

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO DEL  
EXPEDIENTE TÉCNICO Y OBRA EJECUTADA:  
MEJORAMIENTO DEL CANAL LA ESPERANZA Y  
RESERVORIO CABUYAL-HUARAL-LIMA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**FERNANDO FRANCO HUAMÁN HALANOCA**

**LIMA – PERÚ**

**2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO DEL  
EXPEDIENTE TÉCNICO Y OBRA EJECUTADA:  
MEJORAMIENTO DEL CANAL LA ESPERANZA Y  
RESERVOIRIO CABUYAL-HUARAL-LIMA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**FERNANDO FRANCO HUAMÁN HALANOCA**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. VICTOR LEVINGSTON PEÑA GUILLEN  
Presidente

Ing. JOSE BERNARDINO ARAPA QUISPE  
Asesor

Dr. JOSE LUIS CALLE MARAVI  
Miembro

Ing. MANUEL HUMBERTO BARRENO GALLOSO  
Miembro

LIMA – PERU

2020

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. PRESENTACIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
3.1. Objetivo general .....	5
3.2. Objetivos específicos.....	5
<b>IV. CUERPO DEL TRABAJO</b> .....	<b>6</b>
4.1. Revisión Bibliográfica.....	6
4.1.1. Los Proyectos de Inversión Pública (PIP).....	6
4.1.2. La Dirección Regional de Agricultura de Lima .....	16
4.1.3. Canales .....	17
4.1.4. Presa de tierra .....	29
4.1.5. Reservorios.....	45
4.2. Análisis situacional de la obra.....	48
4.2.1. Análisis Meta I .....	48
4.2.2. Análisis Meta II.....	57
4.3. Contribución en la solución de situaciones problemáticas que se hayan presentado durante su estancia en la empresa .....	62
4.3.1. Contribuciones técnicas.....	62
4.4. Análisis de su contribución en términos de las competencias y habilidades adquiridas durante su formación profesional, considerando la revisión de literatura actualizada y pertinente.....	63
4.5. Explicar el nivel de beneficio obtenido por el centro laboral de su contribución a la solución de las situaciones problemáticas .....	64
4.6. Resultados .....	64
4.6.1. Comparación económica – presupuestal de las sub-partidas de menores metrados .....	69
4.6.2. Análisis del tiempo de ejecución.....	76
4.6.3. Comparación de ruta crítica del expediente y de la obra ejecutada .....	78
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>80</b>
5.1. Conclusiones .....	80
5.2. Recomendaciones.....	80

<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>82</b>
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>85</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Topes de proceso de selección para la contratación de bienes, servicios y obras .....	16
Tabla 2: Radio mínimo en canales abiertos con Q menor a 20 m <sup>3</sup> /s .....	23
Tabla 3: Radio mínimo en canales abiertos en función del espejo de agua .....	23
Tabla 4: Velocidades máximas admisibles según tipo de revestimiento .....	24
Tabla 5: Taludes apropiados para distintos tipos de material.....	25
Tabla 6: Taludes según tipo de material.....	25
Tabla 7: Secciones de canales y sus características.....	26
Tabla 8: Borde libre en función del caudal.....	27
Tabla 9: Valores del coeficiente de Manning.....	28
Tabla 10: Comparación de Metrados de Expediente Técnico – Adicional (Nuevas Partidas) / Deductivos .....	65
Tabla 11: Variación de sub- partidas de menores metrados.....	69
Tabla 12: Variación de sub- partidas de mayores metrados.....	69
Tabla 13: Variación de sub- partidas nuevas.....	71
Tabla 14: Variación de sub- partidas no necesarias .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo del proyecto. ....	11
Figura 2: Diferentes tipos de flujo en canales abiertos. F.G.V.: flujo gradualmente variado, F.R.V.: flujo rápidamente variado. ....	19
Figura 3: Borde y altura de borde recomendados para canales revestidos. ....	27
Figura 4: Esquema simplificado de una presa homogénea. ....	32
Figura 5: Sección típica de una presa heterogénea. ....	34
Figura 6: Clase textural de suelo. ....	35
Figura 7: Abertura de mallas de la serie americana. ....	37
Figura 8: Ejemplo de curva granulométrica. ....	38
Figura 9: Clasificación el suelo SUCS. ....	39
Figura 10: Carta de plasticidad de Casagrande. ....	41
Figura 11: Maquinaria usada en el movimiento de tierras. ....	43
Figura 12: Representación esquemática de la función básica del reservorio. ....	47
Figura 13: Conformación de banquetas .....	53
Figura 14: Recorrido de la zona de trabajar. ....	58
Figura 15: Trabajos de revestimiento de canal Esperanza en tramo 4+140 – 4+240. ....	60
Figura 16: Trabajos de revestimiento de canal Esperanza en tramo 4+140 – 4+240. ....	62
Figura 17: Variación de sub- partidas en total. ....	68
Figura 18: Plazo de ejecución programado y real .....	76
Figura 19: Plazo de ejecución de la obra – Expediente técnico. ....	77
Figura 20: Plazo de ejecución real de la obra. ....	77
Figura 21: Instalación del geotextil. ....	79

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Cronograma de expediente técnico.....	86
Anexo 2: Cronograma de avance de obra.....	87
Anexo 3: Foto aérea de la obra terminada.....	88

## I. PRESENTACIÓN

La ejecución del expediente técnico **“Mejoramiento del canal de derivación La esperanza y reservorio de almacenamiento en las localidades de Cabuyal, la virgen y granados, del distrito y provincia de Huaral región lima”**- código SNIP N°246165. Esta comprendido por 03 metas en su ejecución. En la meta I ejecuto la rehabilitación y puesta en operación del reservorio Cabuyal con un volumen de almacenamiento de 41757.63 m<sup>3</sup>, En la meta II el mejoramiento del canal existente La esperanza de 2+667.20 km y la meta III mejoramiento del canal-túnel; el cual no fue ejecutado. El expediente parcial de Meta I tenía un presupuesto de S/ 3 194 977.73 soles y meta II un presupuesto asignado de S/ 4 158 090.57 soles. Estos 02 expediente parciales fueron ejecutados en la modalidad de Obra por administración directa bajo la gestión de la Dirección Regional de Agricultura de Lima (DRAL).

Asimismo, el análisis comparativo se realizó desde el inicio de la ejecución de la obra, noviembre 2017, hasta la fecha de corte de la meta II; diciembre 2018. A lo largo de la ejecución de la obra se presentó incidencias técnicas, económicas y administrativas que afectaron el desarrollo de algunas partidas, retrasos en el avance y finalización de la obra en la fecha estipulada en el expediente técnico. Para realizar el análisis comparativo se revisó el marco normativo que regula exclusivamente la obra pública por Administración Directa para este caso ejecutada por Dirección regional de Agricultura de Lima que asume las funciones logísticas, ejecución presupuestaria directa e indirecta y, aprovisionamiento de materiales y técnicas para la formulación y ejecución de proyectos.

En el mes de octubre del 2015 se empezó a laborar en la Dirección Regional de Agricultura como asistente técnico de la oficina de estudios y proyectos. En el mes de noviembre del año del 2017 se inició la obra de mejoramiento del canal de derivación la esperanza y el reservorio

de Cabuyal en distrito de Huaral departamento Lima. Las funciones desempeñadas en el desarrollo del proyecto fueron de apoyo técnico en la ejecución de la obra. A lo largo del desarrollo del proyecto se realizó labores de apoyo técnico al ingeniero residente y supervisión. Realizando funciones asistentes de obra realizando labores como topografía, control de movimiento de tierras, control de cotas, colocación de BMS, replanteo de los avances mensuales y metrados tanto en meta I como en meta II. El curso de hidráulica, estructuras hidráulicas, topografía, maquinaria para obras y supervisión de obras fueron conocimientos clave que me dieron un mejor panorama para afrontar las actividades que estaban bajo mi responsabilidad.

Finalmente, en la ejecución de la obra se asumió el rol de asistente conforme se realizaban los avances. Asimismo; en campo se logró vincular las clases y talleres de hidráulica, topografía y supervisión de obras aprendidas en la UNALM.

## **II. INTRODUCCIÓN**

En el presente trabajo de suficiencia profesional desarrolla una visión más real y concienzuda de los proyectos que desarrolla el Ingeniero Agrícola, y sobre todo expone las diversas problemáticas que enfrentamos tanto en la evaluación, dirección y ejecución de proyectos en el sector privado y público.

Dentro de la experiencia que se realizó en la Dirección Regional de Agricultura de Lima, se presentaron algunas actividades a mejorar; por un lado, la falta de celeridad en la entrega de los materiales, la falta de disponibilidad del presupuesto y fallas técnicas en los expedientes.

El rol del Ingeniero Agrícola es justamente dar soluciones a las diferentes problemáticas que pueden suscitar a lo largo del proyecto tomando los conocimientos adquiridos en la universidad, en el proyecto de mejoramiento del canal de derivación y reservorio de Cabuyal se presentaron muchas situaciones que impidieron el desarrollo de las obras en Meta I y Meta II.

En los últimos años la oferta hídrica para los pobladores de la localidad de Cabuyal, La Virgen y Granados se ha visto disminuida afectando así el rendimiento de sus cultivos, mientras ellos buscan expandir su frontera agrícola hacia cultivos como cítricos y otros con mejor rentabilidad, pero la oferta de agua existente es insuficiente. Este déficit en la oferta se debe principalmente a la falta de mantenimiento de los canales de regadío y a la falta de aprovechamiento del reservorio Cabuyal.

El Canal mantiene una conformación mixta, es decir al inicio y final del tramo cuenta con revestimiento de concreto y de tipo libre, mientras que en la parte central es tipo bóveda que traspa un cerro, este canal tiene pendientes variables, encontrándose a lo largo de su recorrido

varias tomas laterales que cuentan con compuertas laterales, dichas tomas se encuentran en condiciones regulares habiéndose deteriorado la parte metálica, así como el colapso de los muros laterales.

El canal trapezoidal Cabuyal ( $L=300.00$  ml), que está al margen derecho aguas abajo del reservorio, es un canal de mampostería con revestimiento de concreto el cual se encuentra en mal estado, la estructura presenta fracturas generando filtraciones que son dirigidos al reservorio.

Por otro lado, debido al deficiente mantenimiento de los sistemas de riego, así como la vulnerabilidad de los mismos frente al medio en que se encuentra, se observa una disminución en la capacidad hidráulica y en algunos casos ensanchamientos. También el uso constante de los canales, así como el deterioro de las estructuras hidráulicas impiden conocer con certeza el volumen de agua que se distribuye a los Usuarios de Riego, generando conflictos y deficiencias en los servicios.

Las superficies agrícolas de las juntas de usuarios Huaral-Chancay son irrigadas por el canal que es materia del presente estudio, encontrándose en mal estado y la gran mayoría con considerable deterioro; el canal en su recorrido presenta filtraciones en sus paredes y fondo, perdiendo excesiva cantidad de agua para el riego, por lo que es necesario ejecutar obras de mejoramiento.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

Evaluar las diferencias técnico-económicas presentadas en las fases de ejecución de la obra con respecto al expediente técnico **“Mejoramiento del canal de derivación La esperanza y reservorio de almacenamiento en las localidades de Cabuyal, la virgen y granados, del distrito y provincia de Huaral región lima”**.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Analizar y determinar la variación de los metrados, partidas, ruta crítica y costos durante la ejecución de la obra mejoramiento del canal La esperanza y reservorio Cabuyal en la provincia de Huaral-Lima.
- Evaluar e identificar los factores positivos y negativos de la gestión administrativa y presupuestal de La Dirección Regional de Agricultura para la obra de mejoramiento del canal La Esperanza y reservorio Cabuyal en la provincia de Huaral - Lima

## **IV. CUERPO DEL TRABAJO**

### **4.1. Revisión Bibliográfica**

#### **4.1.1. Los Proyectos de Inversión Pública (PIP)**

Guerrero (2016) menciona que, a lo largo de nuestra historia, el Estado peruano se ha preocupado en brindar infraestructura al país utilizando recursos propios o a través de la ayuda del sector privado. En esto ayudó la creación de nuevos ministerios con funciones más específicas, así como los modelos económicos de desarrollo y de gestión que permitieron promover el progreso de nuestro país. En la década del noventa el Perú pasaba por una crisis de infraestructura pública como consecuencia de políticas deficientes y la mala gestión de las empresas públicas; además, los diversos órganos del gobierno no contaban con regulaciones sistemáticas ni reglamentos específicos que les permitiesen gestionar adecuadamente los proyectos que se ejecutaban. Esto movió al gobierno a iniciar una reforma estructural que permitiera la participación del sector privado en áreas de desarrollo público como es el caso de las obras de infraestructura.

Es así que el año 1998 se aprobó Ley N° 26850 “Ley de Contrataciones y Adquisidores del Estado”, con la cual se llegó a establecer las normativas para los procesos de contrataciones y adquisiciones de bienes, servicios u obras, así como sus correspondientes procedimientos administrativos, teniendo de esta manera un nuevo sistema de gestión pública. A lo largo de los años, dicha normativa se fue modificando mediante la introducción de nuevos criterios en cuanto a temas como contratación, medio ambiente, desarrollo humano y la exigencia de un trabajo en conjunto de todas las partes involucradas como los proveedores, la entidad, el Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE), entre otros, para poder lograr una gestión eficiente.

En la actualidad, rige la Ley N° 30225 Ley de Contrataciones del Estado, la cual tiene como finalidad establecer normas que permitan gestionar eficientemente los recursos del Estado en las contrataciones de bienes, servicios y obras (MEF, 2019). Por ello se establece una serie de principios que dirijan las contrataciones, así como requerimientos y procesos formales que deben cumplir las partes interesadas para llevar a cabo el contrato y la posterior ejecución de una obra pública por parte de la entidad. Cabe mencionar que, dentro del ámbito de aplicación de la presente ley, se encuentran comprendidos como entidades los gobiernos regionales y los gobiernos locales, ambos con sus programas y proyectos adscritos. De acuerdo a la citada ley, la entidad es la encargada de los procesos y de la elección del método de contratación de acuerdo con las disposiciones de selección previstas en el reglamento. Dichas entidades deben programar en el Cuadro de Necesidades sus requerimientos de bienes, servicios en general, consultorías y obras, cuya contratación se convocará en el año fiscal siguiente, a fin de cumplir los objetivos y resultados que buscan alcanzar, adjuntando para ello las especificaciones técnicas de bienes y los términos de referencia de servicios en general y consultoría. En el caso de obras, las áreas usuarias remiten la descripción general de los proyectos a ejecutarse. Todo esto se realiza dentro de la ley de presupuesto del sector público para el año fiscal correspondiente. Para justificar la contratación de cualquier obra pública, es necesario su expediente técnico, ya sea por parte de la propia entidad o por el ejecutor de la obra designado por la entidad. El cumplimiento de la normatividad está regulado por diversos controles del Estado, a través de los cuales este tiene la potestad de arbitrar o sancionar cuando no se cumplan los acuerdos contractuales.

De acuerdo al Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) las obras de infraestructura y su respectiva operatividad son denominados Proyectos de Inversión Pública (PIP), los cuales son definidos por este organismo como: “toda intervención limitada en el tiempo que utiliza total o parcialmente recursos públicos, con el fin de crear, ampliar, mejorar, modernizar o recuperar la capacidad productora de bienes o servicios; cuyos beneficios se generen durante la vida útil del proyecto y éstos sean independientes de los de otros proyectos”. Por mucho tiempo estos PIP se ejecutaban de una manera muy incipiente: se partía de una idea ingenieril del proyecto, luego se realizaba el expediente técnico y por último se procedía a ejecutar la obra, obteniendo como resultados proyectos con muchos problemas y no rentables. Ante esto, se promulgó la Ley N° 27293 que establecía la creación de un Sistema Administrativo del Estado encargado de regular todos los procedimientos involucrados en las distintas fases

de un proyecto público, siguiendo un conjunto de normativas que le permitan lograr cierta calidad y sostenibilidad de los PIP, buscando la optimización de los recursos del Estado (Guerrero, 2016), lo cual significó un paso importante para gestionar de una mejor manera las obras públicas. En este contexto, podemos apreciar que, en general, la actuación del Estado como un administrador que establece regulaciones, procesos, obligaciones y limitaciones en cuanto al desarrollo de proyectos de infraestructura y la participación del sector privado en la ejecución los mismos.

#### **a. Marco legal**

El sistema de obras públicas en nuestro país se funda principalmente en las siguientes normas:

- Constitución Política del Perú, 1993
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades del Perú, 2003
- Ley N°27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales, 2002
- Ley N°27293, Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública, 2000
- DS N° 102-2007-EF, Reglamento del Sistema Nacional de Inversión Pública
- RD N° 003-2011-EF/68.01 Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública
- Directiva N° 001-2011-EF/68.01 Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública
- DS 082-2019-EF: Texto Único Ordenado de la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado.
- DS 344-2018-EF: Reglamento de la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado

#### **b. Los PIP en el marco de la ley orgánica de gobiernos regionales y locales**

La Ley N°27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales, establece que estos gobiernos deben fomentar el desarrollo integral sostenible de su región, siendo una de sus competencias promover y ejecutar las inversiones públicas y privadas en proyectos de infraestructura. Por otro lado, la ley N°27972, Ley Orgánica de Municipalidades, establece que todo gobierno local debe contar con una organización básica, con funciones designadas por dicha ley, entre las que se encuentran las competencias relacionadas a los PIP.

Ambos gobiernos son instancias descentralizadas que gozan de autonomía y por consiguiente, tienen una gestión independiente dentro de su ámbito local o regional. Estos pueden emitir normativas que le permitan lograr su desarrollo a través de proyectos que abarquen distintos sectores en los que la entidad tenga competencia como salud, educación, transporte, entre otros. Por tanto, la forma de contratar y llevar a cabo la ejecución de una obra pública dependerá de las decisiones que tomen dichos gobiernos, aunque siempre dentro del marco legal que establece el Estado (Guerrero, 2016).

**c. Clasificación de los PIP**

Cañedo (2008), cataloga a las obras que pueden ejecutar los gobiernos locales o regionales de la siguiente manera:

- **Proyectos de infraestructura**

Aquellos PIP que permiten generar activos fijos mediante obras de infraestructura económica, social, de transportes, comunicaciones, etc.

- **Proyectos de equipamiento**

Aquellos PIP que permiten la generación de bienes de capital (maquinarias, equipos, vehículos y/o mobiliario).

- **Proyectos de asistencia social**

Aquellos PIP que permiten mejorar las condiciones de vida de una población determinada mediante la asistencia directa en educación, alimentación, salud, etc., sin generar activos fijos o bienes de capital.

- **Proyectos económicos**

Aquellos PIP cuyo propósito se centra en generar una rentabilidad económica.

- **Proyectos de desarrollo institucional**

Aquellos PIP cuyo propósito central es mejorar la capacidad institucional para la prestación de servicios públicos o para mejorar la gestión como organización social

de base.

- **Proyectos de desarrollo científico y/o tecnológico**

Aquellos PIP que permiten el desarrollo del conocimiento aplicado a la ciencia y/o tecnología. Proyectos de desarrollo ambiental Aquellos PIP que tienen como propósito el mejoramiento de las condiciones ambientales.

- **Proyectos mixtos**

Aquellos que incluyen componentes de diversos tipos de proyectos (ejemplo: aquellos proyectos que tienen componentes de infraestructura y equipamiento).

- **Otros proyectos**

Se incluyen aquí todos los proyectos no tipificados anteriormente

**d. Ciclo de los PIP**

Según al MEF, este ciclo comprende a las fases de pre inversión, inversión y post inversión. La fase de pre inversión contempla los estudios de perfil, pre factibilidad y factibilidad. La fase de inversión contempla el expediente técnico detallado, así como la ejecución del proyecto. La fase de post inversión comprende las evaluaciones de término del PIP y la evaluación ex post.

• **Etapas de pre inversión**

Durante esta etapa la Unidad Formuladora (UF) de la entidad evalúa y diagnostica, a través de estudios preliminares, cuál sería el beneficio que se tendría con el desarrollo del proyecto. Este análisis servirá para estimar costos y recursos a utilizarse, asimismo permitirá reducir las incertidumbres respecto a los riesgos en los que se podría incurrir al ejecutar dicho proyecto. En esta primera etapa se realizan los siguientes estudios:

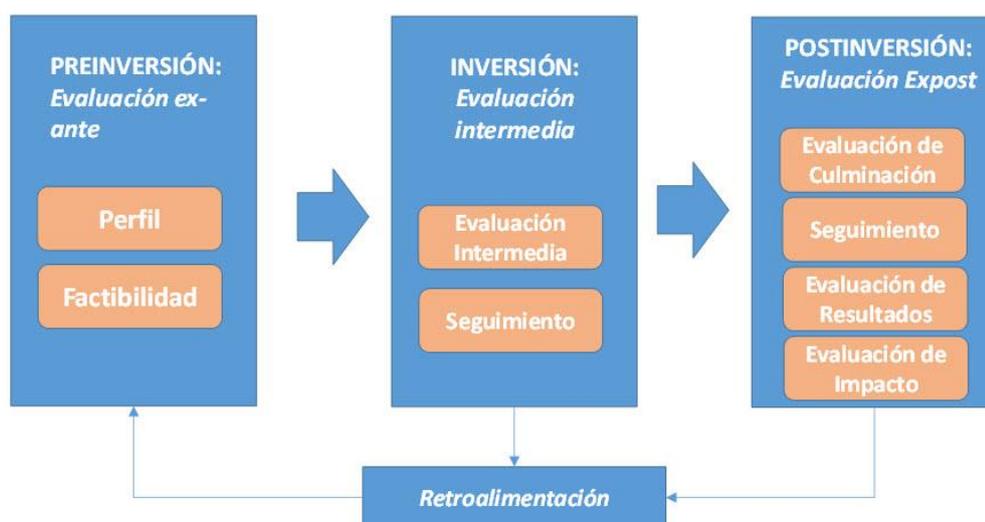
*Estudio de pre inversión a nivel perfil:* Aquí se identifica el problema a solucionar y las alternativas con las que se cuenta para hacerlo; asimismo, se realiza una evaluación y estudio preliminar de las alternativas seleccionadas. El monto para la

elaboración de estudios a nivel de perfil es de hasta S/ 20'000, 000.00

*Estudio de pre inversión a nivel de factibilidad:* Este estudio profundiza y optimiza el anterior, respecto a la alternativa seleccionada. El monto para la elaboración de estudios a nivel de factibilidad se da a partir de S/ 20'000, 000.00.

De disponer con las capacidades suficientes, la UF elaborará dichos estudios con su equipo técnico, de lo contrario contratará a personas naturales o jurídicas para ello. Para la elaboración de estos estudios, la entidad elabora unos términos de referencia (TdR) o plan de trabajo para la contratación o elaboración de estudios de preinversión.

### Metodologías de evaluación de proyectos y su relación con el Ciclo del Proyecto



**Figura 1:**

### Ciclo del proyecto.

FUENTE: MEF, 2019.

Luego de realizados los estudios respectivos, ya sea directamente o por contrata, la UF revisará la calidad de los mismos antes de registrarlos en el Banco de Proyectos para poder ser evaluados y ser declarados viables por la Oficina de Programación e Inversiones (OPI) o por la Dirección General de Programación Multianual (DGPM), órganos técnicos del SNIP dentro de la estructura del gobierno regional o local. Un PIP puede ser declarado viable por la OPI cuando su financiamiento sea

distinto a operaciones de endeudamiento u otra que conlleve el aval o garantía del Estado. Según el artículo 40 de la ley del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), los estudios de pre inversión aprobados tendrán una vigencia máxima de tres años, contados a partir de su aprobación o de su declaratoria de viabilidad.

- **Etapas de inversión**

Luego de que el PIP sea declarado viable ingresará a la etapa de inversión. Es esta etapa, a cargo de la Unidad Ejecutora (UE) del gobierno regional o local, en la que se elaborará un expediente técnico definitivo y detallado. Como en la etapa anterior, los expedientes técnicos podrán ser realizados por terceros en base a unos términos de referencia (TdR), tomando en cuenta lo definido durante los estudios de pre inversión del proyecto. Finalmente, será la máxima autoridad ejecutiva en el gobierno regional o local, es decir el Órgano Resolutivo, presidente regional o alcalde, quién autorizará el Expediente Técnico y la ejecución de los PIP viables mediante una resolución.

- **Etapas de post inversión**

Esta fase inicia con la culminación de la ejecución del proyecto y comprende dos etapas: la operación y el mantenimiento. Aquí se asegura que el proyecto cumpla su finalidad, mientras que en la evaluación de ex post se investiga la eficiencia y el impacto de lo ejecutado. Dicha evaluación puede ser realizada por la Unidad Ejecutora a través de una consultoría externa o por un órgano distinto que pertenezca al propio sector, gobierno local o gobierno regional. La DGPM será la responsable de dar la conformidad de los estudios de esta evaluación.

**e. Modalidades de ejecución**

Las modalidades del desarrollo son dos y se establecen en la ley N° 28411, Ley General del Sistema Nacional de Presupuestos. Dichas modalidades se explican a continuación:

- **Ejecución Presupuestaria Directa o Administración Directa**

También denominada Administración Directa, se realiza cuando la entidad se

encarga de ejecutar el proyecto de infraestructura con sus aspectos técnicos y financieros, utilizando sus propios recursos, personal y equipos.

La ley de Contrataciones del Estado no muestra una forma de regulación integral para esta modalidad ni expresa impedimentos para que sea ejecutada. Ello podría desembocar, desafortunadamente, en una gestión ineficiente de parte de la entidad pública, ya que serían ellas quienes decidan acerca de los procedimientos a emplear. No obstante, existen disposiciones generales dictadas por la Contraloría General en su resolución N 195- 88-CG del año 1998, en las que se declaran ciertos parámetros para regular este tipo de ejecución presupuestal. Asimismo, los gobiernos regionales y locales, han establecido disposiciones más detalladas que les permitan dirigir sus procedimientos de ejecución de obras bajo esta modalidad.

- **Ejecución Presupuestaria Indirecta**

Esta modalidad se lleva a cabo cuando la obra, en sus aspectos técnicos, físicos o económicos, es ejecutada por un ente distinto al gobierno regional o local, pudiendo ser este público o privado. El reglamento de la ley de Contrataciones del Estado, aprobado por Decreto Supremo establece los siguientes sistemas de contratación:

- *A suma alzada:* Aplicable cuando las cantidades, magnitudes y calidades de la prestación están definidas y documentadas. El postor formula su oferta por un monto fijo integral y por un determinado plazo de ejecución.
- *A precios unitarios:* Aplicable cuando no puede conocerse con exactitud o precisión las cantidades o magnitudes requeridas. El postor formula su oferta proponiendo precios unitarios considerando las partidas contenidas en los documentos del procedimiento, especificaciones técnicas, entre otros.
- Esquema mixto de suma alzada y precios unitarios: Aplicable para la contratación de servicios en general y obras.
- Tarifas: Aplicable para las contrataciones de consultoría en general y de supervisión de obra, cuando no puede conocerse con precisión el tiempo de

prestación de servicio.

- En base a porcentajes: Aplicable en la contratación de servicios de cobranzas, recuperaciones o prestaciones de naturaleza similar.
- En base a un honorario fijo y una comisión de éxito: Aplicable en las contrataciones de servicios. El postor formula su oferta contemplando un monto fijo y un monto adicional como incentivo.

**f. Procesos de selección**

De igual manera, este reglamento regula los procedimientos de selección para la contratación de bienes, servicios en general y consultorías u obras mediante los siguientes mecanismos:

– **Licitación Pública**

La entidad utiliza este procedimiento para contratar bienes y obras mayores a S/ 400,000.00 y S/ 1'800,000.00 respectivamente. Sus etapas son las siguientes: la convocatoria, registro de participantes, la formulación de consultas y observaciones, absolución de consultas y observaciones, integración de las bases, la presentación de ofertas, evaluación de ofertas, verificación del cumplimiento de los requisitos de calificación y el otorgamiento de la buena pro.

– **Concurso Público**

La entidad utiliza este procedimiento para la contratación de servicios en general, consultorías en general y consultoría de obras mayores a s/ 400,000.00. Presenta las mismas etapas que la Licitación Pública.

– **Adjudicación Simplificada**

Se utiliza para la contratación de bienes, servicios o consultorías, y para la ejecución de obras con un límite de costo de las mismas. La adjudicación simplificada tiene las mismas etapas que la Licitación Pública y el Concurso Público, pero con plazos más reducidos.

– **Subasta Inversa Electrónica**

Es un método de contratación virtual que permite realizar compras estatales, contratar bienes y servicios, a través del internet. Esta contratación se hace a través de la página web del SEACE, asimismo los bienes y servicios a contratar deben estar en el Listado de Bienes y Servicios Comunes (LBSC).

– **Selección de Consultores Individuales**

Se utiliza para contratar el servicio especializado de una persona natural que no necesitará equipo técnico ni personal adicional. Se utiliza para contratar consultorías en general excepto para consultorías de obras, por ejemplo, se utiliza para la elaboración de estudios y proyectos, peritajes, asesorías, estudios de impacto ambiental, etc.

– **Comparación de Precios**

Se utiliza para contratar bienes y servicios mayores a s/ 31,000.00 o menores a s/ 40,000.00. Su único criterio es la evaluación de los precios presentados por los proveedores en las cotizaciones. Se pueden contratar con esta modalidad: equipos tecnológicos, libros, productos de alimentación, salones para eventos y recepción, alquiler de vehículos, etc.

– **Adjudicación Directa**

Se aplica para adquisición de bienes, contratación de servicios y de obras que realice la institución, dentro de los márgenes que establece la Ley Anual de Presupuesto. En este caso el proceso exige la convocatoria a por lo menos tres proveedores. La adjudicación directa puede ser pública o selectiva. En el caso de una adjudicación directa pública el monto a contratar corresponde a más del 50% del límite máximo establecido para este proceso. En el caso de la adjudicación directa selectiva, el monto a contratar corresponde al 50% o menos del límite máximo establecido para este proceso.

**Tabla 1:**

**Topes de proceso de selección para la contratación de bienes, servicios y obras**

Proceso de selección		Bienes	Servicios	Obras
Licitación pública		≥ 400 000		≥ 1 800 000
Concurso público			≥ 400 000	
Adjudicación directa	Pública	< 400 000	< 400 000	< 1 800 000
		> 200 000	> 200 000	> 900 000
	Selectiva	≤ 200 000	≤ 200 000	≤ 900 000
		≥ 40 000	≥ 40 000	≥ 1 800 000
Menor cuantía		< 40 000	< 40 000	< 180 000
		> 10 950	> 10 950	> 10 950

FUENTE: OSCE, tomado de Dilas, 2017.

#### **4.1.2. La Dirección Regional de Agricultura de Lima**

La Dirección Regional de Agricultura (DRAL) es un órgano desconcentrado del Gobierno Regional de Lima, el cual promueve las actividades productivas agrarias en el ámbito regional y depende técnica y funcionalmente de Ministerio de Agricultura. Según se señala en su portal web, su visión institucional es la de “ser una Institución Pública eficiente y moderna, trabajando con productores agrarios organizados, en el marco de una agricultura competitiva, rentable y sostenible, que contribuya a generar desarrollo para la región, aumentar el empleo y elevar la calidad de vida de la población, en especial de la familia campesina y rural”.

##### **a. Funciones**

- Formular, aprobar, ejecutar, evaluar, dirigir, controlar y administrar los planes y políticas de la región en materia agraria, en concordancia con las políticas nacionales y los planes sectoriales, y las propuestas promocionales de desarrollo rural de parte de las municipalidades rurales.
  - Promover la transformación, comercialización, exportación y consumo de productos naturales y agroindustriales de la Región.
  - Promover la provisión de recursos financieros privados a las empresas y organizaciones de la Región, con énfasis en las micro, pequeñas y medianas empresas y las unidades productivas orientadas a la exportación.
  - Planificar, promover y concertar con el sector privado, la elaboración de planes y

proyectos de desarrollo agrario y agroindustrial.

- Cumplir y hacer cumplir las normas sobre los recursos naturales y de la actividad agraria, en coordinación con los Proyectos y Organismos Públicos Descentralizados.
- Promover las actividades que faciliten la organización de los productores agrarios para el desarrollo de la cadena productiva de los productos más significativos.
- Promover la creación de organizaciones agrarias privadas de tipo empresarial regional y local vinculadas a las cadenas productivas de los productos más significativos.
- Velar por el cumplimiento de la normatividad concerniente al sector agrario en el ámbito regional.
- Canalizar los flujos de información de interés sectorial regional desde y hacia los agentes económicos regionales.
- Resolver en segunda instancia administrativa las impugnaciones que se interpongan contra resoluciones de primera instancia que versen en materia de aguas, únicamente en los ámbitos jurisdiccionales donde no se hayan conformado las Autoridades Autónomas de la Cuenca Hidrográfica.
- Promover la formulación de propuestas de mecanismos de integración de la actividad agraria a nivel de cuenca con los gobiernos locales y entre el área rural y la urbana, a partir del conocimiento especializado de las cuencas productivas más importantes.
- Participar en el seguimiento y evaluación del desempeño institucional del sector.
- Proponer al Gobierno Regional de Lima los programas y proyectos agrarios para el desarrollo de la región.
- Cumplir otras funciones asignadas por el Gobierno Regional de Lima.

#### **4.1.3. Canales**

##### **a. Flujo en Canales Abiertos**

Chow (1959) señala que el flujo de agua en un conducto puede darse a través de un canal abierto o de una tubería. Ambos son similares en muchas formas, pero difieren en un aspecto importante. El flujo en un canal abierto debe tener una superficie libre,

mientras que el flujo a través de la tubería no tiene ninguna, dado que el agua debe rellenar todo el conducto. Una superficie libre está sujeta a la presión atmosférica. El flujo en una tubería, al no estar confinada en un conducto cerrado no sufre el efecto de la presión atmosférica, solamente de la presión hidráulica.

## **b. Clasificación**

El flujo de canales abiertos puede ser clasificado en muchos tipos y descrito de varias formas. La siguiente clasificación es hecha de acuerdo al cambio en la profundidad del flujo, respecto al tiempo y el espacio.

### **– Flujo estacionario y no estacionario: el tiempo como criterio**

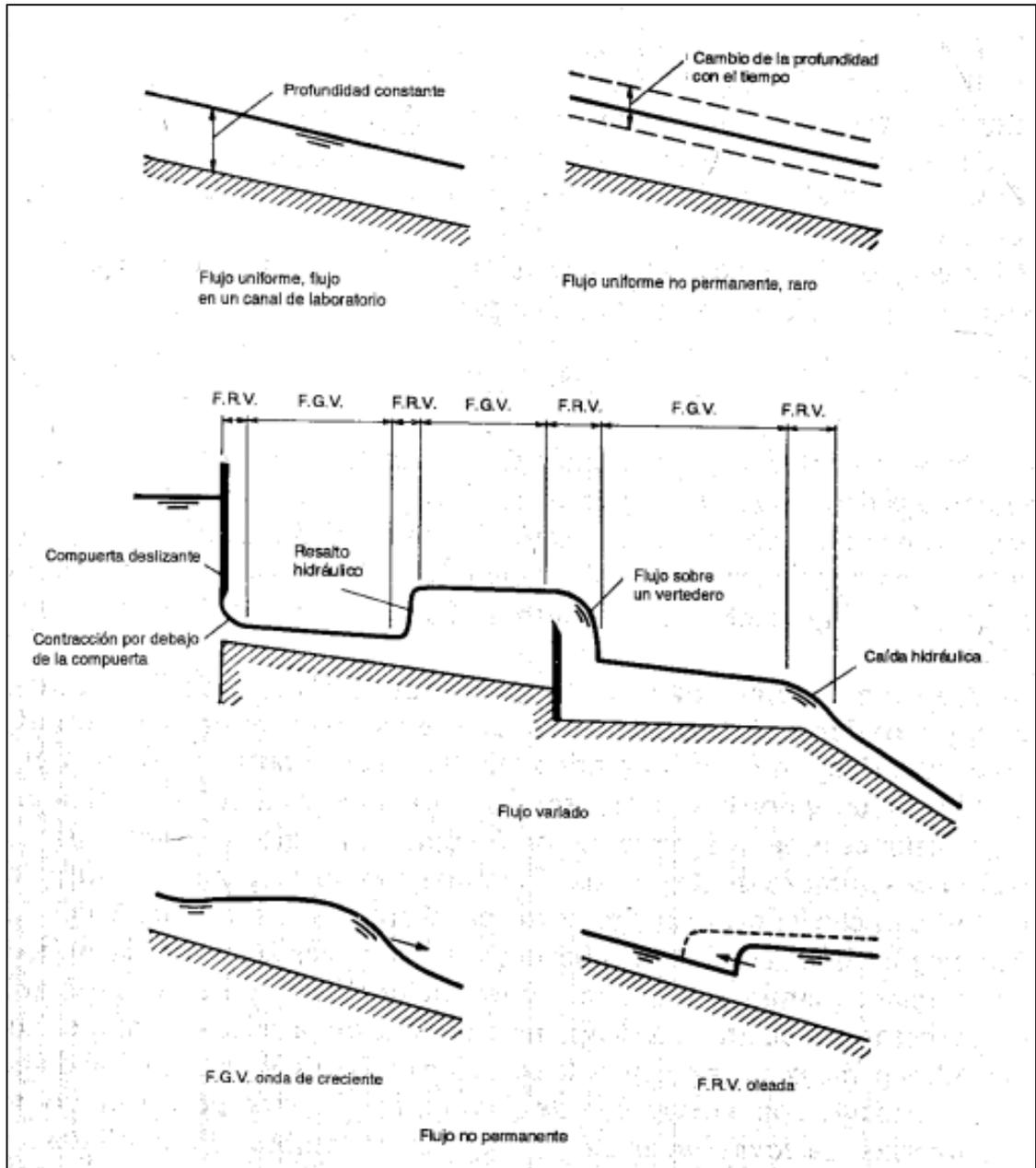
El flujo en un canal es estacionario si la profundidad de flujo no cambia o puede ser asumida constante respecto al tiempo en consideración; caso contrario, el flujo es considerado no estacionario. En este caso, es posible establecer que la descarga es constante a lo largo de todo el canal, pudiendo aplicarse la ecuación de continuidad en cualquier sección del mismo.

### **– Flujo uniforme y variado: el espacio como criterio**

El flujo en un canal es uniforme si la profundidad del flujo es la misma en cualquier sección del canal. Un flujo uniforme puede ser estacionario o no estacionario, dependiendo si la profundidad cambia con el tiempo. El flujo estacionario uniforme es el principal flujo tratado en la hidráulica de canales abiertos, en el cual la profundidad del flujo no cambia durante el intervalo de tiempo en consideración; por otro lado, para el establecimiento de flujo no estacionario uniforme se requiere que la superficie de agua fluctúe de tiempo en tiempo mientras esta permanece paralela al fondo del canal, lo cual es una condición prácticamente imposible.

Asimismo, se considera al flujo como variado si la profundidad del flujo cambia a lo largo de la longitud del canal. Este flujo puede ser estacionario o no estacionario. El flujo variado puede ser clasificado como rápida o gradualmente variado, lo primero si es que la profundidad cambia abruptamente en una distancia corta, caso contrario, se da lo segundo. Un flujo rápidamente variado es conocido como un fenómeno local,

lo cual se da, por ejemplo, en los saltos y caídas hidráulicas.



**Figura 2:**

**Diferentes tipos de flujo en canales abiertos. F.G.V.: flujo gradualmente variado, F.R.V.: flujo rápidamente variado.**

FUENTE: Chow, 1959.

En resumen, la clasificación del flujo en canales abiertos puede resumirse de la siguiente forma:

- **Flujo estacionario**
  1. Flujo Uniforme
  2. Flujo Variado
    - a. Flujo gradualmente variado
    - b. Flujo rápidamente variado
  
- **Flujo no estacionario**
  3. Flujo Uniforme no estacionario
  4. Flujo no estacionario
    - a. Flujo gradualmente variado no estacionario
    - b. Flujo rápidamente variado no estacionario

**c. Consideraciones para el diseño de canales**

El diseño de un canal involucra la selección de su alineamiento, forma, tamaño y pendiente de fondo, así como definir si este debe ser revestido para reducir la infiltración y prevenir la erosión de los lados y el fondo del mismo. Dado que un canal revestido ofrece menor resistencia al flujo que uno no revestido, el tamaño necesario de este, para transportar determinado caudal con determinada pendiente, es menor.

De esta manera, es conveniente dividir el diseño de canales en dos categorías, dependiendo si los límites del canal son erosionables o no lo son; para los primeros, las velocidades de flujo se mantienen bajas, de forma que los bordes del canal no sean erosionados (Chaundhry, 2008). Para fines de este trabajo, se considerará solo el diseño de canales con bordes rígidos.

– **Canales de borde rígido**

Para este tipo de canales la sección del canal y su tamaño son seleccionados de manera que la descarga es transportada a través del canal con la carga disponible y con una cantidad deseable de borde libre. El borde libre es definido como la distancia vertical entre la superficie de agua de diseño y el tope del canal; dicho borde permite cierta holgura en el diseño, en cuanto a la selección de diferentes parámetros o

perturbaciones en la superficie del agua, etc.

El alineamiento del canal es seleccionado de forma que su longitud sea la menor posible y que al mismo tiempo cumpla con otras restricciones y requerimientos del sitio, tales como accesibilidad, derecho de vía, y balance de cortes y rellenos. La pendiente de fondo es usualmente dictada por la topografía del lugar, mientras que la selección de la forma del canal y sus dimensiones toman en consideración la cantidad de flujo a ser transportado, la facilidad y economía de construcción, así como la eficiencia hidráulica de la sección transversal. Un canal triangular es empleado para pequeñas descargas, mientras que uno trapezoidal es usado para transportar flujos más grandes. Por razones estructurales, los canales excavados a través de montañas o construidos bajo tierra tienen forma circular. Normalmente, el número de Froude se mantiene bajo y la velocidad de flujo es seleccionada para evitar la erosión y la deposición de sedimentos.

Normalmente, los canales son diseñados bajo la asunción de flujo uniforme, aunque en algunas situaciones algunos cálculos de flujo gradualmente variado pueden ser necesarios para evaluar la idoneidad del canal para eventos extremos.

La velocidad máxima permisible usualmente no es una consideración si el flujo no arrastra una cantidad considerable de sedimentos. Sin embargo, si la carga de sedimento es grande, entonces las velocidades de flujo no deberían ser muy altas para evitar la erosión del canal. La mínima velocidad del canal debería ser tal que este no sea depositado, que el crecimiento acuático sea inhibido y que la formación de sulfuro no ocurra. El límite inferior de la mínima velocidad depende del tamaño de partícula y la gravedad específica de los sedimentos arrastrados. Generalmente, la velocidad mínima en el canal es de entre 0.6 y 0.9 m/s. Velocidades de 12 m/s son aceptables en canales de concreto si el agua no transporta grandes concentraciones de sedimentos.

Las pendientes de las paredes laterales del canal dependen del tipo de suelo en el cual el canal es construido. Lados casi verticales pueden ser usados en rocas y arcillas

duras, mientras que pendientes de 1:3 pueden ser necesarios en suelos arenosos. Para canales revestidos el U.S. Bureau of Reclamation recomienda un valor de 1:1.5.

Para permitir ondas y perturbaciones en la superficie de agua, debe proveerse una cantidad de borde libre, la cual puede ser calculada en función del tirante y un coeficiente que varía en función de la caudal a transportarse.

En general, de acuerdo a Chaundhry (2008) los pasos para el diseño de un canal de borde rígido son los siguientes:

- Seleccionar un valor de coeficiente de rugosidad  $n$  para el flujo superficial y seleccionar una pendiente  $S_o$  basada en la topografía y otras consideraciones mencionadas en los párrafos anteriores.
- Calcular los factores de sección de  $AR^{2/3} = nQ/(C_o S_o)$ , donde A es el área de flujo, R es el radio hidráulico, n el número de Manning, Q es el caudal de diseño y  $C_o$  es 1 para el SI de unidades y 1.49 en el sistema americano.
- Determinar las dimensiones del canal y del tirante para la que  $AR^{2/3}$  es igual al valor determinado en el paso anterior.
- Revisar que el valor mínimo valor de la velocidad no sea menor a lo requerido para transportar el sedimento.
- Considerar un adecuado nivel de borde libre

#### **d. Diseño hidráulico de canales**

Sánchez (2017) lista en su trabajo los diferentes elementos a tener en cuenta para el diseño de canales:

##### **– Radios mínimos en canales**

En el diseño de canales se debe tener en cuenta el cambio brusco de la dirección del canal ya que es necesario que éste se sustituya por una curva, cuyo radio no debe ser muy grande y se debe escoger un radio mínimo. Una de las desventajas de tener radios muy grandes es la elevación de costo del proyecto al darle mayor longitud o mayor desarrollo. Las siguientes tablas permiten determinar los radios mínimos

según la capacidad del canal y espejo de agua, de las cuales se puede seleccionar el más adecuado de acuerdo al criterio del diseñador.

**Tabla 2:**

***Radio mínimo en canales abiertos con Q menor a 20 m<sup>3</sup>/s***

Capacidad del canal (m <sup>3</sup> /s)	Radio mínimo (m)
20	100
15	80
10	60
5	20
1	10
0.5	5

FUENTE: Sánchez, 2017.

**Tabla 3:**

***Radio mínimo en canales abiertos en función del espejo de agua***

Canal de riego		Canal de drenaje	
Tipo	Radio	Tipo	Radio
Subcanal	4T	Colector principal	5F
Lateral	3T	Colector	5F
Sublateral	3T	Subcolector	5F

Siendo T el ancho superior del espejo de agua en metros

FUENTE: Sánchez, 2017.

– **Velocidad Permisible**

Existen dos factores que limitan la velocidad del flujo en el trayecto por el canal, la erosión del lecho del canal y la sedimentación de partículas que transporta el agua. A la velocidad que no llega a erosionar las paredes ni el fondo del canal, se le denomina velocidad máxima permisible y aquella que no permite la sedimentación de los materiales que transporta el agua se le denomina velocidad mínima permisible. La velocidad mínima permisible es la menor velocidad que impide que se inicie la sedimentación en el canal y a la vez no permite el crecimiento de plantas acuáticas o musgo. Cuando el porcentaje de limos presente en el canal es pequeño se puede adoptar una velocidad de 0.61 a 0.91 m/s. Una velocidad mayor a 0.76 m/s prevendrá el crecimiento de vegetación en el canal y no permitiría la sedimentación en este

(Chow, 1959). A continuación, se presenta las velocidades máximas admisibles en un canal según el tipo de revestimiento del canal para evitar la erosión.

**Tabla 4:**

***Velocidades máximas admisibles según tipo de revestimiento***

<b>Tipo de suelo o revestimiento</b>	<b>Velocidad media máxima admisible (m/s)</b>
<b>Canales sin revestir</b>	
Arcilla blanda o muy menuda	0.2
Arena pura muy fina o muy ligera	0.3
Arena suelta muy ligera o fango	0.4
Arena gruesa o suelo arenoso ligero	0.5
Suelo arenoso medio y légamo de buena calidad	0.7
Légamo arenoso, grava pequeña	0.8
Légamo medio o suelo aluvial	0.9
Légamo firme, légamo arcilloso	1
Grava firme o arcilla	1.1
Suelo arcilloso duro, suelo de grava común, o ardila y grava	1.4
Piedra machacada y ardila	1.5
Grava gruesa, guijarros, esquisto	1.8
Conglomerados, grava cementada, pizarra blanda	2
Roca blanda, capas de piedras, capa dura	2.4
Roca dura	4
<b>Canales revestidos</b>	
Hormigón de cemento moldeado a pie de obra	2.5
Hormigón de cemento prefabricado	2
Piedras	1.6-1.8
Bloques de cemento	1.6
Ladrillos	1.4-1.6
Membrana de plástico sumergida	0.6-0.9
<b>Conducciones elevadas</b>	
Hormigón o metal liso	1.5-2.0
Metal ondulado	1.2-1.8
Madera	0.9-1.5

FUENTE: Sánchez, 2017.

Asimismo, es necesario mencionar que la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2010) recomienda que la velocidad permisible del flujo en un canal de concreto revestido simple no debe exceder los 3 m/s.

– **Taludes**

De las tablas presentadas a continuación, en la primera encontramos al talud está en función del tipo de material y, en la segunda, en función del tipo de material y profundidad de canal.

**Tabla 5:**

*Taludes apropiados para distintos tipos de material*

<b>Material</b>	<b>Talud (Horizontal: Vertical)</b>
Roca	Prácticamente vertical
Suelo de turba y detritos	0.25:1
Arcilla compacta o tierra	
Con recubrimiento de concreto	0.5: hasta 1:1
Tierra con recubrimiento de piedra o tierra en grandes canales	1:1
Arcilla firme o tierra en canales pequeños	1.5:1
Tierra arenosa suelta	2:1
Greda arenosa o arcilla porosa	3:1

FUENTE: García, 1987.

**Tabla 6:**

*Taludes según tipo de material*

<b>Material</b>	<b>Canales</b>	<b>Canales</b>
	<b>poco profundos</b>	<b>profundos</b>
Roca en buenas condiciones	Vertical	1/4:1
Arcillas compactas o conglomeradas	0.5:1	1:1
Limos arcillosos	1:1	1.5:1
Limos arenosos	1.5:1	2:1
Arenas sueltas	2:1	3:1

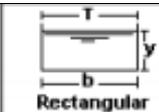
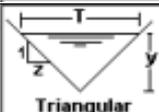
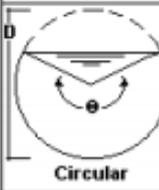
FUENTE: García, 1987.

– **Secciones**

Las secciones geométricas más usadas se presentan a continuación:

**Tabla 7:**

**Secciones de canales y sus características**

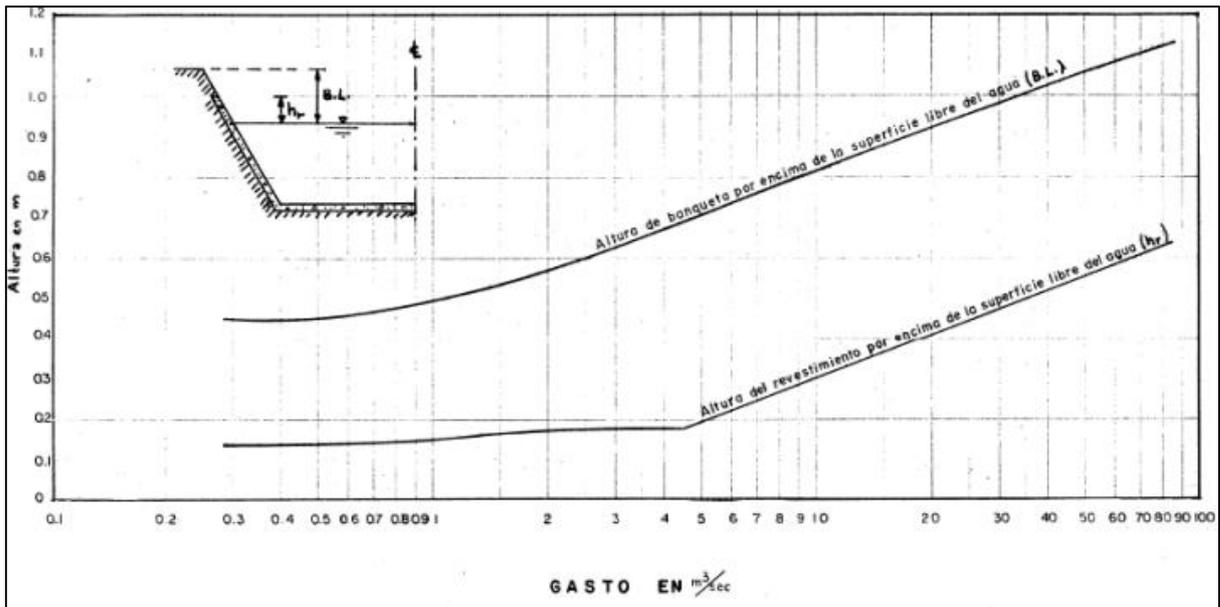
Sección	Área hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 <p>Rectangular</p>	$by$	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	$b$
 <p>Trapezoidal</p>	$(b+2y)y$	$b+2y\sqrt{(1+z^2)}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{(1+z^2)}}$	$b+2zy$
 <p>Triangular</p>	$zy^2$	$2y\sqrt{(1+z^2)}$	$\frac{zy}{2y\sqrt{(1+z^2)}}$	$2zy$
 <p>Circular</p>	$\frac{(\theta - \sin \theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$\frac{(1 - \sin \theta) D}{8 \cdot 4}$	$\frac{(\sin \theta)D}{2}$
 <p>Parabólica</p>	$2/3Ty$	$\frac{T+8y^2}{3T}$	$\frac{2YT^2}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

FUENTE: ANA, 2010.

– **Bordes Libres**

El diseño de un canal debe tomar en cuenta la posibilidad de desbordamientos debido a crecidas repentinas de agua; por lo tanto, será aumentar la altura del canal sobre el nivel de agua que lo recorre.

Chow (1959) propone curvas que sirven de guía para obtener el borde libre para canales de riego revestidos, los cuales pueden apreciarse en la figura que se muestra a continuación.



**Figura 3:**

**Borde y altura de borde recomendados para canales revestidos.**

FUENTE: Chow, 1959.

Por otro lado, ANA (2010) recomienda diversos valores de borde libre de acuerdo al caudal y tipo de revestimiento:

**Tabla 8:**

*Borde libre en función del caudal*

Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	Revestido (cm)	Sin revestir (cm)
≤ 0.05	7.5	10
0.05 – 0.25	10	20
0.25 – 0.50	20	40
0.50 – 1.00	25	50
> 1.00	30	60

FUENTE: ANA, 2010.

– **Ecuación de Manning**

Chow (1959) señala que, en 1889, Robert Manning presentó una fórmula que más tarde fue modificada en su forma hoy conocida.

$$V = \frac{1.49}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde  $V$  es representa a la velocidad media en pies/s,  $R$  es el radio hidráulico en pies,  $S$  es la pendiente de la línea de energía y  $n$  es el coeficiente de rugosidad conocido como  $n$  de Manning. Debido a su simplicidad se presta a aplicaciones prácticas, siendo la fórmula más usada para canales abiertos de flujo uniforme. Al momento de aplicar la fórmula de Manning, la gran dificultad yace en la determinación del coeficiente  $n$ , dado que no hay una manera exacta de determinarlo; sin embargo, para propósitos de diseño esto suele ser un ejercicio de juicio y experiencia.

**Tabla 9:**  
**Valores del coeficiente de Manning**

<b>Superficie</b>	<b><math>n</math></b>
Superficie metálica, lisa, sin pintar	0.012
Superficie metálica, lisa, pintada	0.013
Superficie metálica, corrugada	0.025
Cemento liso	0.011
Mortero de cemento	0.013
Madera cepillada	0.012
Madera sin cepillar	0.013
Tablones sin cepillar	0.014
Concreto liso	0.013
Concreto bien acabado, usado	0.014
Concreto frotachado	0.015
Concreto sin terminar	0.017
Gunita (sección bien terminada)	0.019
Gunita (sección ondulada)	0.022
Superficie asfáltica lisa	0.013
Superficie asfáltica rugosa	0.016
Tierra, limpia, sección nueva	0.018
Tierra, limpia, sección antigua	0.022
Tierra gravosa	0.025
Tierra, con poca vegetación	0.027
Tierra, con vegetación	0.035
Tierra, con piedras	0.035
Tierra, con pedrones	0.040
Para secciones circulares (trabajando como canal)	
Metal, liso	0.010
Acero soldado	0.012
Acero riveteado	0.016
Fierro fundido	0.013-0.014
Cemento	0.011-0.013
Vidrio	0.010

FUENTE: Chow, 1959.

#### **4.1.4. Presa de tierra**

En su trabajo, Bustamante (2013) señala que en ingeniería se denomina presa o represa a una barrera fabricada con piedra, hormigón o materiales sueltos. Esta se construye con la finalidad de embalsar el agua con el objetivo de derivarla a canalizaciones de riego o para la producción de energía mecánica y eléctrica en las centrales hidroeléctricas. Para la construcción de las presas de tierra se utilizan materiales de la zona y muchas veces se mezclan con otros materiales para mejorar sus propiedades.

Por otro lado, de acuerdo a la USDA (1985) define a una presa como una barrera artificial, junto a sus aliviaderos y elementos anexos, a lo largo de un curso de agua o una zona natural de drenaje, con el fin de almacenarla o redistribuirla; por otro lado, una presa de tierra es aquella en la que la principal barrera es un dique de tierra o relleno de roca o una combinación de ambos.

En su manual de diseño y construcción de presas de tierra, FAO (2010) indica que los beneficios financieros derivados del cultivo de la tierra en muchas partes del mundo raramente es lo suficiente para permitirse incluir presas de estructuras de concreto, costosas y tecnológicamente avanzadas, por lo que la alternativa suele ser una presa de tierra o una pequeña contención con un dique pequeño. La capacidad de almacenamiento de este reservorio debe ser mayor a la demanda neta de una estación de cultivo y debe tener en cuenta los siguientes factores:

- El requerimiento de agua para riego variará de acuerdo a la época del año, eficiencia de irrigación, tasa de evapotranspiración y otros factores climáticos.
- Las pérdidas por evapotranspiración pueden ser altas y dependerán del clima y del área superficial del agua almacenada.
- Las infiltraciones siempre estarán presentes en la presa, lo cual dependerá del tipo de suelo del lugar, de la estructura de la presa y del tirante de agua.

Estas presas tienen numerosas ventajas sobre sus equivalentes de estructuras de concreto y son lo más apropiado para la realidad rural, ya que pueden ser construidas empleando procedimientos y equipos relativamente no sofisticados; asimismo, requieren mínimo mantenimiento y pueden ser construidas con el excavado del reservorio. Por otro lado, es necesario mencionar que las cargas que transmiten a la fundación se reparten sobre un área

mayor que en cualquier otro tipo de presa, por lo que se adaptan a fundaciones con baja capacidad portante donde ningún otro tipo de presa sería técnicamente factible.

**a. Clasificación:**

Chávez y Guevara (2015) en su trabajo de investigación clasifican a las presas de tierra de la siguiente manera:

– **Presas homogéneas:**

Son presas de terraplén elaboradas con un material lo suficientemente estanco (arcilla, limo) y se trata de la técnica de construcción más antigua en este tipo de presas. Están construidas con tierras de una sola calidad, generalmente apisonadas, de impermeabilidad suficiente para limitar por sí mismas el paso del agua.

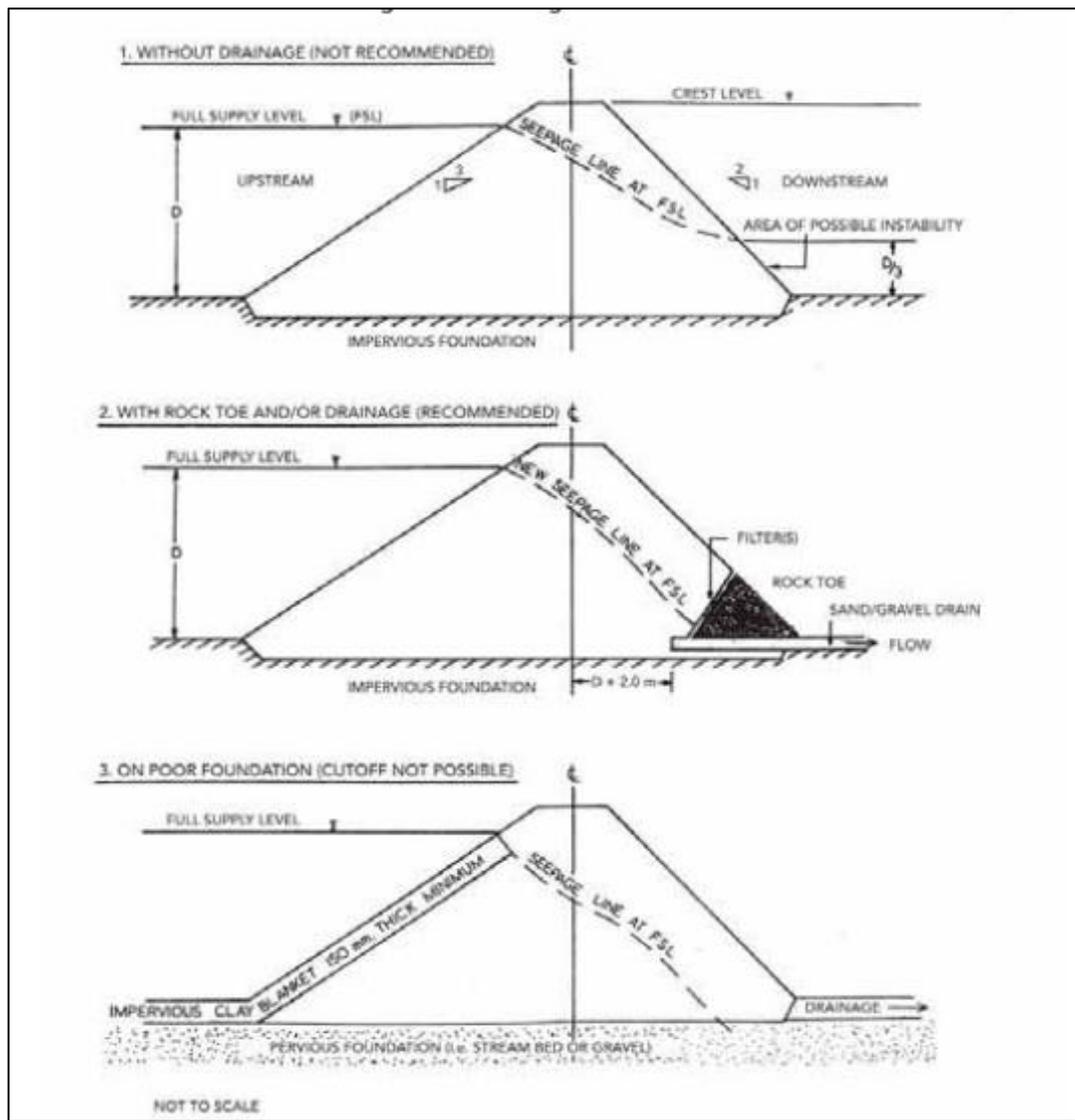
Suelen llevar mantos de otro material como protección de los paramentos, o como filtros, sin dejar de pertenecer a esta clase, siempre que estos mantos no tengan un volumen comparable al de las tierras del cuerpo de la presa.

Su material debe ser suficientemente impermeable como para proporcionar una estanqueidad adecuada y los taludes, por exigencias de estabilidad, deben ser relativamente tendidos. En cualquier caso y para evitar desprendimiento deben ser suficientemente tendidos, tanto el parámetro de agua arriba, si se supone que puede producirse un desembalse rápido, como el agua abajo, para resistir los desprendimientos cuando éste saturado hasta un nivel alto. Es inevitable que emerja la filtración del talud de agua debajo de una sección completamente homogénea a pesar de su poca pendiente y de la impermeabilidad del suelo, si se mantiene alto nivel del embalse durante un período de tiempo suficientemente largo. El paramento de agua abajo se verá afectado eventualmente por la filtración hasta una altura de aproximadamente un tercio del embalse.

En proyectos de presas pequeñas, la sección puramente homogénea, puede ser sustituida por una sección modificada, la cual es el tipo más común consta de un núcleo central impermeable confinado por zonas de materiales considerablemente

más permeables. Las zonas permeables confinan, soportan y protegen el núcleo impermeable; la zona permeable de aguas arriba proporciona estabilidad contra los rápidos desembalses, y la zona permeable aguas abajo actúa como dren para controlar el límite superior de filtración. Para controlar con mayor eficacia las filtraciones transversales y las producidas por los desembalses, la sección debe tener, en lo posible, una permeabilidad creciente del centro hacia los taludes para hacerlos más fuertes. La sección homogénea modificada con drenaje proporciona un proyecto más idóneo, no debe emplearse para presas de embalse la sección totalmente homogénea, y debe proyectarse un filtro cuando se suponga que el embalse va a permanecer lleno durante un período de tiempo apreciable.

El tipo de presa homogéneo (o bien homogéneo modificado), es aplicable en lugares donde los suelos disponibles presentan poca variación en la permeabilidad y los diferentes permeables, que se pueden emplear, se encuentran en poca cantidad o a un costo más elevado.



**Figura 4:**  
**Esquema simplificado de una presa homogénea.**

FUENTE: FAO, 2010.

– **Presas heterogéneas:**

Las presas heterogéneas son las presas de materiales sueltos formadas por materiales diferentes, agrupados adecuadamente en distintas zonas de la presa. Alguna de estas zonas deberá ser impermeable, pudiendo estar constituida por tierras o bien por una mezcla asfáltica. Los materiales son más permeables a medida que nos alejamos del núcleo de la presa.

Se asimilarán a presas heterogéneas de tierra, aquellas presas constituidas por una

sola clase de tierras, pero en las que se colocan en los espaldones alternadas capas horizontales de drenaje, que confieren a la masa de éstos características correspondientes a un material de mucha mayor permeabilidad que el núcleo.

Las presas heterogéneas pueden ser "de tierra" o "de escollera", si bien la transición es gradual de uno a otro tipo, denominaremos a los efectos de esta instrucción "presas de escollera" a aquéllas en que las zonas formadas exclusivamente de elementos gruesos de roca constituyen un conjunto de permeabilidad ilimitada y ocupen más de dos tercios de la sección del cuerpo de la presa.

Son en las que el cuerpo se compone de dos o más clases de suelos, estas son las más comunes, cuando se colocan diferentes materiales zonificados, con núcleo impermeable y materiales más permeables a medida que nos alejamos del centro de la presa.

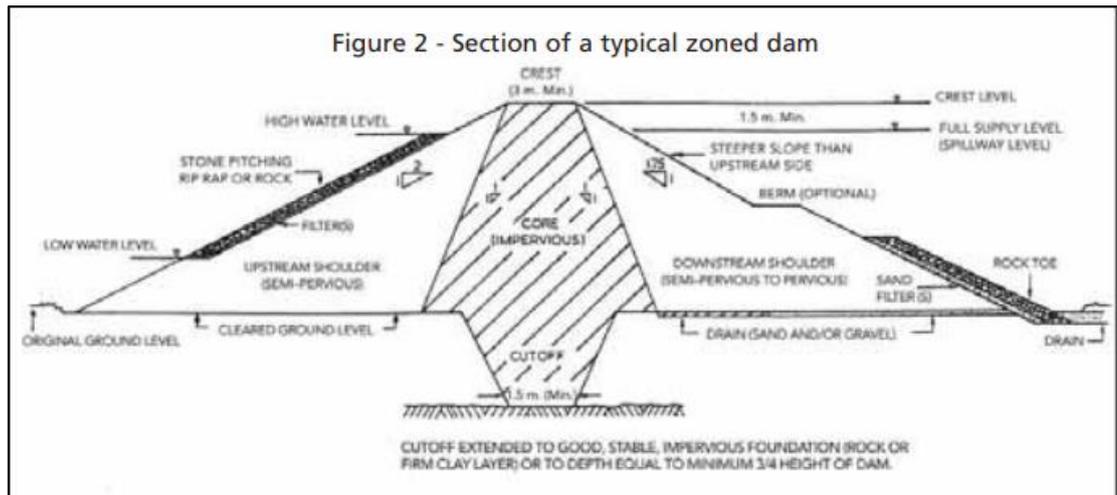
Las más utilizadas en los países subdesarrollados ya que son menos costosas y suponen el 77% de las que podemos encontrar en todo el planeta. Son aquellas que consisten en un relleno de tierras, que aportan la resistencia necesaria para contrarrestar el empuje de las aguas.

Los materiales más utilizados en su construcción son piedras, gravas, arenas, limos y arcillas, aunque dentro de todos estos los que más destacan son las piedras y las gravas.

Éste tipo de presas tienen componentes muy permeables, por lo que es necesario añadirles un elemento impermeabilizante. Además, estas estructuras resisten siempre por gravedad, pues la débil cohesión de sus materiales no les permite transmitir los empujes del agua al terreno. Este elemento puede ser arcilla (en cuyo caso siempre se ubica en el corazón del relleno) o bien una pantalla de hormigón, la cual se puede construir también en el centro del relleno o bien aguas arriba.

Una presa con núcleo impermeable de anchura moderada compuesto de materiales

resistentes y con grandes capas permeables, pueden tener unos taludes externos relativamente pendientes, limitados únicamente por la resistencia de los cimientos, la estabilidad del dique y por consideraciones relativas a su conservación. Las condiciones que tienden a aumentar la estabilidad pueden ser decisivas en la elección de una sección, incluso aun cuando sea necesario un transporte más largo para obtener los materiales requeridos.



**Figura 5:**  
**Sección típica de una presa heterogénea.**

FUENTE: FAO, 2010.

## b. Criterios de diseño de presas

### – Investigaciones preliminares:

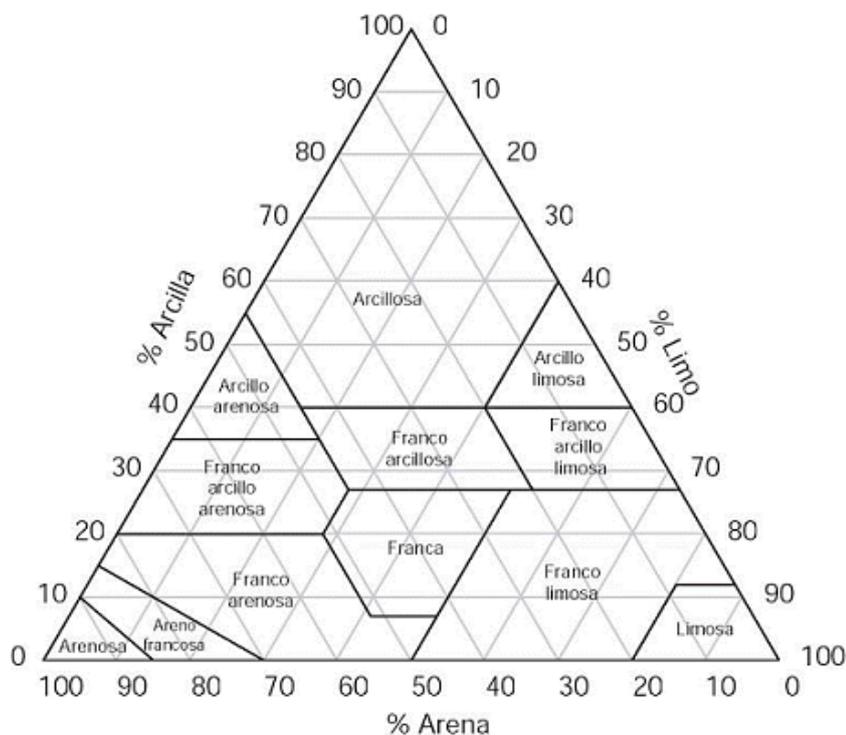
Idealmente el relleno de tierra debería ser extraído dentro del área del reservorio o de alguna zona de préstamo. La importancia de una correcta aproximación analítica a los varios tipos de suelo para la presa no puede ser pasada por alto. Aunque usar un laboratorio de suelos suele ser caro, los resultados compensan los costos en los que se incurren. Dicha aproximación incluirá la selección de suelos a usarse, las pruebas de laboratorio y los análisis mecánicos, a fin de asegurar que los materiales más idóneos sean empleados en la construcción.

Una exploración para determinar las áreas de préstamo de material de construcción debería:

Explorar áreas para la provisión de materiales más específicos como gravas (para el drenaje), agregados (para el concreto), material de relleno (para el rip-rap), así como arcillas de alta calidad. Asimismo, las excavaciones en las primeras etapas del proyecto permiten evaluar las capas del suelo y subsuelo, así como las fundaciones en la zona de la presa. Estas excavaciones permitirán evaluar los perfiles de suelos presentes, a partir de los cuales se tomarán muestras para los subsecuentes análisis de textura y de laboratorio. Las pruebas preliminares de textura se realizan en determinados tipos de suelo; excluyendo piedras y gravas, los suelos están compuestos de los siguientes rangos:

- Arcillas: menores a 0.002 mm de diámetro
- Limos: 0.002 – 0.05 mm de diámetro
- Arenas: 0.05 – 2.00 mm de diámetro

Las proporciones relativas de estos componentes son usadas para determinar la clase textural de un suelo. El diagrama textural de la USDA es internacionalmente aceptado y usado para esto.



**Figura 6:**  
**Clase textural de suelo.**

FUENTE: USDA

– **Pruebas de infiltración:**

En una etapa preliminar se pueden llevar a cabo pruebas de infiltración para obtener una indicación de la permeabilidad del suelo. Estas pruebas pueden ser referentes de la cantidad de arcilla.

Además, para la selección del material de construcción de la presa debe evitarse lo siguiente: material orgánico; material en descomposición; material con una larga proporción de mica; suelos calcínicos, tales como aquellos derivados de calizas, que usualmente son muy permeables; limos finos; esquistos y lutitas que tienden a desintegrarse con la humedad; arcillas frágiles que se fracturan cuando están secas y que no se esponjan apropiadamente para prevenir filtraciones y suelos sódicos, que son arcillas finas con una gran proporción de sodio.

– **Pruebas de laboratorio:**

Las pruebas de laboratorio en las muestras seleccionadas deben llevarse a cabo para confirmar las evaluaciones de campo y determinar las propiedades físicas del suelo. De acuerdo a Nina (2017), los siguientes test son recomendables:

– **Análisis Granulométrico:**

El tamizaje y la prueba del hidrómetro permiten determinar la distribución del tamaño de partícula, identificar el tipo de suelo predominante y la probable permeabilidad del material. Las propiedades mecánicas de los suelos están íntimamente relacionadas con el tamaño y la forma de las partículas que los integran. Un suelo puede estar constituido predominantemente por partículas de tamaños muy semejantes entre sí, o bien, puede encontrarse con él una gran diversidad de tamaños, variando desde aquellos que no son visibles aun con los mejores microscopios ópticos (partículas coloidales) hasta rocas de 6 a 10 cm.

De esta manera puede establecerse la proporción relativa, en peso, de los diversos rangos de tamaño que constituyen el material en cuestión. Cuando se tienen dichas proporciones para un suelo dado se dice que se conoce su granulometría, o su textura. A partir del tamiz N° 4 se diferencian los agregados finos de los gruesos, es decir de los tamaños 76.200 mm a 4.750 mm se consideran agregados gruesos (gravas), y de

los tamaños 4.750 mm a 0.075 mm se les considera agregados finos (arenas), por último, el porcentaje que pasa la malla 200, y según el ASTM D 1140, se le considera material fino (limos y arcillas).

<b>TAMICES</b>	
<b>SERIE AMERICANA</b>	
<b>NÚMERO DE MALLAS ABERTURA (Pulg.)</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>
3"	76.200
2 ½"	63.500
2"	50.800
1 ½"	38.100
1"	25.400
¾"	19.050
½"	12.700
⅜"	9.525
¼"	6.350
Nº 4	4.750
Nº 6	3.360
Nº 8	2.360
Nº 10	2.000
Nº 16	1.180
Nº 20	0.850
Nº 30	0.600
Nº 40	0.425
Nº 50	0.300
Nº 80	0.180
Nº 100	0.150
Nº 200	0.075
- 200	<b>ASTM D 1140</b>

**Figura 7:**

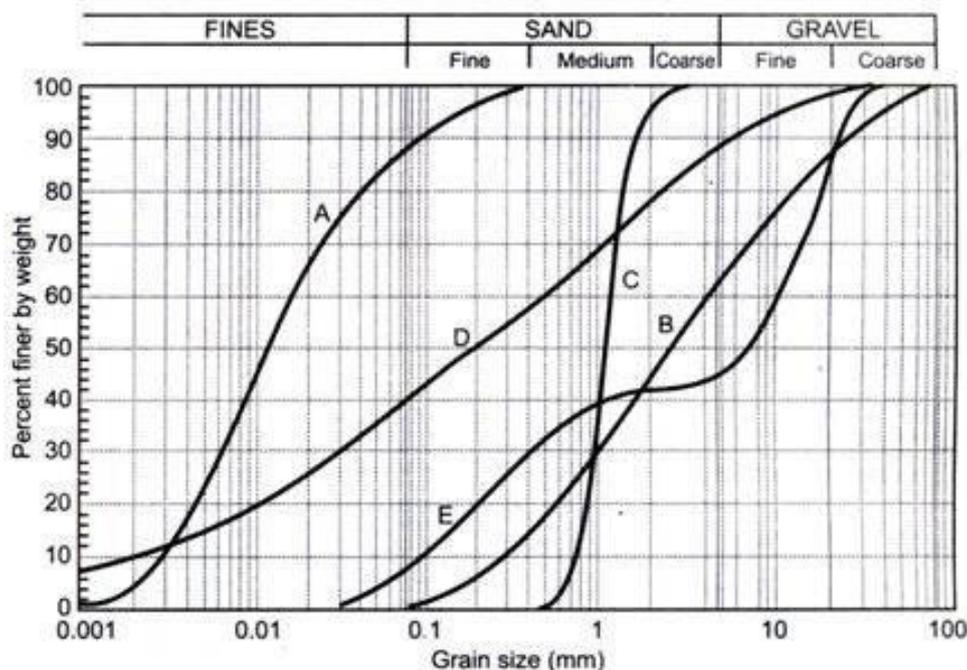
**Abertura de mallas de la serie americana.**

FUENTE: Nina, 2017.

Por otro lado, la curva granulométrica representa en una gráfica, los resultados obtenidos en el laboratorio de un suelo desde el punto de vista del tamaño de las partículas que lo forman. Para graficar la curva granulométrica, debemos tomar en cuenta que los porcentajes de muestra que pasa cada uno de los tamices, se encuentran en el eje de las ordenadas y a una escala aritmética, en cambio la ordenación de la abertura del tamiz se encuentra en el eje de las abscisas y con una escala logarítmica; esto para facilitar la construcción de la curva granulométrica. El propósito del análisis granulométrico, es determinar el tamaño de las partículas o granos que constituyen un suelo y fijar en porcentaje de su peso total, la cantidad de

granos de distintos tamaños que el suelo contiene.

Cuando un suelo está constituido por partículas de gran variedad de diámetros, se dice que el suelo es de buena gradación. La curva granulométrica es continua y suave. Si la curva presenta tramos horizontales o verticales significa, respectivamente, que falta o predomina cierto rango de tamaños y se considera un suelo de mala gradación. Una línea vertical significa que ese suelo está formado por partículas de tamaño semejante entre sí y se conoce como suelo uniforme. Un suelo uniforme es más ligero y menos resistente que otro bien graduado trabazón entre sus partículas que otro de igual granulometría, pero de granos redondos. Esto se traduce en una mayor resistencia al desplazamiento relativo de las partículas, en el primer caso. Por otro lado, independientemente de su tamaño, las partículas del suelo pueden tener formas redondas, sub redondeadas, angulares o laminares. La forma influye en las propiedades mecánicas; por ejemplo: un suelo compuesto en su mayor parte de granos gruesos de forma angular, exhibe una mejor trabazón entre sus partículas que otro de igual granulometría, pero de granos redondos.



**Figura 8:**

**Ejemplo de curva granulométrica.**

FUENTE: Nina, 2017.

– **Clasificación del suelo:**

Este sistema, originalmente introducido por el Dr. Arthur Casagrande como “Sistema de clasificación de suelos para Aeropuertos”, durante los años de la segunda Guerra Mundial, fue ligeramente modificado, posteriormente por el “U.S. Army Corps of Engineers” y el “U.S. Bureau of Reclamation”, para adoptarlo a usos en caminos, presas de tierra y cimentaciones; actualmente se le conoce como sistema unificado. Este sistema ofrece la doble ventaja de ser fácilmente adaptable al campo y al laboratorio, requiriendo poca experiencia y unas cuantas pruebas sencillas para determinar al grupo al cual pertenece un suelo dado. Por tomar en cuenta la granulometría, la graduación y las características de la plasticidad, describe los suelos de tal manera que es fácil, con un poco de criterio, asociar a cada grupo de suelo el orden de magnitud de las características mecánicas, mas importantes y, por consiguiente, su adaptabilidad a diversos usos en la construcción.

<b>SISTEMA CLASIFICACION USCS</b>							
GRUESOS (< 50 % pasa 0.08 mm)							
Tipo de Suelo	Símbolo	% pasa 5 mm.***	% pasa 0.08 mm.	CU	CC	** IP	
Gravas	GW	< 50	< 5	> 4	1 a 3		
	GP			≤ 6	<16>3		
	GM		> 12				< 0.73 (wl-20) ó <4
	GC						> 0.73 (wl-20) ó >7
Arenas	SW	> 50	< 5	> 6	1 a 3		
	SP			≤ 6	<16>3		
	SM		> 12				< 0.73 (wl-20) ó <4
	SC						> 0.73 (wl-20) y >7
* Entre 5 y 12% usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM,SW-SM, SP-SC.							
*** respecto a la fracción retenida en el tamiz 0.080 mm							
** Si $IP \geq 0.73 (wl-20)$ ó si $IP$ entre 4 y 7 e $IP > 0.73 (wl-20)$ , usar símbolo doble: GM-GC, SM-SC.							
En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica Ej: GW-GM en vez de GW-GC.							
$C_U = (D_{60}) / (D_{10})$				$C_C = (D_{30}^2) / (D_{60} \cdot D_{10})$			

**Figura 9:**

**Clasificación el suelo SUCS.**

FUENTE: Nina, 2017.

– **Determinación de los límites de Atterberg**

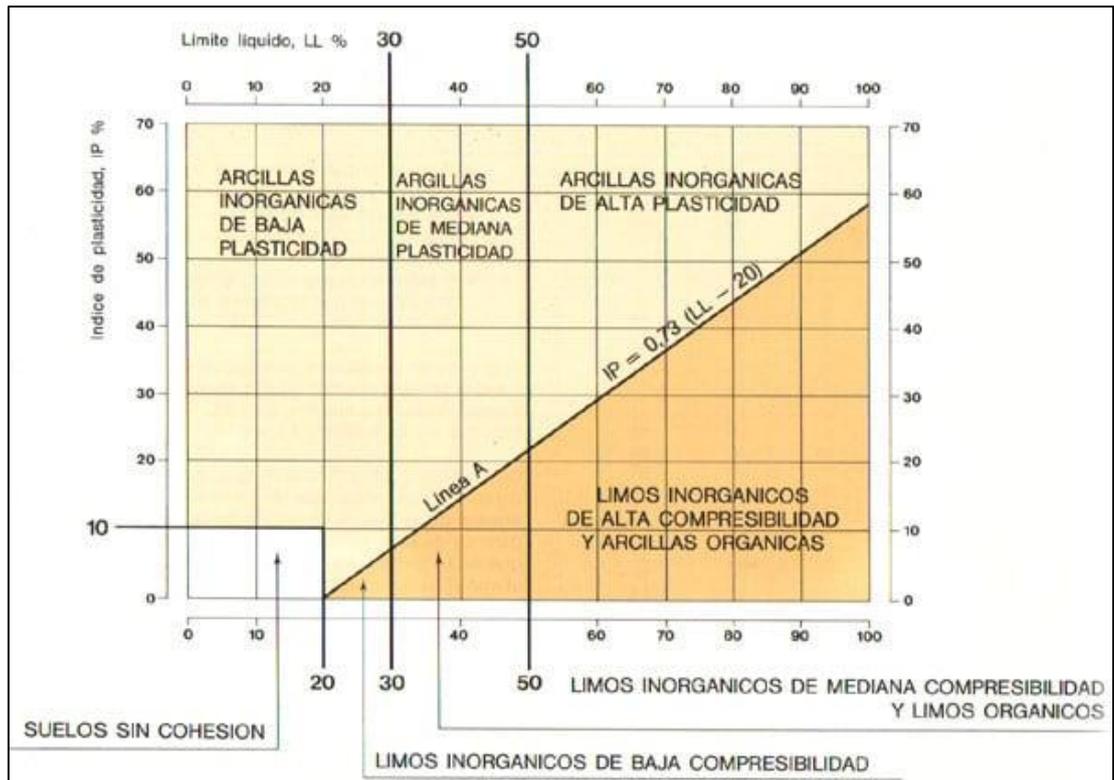
Los suelos que poseen algo de cohesión, según su naturaleza y cantidad de agua, pueden presentar propiedades que lo incluyan en el estado sólido, semi sólido, plástico o semi líquido. El contenido de agua o humedad límite al que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro. El método usado para medir estos límites se conoce como método de Atterberg. Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad, para ello se forman pequeños cilindros de espesor con el suelo. Siguiendo estos procedimientos se definen dos límites:

Límite Líquido (LL):

Si a un suelo fino se le agrega agua en cantidad suficiente, puede convertirse prácticamente en un líquido, es decir, fluye fácilmente bajo el efecto de un pequeño esfuerzo cortante. Si se permite que el agua se evapore parcialmente, llega un momento en que el suelo empieza a ofrecer una resistencia al esfuerzo cortante y se comporta como un material plástico. El contenido de agua, expresado en por ciento del peso del suelo seco, en este momento, es el “límite líquido”.

Límite Plástico (LP):

Si después de alcanzado el límite líquido se continúa evaporando el agua, amasando el suelo con la mano, se llega a un contenido de agua en el que el suelo se vuelve quebradizo y deja de comportarse como un material plástico. El contenido de agua correspondiente se llama límite plástico. La diferencia entre el límite líquido y el plástico se llama índice de plasticidad. Definido con el símbolo IP. Correlacionando el límite líquido con el correspondiente índice de plasticidad de un gran número de suelos finos, Arthur Casagrande estableció la carta de plasticidad que muestra la Figura 10. La línea A establece la frontera entre los suelos arcillosos y limosos.



**Figura 10:**

**Carta de plasticidad de Casagrande.**

FUENTE: Nina, 2017.

– **Ensayo de corte directo:**

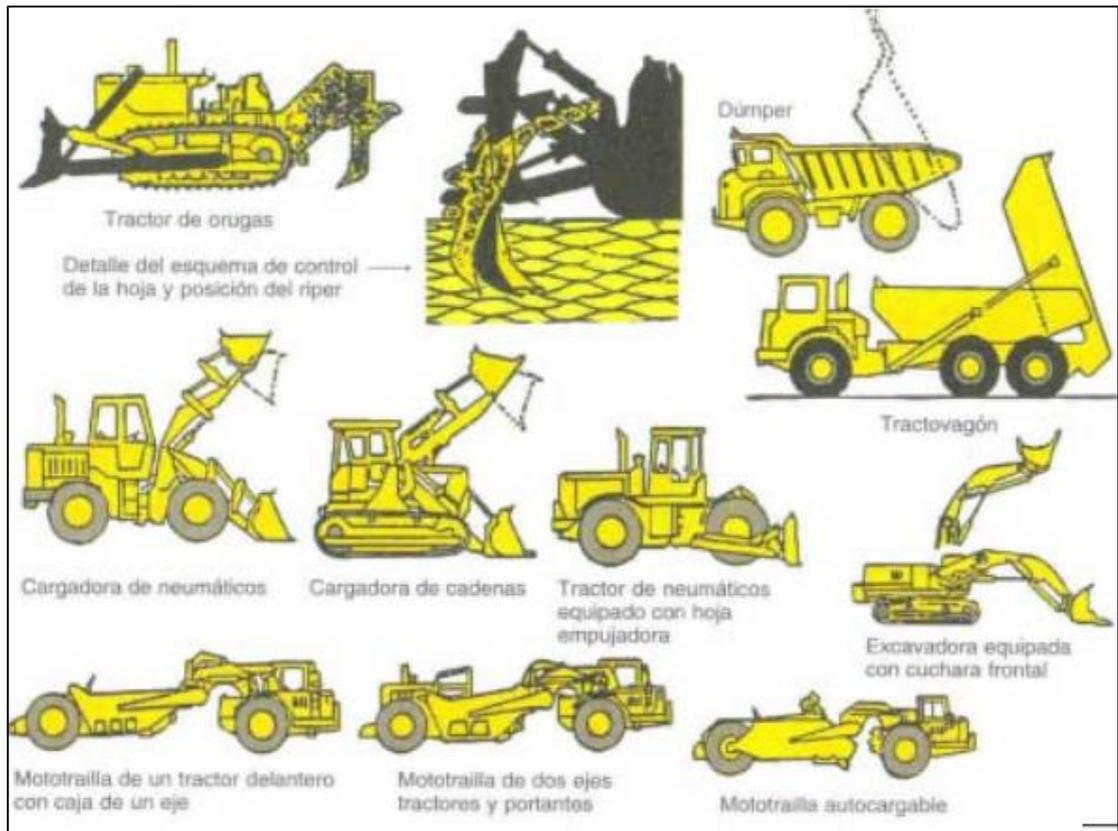
La finalidad de los ensayos de corte, es determinar la resistencia de una muestra de suelo, sometida a fatigas y/o deformaciones que simulen las que existen o existirán en terreno producto de la aplicación de una carga. Para conocer una de estas resistencias en laboratorio se usa el aparato de corte directo, siendo el más típico una caja de sección cuadrada o circular dividida horizontalmente en dos mitades. Dentro de ella se coloca la muestra de suelo y se aplica una carga vertical de confinamiento y luego una carga horizontal creciente que origina el desplazamiento de la mitad móvil de la caja originando el corte de la muestra. Los ensayos de corte directo en laboratorio se pueden clasificar en tres tipos según exista drenaje y/o consolidación de la muestra, por lo tanto, los valores de  $c$  y  $\phi$  dependen esencialmente de la velocidad del ensayo y de la permeabilidad del suelo.

### **c. Construcción de presas de tierra**

En su trabajo, Rojas (2004) anota que luego de haber realizado los diferentes estudios del terreno, de analizar las características de los materiales y de obtener un diseño satisfactorio que cumpla con las necesidades del proyecto que se pretende desarrollar, comienza una de las etapas finales del proceso constructivo de las presas de tierra. Esta etapa desarrolla todos los criterios utilizados y de ella depende la culminación del proyecto. La construcción de terraplenes involucra una serie de profesionales que deben realizar trabajos con maquinaria pesada, topografía, inspección y dirección de las obras, cuya responsabilidad es la de asegurarse que el trabajo se ejecute correctamente. Por lo tanto, la atención cuidadosa de los detalles de construcción es tan importante como las investigaciones preliminares y su diseño.

Para el control de los trabajos de compactación se requieren los servicios de un laboratorio, ya que constantemente se van a estar realizando pruebas que comprueben la calidad de las obras en comparación con las especificaciones de diseño. Este proceso se compone principalmente de las siguientes etapas

- Extracción del material de la zona de préstamo, ya sea de un sitio de corte cercano o de una cantera determinada, con la maquinaria adecuada (retroexcavadoras, palas, etc.)
- Transporte del material hasta la obra, sin que sufra alteraciones considerables (vagonetas, articuladas, dumpers, etc.)
- Colocación y extensión del material en el sitio donde se va a construir la estructura (con palas, vagonetas de volteo, traíllas, etc.)
- Compactación del material ya extendido siguiendo el criterio común de lograr una densidad establecida de sólidos, con una humedad adecuada, por medio de pasadas reiteradas de la maquinaria.



**Figura 11:**

**Maquinaria usada en el movimiento de tierras.**

FUENTE: Rojas, 2004.

– **Desmante:**

En la zona donde debe limpiarse adecuadamente, eliminando los escombros producto de las terracerías para preparar la cimentación. Todo este material debe llevarse hasta las escombreras habilitadas para este fin, asimismo, deben respetarse las disposiciones ambientales según corresponda, de manera que se atiendan las regulaciones en cuanto a la ubicación de las escombreras, así como el apilamiento de materiales y la delimitación del área del proyecto.

– **Preparación de la cimentación:**

Antes de comenzar a esparcir el material sobre el sitio de la cimentación, todo el material orgánico u otros materiales inadecuados deben desecharse. Luego se procede con las operaciones de despalle, en donde hay que avanzar con mucho cuidado hasta tener la seguridad de haber quitado todo el material inestable. Antes de construir la primera capa del terraplén es necesario limpiar bien la superficie de

la cimentación, humedecerla y compactarla con la ayuda de un rodillo compactador para obtener una buena unión. Por lo general, debe evitarse el uso de suelo muy mojado para la primera capa construida sobre esta cimentación, en cambio, esta debe humedecerse con cuidado. En laderas muy inclinadas e irregulares puede ser conveniente usar un material con una humedad mayor que la óptima para tener una buena unión. Sin embargo, el uso de un material así solo debe permitirse en casos especiales, y luego de haber sido revisado y aceptado por el profesional responsable.

– **Colocación y extendido del material:**

El plan de control para los terraplenes hechos con materiales cohesivos consiste en colocar el material con la densidad máxima y la humedad óptima de compactación. Son indispensables la buena inspección y las pruebas de laboratorio para llevar el debido control de la obra. La inspección en el sitio incluye el control de todas las operaciones de terracerías antes de vaciar el material. Se eligen las áreas que se van a excavar, se determinan las profundidades de corte y se estudia la zona en que se va a colocar el material.

Luego de tener controlado y debidamente tratado el sitio de la cimentación, se procede al levantamiento plan altimétrico del sitio, marcándolo tanto horizontal como verticalmente. Después de que se han colocado los materiales en el lugar correcto con la ayuda de un tractor se deberá verificar si tiene la humedad conveniente antes de iniciar la compactación. Si los materiales llegan al terraplén muy secos, será necesarios regarlos con agua antes o durante e extendido del mismo. La manera en que se realice esta mezcla puede variar, pero lo importante es que el agua se distribuya uniformemente en la capa del material extendido antes de compactarlo.

– **Compactación en campo:**

La compactación de suelos es el proceso mecánico por el cual se busca producir masas fuertes, libres de asentamiento y resistentes al agua. Por lo general, el proceso implica una reducción rápida de la relación de vacíos y como consecuencia en el suelo ocurren cambios importantes de volumen, fundamentalmente ligados a la pérdida de volumen por aire, ya que por lo general el agua no es expulsada de los

huecos durante el proceso de compactación. La compactación es uno de los métodos más eficientes que existen para mejorar la condición de un suelo que se requiere para usar en la construcción. El objetivo principal es obtener un suelo estructurado de tal manera que posea y mantenga un comportamiento adecuado a través de toda la vida útil de la obra.

Para iniciar la compactación de las capas es necesario haber determinado el tipo de maquinaria que se debe utilizar para estas operaciones, lo cual dependerá de algunos factores como el porcentaje de finos y el tamaño máximo de los materiales.

#### **4.1.5. Reservorios**

En muchas partes del mundo, existen cuerpos de agua que ocupan cuencas creadas por procesos naturales o reservorios que se emplazan detrás de presas que van desde las más pequeñas hasta las más grandes y tecnológicamente complejas, construidas por el hombre. El destino último de todas las presas y reservorios, a menos que sean muy cuidadosamente construidos y mantenidos, es el deterioro, la falla o el relleno por sedimentación. Cada reservorio que almacena agua detrás de una presa es una amenaza real o potencial para aquellos que viven y trabajan aguas debajo de este y, en algunos lugares en los que existe actividad sísmica, los grandes movimientos de masa son riesgos posibles (Wahlstrom, 1974).

##### **a. Balance de oferta y demanda**

En el sentido más amplio del término, un reservorio es un volumen cerrado que puede ser relleno y vaciado repetidamente en un periodo de tiempo. Un reservorio es necesario para realizar una tarea: ajustar las fluctuaciones en el aprovisionamiento de flujo (*inflow u oferta*) al reservorio, con las fluctuaciones en la extracción del mismo (*outflow o demanda*); en otras palabras, permitir el buen manejo del flujo de agua. Si la tasa de aprovisionamiento fuese igual a la de extracción no sería necesario ningún reservorio. Un reservorio solo es necesario cuando ambos elementos están fuera de balance.

Los datos básicos para la solución del comportamiento de los reservorios son aquellos concernientes al flujo dentro del reservorio y las demandas de extracción o

del flujo que se extrae de él. La solución de la función del reservorio es inequívoca si las leyes que rigen ambos elementos vienen determinadas por las siguientes relaciones:

$$P = f_1(t)$$

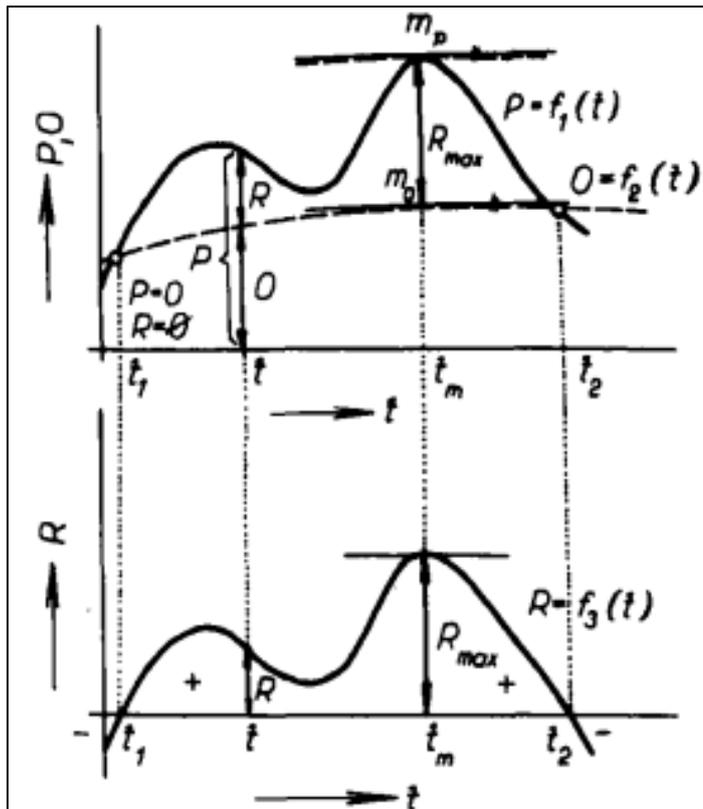
$$Q = f_2(t)$$

Las dos relaciones pueden ser mutuamente dependientes o independientes. Como regla, los comportamientos de ingreso y descarga son tan complicados que ellos no pueden ser expresados analíticamente y, por lo tanto, tablas y gráficos (curvas de tiempo) son empleadas. Estas pueden ser continuas o discretas, por lo que la solución de algunos problemas sus patrones estadísticos pueden ser usadas.

La relación de oferta y demanda en un reservorio puede darse por la siguiente ecuación:

$$P - Q = R$$

Donde P es la oferta, Q la demanda y R la retención, todas en m<sup>3</sup>/s. Si P > Q, R es positiva y el volumen de agua en el reservorio se incrementa; mientras que si P < Q, R es negativa y el volumen de agua en el reservorio decrece.



**Figura 12:**

**Representación esquemática de la función básica del reservorio.**

FUENTE: Votruba, 1989.

## b. Tipos de reservorios

De acuerdo a Salinas (2010), podemos catalogarlos de la siguiente manera:

- **Reservorios dique - represa**

Los embalses de represa almacenan gran parte del agua por encima de la superficie original del terreno. Se construyen en áreas con pendientes suaves a moderadas y donde la represa se puede levantar transversalmente a una depresión. El embalse se llena con agua de escorrentía. Se considera que un estanque es de represa, cuando la profundidad del agua embalsada encima de la superficie sobrepasa 90 cm. El reservorio dique-represa con revestimiento es necesario cuando los suelos no son arcillosos y se tiene alta infiltración del agua. Los principales tipos de revestimiento son plásticos y Geomembrana de PVC. La variante con gaviones se puede utilizar donde hay suficiente piedra para armar el dique. En este caso, no es necesario hacer movimientos de tierra en la depresión natural donde se construye el reservorio.

- **Reservorios excavados**

Los reservorios excavados almacenan gran parte del agua debajo del nivel original del suelo. Se construyen en terrenos relativamente planos y donde hay sitios adecuados para construir una represa. Se puede llenar, tanto con el agua de esorrentía como por la infiltración de agua subterránea en la excavación.

- **Reservorios dique escalonado**

Es una variación del reservorio dique – represa con el cual se aprovecha la pendiente del terreno para construir diques en serie y, de esta forma, rebajar costos por movimientos de tierra.

## **4.2. Análisis situacional de la obra**

### **4.2.1. Análisis Meta I**

#### **4.2.1.1. Situación en el avance de obra (noviembre 2017).**

##### **a. Problemas y/o ocurrencias surgidos durante el avance físico de las obras**

- Se obtuvo un bajo metrado de descolmatación, por la ejecución de la habilitación de caminos de acceso y habilitación de botaderos, se tiene proyectado en los días posteriores habilitar los caminos a los botaderos y playa de botaderos, maquinaria requerida: Motoniveladora, y Rodillo liso.
- Partida Nueva: Habilitación de Caminos de Acceso (de imperiosa necesidad para la descolmatación del Reservorio). La Partida de “Habilitación de Caminos a Botaderos” no se encuentra presupuestada, sin embargo, es prioritaria su realización, puesto que los caminos rústicos existentes no están preparados para este tipo de tránsito.
- Se encontró filtración en distintos puntos de canal de la Comisión de Usuarios del Subsector Hidráulico de la Irrigación La Esperanza adyacente al reservorio el cual presenta rajaduras en el piso y pared, dicho canal se encuentra en la parte superior al reservorio, para ello se realizó un levantamiento topográfico. Dicho problema fue verificado con la supervisión.
- La maquinaria realizó las actividades de limpieza y excavación del fondo del Reservorio. Se tenía buena disponibilidad de maquinaria.

## **b. Análisis situacional**

- Se ejecutaron las labores de “Obras Provisionales, Trabajos Preliminares, Seguridad y Salud” / “Obras Adicionales”, y “Mejoramiento del Reservorio” / “Obras Preliminares” / “Movimiento de Tierras”.
- Se presentó la valorización N° 01 – noviembre 2017 del 27 al 30 de noviembre de 2017, con un avance físico mensual ejecutado de 2.52% frente a un avance físico mensual programado de 2.35% y un avance físico acumulado ejecutado de 2.52%, frente a un avance físico acumulado programado de 2.35%, por lo que se registra un leve adelanto en la obra.
- Se observó problemas para acceder a caminos a botaderos, estos son de propiedad privada, por lo tanto, se ha realizado labores de habilitación y mejoramiento con material propio y material de préstamo.
- Se realizó las Partidas de Cartel de Identificación de la Obra de 3.60 x 2.40 m, Caseta Adicional p/Guardianía y/o Deposito, Movilización y Desmovilización de Equipos y Maquinarias, Trazo y Replanteo Preliminar, Descolmatación del Reservorio, “Excavación Masiva a Máquina en Terreno Normal” y “Eliminación de Material Excedente con Equipo hasta 10 Km”.
- Se observó la buena disponibilidad de personal (Topógrafos, Operadores, Operarios, Oficiales y Peones) para la ejecución de los trabajos.

### **4.2.1.2. Situación en el avance de obra (diciembre 2017).**

#### **a. Problemas y/o ocurrencias surgidos durante el avance físico de las obras**

- Se informó a la supervisión tener presente las condiciones de todas las estructuras de concreto ya deterioradas, por haber concluido con su vida útil.
- No se pudo realizar trabajos con maquinarias en la zona de canal de ingreso al reservorio, por problemas judiciales de terreno, entre la Comisión de Usuarios del Subsector Hidráulico de la Irrigación La Esperanza y el propietario del terreno. Este problema viene retrasando los trabajos en la obra.
- Se verifico el canal de ingreso y se encontró con paños agrietados e irregulares, se realizará un levantamiento topográfico la verificación de la pendiente. Se informará a la supervisión que dicho canal que no está contemplado en el expediente técnico.
- El Proveedor del servicio de Desmontaje y Montaje de Compuerta Metálica,

procedió a realizar el desmontaje de la compuerta metálica de la Estructura existente de Salida, e identifica que se encuentra en muy mal estado, tanto el sistema mecánico y los demás elementos. Y solicitó a la Residencia de Obras el diseño de la nueva compuerta a colocarse, sin embargo, no se cuenta con un diseño estructural en el Expediente Técnico aprobado, y se buscará contar con el servicio de diseño de compuerta de salida, con su respectivo costo de fabricación.

**b. Análisis Situacional de la obra**

- Se siguió las labores de Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud, mejoramiento del reservorio, Obras complementarias, Estudios complementarios, Varios y Fletes.
- Se observó problemas para acceder a caminos a botaderos, estos son de propiedad privada; por lo tanto, se realizó labores de habilitación con material propio y material de préstamo.
- Se realizó trabajos de “elaboración, implementación y administración del plan de seguridad y salud en el trabajo”, “suministro de equipos de protección individual”, “suministro de equipos de protección colectiva”, “señalización temporal de seguridad”, “capacitación en seguridad y salud”, “recursos para respuestas ante emergencias en seguridad y salud durante el trabajo”, “trazo y replanteo preliminar”, “limpieza de terreno manual”, “descolmatación del reservorio”, “excavación masiva a máquina en terreno normal”, “perfilado y compactado en zona de corte”, “eliminación de material excedente con equipo hasta 10 km”, “desmontaje de compuertas metálicas”, “excavación manual de hoyos de 0.90x0.60 para postes de luz”, “concreto simple para anclaje de poste  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ ”.
- Se recibió en obra 900 m<sup>3</sup> de material de relleno (afirmado).
- Se recepcionó en obra 528 m<sup>3</sup> de Rip Rap para su posterior colocación.

**4.2.1.3. Situación en el avance de obra (Enero 2018).**

**a. Problemas y/o ocurrencias surgidos durante el avance físico de las obras**

- No se pudo realizar trabajos con maquinarias en la zona de canal de ingreso al reservorio, por problemas judiciales de terreno, entre la Comisión de Usuarios

del Subsector Hidráulico de la Irrigación La Esperanza y el propietario del terreno. Este problema viene retrasando los trabajos en la obra.

- Se encontró grietas y fisuras en la estructura de salida, que según el expediente no contemplaba un diseño sino un mejoramiento. Debido a ese motivo se decidió paralizar las labores de mejoramiento de esa estructura.

#### **b. Análisis Situacional de la obra**

- Se siguieron las labores de “Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud”, “mejoramiento del reservorio”, y “Obras complementarias”.
- Se presentó la valorización N° 03 – Enero 2018 del 01 al 31 de enero de 2018, con un avance físico ejecutado mensual de 8.68% frente a un avance físico programado mensual de 30.31% y un avance físico ejecutado acumulado de 36.94%, frente a al avance físico programado acumulado de 65.31%, por lo que se registra un ligero atraso en la obra.
- Se realizó trabajos de “trazo y replanteo preliminar”, “excavación masiva a máquina en terreno normal”, “perfilado y compactado en zona de corte”, “eliminación de material excedente con equipo hasta 10 km” y “suministro e instalación de compuertas metálicas para reservorio”.
- Se observó la buena disponibilidad de personal (Topógrafos, Operadores, Operarios, Oficiales y Peones) para la ejecución de los trabajos.

#### **4.2.1.4. Situación en el avance de obra (Febrero 2018).**

##### **a. Problemas y/o ocurrencias surgidos durante el avance físico de las obras**

- Se realizó un levantamiento topográfico del canal que pasa por la parte superior del reservorio, para verificar el caudal y su pendiente. Se obtuvo el caudal de 3 m<sup>3</sup>/s con contrapendientes de hasta 0.05%, también de constato un aforador Parshall en mal estado en la progresiva 0+280 desde la compuerta de habilitación. Dicho canal no está contemplado en el expediente técnico, para ello se informará a la Supervisión, por tratarse de un problema que afectará directamente en la ejecución de obra.
- Se verificó el canal de ingreso y se encontró con paños agrietados e irregulares, se realizará un levantamiento topográfico la verificación de la pendiente. Se informará a la supervisión que dicho canal que no está contemplado en el

expediente técnico.

- Se verificó el estado de la estructura de salida, que presenta visualmente fisuras y grietas en muros, losas y parapetos, que pueden ser por falla estructural, intemperismo y fatiga por su largo tiempo de servicio, o que haya sobrepasado el tiempo de vida útil con el que fue diseñado, etc. Se realizará una evaluación estructural con ensayos no destructivos y destructivos para reemplazar la estructura, teniendo en cuenta que la demolición, diseño y construcción de esta no está considerada en el expediente técnico aprobado.

#### **b. Análisis Situacional**

- Se siguió realizando la actividad de trazo y replanteo preliminar del fondo del reservorio y los taludes existente.
- Se presentó la valorización N° 04 – marzo 2018 del 01 al 28 de marzo de 2018, con un avance físico ejecutado mensual de 0.30% frente a un avance físico programado mensual de 27.97 % y un avance físico ejecutado acumulado de 37.15%, frente a al avance físico programado acumulado de 93.28%, por lo que se registra un importante atraso en la obra.
- Se siguió ejecutando la partida de perfilado compactado en la zona de corte; el cual se fueron realizando la conformación de dique en capas de 30 cm de espesor involucrando actividades específicas como el plantillado del terreno, nivelación y compactado con los rodillos. El técnico de suelos realizaba las pruebas de campo representativas par los informes mensuales.

#### **4.2.1.5. Situación en el avance de obra (Marzo 2018).**

##### **a. Problemas y/o ocurrencias surgidos durante el avance físico de las obras**

- Se elaboró el Expediente Técnico del Adicional-Deductivo de Obra N° 01, debido a inconformidades del Expediente Técnico con respecto a lo encontrado en el terreno, las cuales fueron informadas en su momento por la Residencia a la Supervisión, para que a su vez sea elevado y aprobado por la Oficina de Coordinación Técnica de Proyectos Agrarios.
- La principal razón por la cual se presentó un importante atraso en la obra, fue porque de acuerdo a los estudios realizados y lo encontrado en obra, se determina la necesidad de un Adicional – Deductivo de Obra N° 01, por Mayores Metrados,

Partidas Nuevas, Menores Metrados y Partidas No Necesarias.

- No se pudo realizar trabajos con maquinarias en la zona de canal de ingreso al reservorio, por problemas judiciales de terreno, entre la Comisión de Usuarios del Subsector Hidráulico de la Irrigación La Esperanza y el propietario del terreno. Este problema viene retrasando los trabajos en la obra.



**Figura 13:**  
**Conformación de banquetta**

#### **b. Análisis Situacional**

- Se elaboró el Expediente Técnico del Adicional-Deductivo de Obra N° 01, debido a inconformidades del Expediente Técnico con respecto a lo encontrado en el terreno, las cuales fueron informadas en su momento por la Residencia a la Supervisión, para que a su vez sea elevado y aprobado por la Oficina de Coordinación Técnica de Proyectos Agrarios.
- Se presentó la valorización N° 05 – marzo 2018 del 01 al 15 de marzo de 2018, con un avance físico ejecutado mensual de 6.72% frente a un avance físico programado mensual de 3.69% y un avance físico ejecutado acumulado de 100.00%, frente a al avance físico programado acumulado de 41.39%, por lo que se registra un importante atraso en la obra.
- La principal razón por la cual se ha presentado un importante atraso en la obra, es porque de acuerdo a los estudios realizados y lo encontrado en obra, se

determina la necesidad de un Adicional – Deductivo de Obra N° 01, por Mayores Metrados, Partidas Nuevas, Menores Metrados y Partidas No Necesarias.

#### **4.2.1.6. Situación en el avance de obra (Junio 2018).**

##### **a. Problemas y/o ocurrencias surgidos durante el avance físico de las obras**

- Se reinició la obra en donde el Proceso de Contratación para la selección del ganador de la Buena Pro que realice el servicio de: “Suministro e Instalación de Geomembrana de E=1.5mm” y “Suministro e Instalación de Geotextil No Tejido 255Gr/m2” se encuentra en la fase de Integración de Bases, por lo cual ya se puede reiniciar la Obra, para que el Ganador de la Buena Pro, al inicio de su Servicio, pueda tener habilitado en totalidad el terreno.
- Se procedió con la remoción de dique existente con las excavadoras, antes de eso se tuvo que aplicar medidas de seguridad dado que sus paredes de concreto estaban agrietadas y deterioradas, se realizó pequeñas banquetas para que pueda ingresar las maquinarias y los volquetes.

Aun no se resolvía en la compra del terreno entre el propietario y la junta de regantes para iniciar los trabajos en el canal de ingreso del reservorio, el cual se realizó un asiento en el cuaderno de obra ya que esto es un retraso importante para seguir con el plazo de ejecución de la obra en el tiempo óptimo.

##### **b. Análisis Situacional**

- Se presentó la valorización N° 06 – junio 2018 del 01 al 33 de Junio de 2018, con un avance físico ejecutado mensual de 5.64% frente a un avance físico programado mensual de 50.00% y un avance físico ejecutado acumulado de 50.%, frente a al avance físico programado acumulado de 8.37%, por lo que se registra un importante atraso en la obra.

#### **4.2.1.7. Situación en el avance de obra (Julio 2018).**

##### **a. Problemas y/o ocurrencias surgidos durante el avance físico de las obras**

- Se realizó la remoción del dique existente con los taludes en mal estados, también se identificó el desgaste de las uñas de la excavadora, motivo por el cual se solicitó el requerimiento a la oficina de logística para reponer el repuesto correspondiente.

- Se elaboró el informe final con el diseño de la estructura de salida del reservorio, el cual se mandó a consultoría.

**b. Análisis Situacional**

- Se presentó la valorización N° 07 – Julio 2018 del 01 al 31 de Julio de 2018, con un avance físico ejecutado mensual de 19.47% frente a un avance físico programado mensual de 41.44% y un avance físico ejecutado acumulado de 27.84%, frente a al avance físico programado acumulado de 49.82%, por lo que se registra un importante atraso en la obra.

**4.2.1.8. Situación en el avance de obra (agosto 2018).**

**a. Problemas y/o ocurrencias surgidos durante el avance físico de las obras**

- Se inició la conformación de la banquetta provisional ubicado en el margen derecho del reservorio para realizar el perfilado del talud.
- Se realizaron una reunión con los operadores de los volquetes y maquinarias exponiendo las razones del retraso de los pagos de salario.
- Se registró la llegada de los 22 postes, el cual se requirió apoyo a los pobladores para almacenarlo en una de sus parcelas.

**b. Análisis situacional de la obra**

- Se presentó la valorización N° 08 – Agosto 2018 del 01 al 31 de Agosto de 2018, con un avance físico ejecutado mensual de 29.78% frente a un avance físico programado mensual de 51.55% y un avance físico ejecutado acumulado de 27.84%, frente a al avance físico programado acumulado de 49.82%, por lo que se registra un importante atraso en la obra.

**4.2.1.9. Situación en el avance de obra (Setiembre 2018).**

**a. Problemas y/o ocurrencias surgidos durante el avance físico de las obras**

- Se acarreo material agregado resultante de la demolición del dique existente con el cargador frontal que acumulada la retroexcavadora del dique existente en el margen izquierdo para luego zarandearlo y seguir conformando el dique del margen derecho hasta alcanzar la altura de 6.5 m planteados en el expediente

técnico.

**b. Análisis Situacional de la obra**

- Se presentó la valorización N° 09 – Setiembre 2018 del 01 al 30 de Setiembre de 2018, con un avance físico ejecutado mensual de 29.78% frente a un avance físico programado mensual de 51.55% y un avance físico ejecutado acumulado de 27.84%, frente a al avance físico programado acumulado de 49.82%, por lo que se registra un importante atraso en la obra.

**4.2.1.10. Situación en el avance de obra (octubre 2018).**

**a. Análisis Situacional**

- Se culminó las partidas del Presupuesto del Expediente Técnico Aprobado mediante Resolución Directoral Sectorial N° 0280-2017-GRL-GRDE-DRA, considerando las Partidas de Menores Metrados y Partidas No Necesarias del Adicional – Deductivo de Obra N° 01 aprobado mediante Resolución Directoral Sectorial N° 0133-2018-GRL-GRDE-DRA.
- Se presentó la valorización N° 10 – Octubre 2018 del 01 al 31 de Octubre de 2018. Del Expediente Técnico Aprobado: un avance físico ejecutado mensual de 3.68% frente a un avance físico programado mensual de 3.68% y un avance físico ejecutado acumulado de 40%, frente a al avance físico programado acumulado de 68.00%. Del Adicional – Deductivo de Obra N° 01 (Adicional): un avance físico ejecutado mensual de 33.16% frente a un avance físico programado mensual de 33.16% y un avance físico ejecutado acumulado de 100%, frente a al avance físico programado acumulado de 100.00%.  
Del Adicional – Deductivo de Obra N° 01 (Deductivo): un avance físico ejecutado acumulado de 100.00%.
- Se realizó el “Acta Terminación de Obra” y se procedió a firmarla por los Representantes de la Entidad Ejecutora (Dirección Regional de Agricultura del Gobierno Regional de Lima) y las Autoridades de la Zona (Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Chancay-Huaral y La Comisión de Usuarios del Subsector Hidráulico de la Irrigación La Esperanza) y se solicita la Conformación del Comité de Recepción de Obra, para la entrega de Obra.

## **4.2.2. Análisis Meta II**

### **4.2.2.1. Situación en el avance de obra (junio-julio 2018).**

- Se realizó los trabajos de reconocimiento de campo el día 15 de junio, con el recorrido del canal al cual asistieron el ing. Supervisor: Ing. Pompilio Paulino Reyes, ing. Residente: Ing. Luis Zamora Chapilliquén, Presidente de la Junta de Usuarios Sr. Juan Ignacio Enríquez Balabarca, presidente de la Comisión de Usuarios La Esperanza Ing. Julio Melgarejo Oropeza.
- Se observó que el canal a mejorar es un canal existente con tramos de secciones variables y de mampostería de piedra seriamente afectados, tiene un camino de servicio accesible desde la carretera Fujimori Fujimori hasta la bocatoma, pero existe un tramo de canal el cual está al costado de un cerro en el cual se observa material rocoso y no hay camino de servicio, por lo que se tendrá que trasladar materiales con personal.
- Según manifestó el Pdte. de la comisión de usuarios, Ing. Julio Melgarejo, el canal esperanza se encuentra irrigando cultivos de mandarina, naranja, palta, pan llevar, teniendo una programación de riego establecida; dicha programación de riego no se encuentra indicada en la programación de obra del expediente técnico la cual sólo indica 4 meses de ejecución o 120 días calendario, en vista de no afectar el riego de los cultivos se coordinó conjuntamente con la supervisión y autoridades los días de trabajo y de riego. Cabe indicar que dicha reprogramación afecto la culminación de obra.
- También se observó que el canal Cabuyal (300 ml) presenta serios problemas de filtraciones, las cuales están afectando el talud del reservorio ubicado a un costado de dicho canal y el cual se encuentra en plena ejecución. Viendo esto se solicita iniciar los trabajos por el canal Cabuyal.
- Se firmó las respectivas Actas de Entrega de Terreno y de Inicio de Obra. Cabe indicar que el proyecto tiene un monto total de S/.3'970,997.49, aprobado con Resolución Directoral N° 0120-2018-GRL-GRDE-DRA, de los cuales solo se asignó con Certificación Presupuestal un monto de S/. 602,578.00 para la ejecución de los trabajos.
- Los trabajos se paralizaron el día 16 de Julio 2018 por déficit presupuestal, tal como consta en el Acta de Paralización. Se estará a la espera de la transferencia del presupuesto restante para la continuación y culminación de los trabajos.

- Los trabajos se iniciaron el 15 de junio, con la inspección ocular a la cual asistió el personal técnico y autoridades locales como la comisión de regantes y junta de usuarios, firmándose el Acta de Entrega de Terreno e Inicio de Obra. Posteriormente se realizaron los trabajos preliminares.
- Se determinó que el inicio de los trabajos sería por el canal Cabuyal por ser de suma urgencia.
- Se obtuvieron los resultados de los análisis del hormigón y agregados en las canteras, y finalmente se decidió utilizar el hormigón en reemplazo de la piedra chancada y arena gruesa requerida en el expediente técnico.
- Las residentes en coordinación con el supervisor agilizaron los trámites y documentación necesaria para el envío de materiales y servicios de obra, a través de la oficina técnica y de estudios.
- Se realizó la coordinación con las autoridades de la Junta de Usuarios Chancay Huaral y la Comisión de Usuarios la Esperanza para que brinden todo el apoyo necesario al residente y supervisor de obra, a fin de lograr las metas previstas y cumplir con los plazos contractuales.



**Figura 14:**

**Recorrido de la zona de trabajar.**

*Nota:* El Ing. Residente, Ing. Supervisor, Presidente de la Comisión de Usuarios La Esperanza.

#### **4.2.2.2. Situación en el avance de obra (Noviembre 2018).**

Desde el día 16 de octubre se iniciaron las actividades de Residente de obra, iniciando con las coordinaciones en la Oficina Técnica, realización de requerimientos de Mano de obra, Bienes y Servicios, estando a la espera de la aprobación del presupuesto saldo para poder dar inicio a los trabajos en obra.

Los trabajos se reiniciaron el día 29 de octubre del 2018, con la presencia del Ing. Residente, supervisor de obra, personal técnico y trabajadores, además también con la presencia del Pdte. De la Comisión de Usuarios La Esperanza y Pdte de la Junta de Usuarios Chancay Huaral.

Se prosiguieron con los trabajos en el canal la Esperanza con trazo nivelación y replanteo, refine y nivelación de caja del canal, colocación de cerchas, etc.

Los trabajos se realizarán en 04 frentes, uno de ellos constituidos por personal de Sindicato de Construcción Civil, todo el personal esta implementado con EPPs.

Entre las coordinaciones más resaltantes con los miembros de la Comisión y Junta de Usuarios fue con respecto a los cortes de agua, que debido a que se está iniciando la época de estiaje y aumento de temperatura, se priorizo los días de riego.

- Los primeros días de corte de agua se realizaron actividades en el canal principal La Esperanza y durante los días de riego de cultivo se realizarán actividades en el canal de entrada y canal de salida del reservorio, así como también trabajos en obras de arte, sin afectar su programación de riego.

Posteriormente se firmó el Acta de Reinicio de Obra entre las autoridades competentes.

- Se determinó que los reinicios de los trabajos continuaran con el perfilado, encofrado y vaciado de concreto en el canal la Esperanza.
- Ésta residencia conjuntamente con el supervisor están agilizando los trámites para el envío de materiales y servicios a obra, a través de la oficina técnica.
- Se realizó la coordinación con las autoridades de la Junta de Usuarios Chancay

Huaral y la Comisión de Usuarios la Esperanza para que brinden todo el apoyo necesario al residente y supervisor de obra, a fin de lograr las metas previstas y cumplir con los plazos contractuales.



**Figura 15:**

**Trabajos de revestimiento de canal Esperanza en tramo 4+140 – 4+240.**

#### **4.2.2.3. Situación en el avance de obra (diciembre 2018).**

Se continuó con los trabajos durante el mes de diciembre del 2018, con la presencia del Ing. Residente, supervisor de obra, personal técnico y trabajadores, además también con la presencia del Pdte. De la Comisión de Usuarios La Esperanza y Pdte de la Junta de Usuarios Chancay Huaral.

Se prosiguieron con los trabajos en el canal la Esperanza con trazo nivelación y replanteo, refine y nivelación en caja del canal de entrada y salida al reservorio y la Esperanza, colocación de cerchas, y revestimiento de concreto, así mismo en las obras de arte (canaos, pasarelas, poza disipadora y desagües parcelarios).

Los trabajos se realizaron en 04 frentes, uno de ellos constituidos por personal de Sindicato de Construcción Civil Huaral, todo el personal esta implementado con EPPs.

Durante ese mes, se ha logró trabajar en el canal Esperanza durante la primera semana del mes

debido a que los usuarios se encuentran irrigando sus cultivos consecutivamente y no permiten cortar el agua por más días. Pero se continuaron los trabajos en el Canal de Entrada al Reservorio, en Canal de Salida del Reservorio, en obras de arte como: 02 pasarelas, 03 canoas, 14 desagües, 01 poza disipadora.

A la fecha la obra tiene un avance físico actual de 14.10%, que representa un monto de S/ 479,758.91, y un avance acumulado de 48.48% que representa un monto de S/ 1,649,840.24 (Datos a nivel de Costo Directo). Habiéndose programado un avance acumulado de 68.18% se concluye que la obra se encuentra atrasado por motivos de los cortes de agua.

Los trabajos se paralizaron el 31 de diciembre debido a que la Comisión de Usuarios La Esperanza solicita la paralización de obra debido a que necesitan irrigar sus cultivos y evitar pérdidas económicas.

- Los trabajos continuaron, con la inspección ocular del Ing. Residente de obra, trabajadores y personal técnico.
- Se determinó que los trabajos continuaran con el perfilado, encofrado y vaciado de concreto en el canal la Esperanza, canal de entrada y salida al reservorio.
- Las metas ejecutadas son: Revestimiento de canal Esperanza L= 1,021 ml, Revestimiento de canal Cabuyal L= 300 ml, Revestimiento de canal de entrada al reservorio L= 49 ml, Revestimiento de canal de salida del reservorio L= 77 ml, construcción de 03 pasarelas, 03 canoas, 14 desagües, 01 poza disipadora.
- La obra tiene un avance físico actual de 14.10%, que representa un monto de S/ 479,758.91, y un avance acumulado de 48.48% que representa un monto de S/ 1,649,840.24 (Datos a nivel de Costo Directo). Habiéndose programado un avance acumulado de 68.18% se concluye que la obra se encuentra atrasado por motivos de los cortes de agua.
- Se realizó la coordinación con las autoridades de la Junta de Usuarios Chancay Huaral y la Comisión de Usuarios la Esperanza para que brinden todo el apoyo necesario al residente y supervisor de obra, a fin de lograr las metas previstas y cumplir con los plazos contractuales.
- Los trabajos se paralizan el 31 de diciembre debido a que los usuarios solicitan irrigar sus cultivos y por ende necesitan hacer uso del canal Esperanza.



**Figura 16:**

**Trabajos de revestimiento de canal Esperanza en tramo 4+140 – 4+240.**

### **4.3. Contribución en la solución de situaciones problemáticas que se hayan presentado durante su estancia en la empresa**

#### **4.3.1. Contribuciones técnicas**

##### **a. Compatibilidad del expediente técnico:**

- Durante la visita de campo se realizó la verificación de las pendientes del canal haciendo y cotas que presentaba el expediente técnico y posteriormente hacer las correcciones en el informe de compatibilidad. Durante la medición se encontró algunas incongruencias con las mencionadas en el expediente que posteriormente se corrigieron en gabinete.
- Durante la visita se planificó realizar un levantamiento topográfico para calcular exactamente el metrado de descolmatación y limpieza. Finalmente se comparó la diferencia del metrado con los datos del expediente técnico.
- Realizamos la verificación de los tramos de canal que se iban a mejorar y los que se iban a demoler y compatibilizamos con los mencionados en el expediente técnico.
- Se realizaron las mediciones de la estructura de salida, pues en el expediente técnico no se consideró la construcción de esa estructura.
- Se realizó el diseño de la estructura de rebose porque la existente presentaba deterioro estructural.

**b. Contribuciones en la ejecución de obra meta I y meta II.**

- Se realizó la coordinación y dialogo continuo con los beneficiarios con respecto a la ubicación de las obras de arte, en algunos casos hubo un cambio de progresiva de 2 m a 10 m.
- Verificar los tramos del canal donde era necesario rellenar afirmado en exceso y trabajar esos frentes con otros personales asignados para no tener demoras en el cerchado y vaciado del concreto.
- Se realizó el acompañamiento técnico en el plantillado para la conformación del nuevo dique de tierra.
- Se Coordinó con los dueños de los botaderos, para llevar el material excedente y que no se iba a utilizar para la conformación de dique.

**4.4. Análisis de su contribución en términos de las competencias y habilidades adquiridas durante su formación profesional, considerando la revisión de literatura actualizada y pertinente**

- En la ejecución del canal de riego y reservorio de la localidad de Cabuyal fue importante la comunicación constante y la coordinación de los trabajos programados diarios; en todo momento mantuvimos buena cohesión como equipo. Antes de iniciar las actividades nos reuníamos para organizar el trabajo del día y así alcanzar el avance deseado.
- En los trabajos realizados en la DRAL el equipo de trabajo era multidisciplinario; el cual manteníamos una comunicación bastante fluida y así llevar avances mensuales de manera efectiva y óptima. A pesar de ser profesionales de diferentes áreas y especialidades el compromiso por alcanzar las metas de la obra era la misma.
- En la ejecución de la obra Meta I y Meta II fue importante mantener una comunicación técnica y exacta, conforme se fue avanzando adquirí más solidez a la hora de expresar mis fundamentos técnicos y coordinar con el equipo de trabajo de toda la obra.
- Las decisiones tomadas en la ejecución de la obra meta I y II se realizaba con ética y asumiendo la responsabilidad que ello podría involucrar.
- Las decisiones tomadas en la ejecución de la obra fueron realizadas siempre tomando en cuenta de dar la solución más óptima sin perjudicar el medio ambiente

- Durante el desarrollo de la obra utilizamos las herramientas de planificación y ejecución que tiene la DRAL para dar un aprovechamiento de los recursos de manera eficiente, tanto en el gasto del presupuesto, de la maquinaria y personal contratado.
- Durante la ejecución de mejoramiento del canal aplicamos y afianzamos los conceptos adquiridos, en los campos de la hidráulica, supervisión de obras y topografía.

#### **4.5. Explicar el nivel de beneficio obtenido por el centro laboral de su contribución a la solución de las situaciones problemáticas**

- Cumplimiento de los plazos y avances programados mensuales en las actividades de nivelación y control altimétrico para el revestimiento de los tramos y secciones del canal y que estaban deterioradas.
- El trabajo de corte de talud del dique conformado tenía una relación de 2:1 y para poder darle celeridad al trabajo se capacitó a un personal para que pueda trabajar en otro frente con otra excavadora que la tuvimos por una semana.
- Se realizó la coordinación con los propietarios para tomar sus terrenos como botaderos; ya que los ubicados con anterioridad estaban a una distancia mayor a los 10 km, así minimizamos el ahorro de combustible para los volquetes en la eliminación de material.
- Organización de las actividades críticas en el avance de la obra, debido a las limitaciones de recursos y constantes ampliaciones de plazo.

#### **4.6. Resultados**

En el siguiente cuadro se muestra un resumen de las partidas que se mantuvieron de acuerdo al expediente técnico y las partidas nuevas que se agregaron para ejecutar la obra.

**Tabla 10:**

***Comparación de Metrados de Expediente Técnico – Adicional (Nuevas Partidas) / Deductivos***

Item	Descripción	UN	Condición				
			Se Mantiene	Mayor metrado	Menor metrado	P. nueva	P. No necesaria
01.03.04.01.02	Acarreo y eliminación de losa y paredes demolidas (5km)	m3				X	
01.03.04.01.03	Trazo y replanteo preliminar	m2				X	
01.03.04.02	Movimiento de tierras						
01.03.04.02.01	Excavación en material suelto s/eq.	m3				X	
01.03.04.02.02	Refine y nivelación	m2				X	
01.03.04.03	Obras de concreto simple						
01.03.04.03.01	Concreto para solado e=4" 1:7	m2				X	
01.03.04.04	Obras de concreto armado						
01.03.04.04.01	Encofrado y desencofrado	m2				X	
01.03.04.04.02	Concreto f'c= 210 kg/cm2	m3				X	
01.03.04.04.03	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2	kg				X	
01.03.04.05	Pruebas de calidad de concreto						
01.03.04.05.01	Prueba de calidad de concreto (prueba a la compresión)	und				X	
01.03.05	<b>Revestimiento de canal de entrada</b>						
01.03.05.01	Obras preliminares						
01.03.05.01.01	Limpieza y desbroce del terreno s/eq.	m2				X	
01.03.05.01.02	Trazo y replanteo preliminar	m2				X	
01.03.05.02	<b>Demolición de losas y paredes de canal</b>						
01.03.05.02.01	Demolición de losas existentes con maquinaria	m3				X	
01.03.05.02.02	Acarreo y eliminación de losa y paredes demolidas (5km)	m3				X	
01.03.05.03	Movimiento de tierras						
01.03.05.03.01	Relleno compactado c/mat. propio c/eq.	m3				X	

«continuación»

---

<b>01.03.05.03.02</b>	<b>Excavación en material suelto s/eq.</b>	<b>m3</b>	<b>X</b>
<b>01.03.05.03.03</b>	Refine y nivelación de caja de canal	m2	X
<b>01.03.05.03.04</b>	Acarreo y eliminación de material excedente	m3	X
<b>01.03.05.04</b>	Encofrado y desencofrado con cerchas		
<b>01.03.05.04.01</b>	Encofrado de caja del canal con cercha	und	X
<b>01.03.05.05</b>	Obras de concreto simple		
<b>01.03.05.05.01</b>	Concreto f'c= 175 kg/cm2 (ver seccion tipo)	m3	X
<b>01.03.05.06</b>	Junta de canal		
<b>01.03.05.06.01</b>	Juntas de dilatación sellado elastomérico de poliuretano c/3m. en canal	m	X
<b>01.03.05.07</b>	Pruebas de calidad de concreto.		
<b>01.03.05.07.01</b>	Prueba de calidad de concreto	und	X
01.03.06	<b>Banqueta provisional para obras de refine y corte</b>		
<b>01.03.06.01</b>	Obras preliminares		
<b>01.03.06.01.01</b>	Trazo y replanteo preliminar	m2	X
<b>01.03.06.02</b>	Movimiento de tierras		
<b>01.03.06.02.01</b>	Conformación de banquetta	m3	X
<b>01.03.06.02.02</b>	Eliminación de material de banquetta	m3	X
<b>01.03.07.01</b>	Trabajos preliminares		
<b>01.03.07.01.01</b>	Demolición de estructura existente	m3	X
<b>01.03.07.01.02</b>	Acarreo y eliminación de losa y paredes demolidas (5km)	m3	X
<b>01.03.07.01.03</b>	Trazo y replanteo preliminar	m2	X
<b>01.03.07.02</b>	Movimiento de tierras		
<b>01.03.07.02.01</b>	Excavación en material suelto s/eq.	m3	X
<b>01.03.07.02.02</b>	Refine y nivelación	m2	X
<b>01.03.07.03</b>	Obras de concreto simple		

---

«continuación»

---

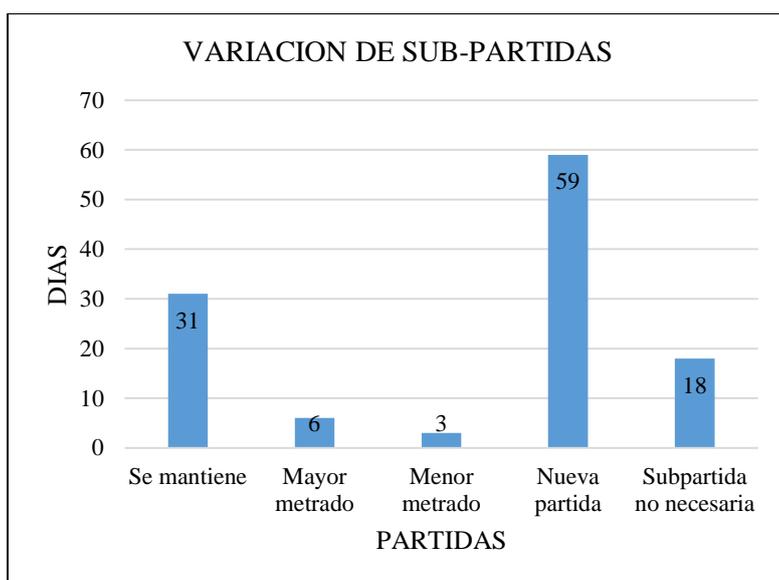
<b>01.03.07.03.01</b>	<b>Concreto para solado e=4" 1:7</b>	<b>m2</b>		<b>X</b>
<b>01.03.07.04</b>	Obras de concreto armado			
<b>01.03.07.04.01</b>	Encofrado y desencofrado	m2		X
<b>01.03.07.04.02</b>	Concreto f'c= 210 kg/cm2	m3		X
<b>01.03.07.04.03</b>	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2	kg		X
<b>01.03.07.05</b>	Curado de concreto			
<b>01.03.07.05.01</b>	Curado de concreto	m2		X
<b>01.03.07.06</b>	Pruebas de calidad de concreto			
<b>01.03.07.06.01</b>	Prueba de calidad de concreto	und		X
1.04	<b>Estudios complementarios</b>			
<b>01.04.01</b>	Evaluación geotecnia	glb	X	
<b>01.04.02</b>	Diseño de estructura de entrada y salida	glb		X
1.05	<b>Varios</b>			
01.05.01	<b>Mitigacion de impactos ambientales</b>			
<b>01.05.01.01</b>	Medidas preventivas de mitigación	glb	X	
<b>01.05.01.02</b>	Manejo de residuos sólidos y efluentes	glb	X	
<b>01.05.01.03</b>	Plan de contingencias	glb	X	
<b>01.05.01.04</b>	Monitoreo y seguimiento ambiental	glb	X	
<b>01.05.01.05</b>	Cierre ambiental de obra	glb	X	
01.05.02	<b>Ensayos de laboratorio</b>			
<b>01.05.02.01</b>	Prueba de calidad del concreto	und	X	
<b>01.05.02.02</b>	Densidad de campo	und	X	
1.06	<b>Flete</b>			
<b>01.06.01</b>	Flete terrestre	glb	X	

---

El Presupuesto del “Adicional N° 01” por Mayores Metrados, Partidas Nuevas, Menores Metrado y Partidas No Necesarias, se sustenta en el metrado total de cada partida multiplicado por el Costo Unitario del Presupuesto aprobado (para el caso de Mayores Metrados, Menores Metrados y Partidas No Necesarias) y por el Costo Unitario que se está proponiendo para el caso de Partidas Nuevas, además se está adjuntando el sustento técnico del caso.

La Supervisión calculó sus propios metrados de las partidas correspondientes por los trabajos Adicionales (Mayores Metrados, Partidas Nuevas) y Deductivos (Menores Metrados y Partidas No Necesarias), así como los sustentos respectivos.

La ejecución de las partidas detalladas anteriormente, comprende trabajos necesarios para dar cumplimiento a las metas del proyecto y lograr una eficiente operatividad de la obra.



**Figura 17:**

**Variación de sub- partidas en total**

#### 4.6.1. Comparación económica – presupuestal de las sub-partidas de menores metrados

##### a. Comparación y análisis presupuestal de partidas con menores metrados:

En la siguiente tabla podemos observar la variación de los metrados de algunas sub-partidas que por consiguiente tenemos un menor presupuesto con respecto al expediente técnico.

**Tabla 11:**

##### *Variación de sub- partidas de menores metrados*

	EN EXPEDIENTE TECNICO				EN OBRA		
	Unidad	Metrado	Precio S/.	Parcial	Metrado	Precio S/.	Parcial
<b>Obras preliminares</b>							
Limpieza de terreno manual	m2	14,402.27	3.53	50,840.01	11201.08	3.53	39,539.81
<b>Movimiento de tierras</b>							
Eliminación de material excedente con equipo hasta 10 km	m3	16,204.86	24.4	395,398.58	14305.27	28.68	410,275.14
<b>Dique</b>							
Enrocado de protección rip-rap	m3	1,902.77	49.28	93,768.51	603.62	72.35	43,671.91
<b>TOTAL</b>				S/540,007.10			S/493,486.86

##### b. Comparación y análisis presupuestal de partidas con mayores metrados:

En el siguiente cuadro podemos observar la variación de los metrados de algunas sub-partidas que por consiguiente tenemos un menor presupuesto con respecto al expediente técnico.

**Tabla 12:**

##### *Variación de sub- partidas de mayores metrados.*

	EN EXPEDIENTE TECNICO				EN OBRA		
	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial	Metrado	Precio S/.	Parcial
Trazo y replanteo preliminar	m2	14,402.27	1.32	19,011.00	18,149.41	1.43	25,953.66
<b>Movimiento de tierras</b>							
Descolmatación del reservorio	m3	3,251.98	9.88	32,129.56	3,360.32	11.42	38,374.85
Excavación masiva a máquina en terreno normal	m3	16,265.40	8.51	138,418.55	21,117.89	9.89	208,855.93

«continuación»

Perfilado y compactado en zona de corte							
<b>Red de drenaje y accesorios</b>							
Prueba hidráulica	m	527.4	1.52	801.65	547.29	1.52	831.88
<b>Obras de salida de reservorio</b>							
Curado de concreto	m2	24.6	2.44	60.02	43.2	2.83	122.256
<b>TOTAL</b>				<b>S/220,377.50</b>		<b>S/326,076.49</b>	

**c. Comparación y análisis presupuestal de sub-partidas nuevas:**

A continuación, se presenta los montos parciales de las sub-partidas que se realizaron en la obra que no estaban contemplados en el expediente técnico inicial las cuales fueron elaborados después de realizar el informe de compatibilidad.

**Tabla 13:****Variación de sub- partidas nuevas**

	<b>MEJORAMIENTO DEL RESERVORIO</b>			
	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial
<b>Trabajos preliminares</b>				
Trazo y replanteo preliminar	m2	656.75	1.43	939.15
<b>Movimiento de tierras</b>				
Excavación de zanjas c/equipo	m3	591.07	9.89	5,845.68
Refine y nivelación de zanjas	m2	1,641.87	2.9	4,761.42
<b>Varios</b>				
Suministro e instalación geotextil no tejido 200 gr/m2	m2	1,915.52	3.75	7,183.20
Cama de apoyo con material zarandeado	m3	65.67	67	4,399.89
Colocación de material de filtro (gravilla)	m3	262.7	62.57	16,437.14
Suministro e instalación tubería pvc sap perforada p/drenaje ø=110 mm	m	547.29	52.99	29,000.90
Tee pvc 110 mm	pza	8	77.26	618.08
Codo pvc 110 mm x 22.5°	pza	2	47.39	94.78
Codo pvc 110 mm x 45°	pza	8	45.57	364.56
Tapon perforado pvc 110 mm	pza	10	24.09	240.9
Templador para Geomembrana				
<b>Trabajos preliminares</b>				
Trazo y replanteo preliminar	m2	355	1.43	507.65
<b>Movimiento de tierras</b>				
Excavación de zanjas c/equipo	m3	355	9.89	3,510.95
Refine y nivelación de zanjas	m2	1,065.00	2.9	3,088.50
Eliminación de material excedente con equipo hasta 10km	m3	408.25	28.68	11,708.61

«continuación»

<b>Gaviones caja</b>				
Suministro e instalación de gaviones caja bz - 8x10 - 2.70x3.40	und	71	774.71	55,004.41
<b>Geomembrana y accesorios</b>				
Suministro e instalación de Geomembrana pe, e=1.5 mm	m2	19,105.07	26.48	505,902.25
Suministro e instalación geotextil no tejido 200 gr/m2	m2	19,105.07	3.75	71,644.01
<b>Dique</b>				
Remoción de dique de tierra existente	m3	15,187.39	7.99	121,347.25
Zarandeo de material de dique existente	m3	23,610.82	9.47	223,594.47
Carguío y transporte de material seleccionado	m3	23,610.82	4.81	113,568.04
Conformación de dique de tierra	m3	19,675.68	7.45	146,583.82
<b>Estructura de salida</b>				
<b>Trabajos preliminares</b>				
Demolición de estructura existente	m3	292.83	29.44	8,620.92
Acarreo y eliminación de losa y paredes demolidas (5km)	m3	366.03	5.43	1,987.54
Trazo y replanteo preliminar	m2	48	1.43	68.64
<b>Movimiento de tierras</b>				
Excavación en material suelto s/eq.	m3	351	52.58	18,455.58
Refine y nivelación	m2	443.1	2.9	1,284.99
<b>Obras de concreto simple</b>				
Concreto para solado e=4" 1:7	m2	17.55	30.48	534.92
<b>Obras de concreto armado</b>				
Encofrado y desencofrado	m2	631.7	39.47	24,933.20
Concreto f'c= 210 kg/cm2	m3	292.83	457.73	134,037.08
Acero corrugado fy=4200 kg/cm2	kg	11,586.44	6.55	75,891.18
<b>Pruebas de calidad de concreto</b>				
Prueba de calidad de concreto (prueba a la compresión)	und	9	30	270

«continuación»

<b>Revestimiento de canal de entrada</b>				
<b>Obras preliminares</b>				
Limpieza y desbroce del terreno s/eq.	m2	282.49	3.53	997.19
Trazo y replanteo preliminar	m2	282.49	1.43	403.96
<b>Demolición de losas y paredes de canal</b>				
Demolición de losas existentes con maquinaria	m3	56.6	29.44	1,666.30
Acarreo y eliminación de losa y paredes demolidas (5km)	m3	70.62	5.43	383.47
<b>Movimiento de tierras</b>				
Relleno compactado c/mat. propio c/eq.	m3	374.03	47.29	17,687.88
Excavación en material suelto s/eq.	m3	139.75	52.58	7,348.06
Refine y nivelación de caja de canal.	m2	275.65	2.9	799.39
Acarreo y eliminación de material excedente.	m3	160.71	5.48	880.69
<b>Encofrado y desencofrado con cerchas</b>				
Encofrado de caja del canal con cercha	und	26	61.41	1,596.66
<b>Obras de concreto simple</b>				
Concreto f'c= 175 kg/cm2 (ver sección tipo)	m3	27.99	398.1	11,142.82
<b>Junta de canal</b>				
Juntas de dilatación sellado elastomérico de Poliuretano c/3m. en canal	m	138.84	46.78	6,494.94
<b>Pruebas de calidad de concreto</b>				
Prueba de calidad de concreto (prueba a la compresión)	und	9	30	270
Banqueta provisional para obras de refine y corte				
<b>Obras preliminares</b>				
Trazo y replanteo preliminar	m2	3,886.11	1.43	5,557.14
<b>Movimiento de tierras</b>				
Conformación de banquetas	m3	2,750.32	7.45	20,489.88

«continuación»

Eliminación de material de banqueteta				
<b>Estructura de rebose</b>				
<b>Trabajos preliminares</b>				
Demolición de estructura existente	m3	26.25	29.44	772.8
Acarreo y eliminación de losa y paredes demolidas (5km)	m3	32.81	5.43	178.16
Trazo y replanteo preliminar	m2	101.99	1.43	145.85
<b>Movimiento de tierras</b>				
Excavación en material suelto s/eq.	m3	101.99	52.58	5,362.63
Refine y nivelación	m2	83.9	2.9	243.31
<b>Obras de concreto simple</b>				
Concreto para solado e=4" 1:7	m2	5.76	30.48	175.56
<b>Obras de concreto armado</b>				
Encofrado y desencofrado	m2	114.8	39.47	4,531.16
Concreto f'c= 210 kg/cm2	m3	33.46	457.73	15,315.65
Acero corrugado fy=4200 kg/cm2	kg	781.48	6.55	5,118.69
<b>Curado de concreto</b>				
Curado de concreto	m2	114.8	3.1	355.88
<b>Pruebas de calidad de concreto</b>				
Prueba de calidad de concreto (prueba a la compresión)	und	6	30	180
<b>Estudios complementarios</b>				
Diseño de estructura de entrada y salida	glb	1	10,000.00	10,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>1,801,238.89</b>

#### d. Comparación y análisis presupuestal de las partidas no necesarias:

A continuación, presento los parciales de las partidas que no se ejecutaron en la obra.

**Tabla 14:**

#### *Variación de sub-partidas no necesarias*

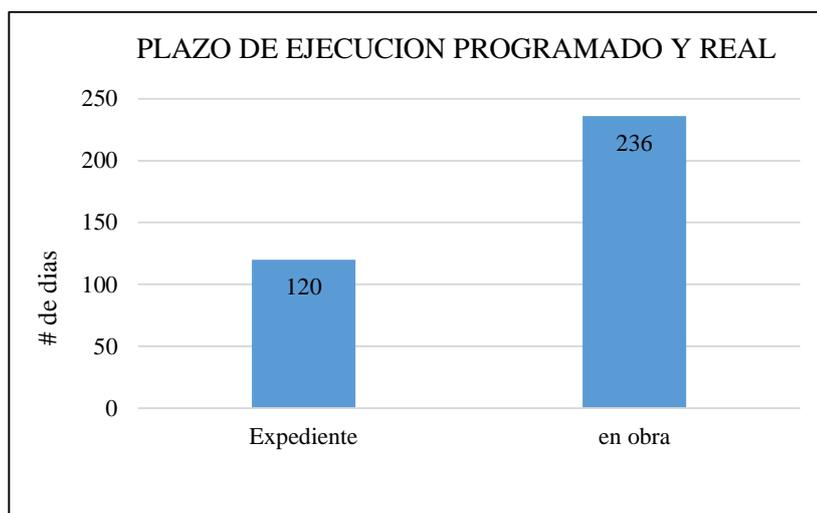
	<b>EN OBRA</b>			
	Un	Metrado	Precio S/.	Parcial
<b>MEJORAMIENTO DEL RESERVORIO</b>				
Colocación de material de filtro (gravilla)	m3	3,312.52	57.32	189,873.65
<b>Red de drenaje y accesorios</b>				
Suministro e instalación tubería pvc sal alcantarilla. u/f s-20 ø 250 mm.	m	39	88.79	3,462.81
Suministro e instalación tubería pvc sal u/f perforada p/drenaje ø=110 mm	und	488.4	52.99	25,880.32
Codo pvc sal 110 mm x 22.5°	pza	11	42.86	471.46
<b>Geomembrana y accesorios</b>				
Suministro e instalación de Geomembrana pe, e=2 mm	m2	14,402.27	43.83	631,251.49
<b>Obras de salida de reservorio</b>				
Excavación manual en roca suelta	m3	1.54	94.13	144.96
Concreto f 'c=210 kg/cm2	m3	0.64	517.46	331.17
Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	781.48	6.55	5,118.69
Encofrado y desencofrado normal para estructuras de concreto	m2	23.52	41.07	965.97
Concreto	m3	0.64	517.46	331.17
<b>Obras de aliviadero</b>				
<b>Pruebas de calidad de concreto</b>				
Codo 45° pvc alcant.s-20 u/f 250mm	und	7	93.07	651.49
Suministro e instalación tubería pvc sap u/f c.5 de 6 "	m	20	52.99	1,059.80
<b>Accesorios</b>				
Válvula compuerta de fierro	und	4	2,380.55	9,522.20
Válvula compuerta de fierro fundido bb de 6"	und	1	2,076.58	2,076.58
<b>Dique</b>				
Mejoramiento del talud existente	m3	20,438.99	9.04	184,768.47
Suministro e instalación de Geomembrana pe, e=2 mm	m2	4,243.40	43.83	185,988.22
Suministro e instalación de gaviones 1.5x1.0x5.0m	und	39.2	951.87	37,313.30
Colocación de material de filtro (gravilla)	m3	282.24	57.32	16,178.00
Suministro e instalación tubería pvc sal alcantarilla. u/f s- 20 ø 250 mm	m	196	88.79	17,402.84
<b>TOTAL</b>				<b>1,312,792.59</b>

El presupuesto tuvo un incremento principalmente a las partidas nuevas que se aumentaron en el expediente técnico: El monto Ref. del Expediente Técnico fue S/.

3'035,275.74 y el monto Referencial del Adicional - Deductivo. N°01 fue S/. 454,047.24. Siendo el valor total del proyecto S/. 3'488,022.97.

#### 4.6.2. Análisis del tiempo de ejecución

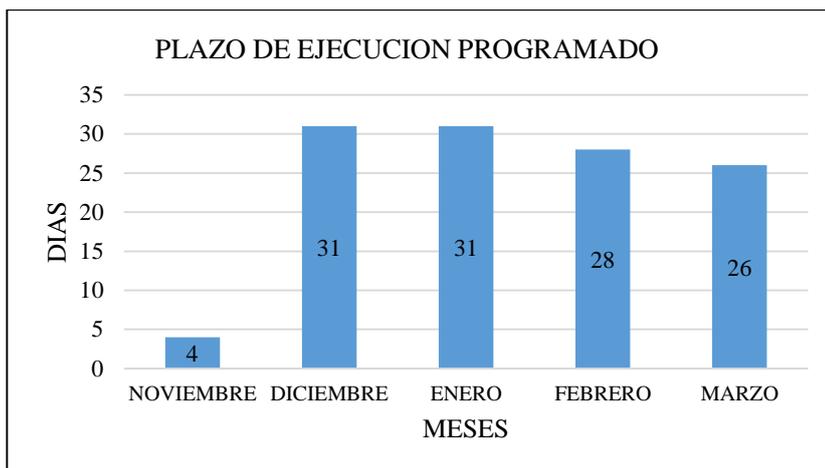
El plazo de ejecución de la obra de Meta I sufrió 03 ampliaciones de plazo el cual al final la obra se realizó en 236 días calendarios y no en 120 días como en un inicio estaba estipulado en el expediente técnico.



**Figura 18:**

#### **Plazo de ejecución programado y real**

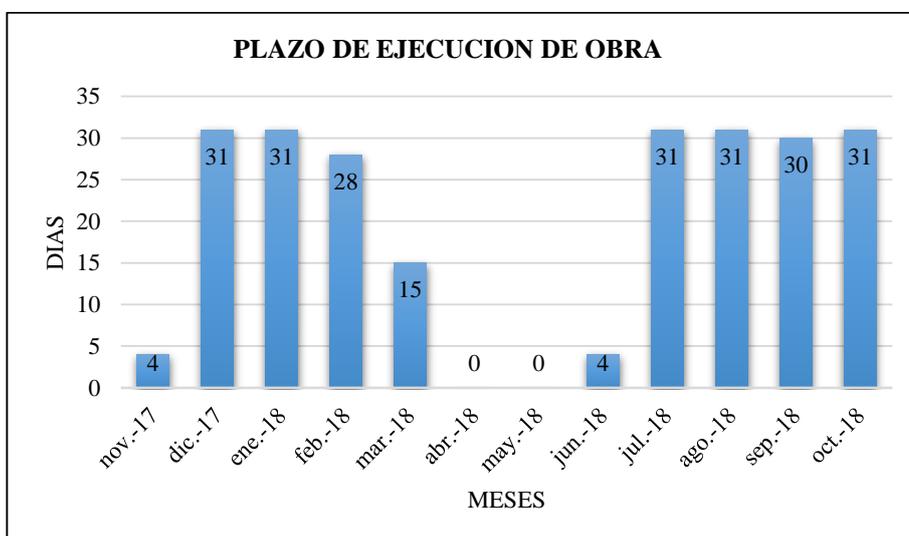
Según el expediente técnico la obra tenía que ser ejecutada en 120 días calendarios, líneas abajo presentamos dos cuadros a detalle de los días que demoraron en cada mes, como estaba en plazo de ejecución programado y el plazo de ejecución real de la obra. El siguiente cuadro muestra cómo se debió ejecutar la obra en un contexto regular.



**Figura 19:**

**Plazo de ejecución de la obra – Expediente técnico.**

Como demuestra la siguiente tabla, las actividades se realizaron con normalidad hasta el 15 de marzo 2018, la segunda quincena en adelante hasta la primera semana de junio la obra fue paralizada por motivos como falta de presupuesto por parte de oficina técnica y por incompatibilidades de con el expediente técnico.



**Figura 20:**

**Plazo de ejecución real de la obra.**

### 4.6.3. Comparación de ruta crítica del expediente y de la obra ejecutada

#### a. Ruta crítica del expediente técnico:

En el cronograma de avance de obra se observa las partidas que según el expediente técnico daría como resultado una ruta crítica de 120 días laborales, siempre que las condiciones de trabajo avanzaran sin ningún contratiempo como paralizaciones, falta de materiales, falta de asignación de presupuesto y etc.

Como avance normal de la obra, las actividades de movimiento de tierras e instalación de la geomembrana son los que más días de trabajo representa en el cronograma de avance. Siendo sus sub-partidas críticas y son estas mismas las que definen nuestra ruta crítica.

#### b. Ruta crítica de avance de obra:

El cronograma de avance de obra con respecto al cronograma del expediente técnico sufrió varios cambios de actividades, debido al Adicional deductivo presentado por el residente de obra.

Por otro lado, las paralizaciones y a esto sumado la falta de asignación de recursos a la obra por parte de la Dirección Regional de Agricultura hicieron que diferentes actividades se retrasaran y se vayan realizando actividades las cuales si se contaba recursos. También la demora de la aprobación de del adicional fue otro papel fundamental.

A continuación, se detallará las partidas principales que hicieron un cambio importante en toda la ruta de trabajo:

- Remoción del dique existente que conllevó 25 días, los cuales no estaban contemplados en el expediente inicial y tampoco se contaba con ese presupuesto; ya que en un principio solo se realizaría un mejoramiento de dicho dique.
- Zarandeo del material del dique existente, en este caso el mismo material fue utilizado en la construcción del nuevo dique y para esto se tenía que tamizar todo este material lo cual nos exigía el uso de volquetes, cargador frontal y excavadora de orugas. Esta actividad demandó un plazo de 20 días.

- Conformación del nuevo dique, esta actividad tuvo una duración de 20 días. Debido a esta actividad se reprogramo la instalación de la geomembrana por 15 días
- Demolición de la estructura de salida existente, dicha estructura estaba presupuestada para su mejoramiento; pero debido a sus fallas deficiencias estructurales se ordenó la demolición y construcción de una nueva estructura. Esta actividad demando 10 días las cuales se usó la excavadora y volquetes para la eliminación de material.
- La instalación de la geomembrana PE 1.5 mm y el geotextil que no estaban en las actividades del proyecto inicial, que luego de una evaluación del terreno se realizó ese adicional en el informe de compatibilidad. Esta actividad demando 22 días.



***Figura 21:***  
**Instalación del geotextil.**

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

- El expediente técnico del proyecto no representa semejanza con la realidad (campo), debido a que mucha información que se debería levantar en campo no se realizó y solo fue trabajado en gabinete. Lo cual conllevó, que durante la ejecución de obra se generó la solicitud de adicionales, y por tal se generaron retrasos en la ejecución de la obra.
- Se determinó, que el presupuesto del expediente técnico no fue suficiente para cubrir las demandas de la reformulación del estudio dando finalmente un adicional-deductivo de S/. 454,047.24.
- Las partidas nuevas fueron determinantes para la ejecución de la obra en su totalidad y que garantizan la vida útil del proyecto.
- La ruta crítica planteada en el expediente técnico no se ejecutó; por el contrario, cambio en cantidad de partidas y plazos de ejecución de acuerdo al adicional – deductivo presentado.
- Los requerimientos solicitados a la oficina de logística y presupuesto en muchos casos fue un impedimento para que la obra no cumpla de manera óptima su plazo establecido. La paralización realizada el 15 marzo del 2018 fue porque la licitación para geo membrana del reservorio aún no se había realizado; además de la demora en la compra del terreno por donde se ubica el canal de entrada al reservorio.

### **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda a las entidades públicas a cargo de aprobar los expedientes técnicos definitivos, ratificar que al menos los proyectistas hayan ido a campo a levantar la información necesaria e imprescindible para la elaboración de los proyectos.

- Se recomienda a los proyectistas programar reuniones, antes y durante la formulación del proyecto, con los pobladores y/o beneficiarios; ya que ellos conocen en realidad las problemáticas de la zona.
- Dar prioridad a los procesos de compras de materiales, equipos e insumos, que influyan en la ruta crítica de los proyectos.
- Fortalecer y reorganizar la oficina de licitaciones de la Dirección regional de Agricultura para una mejor gestión de los requerimientos.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

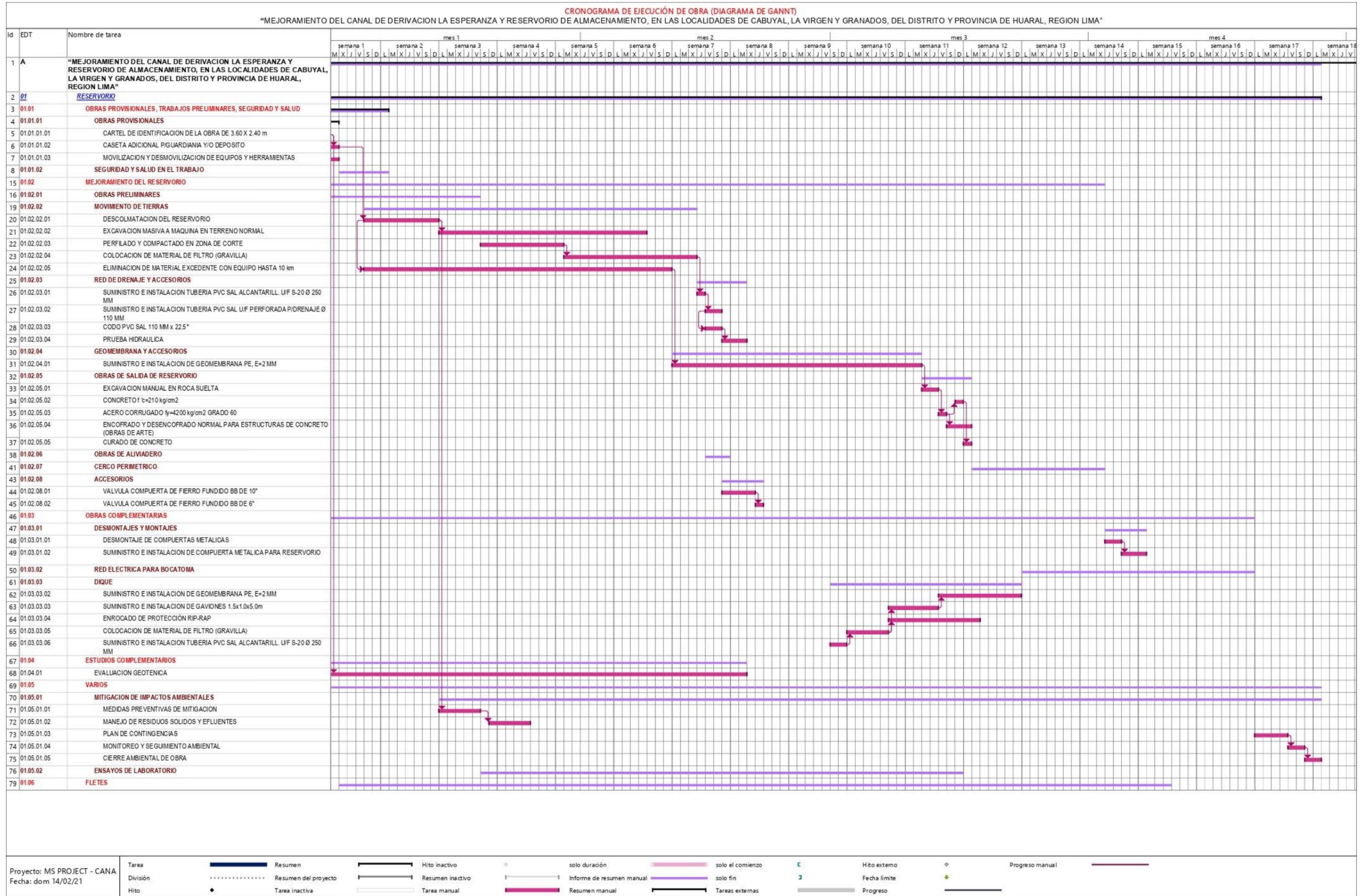
- ANA. (2010). Manual: Criterios de Diseño de obras hidráulicas para la formulación hidráulicos multisectorial y de afianzamiento hídrico. Lima: ANA.
- Bustamante, Y. (2013). Modelamiento numérico de una onda de avenida generada por la rotura de una presa de tierra y su estimación de riesgo. (Tesis de Grado). Lima: UNMSM.
- Cañedo, C.S. (2008). *Preparación de Proyectos de Inversión según el Sistema Nacional de Inversión Pública*. Lima: Instituto Pacífico.
- Chaundhry, H. (2008). *Open-Channel Flow*. Nueva York: Springer.
- Chávez, A. & Guevara, K. (2014). Evaluación del análisis de la estabilidad de la presa Garrapón del centro poblado Garrapón-Ascope-La Libertad. (Tesis de Grado). Trujillo: UPAO.
- Chow, V.T. (1959). *Open Channel Hydraulics*. Tokyo: McGraw Hill Book Company, Inc.
- Dilas, L. (2017). Causas que generan prestaciones adicionales y ampliaciones de plazo en proyectos de infraestructura municipal. (Tesis de Grado). Jaén: Universidad Nacional de Cajamarca.
- FAO. (1986). Water for animals. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2010). Manual on small earth dams. A guide to siting, design and construction. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Figueras, M. (2008). Diseño de presas pequeñas. (Tesis de Maestría). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- García, E. (1987). Manual de diseño de canales y obras de arte. Lambayeque: CONCYTEC.
- Gobierno del Perú. (2002). Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales. Lima: Diario Oficial El Peruano.
- Gobierno del Perú. (2003). Ley N°27972, Ley Orgánica de Municipalidades. Lima: Diario Oficial El Peruano.
- Gobierno del Perú. (2005). Ley General del Sistema Nacional de Presupuesto. Lima: Diario Oficial El Peruano.
- Guerrero, R. (2016). Lineamientos para mejorar la gestión de proyectos de construcción de los gobiernos regionales y locales en la etapa de preinversión, bajo el enfoque de "Lean Construction". (Tesis de Grado). Lima: PUCP.
- MEF. (2019). Texto Único Ordenado de la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado. Aprobado mediante Decreto Supremo N° 082-2019-EF. Lima: Diario Oficial El Peruano.
- Nina, M. (2017). Evaluación geotécnica para la construcción de la presa Huanzo. (Tesis de Grado). Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Rojas, R. (2004). Influencia de la información geotécnica en los movimientos de tierra. Caso de análisis: Embalse de un proyecto hidroeléctrico. San José: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Salinas, A. (2010). Manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia en el sector agropecuario de Costa Rica y recomendaciones para su utilización. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

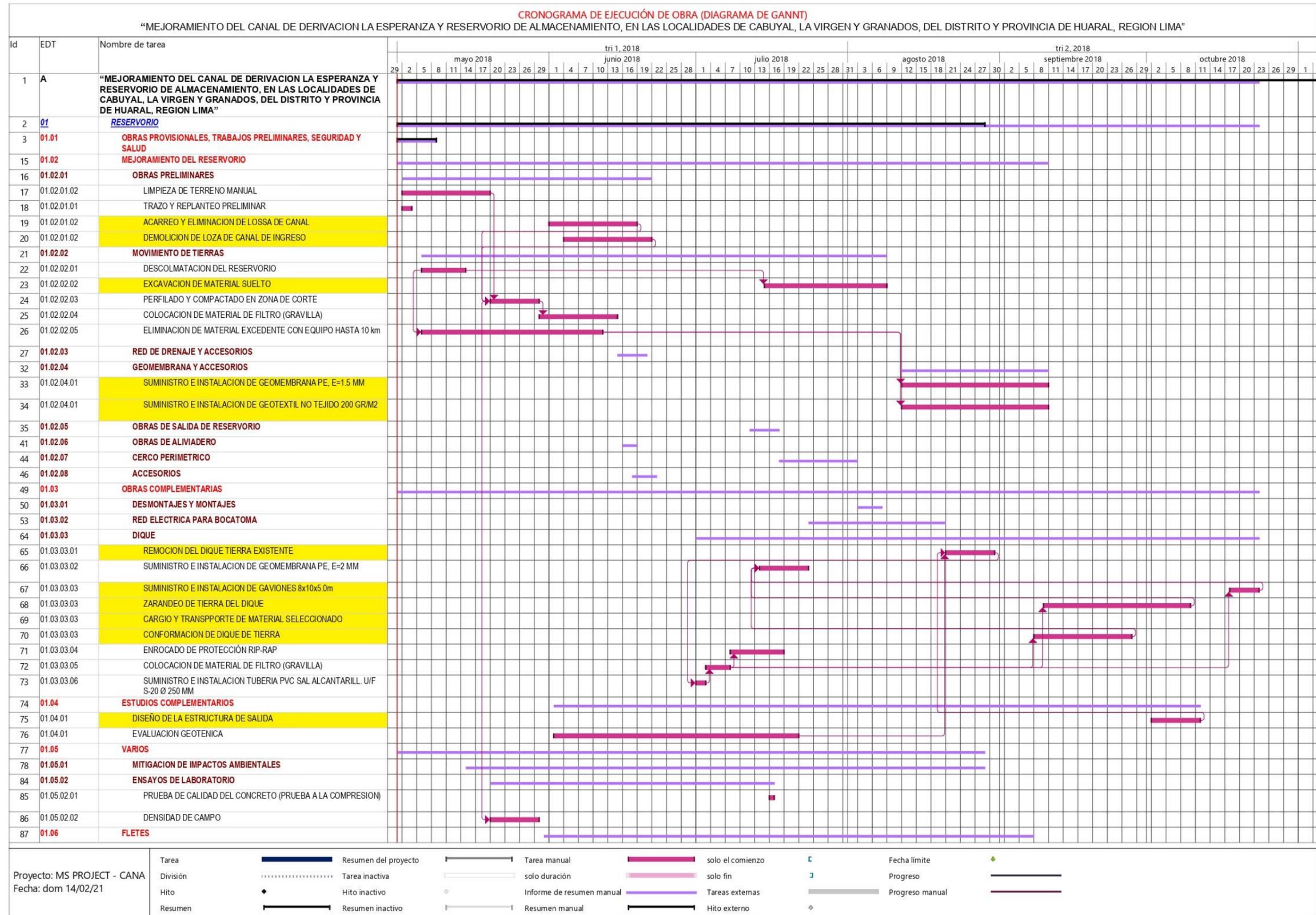
- Sánchez, J. (2017). Diseño hidráulico y modelamiento en HECRAS del canal de concreto y de obras de arte del Proyecto Carpintero - Tramo Km 0+000 al Km 5+000. (Tesis de Grado). Lima: UPC.
- USDA. (1985). Earth dams and reservoirs. New York: U.S. Department of Agriculture. Soil Conservation Service Engineering Division.
- USDA. (2007). *Basic principles of channel design*. Washington: USDA.
- Villón, M. (2008). *Hidráulica de canales*. Costa Rica: Tecnología de Costa Rica.
- Votruba, L. (1989). *Water Management in Reservoirs*. Praga: Elsevier.
- Wahlstrom, E. (1974). Dams, Dam Foundation and Reservoirs Sites. Nueva York: Elsevier Scientific Publishing Company.

## **VII. ANEXOS**

# Anexo 1: Cronograma de expediente técnico



## Anexo 2: Cronograma de avance de obra



**Anexo 3: Foto aérea de la obra terminada**

