



REPÚBLICA DEL PERU

*“Gobierno Regional de Ica”*

**PROYECTO ESPECIAL TAMBO-CCARACOCHA (PETACC)**

## **INFORME TECNICO**



“CREACION DE DIQUES EN LA QUEBRADA LA YESERA PARA LA PROTECCION DE LA INFRAESTRUCTURA BASICA Y DE PRODUCCION DE LOS CENTROS POBLADOS DE TRAPICHE Y HOGAR DE CRISTO, DISTRITO DE SAN JOSE DE LOS MOLINOS-ICA-ICA”

DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : ICA

DISTRITO : SAN JOSE DE LOS MOLINOS

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

### 1.1 GENERALIDADES

Como consecuencia de la ocurrencia del Fenómeno “El Niño” en los años 1997-1998, el cauce del río Ica y varias quebradas de huaycos se activaron, ocasionando desbordes que originaron serios daños por inundaciones, arrastre de sólidos y el correspondiente depósito de los mismos, asimismo erosión en diversos puntos a lo largo de los cauces y en algunos casos alteración de su alineamiento, con el consiguiente perjuicio a la infraestructura de riego, vial, viviendas y terrenos de cultivo situada en sus márgenes.

La ciudad de Ica y otros centros poblados de la provincia como La Tinguiña, Parcona y San José de los Molinos fueron afectados por los desbordes del río Ica, y las activaciones simultáneas de las quebradas: Tortolitas, La Yesera y Cansas, que fueron las que mayormente contribuyeron al desborde del río por su aporte con sedimentos reduciendo la capacidad hidráulica del cauce, originado por la rápida respuesta por la falta de vegetación en la cuenca y la carencia de estructuras de retención de avenidas en los propios cauces.

Varias instituciones estatales han venido ejecutando obras para mitigar los daños que pudieran causar la repetición de este fenómeno e incluso hasta en la posibilidad de la ocurrencia de menores caudales por las quebradas y ríos, El PETACC (Proyecto Especial Tambo Ccaracocha) a partir del año 1995, en función a la disponibilidad presupuestal viene ejecutando obras de control de inundaciones, construyendo defensas ribereñas y control de huaycos en el Río Ica y en las quebradas tributarias, estas obras están basadas en el Estudio Definitivo para el Control de Desbordes e Inundaciones del Río Ica y Quebrada Cansas/Chanchajalla elaborado por ATA-SWECO S.A. en el 2001, empresa contratada por el PETACC.

El cercado del distrito de San José de Los Molinos, ha sido destruido por los huaycos 18 veces en los últimos 100 años.

Los huaycos en este distrito son enormes y debido a la masa que transportan, poseen una fuerza y caudal superior a la quebrada misma, no son corrientes de aguas limpias, sino corrientes de aguas espesas, sobre el cual arrastran rocas de

varias toneladas de peso, las mismas que en la actualidad se aprecian por haber quedado en el “delta de la quebrada”, dando lugar a una inmensa pampa inclinada y cubierta de rocas, lugar donde los huaycos se disipan en varios cauces bifurcados formando un abanico.

Uno de los puntos críticos identificado por las autoridades del distrito, es la quebrada “La Yesera”, que es la que se activa peligrosamente cuando se presenta el fenómeno climático denominado “El Niño” el mismo que en el año 1,998 sepulto con lodo y piedras las viviendas del cercado del distrito, asimismo con la presencia del cambio climático el año 2,012 también se presentó inundando la parte alta del cercado.

El cercado del distrito de San José de Los Molinos presenta una alta vulnerabilidad a los desbordes, inundación y sedimentación; esta vulnerabilidad ha sido determinada por las autoridades competentes, y están consideradas en el Plan Regional de prevención y atención de desastres Región Ica 2009 - 2019. (Fuente: SINADECI).

Por las consideraciones antes descritas y por los acuerdos mediante convenio Marco de Cooperación Interinstitucional entre el proyecto Especial Tambo Ccaracocha y la Municipalidad Distrital de los Molinos, el Consejo Directivo del PETACC, acordó se elabore el expediente técnico para la **Creación de Diques en la Quebrada La Yesera, para la Protección de La Infraestructura Básica y de Producción en el Distrito Los Molinos – Ica**, ya que estas estructuras mitigan los efectos negativos de los lodos que al discurrir sin ninguna estructura que disminuya la energía y cantidad de sedimentos arrasen con parte de la población del distrito de San José de Los Molinos.

El presente documento constituye el Expediente Técnico para la ejecución de la obra **“Creación de Diques en la Quebrada La Yesera, para la Protección de La Infraestructura Básica y de Producción en el Distrito Los Molinos – Ica”**, el mismo que contiene la justificación, presupuesto, cronograma de ejecución, relación de insumos y Especificaciones Técnicas para ejecutar la obra por la modalidad de contrata, durante el ejercicio presupuestal 2014.

## 1.2 ANTECEDENTES

Desde tiempos remotos el Departamento de Ica soporta los embates de la naturaleza tales como inundaciones y huaycos por presencia del fenómeno de niño, que trae como consecuencia que las descargas que se producen luego de la precipitaciones en la parte media y baja de la cuenca del río Ica son de gran magnitud, originando que la capacidad de los cauces existentes no sea suficiente para transportar los caudales máximos instantáneos, tales como los ocurridos los días 23 y 29 de enero de 1998, que produjeron el debilitamiento o colapso de la infraestructura vial y de riego, con los consiguientes desbordes e inundaciones no solamente en las zonas agrícolas con daños en la producción regional y nacional, sino también en las zonas urbanas poniendo en peligro la salud y la vida de la población.

Ante esta situación, mediante Decreto Supremo N° 10-98-PCM el gobierno declaró el Estado de Emergencia en el departamento de Ica, a fin de facilitar las labores en las etapas de prevención y rehabilitación de la infraestructura deteriorada por el fenómeno del Niño, Dentro de este contexto, la alta Dirección del INADE dispuso que el PETACC formule un Plan de Emergencia Fenómeno del

Niño, a fin de que se tenga un marco adecuado para la ejecución de un conjunto de obras de emergencias que garanticen la protección de la población Urbana y Rural de la provincia de Ica y distritos afectados.

Uno de los objetivos principales del PETACC; es la Protección de Centros poblados, infraestructura de riego y tierras de cultivo expuestas a inundaciones ocasionadas por las avenidas del Río Ica y quebradas tributarias.

Esa función, fue asumida a plenitud desde el año 1995, habiéndose ejecutado obras definitivas en el cauce del Río Ica (enrocado y enmallado), en los sectores de Batea – Comezango, El Carmen – El olivo, Ecos – Huantina y Tacama; y en el tramo urbano sector Prolongación Acomayo: el mantenimiento (riego) de las defensas vivas que se encuentran a ambas márgenes en el Sector El Carmen – El – Olivo; y como consecuencia del ultimo fenómeno El Niño, ocurrido en 1998 se ejecutó el encauzamiento con diques con enrocado pesado en la quebrada Cansas, sector Loma larga.

Así mismo, en el año 1999 se ejecuto la obra “Rehabilitación Quebrada El Boquerón Diques: Los Molinos – La Yesera” que consistió en la construcción del Dique La Yesera con 450.00 ml. de longitud ubicado en la margen derecha de la quebrada a fin de evitar que las aguas se carguen hacia la margen derecha de la quebrada y generar la erosión y posterior desborde perjudicando al Distrito de San José de los Molinos. También se construyo el Dique Los Molinos con 750.00 ml. De longitud en ambas márgenes mediante el cual se permite encausar las aguas que atraviesan la quebrada por el distrito de San José de los Molinos.

Mediante Ordenanza Regional N° 0473-2011-GORE-ICA/PR, de fecha 28 de setiembre del 2011, se encarga al PETACC la ejecución de obras y actividades destinadas a la protección de centros poblados, infraestructura de riego y tierras de cultivo expuestas a inundaciones ocasionados por las avenidas de los diferentes ríos de la región Ica y quebradas tributarias. Es así que en atención del Oficio N° 019-2013-MDSJLM/ALC se firma el Convenio entre el PETACC y la MDSJ de Los Molinos, y mediante OFICIO N° 194-2013-MDSJLM/ALC de fecha 08/08/2013 comunica la vinculación del proyecto al PETACC.

En mérito al convenio Marco de Cooperación Interinstitucional entre el proyecto Especial Tambo Ccaracocha y la Municipalidad Distrital de los Molinos, el PETACC, elabora el expediente técnico del PIP “**Creación de Diques en la Quebrada La Yesera, para la Protección de La Infraestructura Básica y de Producción en el Distrito Los Molinos – Ica**”.

## 1.3 ASPECTO FÍSICO

### 1.3.1 UBICACIÓN

Los Diques Transversales se encuentran inscritos en la Quebrada la Yesera entre los 698 y 810 m.s.n.m. Ubicada al Noreste de la ciudad de Ica aproximadamente a 24.00 km. desde la Plaza de Armas, y a 5.00 km al Este del Centro Poblado de Los Molinos.

Lugar	: Quebrada La Yesera
Distrito	: Los Molinos
Provincia	: Ica
Departamento	: Ica

### 1.3.2 ACCESIBILIDAD

Se parte del cercado de Ica (plaza de armas) en dirección Este por la avenida Grau hacia el distrito de Parcona (intersección con la Av. Armando Revoredo (6.2 km.), luego en dirección Norte hasta llegar al cruce con la quebrada La Yesera (12.8 km.) en el Distrito de Los Molinos, de este punto se vira al Este y se sigue el alineamiento de la trocha carrozable con dirección hacia la parte alta de la quebrada, se recorre 5.00 km. Por esta vía y se llega a la zona donde se emplazarán las obras de rehabilitación.

**GRAFICO 01: ACCESIBILIDAD ZONA DEL PROYECTO.**



### 1.4 OBJETIVOS

En la obra Planteada el objetivo central es Reducir la vulnerabilidad del área urbana del cercado del distrito de San José de Los Molinos

Y los objetivos específicos son:

- Protección de las viviendas e infraestructura diversa ubicada aguas debajo y en el ámbito de influencia de estas obras.
- Construcción de diques secos transversales
- Forestación con planta nativas.

### 1.5 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras planteadas, comprenden trabajos de construcción de 05 Diques transversales en la quebrada de la Yesera y 01 Dique de retención de sedimentos en ladera fuera del cauce La Yesera:

Se construirá 535.66 ml de diques secos, conformados con material propio del cauce complementado con material de préstamo de la zona debidamente compactados, empleando maquinaria pesada, de sección trapezoidal con ancho

de corona de 10.00 m, altura variable de acuerdo a la topografía del terreno, los taludes del relleno serán de H:V 2:1 en ambas caras (aguas arriba y aguas abajo); y el enrocado será de H:V, 2.1 (aguas arriba y aguas abajo), el ancho de la base del dique será variable de acuerdo al talud y a la altura del dique.

Para la estabilidad del dique se construirá una uña de 1.50 m de profundidad en la base del dique aguas arriba enterrada en el terreno natural, al pie del enrocado aguas abajo se colocara el colchón disipador conformado con enrocado pesado diámetro mínimo de 1 m, de longitudes variables.

Previo a la conformación de enrocado se refinara y colocara geotextil tipo no tejido, de polipropileno, que evitará el lavado de los finos del relleno, impidiendo que se originen vacíos que comprometan la estabilidad del enrocado.

El enrocado de la corona, talud aguas abajo y el colcho disipador serán emboquillados con concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , llenando los vacíos u oquedades existentes entre roca y roca, de tal manera se logre ligazón entre rocas e impermeabilizar para evitar las velocidades erosivas entre las rocas.

En la parte anterior, posterior y lateral de cada dique, de acuerdo a como se considere conveniente se sembraran plantones de raíces profundas como el huarango, espino, huacan o cualquier otra especie, la distancia promedio entre plantones, será de 1.50 m en promedio.

## 1.6 JUSTIFICACIÓN

Los trabajos propuestos para la Construcción de los diques transversales en la quebrada La Yesera, entre las cotas 650 a 810 m.s.n.m. responden a la problemática actual existente en el sector de Los Molinos, estos diques transversales hará que existan infraestructuras que regulen la retención de los flujos de lodo y piedras, ante ello el lecho del canal "desaguadero" conducirá agua y que fácilmente puedan ser utilizados con fines de riego.

Es una amenaza inminente para la población asentada aguas abajo de los diques, ante la presencia de caudales de agua, piedras y lodos en dicha quebrada, así como para las vías de comunicación y para las estructuras de riego por lo se justifica su construcción.

## 1.7 BENEFICIOS ESPERADOS

- El área a proteger corresponde a la población asentada en la zona urbana y cercado del distrito San José de Los Molinos, que tiene una población de 4,588 habitantes, asimismo del área agrícola circundante a esta población urbana.
- Protección de la población e infraestructura diversa ubicada aguas abajo de los diques transversales.
- Se generará empleo temporal mediante la utilización de aproximadamente 2500 jornales.

## CAPITULO II

# ESTUDIOS BASICOS

### 2.1 TOPOGRAFÍA

Los estudios básicos de topografía, se realizaron en Enero del 2014 y se ha efectuado el levantamiento topográfico del área definida para el proyecto, ubicando los seis (06) diques transversales en la quebrada La Yesera empleando el siguiente equipo:

- Estación Total TOPCON GPT-3005LW de serie 4J0693
- GPS MAGELLAN LX 4000
- Cinco (05) Prismas, cinco (05) radios y una (01) Wincha de 100.00 m.

El levantamiento topográfico, abarco el levantamiento de las variaciones y detalles del terreno, bordos taludes, pendientes, a ambas márgenes, los cuales han sido localizados con coordenadas UTM WGS84 y cotas absolutas. Del procesamiento de la información de campo se procedió a la elaboración de los siguientes planos:

- a) Plano de Ubicación.- De la Carta Nacional, para mostrar la ubicación de la obra y los sectores a proteger, infraestructura existente, accesos, canteras etc. La escala del Plano de Ubicación es 1:2500.
- b) Plano de la Planta.- A curvas a nivel cada 1.00 m, en donde se presenta las características que nos permite evaluar algunas condiciones morfológicas de la quebrada La Yesera en los tramos a proteger. Las escalas de los Planos es 1:1000 y 1:2000
- c) Plano de Perfil.- Define el eje central de los Diques y la altura de la corona de los diques, permite determinar las alturas de corte y relleno.- Las escalas de los Planos presenta las siguientes escalas verticales 1:100 y 1:200; horizontales 1:1000 y 1:2000
- d) Plano de Secciones Transversales.- Presenta las secciones transversales cada 20 metros y la escala de los planos es Vertical 1:500 y Horizontal 1:500

El software empleado fue el AutoCAD Civil 3D versión 2012, Microsoft Office 2010. La información complementaria empleada fue la Carta Nacional 1:100,000 con equidistancia de curvas cada 50.00 m. con curvas suplementarias cada 25.00 m.

## 2.2 CLIMATOLOGÍA

Los datos recopilados, corresponden a la actualización climatológica realizada por la consultora ATA – SWECO en el desarrollo del “Estudio de Factibilidad: Solución de la Problemática de Desbordes e Inundaciones del Río Ica y Quebrada Cansas/Chanchajalla”.

### ***Precipitación Pluvial.***

La precipitación es el parámetro más importante, pues no sólo explica la escorrentía superficial, sino que también se ha utilizado en el modelo de simulación hidrológica HFAM, aplicado en la cuenca del Río Ica para la solución de la problemática de desbordes.

La precipitación anual en la cuenca alta, analizada en un período uniforme común de 31 años (período: 1964 - 1977, 1980 - 1991 y 1994 - 1998) para las Estaciones Tambo (3080 m.s.n.m.) y Santiago de Chocorvos (2700 m.s.n.m.), reporta valores totales promedio de 372.38 y 224.76 mm, respectivamente, confirmando la variación de la precipitación de manera creciente con la altitud.

La máxima precipitación total anual registrada en Tambo y Santiago de Chocorvos (1030.10 y 678.20 mm), se registra en el año de 1972; la mínima precipitación total anual para las estaciones de Tambo y Santiago de Chocorvos es de 36.40 mm en 1971 y 30.70 mm en 1990.

Es interesante notar, con respecto a la ocurrencia del Fenómeno de El Niño 1997 - 1998, que la precipitación total en Tambo y Santiago de Chocorvos para los años 1997 (262.70 y 126.10 mm) y 1998 (570.40 y 512.80 mm), respectivamente, no se clasifican como años extraordinarios húmedos, por cuanto estos valores están alrededor de la media del período.

Con respecto a la precipitación anual en Huamaní (850 m.s.n.m.), la cual alcanza un valor máximo de 50.40 mm en 16 años de registro, es indicativo de la ubicación de la estación en el sector menos lluvioso de la cuenca, comprendido éste entre el nivel del mar y los 1500 a 2000 m.s.n.m.

### ***Precipitación Mensual.***

La precipitación mensual en la cuenca alta, se distingue nítidamente dos períodos: un período lluvioso que se inicia en octubre-noviembre y termina en abril-mayo, tipificándose como lluvias de verano, y un período seco, que comprende de mayo-junio a Setiembre-Octubre.

En el período lluvioso, ocurre en promedio el 90% de la precipitación total anual. El mes más lluvioso es marzo, registrándose valores promedio en Tambo 108.19 (valores extremos de 0.00 y 357.90 mm) y Santiago de Chocorvos 80.18 mm (valores extremos 0.00 y 489.00 mm) respectivamente.

En la cabecera del valle, Huamaní, que es una zona seca, en el mes de mayor precipitación, ésta no alcanza los 5 mm total mensual.

### ***Temperatura.***

La temperatura media anual promedio para 12 años con información completa, registrada en la estación Huamaní en el período 1963 – 1980, alcanza un valor de 19,65°C, variando entre 15,52°C (Julio) y 22,83°C (Marzo).

La temperatura promedio anual en la zona del proyecto es de 21.1 °C. Las temperaturas máximas se producen en los meses de verano (febrero a marzo=32.7 °C) y las temperaturas mínimas en los meses de invierno (junio a julio=8.4 °C).

#### ***Humedad Relativa.***

La humedad relativa media anual promedio, registrada en Huamaní, para el período 1963 - 1980, es de 70% (zona poco húmeda), con un rango de variación de 74% en Junio y Julio y 66% en Octubre, destacándose su variabilidad promedio tanto anual como mensual.

La humedad relativa media máxima promedio está comprendida entre un 83% (Enero) y un 71% (Abril). La humedad relativa media mínima promedio varía de 65% (Marzo) a 57% (Setiembre).

#### ***Evaporación.***

La evaporación total anual promedio (estación Huamaní) es de 1533.87 mm; el período de registro comprende de 1963 a 1997 (15 años con información completa). La evaporación total oscila entre 1154.10 y 1970.00 mm anuales.

A nivel mensual la evaporación total promedio varía entre 103.02 mm (Junio) y 152.17 mm (Diciembre).

La evaporación total mensual máxima promedio, se ubica en un rango de oscilación de 141.70 mm (Julio) y 240.47 mm (Diciembre).

La evaporación total mensual mínima promedio, se ubica en un rango de oscilación de 56.40 mm (Setiembre) y 199.90 mm (Octubre).

#### ***Vientos.***

Se analizaron los datos del comportamiento del viento máximo (dirección y velocidad), para el período comprendido entre 1974 – 1998, la velocidad máxima del viento promedio es de 6 m/s con una dirección SW, procedente del Océano.

## **2.3 ASPECTOS HIDROGEOLOGICOS**

De acuerdo con el estudio Hidrogeológico realizado por el INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES-INRENA (2003), el área de intervención del proyecto se encuentra localizado en la zona alta del valle de Ica, el levantamiento geológico y geomorfológico realizado por el INRENA, ha delimitado el acuífero en el área que comprende el valle de Ica – Villacurí, así como identificar tres (3) unidades hidrogeológicas: Afloramientos rocosos, depósitos aluviales, depósitos coluviales.

La explotación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del proyecto es nula

Los sedimentos aluvionales de la torrentera de la quebrada Pitipampa, que es la cabecera de la quebrada la Yesera, forma el cono de deyección más extenso en los torrentes de San José de los Molinos. En estos suelos predominan grandes boleas, en otras áreas tienen una menor cantidad por haber sufrido el arrastre de los finos limosos arenosos, por la acción de los vientos eólicos sobre suelos

suelos superficiales. En cambio, la presencia de cárcavas de distribución muy irregular afectarían las laderas de las pequeñas quebradas donde se asientan las Comunidades de Niño de Ayaví, de activarse por un desborde de la curva y a la formación de una pequeña isla.

De acuerdo a la información sobre precipitaciones ocurridas en esta zona, alcanzan valores referenciales promedios máximos anuales de 40 mm., sin embargo, de acuerdo a las evidencias de sedimentos encontrados, se puede inferir que en el pasado han ocurrido precipitaciones mayores capaces de generar flujos de escorrentía superficial a modo de arroyos, que lavaron los sedimentos finos y dieron lugar a flujos de lodo que se han depositado en la parte alta del material aluvional. Es necesario indicar la presencia de abundante lluvias en la parte alta de las Quebradas de La Yesera y Tortolita, que pueden originar huaycos peligrosos para el cercado del distrito.

En la parte alta del cono de deyección, donde se desvía el cauce del torrente principal de la Qda Pitipampa, cambiando el curso a los posibles huaycos que impactarían de manera perpendicular a las laderas, ocasionando la erosión de margen derecha y formando dos cauces que generan una pequeña isla.

Este cono de deyección llega hasta la parte alta de las Comunidades de Niño Ayaví, luego sigue erosionado casi un kilómetro, mediante cauces serpenteantes y sobre encimando los depósitos de aluviones antiguos de la erosionada margen derecha, dejando una zona muy maltratada por huaycos y otra por la acción antrópica de la explotación de canteras y arrojamiento de basuras y desmontes sin ningún control. Las observaciones de campo demuestran que este huayco es activo y con antecedentes históricos desde el pleistoceno.

De activarse la quebrada la Yesera y Tortolita, produciría un huayco que afectaría Sagrado Corazón, Niño de Ayaví A y B, así como principales calles del cercado del distrito, afectando también los servicios básicos como agua, desagüe, energía eléctrica y vías de comunicación.

### **2.3.1 HIDROLOGÍA DE LA CUENCA LA YESERA**

El recurso hídrico disponible en el distrito es de dos tipos; agua superficial proveniente del río Ica, cuya escorrentía es de carácter estacional y cruza el distrito de Norte a Sur, agua subterránea, proveniente de pozos y galerías filtrantes, Actualmente el agua para uso urbano del distrito es subterráneo de pozos y de manantiales.

Dentro del distrito existen sub cuencas (quebradas) que desembocan en el río Ica también son de carácter estacional, debido a lluvias locales especialmente en los meses de verano (diciembre a marzo), que resultan difícilmente aprovechables debido a la pronunciada pendiente de discurrimiento y a la brevedad de su manifestación, especialmente en los conos de deyección, la Yesera, Tortolita, entre otras.

#### **A.) Ubicación Geográfica**

La cuenca La Yesera se encuentra ubicada en el departamento y provincia de Ica, distrito de San José de Los Molinos.

## **B.) Ubicación Hidrográfica**

El Perú cuenta con 106 Cuencas que se encuentran distribuidas en: Cuencas Vertiente del Pacífico (53), Cuencas Vertiente del Atlántico (44), Cuencas Vertiente del Titicaca (09). La cuenca del Río Ica se encuentra dentro de las cuencas cuya vertiente es el Pacífico, el micro cuenca La Yesera se encuentra dentro de la cuenca del río Ica (Ver Gráfico N° 01).

## **C.) Límites Hidrográficos**

La cuenca La Yesera hidrográficamente se encuentra limitada:

Por el Norte : Cuenca Tortolita.  
Por el Sur : Cuenca Cansas Chanchajalla.  
Por el Este : Cuenca Andaymarca.  
Por el Oeste : Río Ica.

## **D.) Tipo de Cuenca**

Las Cuencas se clasifican según el tipo de recolección de aguas en: Cuencas Topográficas y Cuencas Hidrográficas, las primeras están en función de las alturas máximas de los cerros delimitados por líneas imaginarias llamadas parteaguas. La segunda está en función directamente con el drenaje, en algunos casos el agua recogida en una cuenca aparece en otra debido a infiltración.

La quebrada la Yesera, es un tributario del río Ica, que forma parte de la vertiente del Pacífico, en cual se encuentra en el sector meridional de la región central de esta vertiente. La cuenca tiene un área superficial de 4,439 Has.

Respecto al comportamiento estacional de la quebrada La Yesera, los caudales naturales en la microcuenca se originan como respuesta directa e inmediata a la precipitación, lo que produce aumentos y descensos bruscos en los caudales sin ninguna continuidad entre ellos. Esto se debe a la accidentada topografía, las fuertes pendientes y al bajo poder de retención de humedad del suelo, por su escasa cobertura vegetal.

## **E.) Tipo de Corriente**

Todas las corrientes pueden dividirse en 3 clases generales dependiendo del tipo de escurrimiento, el cual está relacionado con las características físicas y condiciones climáticas de la cuenca. Tenemos: Corriente Efímera, aquella que solo lleva agua cuando llueve e inmediatamente después; Corriente Intermitente, lleva agua la mayor parte del tiempo, pero principalmente en época de lluvias, su aporte cesa cuando el nivel freático desciende por debajo del fondo del cauce; Corriente Perenne, contiene agua todo el tiempo, ya que aun en tiempo de sequía es abastecida continuamente, pues el nivel freático siempre permanece por arriba del fondo del cauce

El régimen natural de la quebrada La Yesera se divide en tres periodos que conforman el ciclo hidrológico:

- Periodo de avenidas: Desde Enero a Marzo
- Periodo de transición: Durante el mes de Abril (excepcionalmente)
- Periodo de estiaje: De Mayo hasta Diciembre (en este periodo la quebrada se encuentra completamente seca).

## **F.) Información Básica**

Para el diseño de las estructuras de protección del área urbana y zonas agrícolas del sector de la Quebrada La Yesera, ante un evento máximo de avenida y teniendo como precedente y en consideración que en el año 1998 ocurrió el

Fenómeno del Niño, que registro un caudal según la bibliografía de 120 m<sup>3</sup>/s, sin embargo las huellas encontradas de los probables niveles de flujo, hacen estimar un caudal mucho mayor.

También se tiene como base el estudio de “Actualización del Análisis de eventos extremos máximos del río Ica y Quebradas Tortolitas – Trapiche, Los Molinos (El Boquerón) y Cansas Chanchajalla, 1998” realizado por el Ing. Walter Obando Licera por encargo del PETACC.

Por lo que se ha determinado trabajar con un caudal de Diseño de 250 m<sup>3</sup>/seg.

**GRAFICO 02: CUENCA LA YESERA**



Delimitación del Área de la cuenca La Yesera

## **2.3.2 GEOLOGIA QUEBRADA LA YESERA.**

### **2.3.2.1 Aspectos Geomorfológicos.**

INGEMMET (1995) identifica en el estudio geomorfológico de la cuenca del río Ica, cinco unidades geomorfológicas.

La carta geológica nos presenta una geomorfología regional, en la que, según nuestro parecer, muestra más los aspectos geográficos que geomorfológicos; y donde el área de estudio corresponde a la unidad denominada Valles.

Unidad III. Estribaciones del Frente Andino: comprendida entre los 400 y 800 msnm, corresponde a una cadena de cerros que se levantan bruscamente sobre las pampas costaneras y el cono de deyección extendiéndose por ambos márgenes del valle, se caracteriza por presentar un relieve suave a moderado con pendientes entre 5° y 25°.

Con la presencia de las aguas temporales del año 1,998; las aguas temporales burlaron el dique seco en el sector denominado “El boqueron”, en forma inmediata

se formaron diversos riachuelos, los que arrastaron lodo y piedras, sepultando el 80% de las viviendas del cercado de San José de Los Molinos.

Como medida de recuperación, las autoridades dispusieron que se construyera un canal, el mismo que sirve como desaguadero de la quebrada, las aguas las entrega al canal Yancay, y cuando los volúmenes son mayores los entrega al canal La Achirana.

El material existente en la planicie, es un material de arena gruesa, con rocas de dimensiones mayores a 1 metro de diámetro, que sin embargo por la fuerte pendiente, son arrastradas fácilmente hacia la ciudad.

La zona de estudio se encuentra localizada en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes que se caracteriza por tener un relieve irregular, en donde los flancos o laderas producto del escurrimiento de las aguas superficiales, aprovechando las fracturas y las condiciones físicas de las rocas, se generan quebradas profundas donde posteriormente se desarrollan los valles.

Esta quebrada se ubica en la margen izquierda del valle de Ica cuenta con la presencia de los afloramientos rocosos y cambio de pendiente a lo largo de su curso. La dirección de la quebrada en su parte final hacia el río Ica, es perpendicular a dicho curso. El alineamiento indicado para esta quebrada se debe a controles estructurales, en primer término a través de fracturas y/o fallas preexistentes, presencia de afloramientos rocosos concordando con las direcciones de sus drenajes superficiales y a los procesos de erosión que se han producido.

La quebrada La Yesera es de régimen estacional muy torrencioso a manera de huaycos, llevando materiales finos y gruesos en suspensión, los que dado la longitud de recorrido son gruesos con presencia de bolonería en las cabeceras y parte media, gravosos arenosos con algo de cantos y bolos hacia las partes bajas. Si bien en épocas de fuertes precipitaciones se producen erosiones principalmente de fondo, también se observan fuertes acumulaciones de materiales gravosos arenosos algo limosos en zonas, lo que demuestra que los procesos de acumulación son constantes.

La forma de la quebrada es la típica de conos de deyección, angosto en su parte alta y amplía hacia la parte final (baja).

### **2.3.2.2 Aspectos Geológicos.**

En la parte baja de la quebrada La Yesera, hacia la margen izquierda, se presentan rocas del grupo Quilmaná, compuestas por rocas volcánicas andesitas gris oscuras negruzcas, duras, resistentes y fracturadas.

En la quebrada Los Molinos se presentan rocas intrusivas compuestas por dioritas de color gris claro, las cuales son muy resistentes y se presentan en forma masiva; la pendiente de los cerros es mayor a 30°. Las rocas están poco fracturadas, y por sus características pueden constituir canteras para enrocados pesados, necesitando el uso de explosivos para su explotación. Otra unidad geológica corresponde a depósitos aluviales los mismos que se emplazan a lo largo y ancho de la quebrada en las zonas de muy ligera pendiente, desde la parte media a baja de la quebrada. Es importante describir estos materiales porque se ha observado que se presentan bolonerías de hasta 3 m de diámetro en la parte

cercana a los afloramientos rocosos, estos materiales están mezclados con limos, arenas, gravas y cantos.

En la parte del abanico, se presentan suelos proluviales compuestos por gravas arenosas y limosas con contenido de cantos y bolos, cuyos fragmentos mayores quedan en el inicio del cono deyeectivo.

### 2.3.2.3 Aspectos Geodinámicos

- a) **Sedimentación.-** En el sector de la quebrada La Yesera, debido a sus características geomorfológicas e hidráulicas como régimen irregular, los sedimentos se mueven en suspensión en la corriente de agua y como acarreo a lo largo del lecho, también es característica en tiempo de crecidas el arrastre de piedras y bolones de diferentes tamaños almacenándolos aguas abajo, generando peligro para la población del distrito de Los Molinos.
- b) **Inundación.-** El origen de estos fenómenos se dan en periodo de grandes precipitaciones y avenidas, generalmente cuando las precipitaciones a nivel del área de la cuenca son muy intensas, sobrepasando la capacidad de las defensas instaladas actualmente y generando Inundaciones en el distrito de Los molinos, tanto en la población como en los terrenos agrícolas

## 2.3.3 GEOTECNIA Y CANTERAS

### 2.3.3.1 Geotecnia

De acuerdo a la evaluación geotécnica, el centro de los Molinos está asentado sobre conos de deposición de huaycos, la topografía es pendiente baja, de superficie irregular, presentando torrenteras que podrían inundarse por lodos.

La carta geológica nos presenta una geomorfología regional, en la que, según nuestro parecer, muestra más los aspectos geográficos que geomorfológicos; y donde el área de estudio corresponde a la unidad denominada Valles.

Los sedimentos aluvionales de la torrentera de la quebrada Pitipampa, que es la cabecera de la quebrada la Yesera, forma el cono de deyección más extenso en los torrentes de San José de los Molinos. En estos suelos predominan grandes boleas, en otras áreas tienen una menor cantidad por haber sufrido el arrastre de los finos limosos arenosos, por la acción de los vientos eólicos sobre suelos sueltos superficiales. En cambio, la presencia de cárcavas de distribución muy irregular afectarían las laderas de las pequeñas quebradas donde se asientan las Comunidades de Niño de Ayaví, de activarse por un desborde de la curva y a la formación de una pequeña isla.

### 2.3.3.2 Canteras

Los Materiales a ser empleados para la ejecución de la obra serán básicamente para la conformación del cuerpo de dique y enrocado.

- a) **Cantera de Roca.-** Se ha previsto la provisión de piedra grande con diámetro mayor a 20", los cuales serán empleados para la conformación del enrocado de protección tanto en la uña antisocavante como en el revestimiento del talud aguas arriba como aguas abajo.

Dicha roca será extraída de los alrededores de los diques a construirse en un radio de 0.50 km, ya que existe presencia de material para realizar los trabajos correspondientes.

- b) **Cantera Material de Relleno.**- La conformación de diques se efectuara con material adecuado y compactado, el relleno será con material propio del cauce y complementado con material de préstamo extraídos de las laderas de los cerros que se encuentran en los alrededores de los diques, el cual será transportado de un radio de 0.50 km hasta el lugar de la obra.

Dicho material tiene presencia de piedra y arcilla que le da impermeabilidad al dique construido.

**GRAFICO 03: ACCESIBILIDAD ZONA DEL PROYECTO**



**Ubicación de cantera de material de Relleno**

## **2.4 HIDRAULICA Y TRANSPORTE DE SEDEMENTOS**

Con relación a los problemas de desbordamiento e inundación ocasionados por la Quebrada La Yesera, estos se pueden resumir de la siguiente manera:

En el primer tramo (km 0+000 – km 2+000) comprende una superficie agrícola y su salida al río Ica con cauce no definido. Como consecuencia de ello la quebrada se extiende inundando tierras agrícolas, rompiendo el encauzamiento del Río Ica. En este tramo se cruza con el canal La Achirana y el canal Yancay, los mismos, son los primeros que son afectados con el rompimiento de su estructura y sedimentación.

En el segundo tramo (km 2+000 – km 3+000) la quebrada tiene suficiente capacidad hidráulica, El tramo tiene pendiente moderada (1,0 a 1,5%), con diques laterales protegidos con enrocado, luego del fenómeno El Niño 1998. Se encuentra en buenas condiciones.

En el tercer tramo (km 3+000 – km 4+000) la quebrada tiene un cauce de sección muy variable en función de la pendiente de fondo, cauce ancho y poco profundo mientras que el tramo tiene pendiente fuerte (1,5 – 2,5%), se encuentra desestabilizado por extracción de agregados propensos a la erosión, y empleados como botaderos de material de demolición y desechos transportados de la zona urbana de Los Molinos.

En el cuarto tramo (km 4+000 – km 5+000) cuenta con la construcción de un dique de encauzamiento de margen derecha a la margen izquierda con dirección hacia al desagadero al boquerón, a fin de derivar parte de los caudales de la quebrada La Yesera durante las avenidas extraordinarias.

Finalmente el tramo (km 5+000 – km 8+000) donde se ubican los diques transversales, de fuerte pendiente.

### ***Transporte de Sólidos.***

Parámetro fundamental en el diseño de las obras de control de inundaciones, causado por la quebrada La Yesera. La quebrada La Yesera tendría acumulado en su cuenca un volumen del orden de  $300 \times 10^6$  m<sup>3</sup> de arena, las cuales, cada vez que llueve en la cuenca, son transportadas hacia la parte baja sedimentar el canal Yancay y La Achirana.

En este caso particular, el transporte de sólidos debe ser detenido en el cono de la cuenca de recepción, es decir aguas arriba del límite agrícola actual (km 6.00 de la quebrada La Yesera).

Una forma sencilla de detener el transporte de sólidos es "laminando" las descargas de la quebrada La Yesera, con el propósito de bajar la velocidad. Esta "laminación" se logra abriendo el cauce principal en forma gradual y construyendo barreras transversales al flujo para que retarden su desplazamiento. Esto se consigue con bordos de 1,0 m de altura y procurando establecer una barrera viva con sembrío de arbustos nativos resistentes a la sequía.

# **ANEXOS N° 01**

## **PANEL FOTOGRAFICO**



ESTRUCTURA ACTUAL, DIQUE SECO QUE SIRVE PARA DESVIAR EL FLUJO DE LAS AGUAS TEMPORALES EN LA QUEBRADA, DIRECCIONANDOLAS HACIA EL “DESAGUADERO”





ZONA DONDE SE INTERVENDRA A LA QUEBRADA, OBSERVESE LA EXISTENCIA DE MATERIAL PARA LA CONSTRUCCION DEL DIQUE TRANSVERSAL Y SU PROTECCION CON ROCA



ZONA DE EXTRACCION DE ROCA PARA DIVERSAS OBRAS DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO ICA, LA CANTERA ES PARTE DE LA QUEBRADA LA YESERA





DIQUE Nº 04: VISTA DE AGUAS ABAJO HACIA AGUAS ARRIBA



DIQUE Nº 05: VISTA DE AGUAS ARRIBA HACIA AGUAS ABAJO