desmonte proveniente de las obras de excavación para la construcción del dique proyectado y otras componentes del proyecto. La ubicación y capacidad de almacenamiento se muestran en el cuadro adjunto.

Cabe mencionar que el volumen de ambos botaderos estará en función del diseño de los mismos y la altura de bancos y geometría de los taludes a adoptar. En ambos casos el terreno de fundación corresponde a depósitos aluviales, conformados por gravas arenosas con limos y arcillas.

Depósito Material Excedente	Norte	Este	Distancia
DME-1	9221531	337191	1.00 km

## 1.2. IMPACTO AMBIENTAL

### Identificación de impactos ambientales

En el presente capítulo se analizan e identifican los posibles impactos o alteraciones potenciales generadas por las actividades en las etapas de construcción y operación del proyecto sobre los diversos elementos o componentes ambientales del área de influencia directa e indirecta establecida para los fines del presente estudio. Esto con el fin de poder establecer las medidas preventivas, correctivas o de mitigación respecto a los impactos ambientales negativos significativos. Entendiéndose por el término de Impacto Ambiental a cualquier cambio, modificación o alteración, temporal o permanente,



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

---

positivo o negativo de los elementos del medio ambiente o de las relaciones entre ellos causadas por una o varias actividades.

Para lograr una adecuada identificación de los impactos ambientales, se analizarán las etapas de construcción y operación del proyecto, para lo cual se ha elaborado una lista de las acciones de ambas etapas descritas en la Descripción del Proyecto; con la cual se describen e identifican en primer lugar, los aspectos ambientales que se generan en de dichas acciones, como potenciales de causas de impacto al medio ambiente.

Asimismo, se identifican los elementos ambientales susceptibles de ser impactados por las acciones del proyecto, los cuales se describieron en el estudio de línea base. Dado el nivel del estudio del proyecto es necesario indicar que la línea de base se elaboró en función a la información secundaria (oficial y confiable) y observaciones realizadas durante los trabajos de campo realizados dentro del área de influencia establecida.

Con dicha información, se procede a la elaboración de las listas y matrices de doble entrada en las cuales definen las acciones del proyecto y los componentes ambientales del área de influencia que serán la base para la construcción de la Matriz de Leopold, la cual se utilizará como método para la evaluación de los impactos.

La evaluación de los impactos ambientales se determina basándose en las actividades que se desarrollan durante la fase de construcción y operación de los proyectos, a fin de conocer las acciones que real o potencialmente modifican o pueden cambiar los componentes del ambiente en la zona de estudio y sus áreas de influencia.

Para la evaluación de los impactos ambientales identificados, será necesario elaborar una matriz valorativa que nos permita obtener la significancia, el cual depende a su vez de criterios como: tipo, magnitud, extensión, duración, reversibilidad y sinergia, asignándoles una calificación comprendida en una escala valorativa para cada uno de ellos.

### **Plan de manejo ambiental**

El Plan de Manejo Ambiental del Proyecto, tiene por finalidad definir medidas o acciones necesarias para prevenir, mitigar y/o controlar los impactos ambientales negativos identificados; así como, realzar los impactos positivos del proyecto.

Este Plan, considera un conjunto de programas, los mismos que deberán ser desarrollados en las distintas fases del proyecto (planificación, construcción, operación) con el fin de conservar el ambiente y lograr una mayor vida útil de la infraestructura propuesta. A continuación, se indican los programas considerados:



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

- a) Programa de Medidas Preventivas, Correctivas y/o de Mitigación
- b) Programa de Monitoreo Ambiental
- c) Programa de Capacitación y Educación Ambiental
- d) Programa de Manejo de Residuos
- e) Programa de Contingencias

Cabe indicar que para la implementación del PMA, la empresa ejecutante del proyecto deberá contar entre su personal con un responsable de Salud, Seguridad y Medio Ambiente, el cual será responsable de velar por el cumplimiento de todas las medidas sugeridas en este PMA.

Más detalle Ver Anexo Estudio de Impacto Ambiental.

## II. INGENIERÍA DEL PROYECTO

### 2.1. PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO

El proyecto plantea la construcción de 3.15 km de defensa ribereña en la margen izquierda del río Huallaga en la localidad de San Rafael, para evitar la inundación de la localidad por parte de avenidas extraordinarias del río Huallaga en el periodo de lluvias y así satisfacer la demanda de protección de las Unidades Productoras de bienes y servicios asentadas en la localidad en mención.

Para el desarrollo de los diseños, en primer término se determinó el tipo y ubicación del eje del dique proyectado, considerando las condiciones topográficas, geología y la ubicación y disposición de las estructuras conexas.

La construcción de 3.15 km de dique de tierra compactada, permitirá proteger a la localidad de San Rafael de hasta 12,766.30 m<sup>3</sup>/s circulante por el río Huallaga.

La construcción de un (01) espigón se ha planteado siguiendo el sentido de la línea de corriente tangente a los espigones existentes, y manteniendo la misma hasta empalmar a inmediaciones de la progresiva 0+350.

Los criterios de diseño se muestran a detalle en el capítulo de diseño hidráulico y estructural.

Las obras conexas consisten en la construcción de 3,080 m de cuneta interceptora de drenaje pluvial con capacidad de conducción de 1.20 m<sup>3</sup>/s, los cuales interceptan las aguas de escorrentía proveniente de las precipitaciones que acontezcan en las localidades de San Rafael y La Libertad.



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

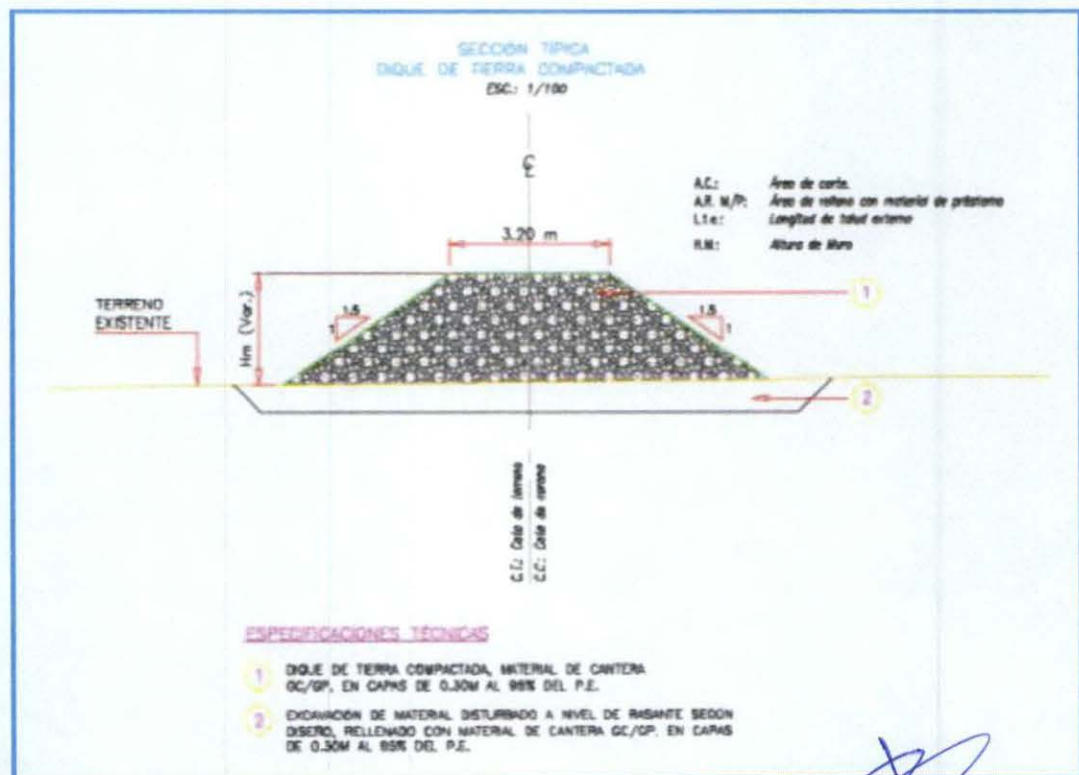
## 2.2. CRITERIOS DE DISEÑO

Es de indicar que de las investigaciones geotécnicas en la zona del eje del dique, indican que de las condiciones del suelo de cimentación, presenta suficiente resistencia al corte para aceptar la carga de la estructura proyectada. Dentro de este marco, el proyecto no considera el tratamiento de la cimentación mediante la proyección de una pantalla de impermeabilización.

La cantera de roca se encuentra cercana a la zona del proyecto. La cantera Intiyacu se encuentra a 18.12 km y con 5,803 m<sup>3</sup> de volumen aprovechable y la cantera Mishquiyacu se encuentra a 23.209 km y con 49,366 m<sup>3</sup> de volumen aprovechable. Esto es un dato básico en la determinación del tipo de espigón a seleccionar.

La cantera de material de préstamo se encuentra también cercana a la zona del proyecto. La cantera Cerro Egipto se encuentra a 14.122 km y con 117,087 m<sup>3</sup> de volumen aprovechable y la cantera San Juan - Esperanza se encuentra a 9.452 km y con 43,245 m<sup>3</sup> de volumen aprovechable. Este es un punto básico en la determinación del tipo de dique a seleccionar.

El dique proyectado, al ser de tierra compactada se ha prediseñado tomando en cuenta los factores de seguridad por volteo y deslizamiento.





### 2.3. CRITERIOS Y DISEÑO DEL DIQUE

El diseño del dique fue constatado para la máxima sección obtenida, la cual se encuentra en la progresiva 1+320, con una altura de 3.65 m medidos desde el eje/zona de desplante hasta la corona.

El prediseño fue sometido a la situación más extrema posible, considerando el caudal de máxima avenida TR105, el cual se encuentra en la zona con un tirante de 3.04 m.

El análisis fue el estático, debido a la poca esbeltez del dique, y también su baja altura, quedando redundante el análisis pseudoestático y dinámico. Los resultados fueron favorables para el diseño planteado, según los siguientes trascendidos:

#### Resultados:

##### 1.0 Ancho de la Base del Dique (L<sub>2</sub>):

$$L_2 = L_c + Z_1 Hd + Z_2 Hd$$

$$L_2 = 14.15 \text{ m}$$

##### 4.0 Fuerza de Empuje del Agua (F<sub>1</sub>):

$$F_1 = (\gamma_{\text{agua}}) (y_{\text{max}})^2 / 2$$

$$F_1 = 4.62 \text{ Ton/m} \quad \text{Fuerza hidrostática debido a la avenida de diseño TR100.}$$

##### 5.0 Peso del Dique por metro:

$$W_1 = A_s \gamma_{\text{dique}}$$

$$\gamma_{\text{dique}} = 1.91 \text{ Ton/m}^3$$

$$A_s = 31.66 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$W_1 = 60.48 \text{ Ton/m} \quad \text{Dique de tierra compactada}$$

##### 6.0 Cálculo de la Subpresión:

$$U = \gamma_{\text{agua}} L_2 H_1 / 2 \quad \text{Fuerza ejercida por la subpresión}$$

$$\gamma_{\text{agua}} = 1.00 \text{ Ton/m}^3$$

$$L_2 = 14.15 \text{ m} \quad \text{Ancho de la Base del Dique}$$

$$H_1 = 3.65 \text{ m} \quad \text{Altura de dique en sección máxima (caso más desfavorable)}$$

$$U = 25.82 \text{ Ton/m}$$



Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

7.0 Análisis de estabilidad del Dique - Rotura por riesgo al Volteo:

Condición de equilibrio estático:  $Mw_d \geq 1.5 (Mw_A + MU) = R$

$Mw_d =$	$L_2 W_1 / 2$	Momento resistente, por del peso del dique (ton-m/m)
$L_2 =$	14.15 m	Ancho de la Base del Dique
$W_1 =$	60.48 Ton/m	Dique de tierra compactada
$Mw_d =$	427.88	ton-m/m
$Mw_A =$	$H_1 F_1 / 3$	Momento de presión del agua sobre el dique (ton-m/m)
$H_d =$	3.65	Altura de dique en sección máxima (caso más desfavorable)
$F_1 =$	4.62	Fuerza hidrostática debido a la avenida de diseño TR100.
$Mw_A =$	5.62	ton-m/m
$MU =$	$2 U L_2 / 3$	Momento de subpresión del agua sobre el dique
$U =$	25.82	ton/m
$MU =$	243.60	ton-m/m
$R =$	373.84	<b>EL DIQUE ES ESTABLE, <math>Mwd \geq R</math></b>

8.0 Análisis de estabilidad del Dique - Rotura por riesgo al Desplazamiento

Fuerza de desplazamiento actuante que se ejerce sobre el dique:  $f = F_1 / (W_1 - U)$

$F_1 =$	4.62	Fuerza del agua que genera el río para desplazar el dique en dirección aguas abajo.
$W_1 =$	60.48	ton/m
$U =$	25.82	ton/m
$f =$	0.13	Menor o igual al Coeficiente de Seguridad
$f_{res}, \text{Tan } \theta =$	0.49	<b>EL DIQUE ES ESTABLE, <math>f_{res} &gt; 2 f</math></b>

De acuerdo a todas las condiciones analizadas, se acepta el prediseño del dique proyectado, con talud aguas arriba de 1:1.5 y talud aguas abajo 1:1.5 de material SUCS GW-GM-GC con las propiedades geotécnicas utilizadas en el presente diseño.

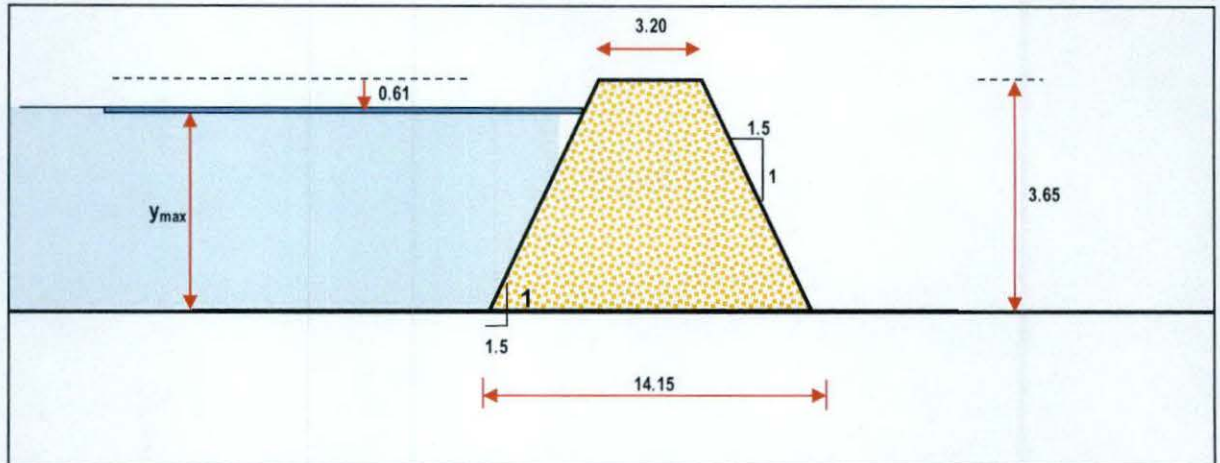


**PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA**  
INGENIERO AGRÍCOLA

Proyecto de Inversión Pública

Expediente Técnico

AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

**RESULTADO GRÁFICO DEL DISEÑO****DIQUE DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES, CASO SECCIÓN MÁXIMA (1+320)****III. PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN**

En base a los metrados de las diferentes partidas del proyecto, se ha determinado el Presupuesto Total para la etapa de ejecución, el cual asciende a la suma de Seis millones doscientos cincuenta y siete mil setecientos cincuenta y tres y 00/100 nuevos soles (S/.6'257,753.00). Los precios utilizados para el presente estudio definitivo, son ofertados en el mercado local al mes de mayo del 2017 el mismo que incluye al Costo Directo, Gastos Generales; Utilidades, IGV y Supervisión.

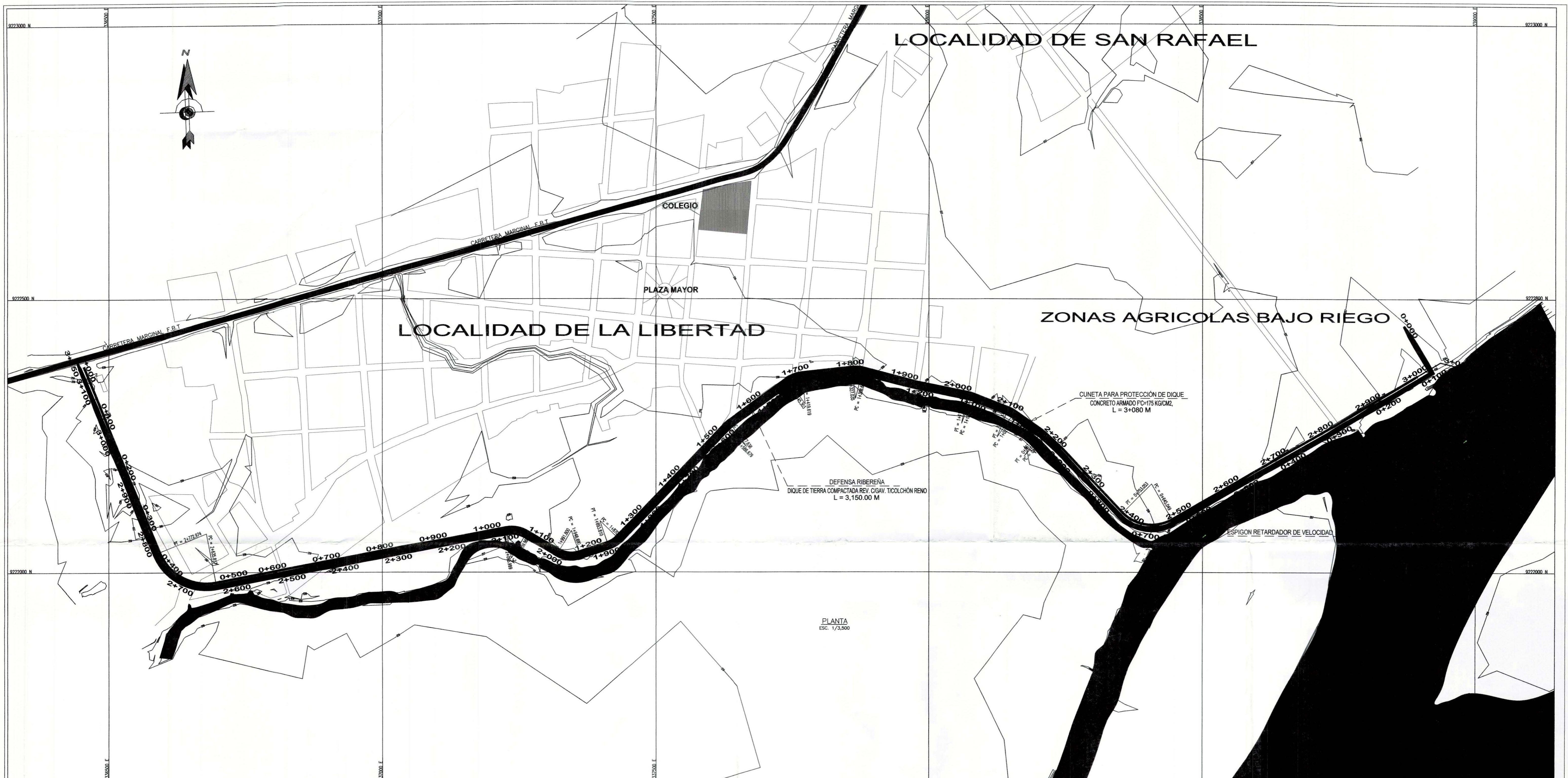
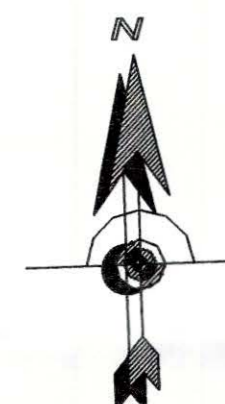
El plazo de ejecución de obras está programado en 08 meses o 240 días calendario.



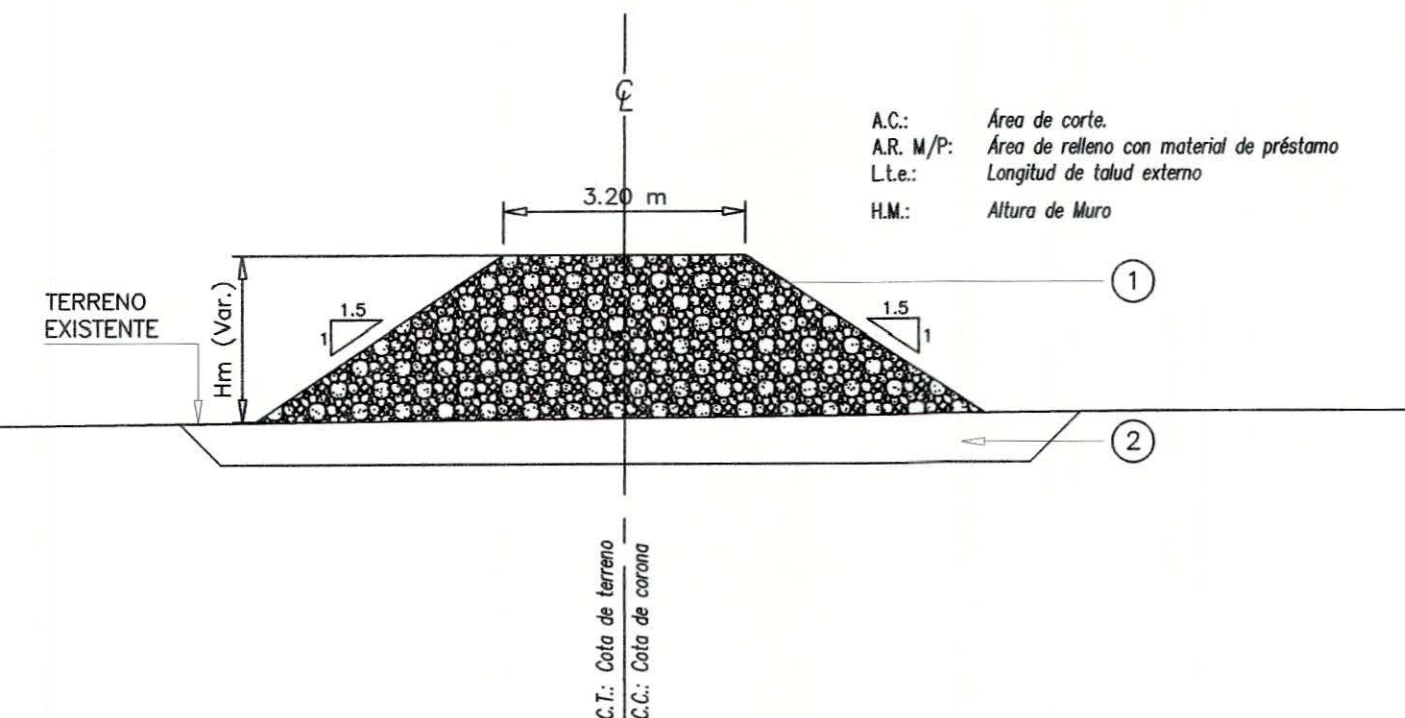
# LOCALIDAD DE SAN RAFAEL

# LOCALIDAD DE LA LIBERTAD

# ZONAS AGRICOLAS BAJO RIEGO



SECCIÓN TÍPICA  
DIQUE DE TIERRA COMPACTADA  
ESC.: 1/100



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- 1- DIQUE DE TIERRA COMPACTADA, MATERIAL DE CANTERA GC/GP, EN CAPAS DE 0.30M AL 95% DEL P.E.
- 2- EXCAVACIÓN DE MATERIAL DISTURBADO A NIVEL DE RASANTE SEGÚN DISEÑO, RELLENADO CON MATERIAL DE CANTERA GC/GP, EN CAPAS DE 0.30M AL 95% DEL P.E.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

1- ENROCADO  
Roca de acuerdo a la siguiente composición y tamaño

TIPO DE ENROCADO	Dr (100%)	Dr (50%)	Dr (10%)
(R)	750 mm ó 500 Kg.	550 mm ó 250 Kg.	300 mm ó 35 Kg.

2- MATERIAL DE FILTRO  
Diámetro del filtro de acuerdo a:  
D < 1/12 y fracción en peso que pasa a la malla N° 200 < 3 % y composición según:

Tamaños de Partículas entre Materiales	Relación
D15 Filtro / D15 Material Base	5 a 40
D15 Filtro / D85 Material Base	5
D85 Filtro	0.1

3- MATERIAL PARA AFIRMADO  
Tendrá la sigte. granulometría y límites de consistencia:

MALLA N°	%QUE PASA	MALLA N°	%QUE PASA
3"	100	N°04	39.53
1 1/2"	94.57	N°10	32.80
1"	80.51	N°40	21.32
3/4"	71.27	N°200	6.19
3/8"	51.30		

Límites de consistencia permitidos:

Límites de Consistencia	Rango Permisible
Límite Líquido	LL = NP
Índice de plasticidad	IP = NP

BENCH MARK

PUNTO GEODÉSICO

MANZANO

REGIMEN MEDIO MENSUAL DEL RÍO

VÍA CON PAVIMENTO ASFÁLTICO

VÍA NO PAVIMENTADA

PROYECCIÓN DE VIVIENDA

LOSA DE PUENTE EXISTENTE

PLANTA  
ESC.: 1/3,500

**AVOG**  
INGENIERÍA CIVIL Y AGRICOLA

**MUNICIPALIDAD  
DISTRITAL DE SAN RAFAEL**

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

PLANO N°: **PLP**

UBICACIÓN: S. RAFAEL-LIB. BELLAVISTA-SAN MARTÍN

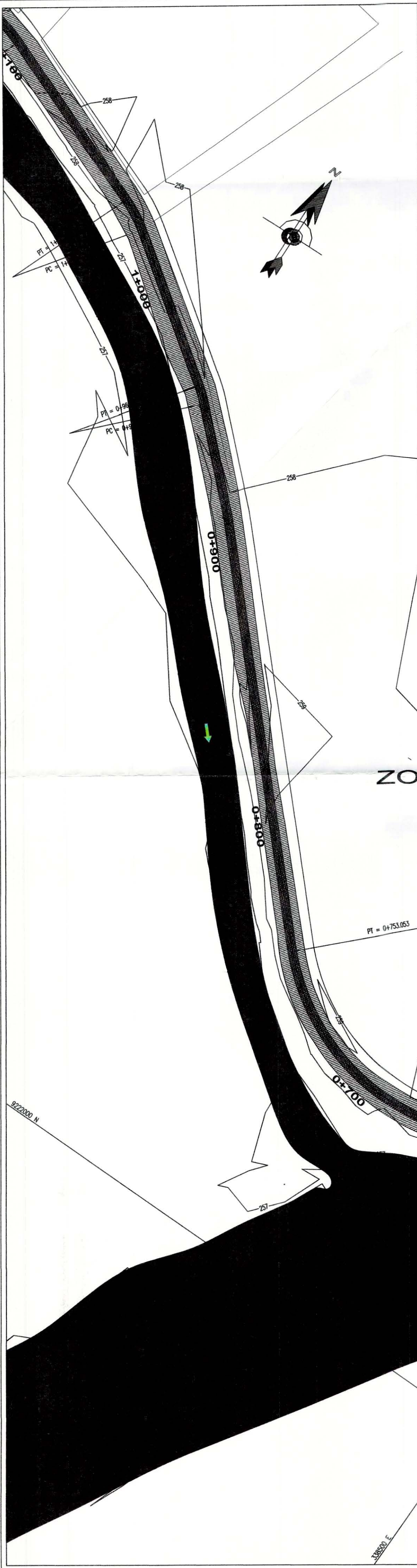
PLANO: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

DISEÑO: ING. P.M.C.Z. REVISADO: EQ. TÉCNICO MDR. ESCALA: INDICADA. FECHA: JUNIO DEL 2017.

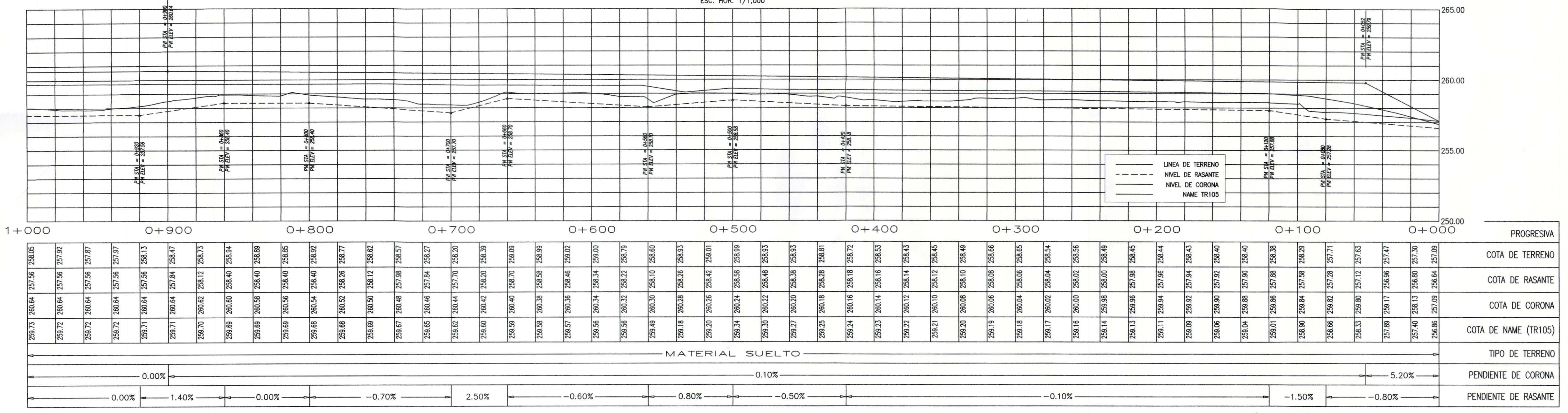
DIBUJO: BACHARO, R.N.G.B. JEFE DE PROYECTO: ING. PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA

LOC.: S. RAFAEL-LIB. DISEÑ.: SAN RAFAEL. PERM.: BELLAVISTA. DISTR.: SAN MARTÍN.

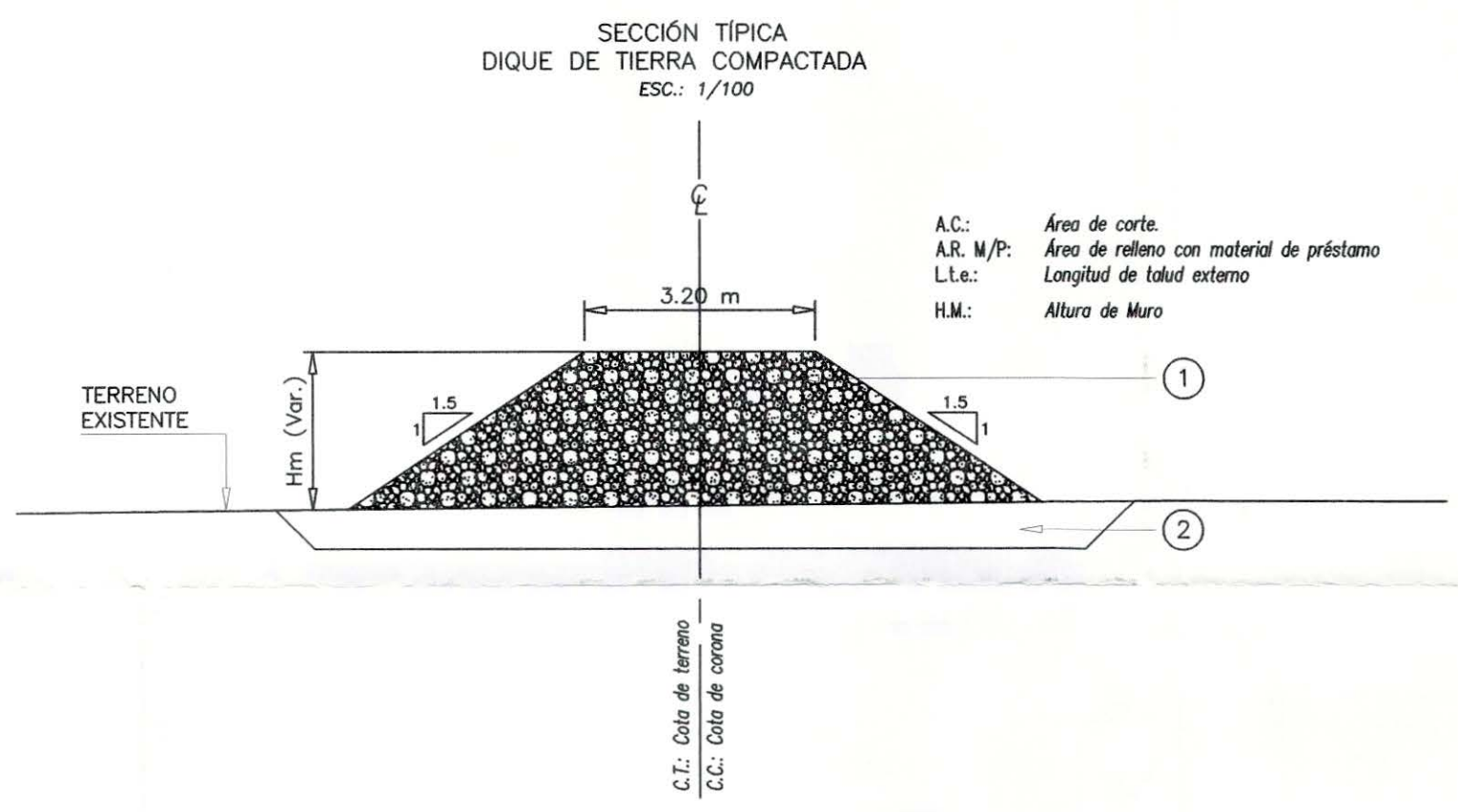




PERFIL LONGITUDINAL  
PK. 0+000.00 - 1+000.00  
ESC. VERT. 1/200  
ESC. HOR. 1/1,000



ZONAS AGRICOLAS BAJO RIEGO



- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
- DIQUE DE TIERRA COMPACTADA, MATERIAL DE CANTERA GC/GP, EN CAPAS DE 0.30M AL 95% DEL P.E.
  - EXCAVACIÓN DE MATERIAL DISTURBADO A NIVEL DE RASANTE SEGÚN DISEÑO, RELLENADO CON MATERIAL DE CANTERA GC/GP, EN CAPAS DE 0.30M AL 95% DEL P.E.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.- ENROCADOS.  
Roca de acuerdo a la siguiente composición y tamaño

TIPO DE ENROCADOS	Dr (100%)	Dr (50%)	Dr (10%)
(R)	750 mm ó 600 Kg.	550 mm ó 250 Kg.	300 mm ó 35 Kg.

2.- MATERIAL DE FILTRO  
Diámetro del filtro de acuerdo a:  
D < 15" y fracción en peso que pasa a la malla N° 200 < 3 % y composición según:

Tamaños de Partículas entre Materiales	Relación
D15 Filtro / D15 Material Base	5 a 40
D15 Filtro / D85 Material Base	5
D85 Filtro	0.1

3.- MATERIAL PARA AFIRMADO  
Tendrá la sigla granulometría y límites de consistencia:

MALLA N°	%QUE PASA	MALLA N°	%QUE PASA
3"	100	N°04	39.53
1 1/2"	94.57	N°10	32.80
1"	80.51	N°40	21.32
3/4"	71.27	N°200	6.19
3/8"	51.30		

Límites de consistencia permitidos:

Límites de Consistencia	Rango Permissible
Límite Líquido	LL = NP
Índice de plasticidad	IP = NP

BENCH MARK

PUNTO GEODÉSICO

MANZANEO

REGIMEN MEDIO MENSUAL DEL RÍO

VÍA CON PAVIMENTO ASFÁLTICO

VÍA NO PAVIMENTADA

PROYECCIÓN DE VIVIENDA

LOSA DE PUENTE EXISTENTE

PIKAL K. CAMACHO ZOROGASTIA  
INGENIERO AGRÍCOLA  
CIP 114347

PLANTA  
ESC. 1/1,000

**AVOG**  
ASOCIACIÓN VECINAL DE AGRICULTORES Y GANADEROS

**MUNICIPALIDAD  
DISTRITAL DE SAN RAFAEL**

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

PLANO:  
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DIQUE (K.M. 0+000 - 1+000)

PLANO N°:  
PP.01

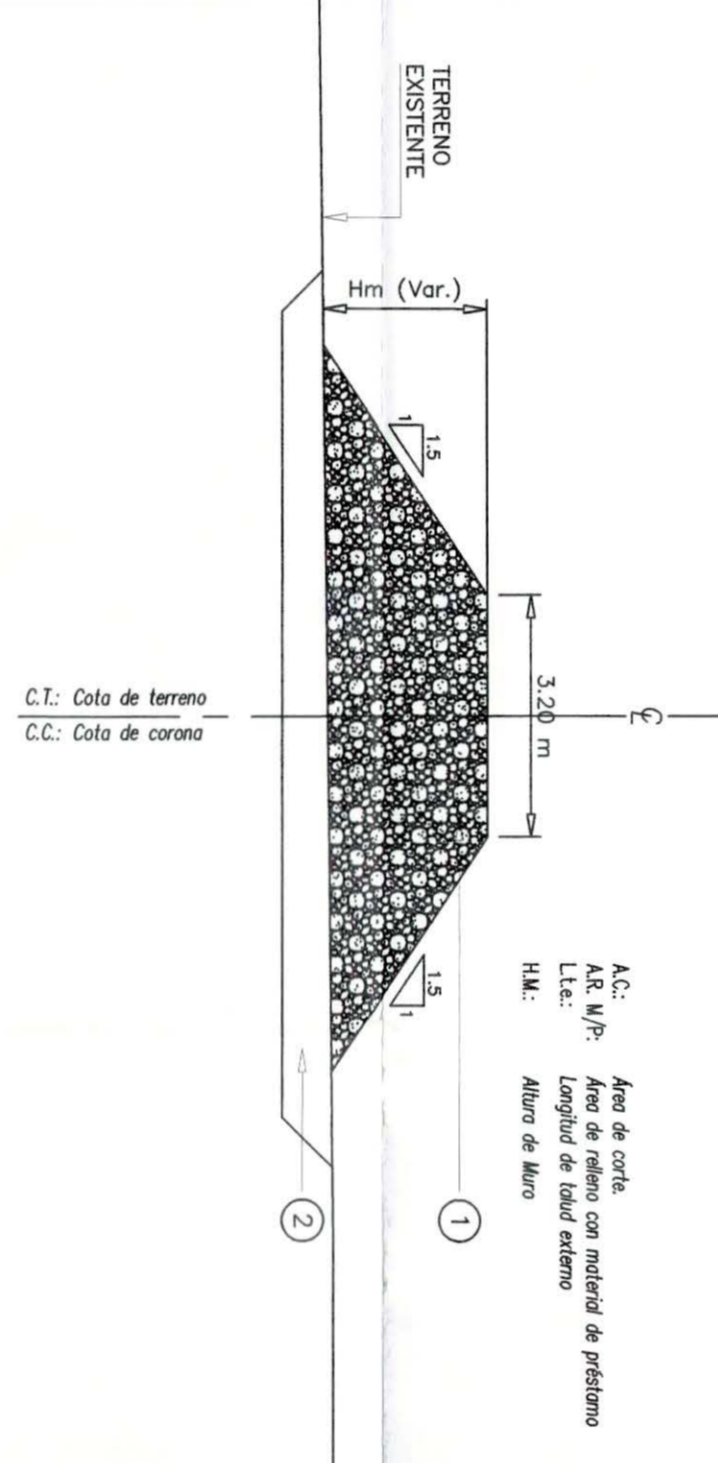
DISEÑO:	REVISADO:	ESCALA:	FECHA:	LOC.:
ING. P.M.C.Z.	ING. TÉCNICO MEDR	INDICADA	JUNIO DEL 2017	S. RAFAEL
DIBUJÓ: BACH. A.R. Q.B.	JEFE DE PROYECTO: ING. PIKAL K. CAMACHO ZOROGASTIA			DIST. BELLAVISTA PROV. SAN MARTÍN



# LOCALIDAD DE LA LIBERTAD



SECCION TIPICA  
DIQUE DE TIERRA COMPACTADA  
Esc.: 1/100



- ESPECIFICACIONES TECNICAS**
- DIQUE DE TIERRA COMPACTADA, MATERIAL DE CANTERA
  - ESCOPADO EN CAPAS DE 0.30M AL 50% DEL P.E.
  - DESCOMPOSIICION DE MATERIAL DESTINADO A MARGEN DE RESANTE SEGUN DISEÑO, RELLENADO CON MATERIAL DE CANTERA 60/50% EN CAPAS DE 0.30M AL 50% DEL P.E.

PERFIL LONGITUDINAL  
PK. 1+000.00 - 2+000.00  
Esc. VER: 1/200  
Esc. HOR: 1/1000

PROGRESIVA	COTA DE TERRENO	COTA DE ROSANTE	COTA DE CORONA	COTA DE VAMBE (T1105)	TIPO DE TERRENO	PENDIENTE DE ROSANA	PENDIENTE DE VAMBE
250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	PROGRESIVA		
1+000	250.00	250.00	250.00	250.00			
1+100	250.01	250.03	250.05	250.01			
1+200	250.05	250.05	250.05	250.05			
1+300	250.77	250.36	250.36	250.77			
1+400	250.79	250.51	250.88	250.79			
1+500	250.83	250.08	250.71	250.83			
1+600	250.89	250.18	250.70	250.89			
1+700	250.99	250.74	250.57	250.99			
1+800	250.04	250.73	250.77	250.04			
1+900	250.08	250.83	250.28	250.08			
2+000	250.04	250.88	250.68	250.04			

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

- EMBOCCADO**  
Roca de acuerdo a la siguiente composicion y tamaño

TIPO DE EMBOCCADO	Dr (100%)	Dr (50%)	Dr (10%)
750 mm φ	750 mm φ	500 mm φ	300 mm φ
500 Kg	250 Kg	250 Kg	35 Kg

- MATERIAL DE FI TRO**  
D < 1/2" y fraccion del paso que pasa a la malla N° 200 = 3.75 y composicion segun:

D15 Fino / D15 Material Base	Fraccion
D15 Fino / D15 Material Base	5 a 40
D15 Fino	5
D15 Fino	0.1

- MATERIAL PARA ARMADO**  
Tendrá la sig. granulometria y limites de consistencia:

MAJALA N°	%QUE PASA	MAJALA N°	%QUE PASA
3"	100	Nº10	30.83
1 1/2"	94.57	Nº10	32.80
1"	80.91	Nº40	21.22
3/4"	71.27	Nº200	6.19
3/8"	51.30		

Limites de consistencia permitidos:  
Límite de Consistencia LL = 40%  
Límite Líquido LP = 18%  
Índice de plasticidad

**MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE SAN RAFAEL**

PROYECTO: AMPLIACION DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD MARGEN IZQUIERDA DEL RIO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTIN

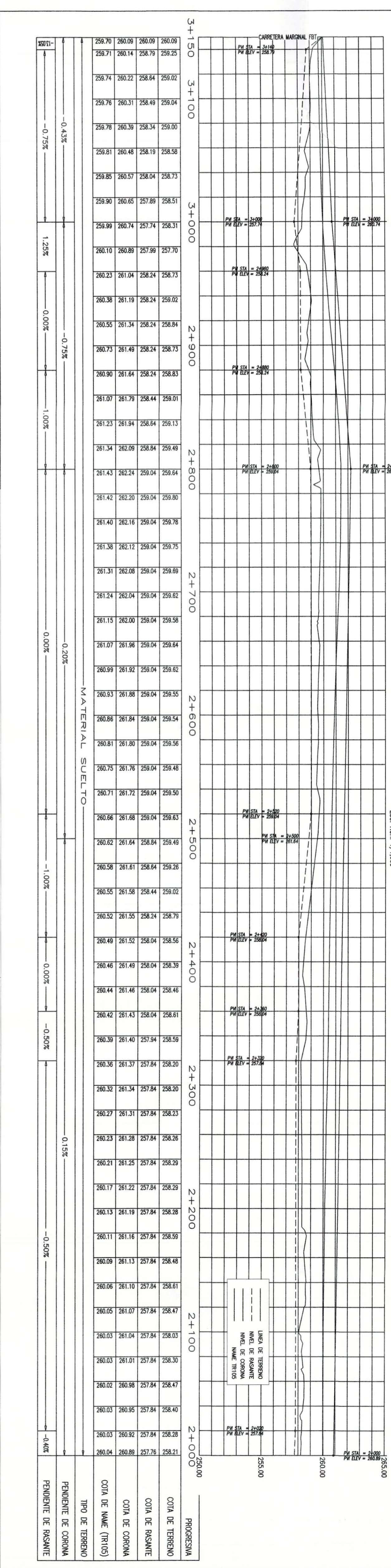
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DIQUE (KM. 1+000 - 2+000)

DESIGNADO	REVISADO	ELABORADO	FECHA	REVISADO	FECHA
ING. JUAN CARLOS BARRERA	ING. JUAN CARLOS BARRERA	ING. JUAN CARLOS BARRERA	15/08/2017	ING. JUAN CARLOS BARRERA	15/08/2017

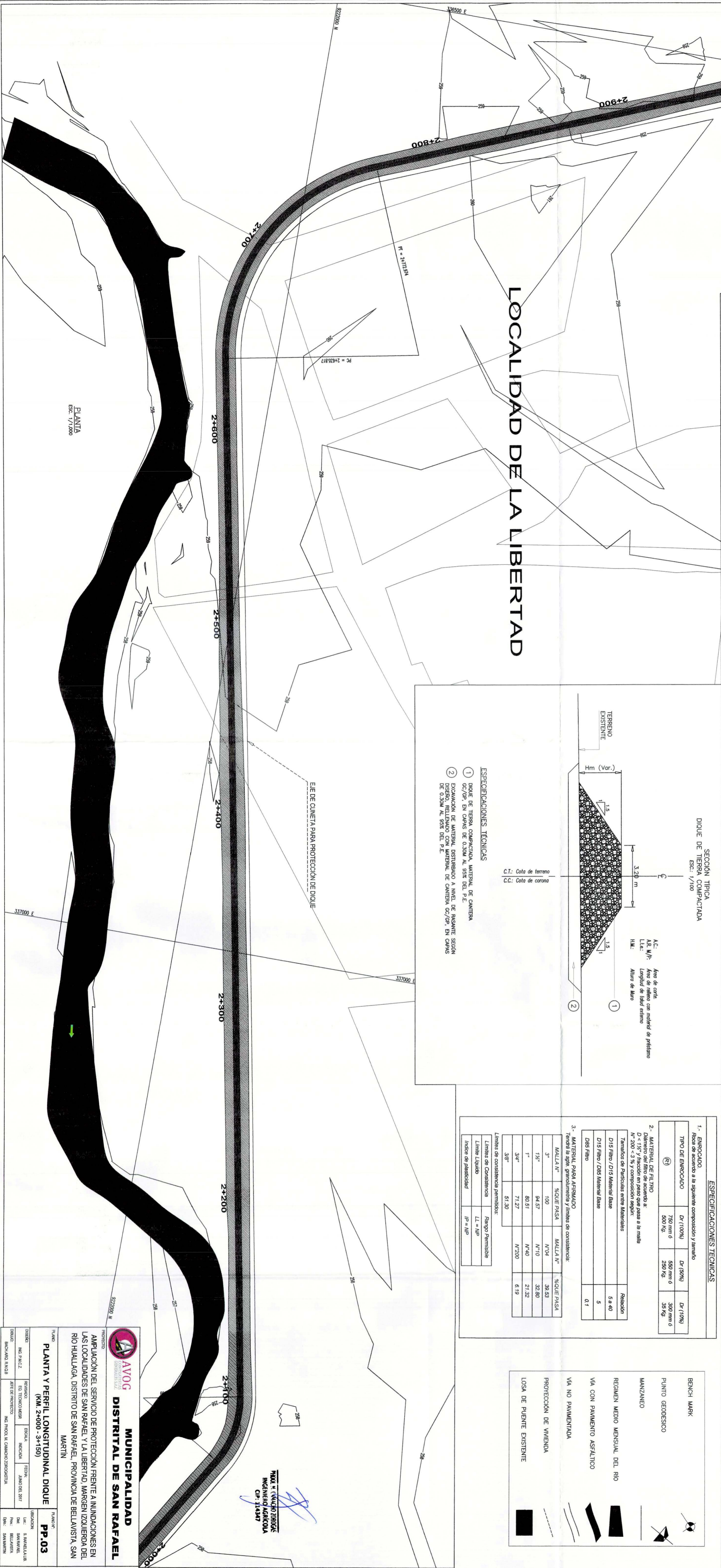
PLANTA: PP-02



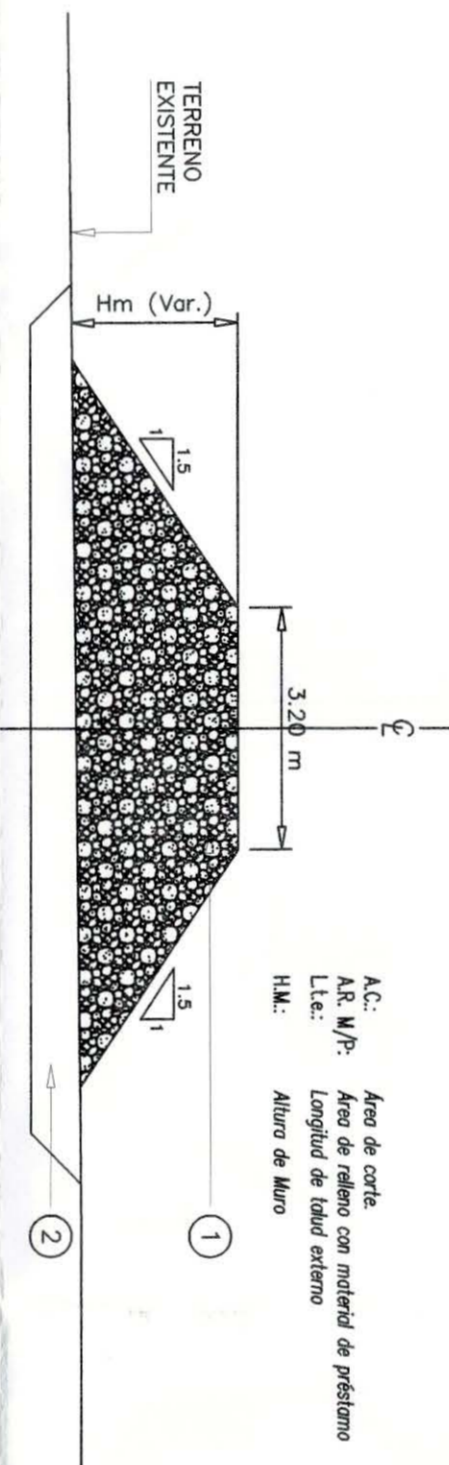
PERFIL LONGITUDINAL  
PK 2+000,00 - 3+150,00  
ESC. VERT: 1/200  
ESC. HOR: 1/1000



LOCALIDAD DE LA LIBERTAD



SECCION TIPICA  
DIQUE DE TIERRA COMPACTADA  
ESC: 1/100



- ESPECIFICACIONES TECNICAS
1. TIPO DE TIERRA COMPACTADA MATERIAL DE CANTERA 60%/90 EN CANTAS DE 0.30M AL 95% DEL P.E.
  2. DIMENSION DE MATERIAL (GRANDEZA Y MESA) DE ACUERDO AL DISEÑO RELAJADO CON MATERIAL DE CANTERA 60%/90 EN CANTAS DE 0.30M AL 95% DEL P.E.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

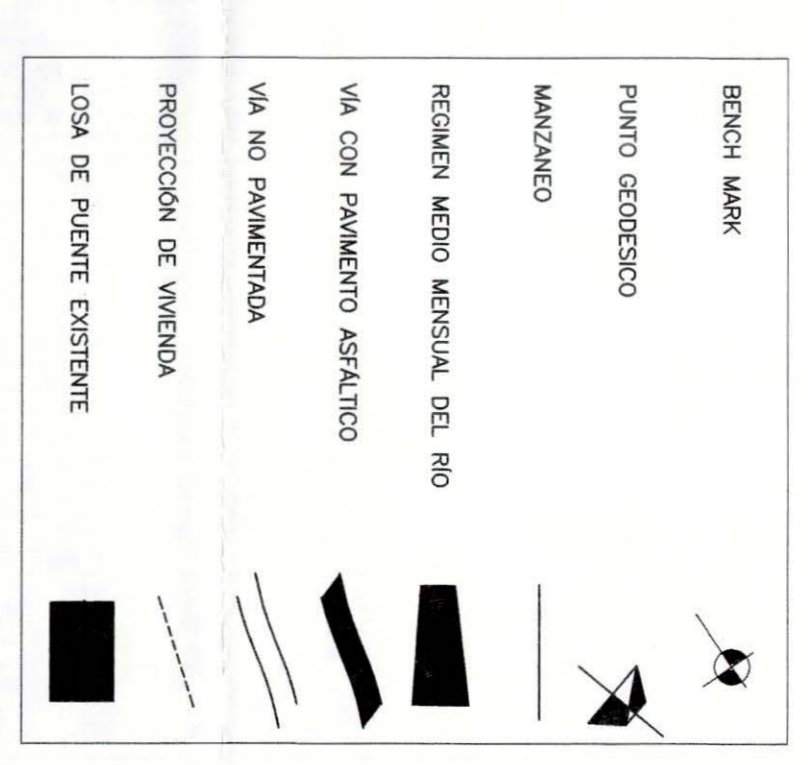
TIPO DE ENROCCADO	Dr (100%)	Dr (50%)	Dr (10%)
(R)	750 mm Ø	500 mm Ø	300 mm Ø
	500 kg	200 kg	35 kg

TIPO DE ENROCCADO	Dr (100%)	Dr (50%)	Dr (10%)
(R)	750 mm Ø	500 mm Ø	300 mm Ø
	500 kg	200 kg	35 kg

TIPO DE ENROCCADO	Dr (100%)	Dr (50%)	Dr (10%)
(R)	750 mm Ø	500 mm Ø	300 mm Ø
	500 kg	200 kg	35 kg



**MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE SAN RAFAEL**

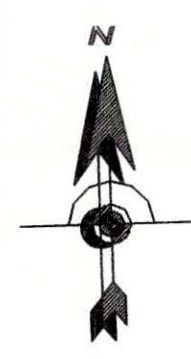
PROYECTO: AMPLIACION DEL SERVICIO DE PROTECCION FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RIO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTIN

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DIQUE  
PP.03

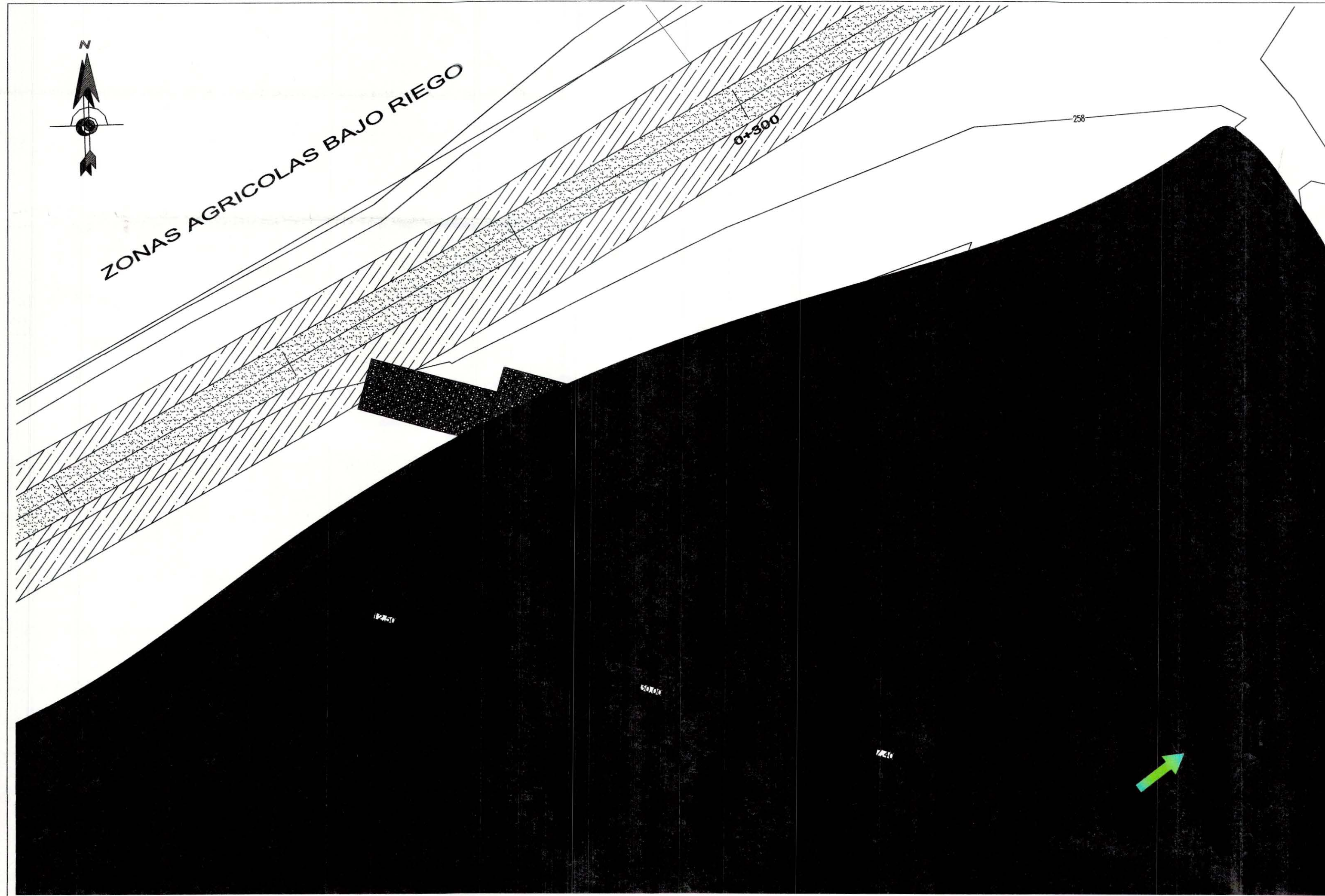
ELABORADO POR: S. BARRALAN  
DISEÑADO POR: S. BARRALAN  
REVISADO POR: J. MARTIN  
APROBADO POR: J. MARTIN

RODOLFO TORRES  
INGENIERO AGRICOLA  
CIP: 14347

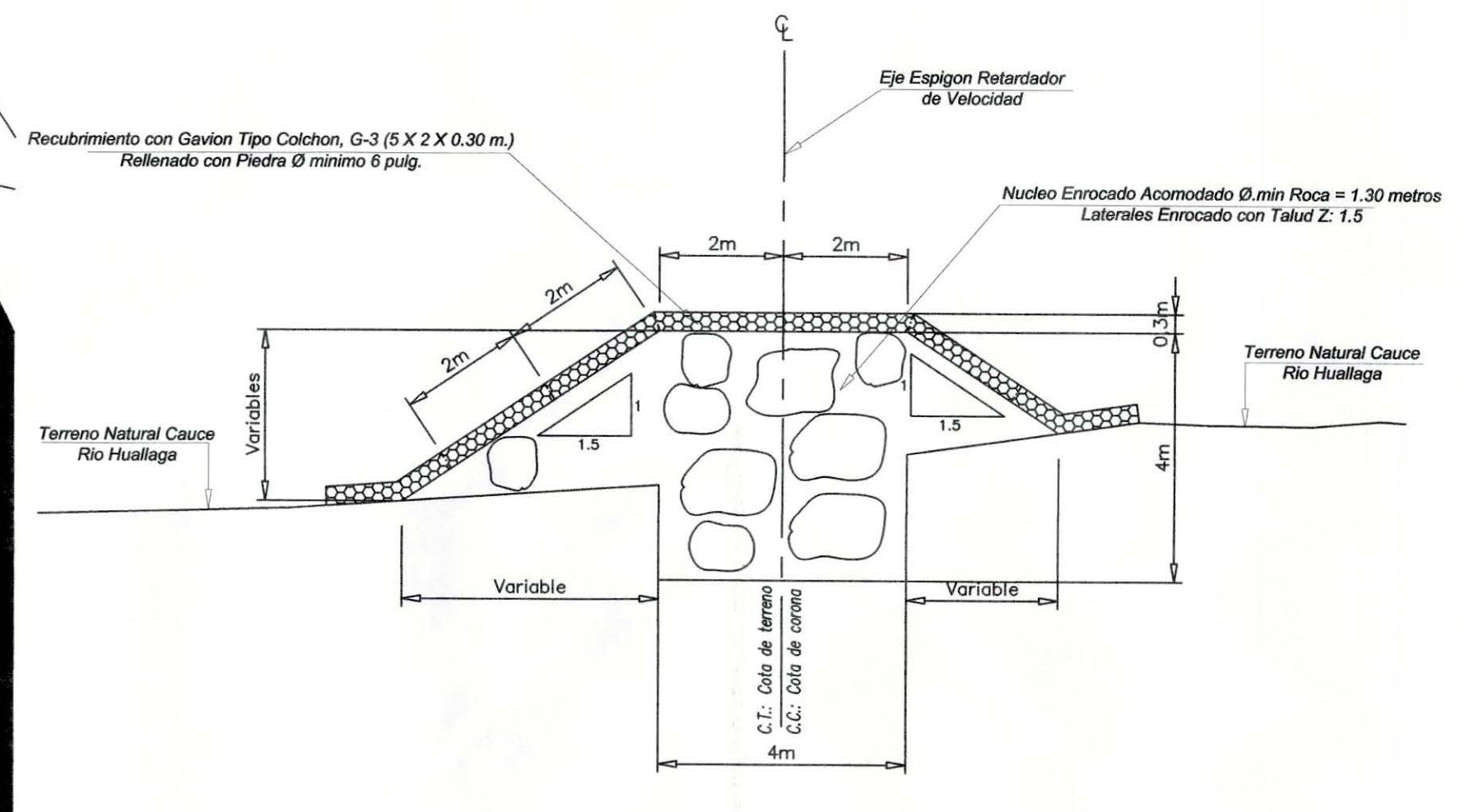




ZONAS AGRICOLAS BAJO RIEGO

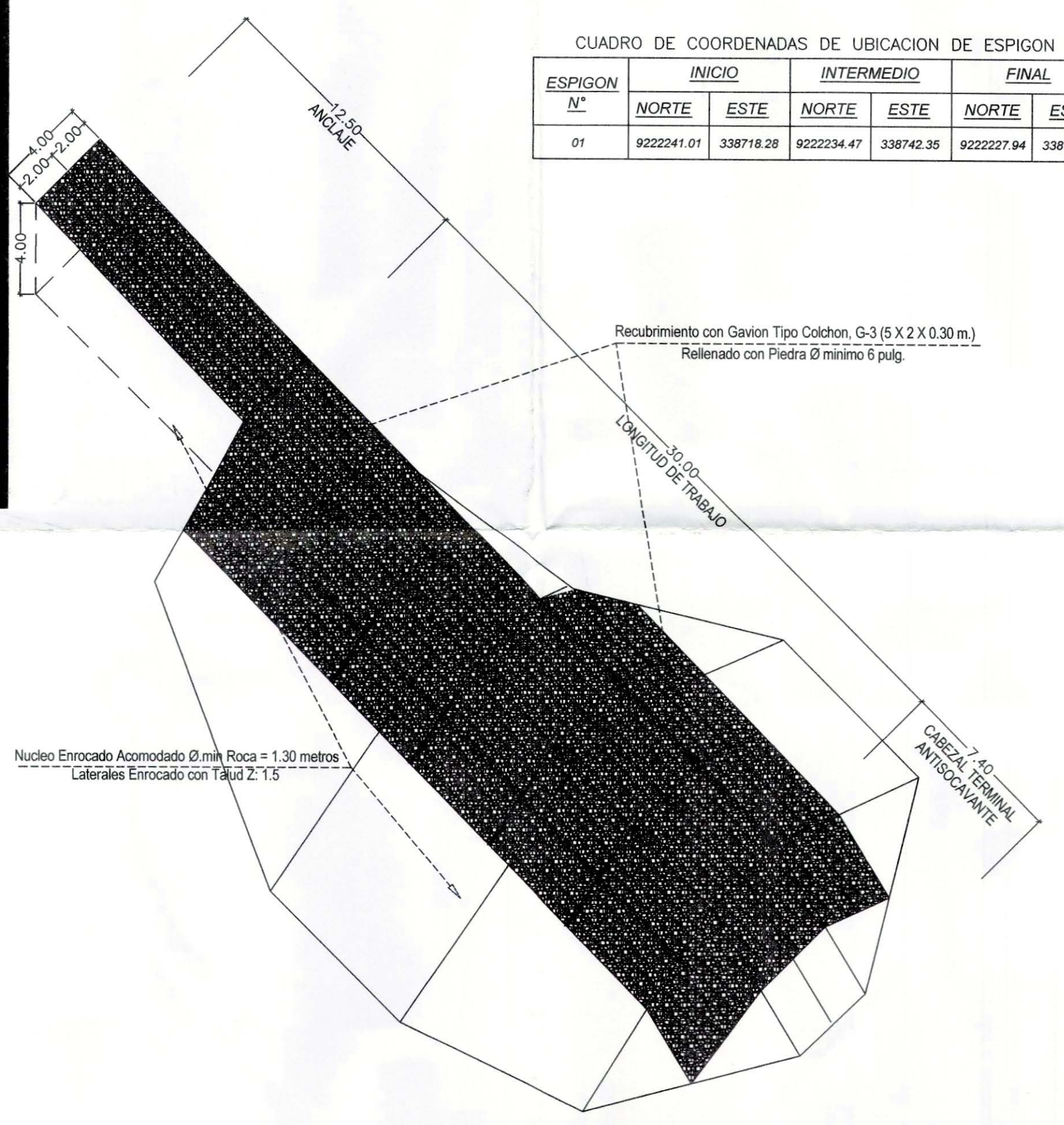


SECCIÓN TÍPICA  
ESPIGON RETARDADOR DE VELOCIDAD  
Esc.: 1/100



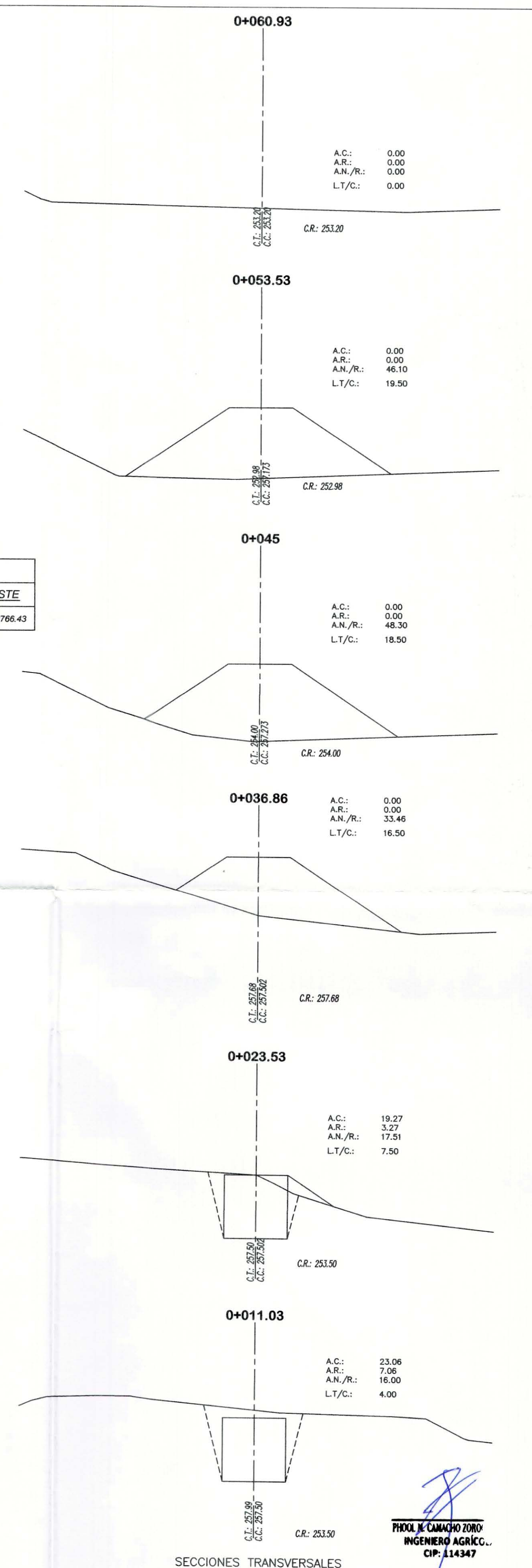
CUADRO DE COORDENADAS DE UBICACION DE ESPIGON

ESPIGON N°	INICIO		INTERMEDIO		FINAL	
	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
01	9222241.01	338718.28	9222234.47	338742.35	9222227.94	338766.43

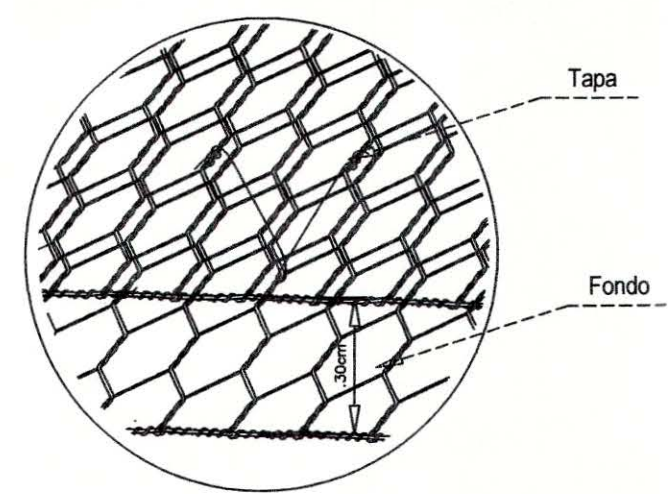


ISOMETRIA DE ESPIGON  
Esc. 1/200

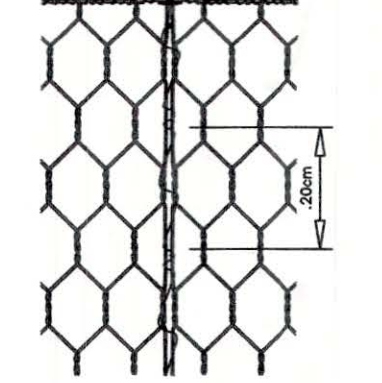
ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL GAVION	
ABERTURA DE MALLA	10 X 12 cm.
REVESTIMIENTO DE MALLA	Zinc + Aluminio (ASTM A856)
REVESTIMIENTO ADICIONAL	PVC
DIAMETRO ALAMBRE DE MALLA	2.40 mm.
DIAMETRO DE ALAMBRE DE BORDE	3 mm.
DIAM. ALAMBRE DE AMARRE Y ATIRANTAMIENTO	2.20 mm.
DIMENSIONES	
TIPO G - 3	5.0 X 2.0 X 0.3 m.



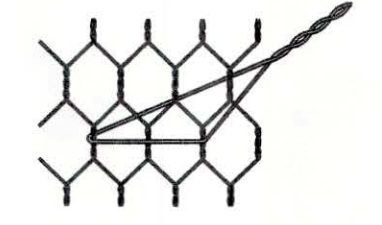
DETALLE COLCHON RENO  
Tirantes verticales uniendo la tapa y el fondo  
(Dos a cada metro cuadrado)



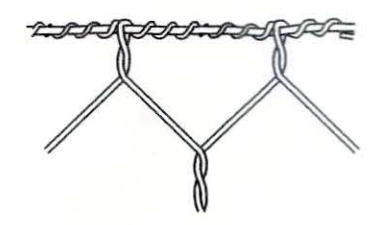
DETALLE DE LA COSTURA



DETALLE DE ATIRANTAMIENTO

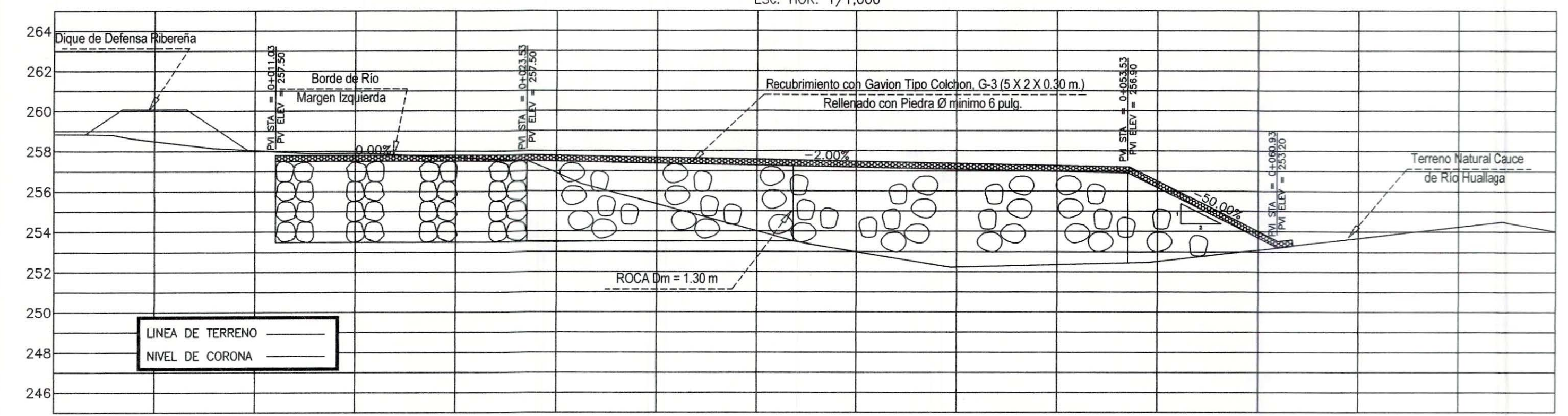


DETALLE DE LA UNION MECANICA DE LA MALLA CON EL ALAMBRE DE BORDE



DETALLES CONSTRUCTIVOS

PERFIL LONGITUDINAL ESPIGON  
PK. 0+011.03 - 0+060.93  
ESC. VERT. 1/200  
ESC. HOR. 1/1,000



KILOMETRAJE	0+011.03	0+023.53	0+036.86	0+045	0+053.53	0+060.93
COTA DE TERRENO NATURAL	257.59	257.50	257.68	254.00	252.86	253.20
COTA DE CORONA ESPIGON RECUBIERTO	257.50	257.50	257.27	254.00	257.17	253.20
COTA DE CORONA NUCLEO DE ROCA	0+000	0+000	0+000	0+000	0+000	0+000

**AVOG** INGENIERIA CIVIL  
MUNICIPALIDAD **DISTRITAL DE SAN RAFAEL**

PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES EN LAS LOCALIDADES DE SAN RAFAEL Y LA LIBERTAD, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE BELLAVISTA, SAN MARTÍN

PLANO Nº: **PPE.01**

PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES TRANSVERSALES ESPIGON RETARDADOR DE VELOCIDAD

ING. P.A.C.Z. / REVISADO: EQ. TECNICO MSR / ESCALA: INDICADA / FECHA: JUNIO DEL 2017 / UBICACION: S. RAFAEL IUR. DNE: SAN RAFAEL. BELLA VISTA. SAN MARTIN

ING. PHOOL M. CAMACHO ZOROGASTUA