

**UCLV**  
Universidad Central  
"Marta Abreu" de Las Villas



**FC**  
Facultad de  
Construcciones

Departamento de Ingeniería Hidráulica

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**Título del trabajo:** Organización, programación y presupuestación de la reconstrucción de la Derivadora: "El Patio", en Jatibonico.

**Autor del trabajo:** Maikel Pino Reyes

**Tutores del trabajo:** Pedro Andrés Orta Amaro  
Jesús Echevarría Rodríguez

Santa Clara, junio, 2018

Santa Clara

Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

**Pensamiento**

“El buen transcurso de una obra depende en buena medida de la organización, programación y control que se haga la misma”

*Pedro Barber Lloret.*

**Dedicatoria**

Le dedico este Trabajo de Diploma a mi familia y amigos, en especial a mis padres, mis abuelos, mi hermano, mis suegros y no por ultima sea menos importante, a mi novia.

### **Agradecimientos**

Desde el momento que decidí optar por una carrera de ingeniería, las principales personas que me apoyaron fueron mis padres, mi abuelo y mi hermano, que desde un principio desearon que me superara y me formara como un profesional útil y capaz de afrontar las dificultades de la vida.

Por tanto, expreso mis agradecimientos a:

Mi mamá que siempre está y estará ahí cuando la necesite.

Mi papá que nunca me dice que no a nada, aunque sea difícil.

Mi hermano que desde la distancia me brinda su apoyo y que puedo contar con él para lo que necesite.

Mi novia, que desde primer año me brinda su amor y su paciencia en los momentos más difíciles que se han presentado.

Mis compañeros del aula y principalmente a los del cuarto.

Mi tutor Pedro A. Orta Amaro, que desde el principio no dudó en aceptarme como su diplomante, siendo paciente y decisivo en los obstáculos que se presentaron para la elaboración del Trabajo de Diploma.

### **Resumen:**

Se realiza una propuesta de organización, programación y presupuestación para la reconstrucción de la Derivadora "El Patio", ubicada en Jatibonico, provincia de Sancti Espíritus. Inicialmente se obtuvieron los resultados de las investigaciones ingeniero geológicas efectuadas, seguidamente se procedió a la obtención y al estudio del proyecto técnico de organización de dicha obra ejecutado por la EPIH de VC y otros datos necesarios para poder confeccionar el proyecto ejecutivo de organización de la reconstrucción de la obra, considerando las maquinarias disponibles en la UEB "Leoncio Vidal", de la ECOING 25 del MICONS de Villa Clara, cumpliendo con el reglamento vigente.

Definida la estrategia constructiva, se confeccionan los listados de actividades a ejecutar y se estimaron sus tiempos de duración, procediendo a la programación y al balance de los principales recursos empleando el MS PROJECT, para finalmente confeccionar el presupuesto de la reconstrucción utilizando el PRESWIN, para asegurar el buen funcionamiento de la obra hidráulica, su ejecución en el menor tiempo y costo, con la calidad establecida en su proyecto ejecutivo y en las normas técnicas vigentes en el país.

**Palabras Claves:** organización, programación, presupuestación, proyecto

**Abstract**

A proposal of organization, programming and budgeting is made for the reconstruction of the Derivadora "El Patio", located in Jatibonico, province of Sancti Spíritus. Initially the results of the geological engineer investigations were obtained, then proceeded to obtain and study the technical project of organization of said work executed by the EPIH VC and other necessary data to be able to prepare the executive project of organization of the reconstruction of the work, considering the machinery available in the UEB "Leoncio Vidal", of the ECOING 25 of the MICONS of Villa Clara, complying with the current regulations.

Once the constructive strategy has been defined, the lists of activities to be executed are drawn up and their duration times were estimated, proceeding to the programming and the balance of the main resources using the MS PROJECT, to finally make the budget of the reconstruction using the PRESWIN, to ensure the proper functioning of the hydraulic work, its execution in the shortest time and cost, with the quality established in its executive project and in the technical standards in force in the country

**Key Word:** organization, programming, budgeting, project

**ÍNDICE**

Pensamiento.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos .....	iii
Resumen: .....	iv
Abstract.....	v
Introducción .....	1
Diseño Teórico Metodológico .....	4
<b>Capítulo 1. Estado del conocimiento de la organización de obras hidrotécnicas .....</b>	<b>7</b>
1.1 Introducción.....	7
1.2 Reseña Bibliográfica.....	7
1.2.1. Leyes, reglamentos, normas técnicas y regulaciones vigentes .....	7
1.2.2. Libros, artículos y manuales.....	12
1.2.3 Trabajos de diploma y tesis de maestría. ....	20
1.3. Reseña analítica o estado del arte de la organización de las obras hidrotécnicas.....	23
1.4. Conclusiones parciales del Capítulo 1:.....	24
<b>Capítulo 2. El Proyecto Técnico de Organización de la Derivadora “El Patio”.....</b>	<b>26</b>
2.1. Introducción:.....	26
2.2. Memoria Descriptiva .....	27
2.2.1. Descripción general de la obra:.....	28
2.2.2. Características y dimensiones del área.....	28
2.2.3. Tecnologías Constructivas propuestas:.....	29
2.2.4. Reconstrucción de los muros. ....	30

2.2.5.	Composición de la obra: .....	31
2.2.6.	Consideraciones generales a tomar en cuenta en el proceso organizativo de la obra y su programación. ....	33
2.2.7.	Secuencia de los trabajos. ....	35
2.2.8.	Plan de Calidad. ....	36
2.2.9.	Proyecto de Seguridad y Protección de la Obra.....	36
2.2.10.	Regulaciones medioambientales.....	37
2.2.11.	Tabla 1: Necesidad o solicitud de equipos: .....	37
2.3.	Conclusiones parciales del Proyecto Técnico de Organización de la Derivadora “El Patio”. ....	38
2.4.	Otros Datos Necesarios. ....	40
2.4.1.	Resultados de las Investigaciones Ingeniero- Geológicas. ....	40
2.4.2.	Parque de máquinas de movimiento de tierra y de construcción civil disponible en la UEB de la ECOING 25 que ejecutará los trabajos. ....	49
2.4.3.	Datos sobre la Planta Centralizada de Hormigón (distancia y rendimiento, cantidad de Camiones Hormigoneras disponibles). ....	49
2.4.4.	Datos del Presupuesto de la Obra.....	50
2.4.5.	Duración de los trabajos empleando el MS PROJECT, con los datos exportados del PRESWIN (método empleado por la EPIH de VC) ....	50
2.4.6.	Conclusiones parciales del Capítulo 2:.....	51
	<b>Capítulo 3. Confección de la propuesta de Proyecto Ejecutivo de Organización de la Derivadora “El Patio” .....</b>	<b>52</b>
3.1.	Introducción .....	52
3.2.	Cumplimiento del Reglamento de Alcance y Contenido:.....	52
	Artículo 31: El Proyecto Ejecutivo de Organización de Obra contendrá tres partes principales: .....	52
	Artículo 32: La parte escrita. ....	52
	Artículo 33: Parte gráfica (planos).....	54

Artículo 34: Programaciones y balance de recursos: .....	56
3.3. Propuesta del Proyecto Ejecutivo de Organización de los trabajos de reconstrucción de la Derivadora “El Patio”. .....	57
3.3.1. Artículo 31: El Proyecto Ejecutivo de Organización de Obra.....	57
3.3.2. Artículo 32: Parte escrita (Memoria Descriptiva) .....	57
3.3.3. Artículo 33: Parte gráfica (planos) .....	74
3.3.4. Artículo 34: Programaciones y balance de recursos: .....	81
3.3.5. Presupuestación:.....	81
3.3.6. Conclusiones parciales del Capítulo 3:.....	82
<b>CONCLUSIONES.</b> .....	83
<b>RECOMENDACIONES:</b> .....	85
Referencias Bibliográficas:.....	87
Bibliografía: .....	88
<b>ANEXOS</b> .....	91
- ANEXO 1:.....	91
- ANEXO 2:.....	91
- ANEXO 3:.....	91

### **Introducción**

Las construcciones civiles constituyen una rama fundamental para garantizar el desarrollo socio-económico de los países y dentro de éstas, en las hidrotécnicas, se aplican los avances científico - tecnológicos que permiten su construcción eficaz. Para ello es necesario realizar una organización eficaz de los trabajos, programar la realización de las actividades haciendo uso racional de los recursos para ejecutarlas con eficacia, es decir, en el menor plazo de tiempo y costo posible, garantizando la calidad requerida.

El hombre desde épocas remotas hizo esfuerzos para cumplir los anteriores propósitos, lo cual se evidencia en los siguientes ejemplos:

Diversos estudios e investigaciones corroboran la evidencia de que la primera represa de la que se tiene constancia se construyó alrededor del año 4 000 A.C en Egipto en el Valle del Nilo por mandato del rey Menes para desviar el cauce del río Nilo y así proporcionar más terreno a la ciudad de Menfis. **(Palomo, 2010)**

En el 3000 a.n.e., en la denominada Edad de Bronce, se construyó la presa Jawa en la ciudad del mismo nombre, ubicada en medio del desierto en Jordania, la que perduró en tales condiciones por una gestión inteligente de los recursos hídricos. En aquella remota época, sus antiguos constructores emplearon una organización eficaz de los recursos, de forma intuitiva aplicaron los conceptos básicos de la ingeniería civil, en particular de la ingeniería hidráulica. Este embalse es reconocido como uno de los más antiguos del mundo. **(Piqueras, 2014)**

Otro ejemplo donde se muestra el nivel organizativo y de desarrollo tecnológico fue la construcción de la gran presa Asuán en Egipto, la que se construyó a inicios del pasado siglo XX, para eliminar las inundaciones provocadas por las crecidas del caudaloso río Nilo, empleándose métodos organizativos que aseguraron su ejecución eficaz. **(Rubín, 2014)**

En la actualidad, se han ejecutado gigantescas represas como la denominada “Tres Gargantas” en China y la de Itaipú en la frontera entre Brasil y Paraguay, que evidentemente han requerido de una organización eficiente de sus recursos para asegurar su construcción exitosa, las cuales clasifican como megaproyectos.

La organización de las obras, es una disciplina que busca la optimización del uso de los recursos (equipos, materiales, humanos y financieros) y su administración eficiente. **(Madlum, 2012)**. Autores de varios países del mundo han publicado libros que desarrollan la temática: **(Martino, 1964); (Heredia, 1995); (Facilitador, 2013); (Valderrama, 2014)** y otros.

Desde hace más de un siglo esta disciplina se aplica y desarrolla en Cuba como una herramienta para planificar, programar y asegurar un racional balance de recursos, existiendo hace décadas bibliografía dedicada a la organización de las edificaciones: **(Espineta, 1985); (Notario, 1989); (Rodríguez, 2009)**; a la organización de las obras viales **(Orta, 2013)**, pero ninguno a las obras hidráulicas, únicamente algunos trabajos de diploma recientemente confeccionados **(Palomo, 2010), (Hernández, 2012) y (Tirado, 2013)**, reflejan un accionar en esta temática. Los proyectos ejecutivos de organización de obra en Cuba, se elaboran para garantizar la ejecución y puesta en explotación eficaz de las inversiones a realizar, en particular en la fase de implementación o de ejecución de los proyectos, cumpliendo con el reglamento: **“Sobre el alcance y el contenido de los Proyectos de Organización de Obra”**, vigente desde el año 1979. Esencialmente en los mismos se realiza una descripción detallada de los objetos de obra y de las actividades a realizar, se precisan las estrategias, las tecnologías y los recursos a emplear; se realiza la programación de los trabajos, tratando de asegurar un empleo racional de los recursos y la calidad de las labores, se estima el precio de los trabajos, dotando así a la entidad constructora de una herramienta útil, en una guía eficaz para la construcción de las obras.

La Derivadora “El Patio”, ubicada en las proximidades de la localidad de Jatibonico en la provincia de Sancti Espíritus, es una obra solicitada por el Ministerio de la Industria Azucarera (MINAZ) en la década de los años 90, con el objetivo de embalsar los recursos hídricos provenientes del río “El Cieguito”, para utilizar el agua embalsada en el desarrollo del sector agrícola del dicho territorio, siendo su mayor uso en las plantaciones de caña de azúcar, pertenecientes al Central Azucarero “Uruguay”.

Esta obra hidrotécnica presentó dificultades para su terminación, debidas fundamentalmente a las limitaciones del denominado período especial, donde faltaron recursos financieros, mano de obra, combustible y equipos necesarios para

su culminación, lo que impidió su conclusión y puesta en explotación, la cual se pretende reconstruir y terminar para el próximo año 2019.

Las principales acciones a ejecutar para la reconstrucción y la culminación de esta obra hidráulica, son las siguientes:

- Demolición de la parte final de los muros longitudinales de la rápida, de una sección de la losa correspondiente y la reconstrucción de los mismos.
- Demolición de los muros transversales de la rápida.
- Ejecutar pilotes in situ sobre los cuales apoya la losa del voladizo ubicada después de la rápida, así como la construcción de los cabezales, las vigas secundarias y las principales.
- Construcción de un dique de 3 km empleando suelo arcilloso excavado del canal de salida del aliviadero, de la excavación del Canal de Drenaje de 2,2 km paralelo al dique y el existente en el Préstamo 15 ubicado aproximadamente a 2 km de la obra, según el proyecto técnico de la obra.
- La ejecución de 3 obras de fábrica de cajones de 2 x 2 m y una de doble hilera de tubos de diámetro 1 metro, que permiten el paso del agua del canal C-1 y del Canal de Drenaje (paralelos al dique).
- La reparación de la cortina de tierra.
- La reapertura del canal de entrada
- Reapertura de los primeros 100 m del canal de salida y excavación de los restantes 535 metros.

El proyecto de organización de obras de la Derivadora "El Patio" contemplará, todos los trabajos necesarios a realizar para resolver los problemas antes enumerados y concluir los trabajos lo antes posible, determinar los volúmenes de los trabajos de las actividades a ejecutar para su reconstrucción, la definición de la estrategia y las tecnologías constructivas a emplear, la mano de obra, los equipos para su construcción y otros recursos a utilizar, realizando la programación y el necesario balance de dichos recursos y finalmente realizar la presupuestación de los trabajos acorde con el sistema de precios vigente.

### **Diseño Teórico Metodológico**

#### **Problemática existente:**

La obra hidrotécnica denominada: Derivadora “El Patio”, ubicada en el municipio de Jatibonico, en la provincia de Sancti Espíritus, ejecutada parcialmente hace más de 20 años, presenta en la actualidad un grupo de problemas derivados de su paralización y de su construcción, consistentes en: que los muros de la rápida se agrietaron; un mal funcionamiento del aliviadero por no tenerse en cuenta la unión del río “Jatibonico del Sur” y del río “El Cieguito” al no construirse un dique que evitase la convergencia de sus dos cauces; al no culminarse la ejecución del canal de salida; por no ejecutarse los canales de drenaje paralelos al dique, tampoco las obras de fábrica del canal C-1 y del canal de drenaje, por todos los problemas antes enumerados, se hace necesario confeccionar un Proyecto Ejecutivo de Organización de Obra que asegure la eficaz reconstrucción y terminación de este conjunto hidráulico.

#### **Problema Científico:**

¿Cómo asegurar la reconstrucción de la Derivadora: “El Patio”, en el menor tiempo, con los menores costos y con la necesaria calidad?

#### **Campo de acción:**

La organización de la ejecución de las obras hidrotécnicas.

#### **Objeto de la investigación:**

El Proyecto Ejecutivo de Organización de Obra para la reconstrucción de la Derivadora “El Patio”.

#### **Objetivo General:**

Organizar, programar y presupuestar dicha obra hidrotécnica, asegurando la necesaria eficacia técnica y económica en su reconstrucción.

### **Objetivos Específicos:**

1. Definir el estado del arte o del conocimiento de la organización de la ejecución de las obras hidrotécnicas.
2. Estudiar el Proyecto Técnico de Organización de los trabajos de reconstrucción de la Derivadora “El Patio” y obtener los datos necesarios sobre su proyecto ejecutivo e investigaciones ingeniero geológicas.
3. Confeccionar una propuesta racional de Proyecto Ejecutivo de Organización de los trabajos, para la reconstrucción eficaz de la Derivadora “El Patio.”

### **Hipótesis:**

Si se confecciona un racional proyecto ejecutivo de organización de dicha obra hidráulica y se emplea en su reconstrucción, se logrará su ejecución eficaz desde los puntos de vista técnico y económico.

### **Aportes:**

Los principales aportes son de índole metodológico y práctico, los que seguidamente se describen:

**Metodológico:** ya que muestra el procedimiento a cumplimentar para confeccionar un Proyecto Ejecutivo de Organización de una obra hidrotécnica, cumpliendo con lo reglamentado en el país, lo que pudiese ser de utilidad tanto para la empresa constructora como para la carrera de Ingeniería Hidráulica, en particular para los Proyectos Integradores que se desarrollan.

**Práctico:** al proponer soluciones racionales para la planificación, la programación y la presupuestación de la reconstrucción eficaz de la Derivadora “El Patio”, contribuyendo a la disminución de los costos y al aseguramiento de la calidad de los trabajos.

### **Métodos y técnicas empleadas**

En este proyecto de diploma se emplean varios métodos y técnicas tales como: la de análisis y síntesis de la información disponible para confeccionar el estado de

arte y el marco teórico-conceptual; el de inducción-deducción para establecer las estrategias organizativas, la definición de los listados de actividades a ejecutar, la programación de los trabajos mediante el MS PROJECT y la presupuestación mediante el PRESWIN, acorde con el sistema de precios vigente (PRECONS II).

### **Estructura del trabajo de diploma:**

1. Portada
2. Resumen
3. Introducción
4. Desarrollo
  - Capítulo 1: Estado del conocimiento de la organización de las obras hidrotécnicas.
  - Capítulo 2: El Proyecto Técnico de Organización de la Derivadora “El Patio”.
  - Capítulo 3: Propuesta de Proyecto Ejecutivo de Organización para la reconstrucción de la Derivadora “El Patio”.
5. Conclusiones
6. Recomendaciones
7. Bibliografía
8. Anexos

### **Cronograma de realización:**

Semana 25: 15/febrero/2018 Inicio de los Trabajos de Diploma.

Semana 27: Primera revisión parcial: 7 de marzo: Diseño de la Investigación.

Semana 30: Segunda revisión parcial: 28 de abril: Capítulo 1.

Semana 35: Tercera revisión parcial: 3 de mayo: Capítulo 2.

Semana 39: Cuarta revisión parcial (pre defensa): 1ero.de junio: Capítulo 3

Semana 40: Entrega del Trabajo de Diploma: 7 de junio

Semana 41: Del 11 al 13 de junio: Pre defensa.

Semana 43: 25-29 de junio: Defensa del Trabajo o Proyecto de Diploma.

### **Capítulo 1. Estado del conocimiento de la organización de obras hidrotécnicas**

#### **1.1 Introducción**

En el presente capítulo se efectúa el análisis del estado del conocimiento de las obras hidrotécnicas en Cuba y en otras regiones del mundo (España, México, Colombia, Estados Unidos, fundamentalmente), mediante la obtención de documentos bibliográficos (artículos, decretos leyes, normas y reglamentos cubanos e internacionales, libros, trabajos de diploma y otros relacionados con la organización de obras hidrotécnicas, así como manuales que se emplean en otros países), los que fueron obtenidos en la internet, en la intranet de la UCLV y otros que fueron facilitados por la Empresa de Proyectos e Investigaciones Hidráulicas (EPIH) de VC, así como por el tutor y el consultante de este trabajo de diploma.

Seguidamente se presenta una reseña bibliográfica y analítica, para definir el estado del conocimiento de las obras hidrotécnicas, tanto en Cuba como en el mundo.

#### **1.2 Reseña Bibliográfica**

Los documentos consultados y reseñados se agruparon en tres grupos:

- Leyes, decretos leyes, reglamentos, normas técnicas y regulaciones constructivas vigentes y los proyectos técnicos de organización de la obra.
- Libros, artículos y manuales.
- Trabajos de diploma y tesis de maestría.

##### **1.2.1. Leyes, reglamentos, normas técnicas y regulaciones vigentes.**

###### **1. Decreto Ley 327. Reglamento del Proceso Inversionista en Cuba. 2015**

El presente decreto es de obligatoria utilización para todas las inversiones que se realicen en el territorio nacional, para la consulta de las inversiones de las obras, el que establece las personas jurídicas que intervienen en el proceso inversionista, que están en la obligación de solicitar un permiso al Ministerio de la Construcción durante las distintas fases de confección del proceso inversionista de cualquier proyecto constructivo. Cuando el proyecto necesita de tecnologías constructivas,

equipos de construcción o tecnologías para la producción de materiales de la construcción será aprobado mediante el Anexo 1 de la presente ley. La norma estipulada en esta ley tiene como objetivo contribuir a la eficiencia y racionalidad de las inversiones en Cuba mediante diferentes aspectos, de los cuales se muestran los más importantes:

- a) Preparar las inversiones sobre bases técnicas y económicas, según sus características.
- b) garantizar que los documentos de pre inversión y de post-inversión reflejen correctamente los datos contables, según las Normas Cubanas de Información Financiera vigentes.
- c) Ampliar el análisis de post-inversión que permita comprobar en qué medida se cumplen los beneficios previstos y aprobados en el estudio de factibilidad y a la vez retroalimenta futuros proyectos.
- d) Preservar, ahorrar y utilizar con la mayor rentabilidad y eficiencia los recursos energéticos puestos a disposición de la actividad.

En este decreto ley se especifican las regulaciones, restricciones, normas y condicionales para la confección de las inversiones nominalizadas.

### **2. Ley 81 del Medio Ambiente, 1997.**

Esta ley tiene como objetivo establecer los principios que rigen la política ambiental y las normas básicas para regular la gestión ambiental del Estado y las acciones de los ciudadanos y la sociedad en general, a fin de proteger el medio ambiente y contribuir a alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible del país, el cual es de obligatorio cumplimiento para la confección del proyecto ejecutivo de organización de las obras civiles.

### **3. Ley 85: Ley Forestal, 1998.**

Establece los principios y las regulaciones generales para la protección, el incremento y desarrollo sostenible del patrimonio forestal de la nación, la cual hay que respetar en la ejecución de los trabajos de desmonte, desbroce, excavaciones y rellenos que fuesen necesarios realizar para ejecutar cualquier obra, en especial en las obras hidro - técnicas.

#### **4. Decreto 179 relativo a la “Protección, Uso y Conservación de los Suelos.**

En este decreto ley se establecen las obligaciones que los diferentes OACE deben cumplir para proteger y conservar los suelos con fines agrícolas, en su artículo 13 se especifica:

En todo tipo de construcción se aplicarán, además de las normas que establece este Decreto, se cumplirán las medidas siguientes:

- a) utilizar diseños especiales para la construcción de obras civiles y reducir al máximo las áreas de préstamo y traspaso para dichas obras, fundamentalmente en materia de viales;
- b) garantizar las comunicaciones con un movimiento de tierra mínimo;
- c) limitar la amplitud de explanaciones y pendientes longitudinales;
- d) proteger las vías y líneas de drenaje contra erosión;
- e) evitar la tala de árboles.

Por tales razones, este decreto se tendrá muy presente a la hora de confeccionar el proyecto ejecutivo de organización propuesto en este trabajo de diploma.

#### **5. Reglamento sobre el alcance y el contenido de los Proyectos de Organización de Obras de las Inversiones Nominalizadas, MICONS, La Habana. 1979.**

Este reglamento vigente establece el alcance y el contenido de los proyectos de organización de obras de las inversiones nominalizadas, regula las funciones y relaciones de las entidades del proceso inversionista en la etapa de elaboración de estos proyectos, se aplicará de manera obligatoria en todos los proyectos de arquitectura, obras de ingeniería (como las obras hidrotécnicas) y las obras industriales.

Pretende garantizar la ejecución de la obra y su puesta en explotación con una planificación correcta de los recursos, el tiempo y la calidad requerida de la construcción. La principal responsabilidad del Proyecto Técnico de Organización

de Obras es del proyectista, aunque para su elaboración hayan participado el inversionista, el constructor y el suministrador.

Establece que el Proyecto Ejecutivo de Organización de Obras detallará el contenido del Proyecto Técnico de Organización de Obras, así como el límite para su realización, los trabajos complejos y las actividades a ejecutar. Para la ejecución, el tiempo de culminación y la realización de los trabajos la responsabilidad corresponde totalmente al constructor.

Brinda los requisitos y el contenido necesario para la elaboración de los proyectos, asegurando un apropiado balance de recursos.

### **6. Sistema de Precios vigente en la construcción. PRECONS II, MICONS, 2005.**

El PRECONS II está formado por la “Instrucción del Sistema de Precios de la Construcción”, “La normativa de la ficha de gastos en Pesos Convertibles” y la “Documentación Complementaria”. Además, incluye un “Prontuario sobre el Proyecto de Organización de Obras” para elaborar los presupuestos teniendo en cuenta las decisiones que permitan la optimización de los recursos en el área y el tiempo de ejecución de las obras.

Establece indicadores de los costos de los servicios construcción, los límites de presupuestos para las obras y el procedimiento para la formación de los precios de construcción. Para el cumplimiento de las normativas establecidas facilita las listas de precios de los materiales, la lista de precios de la mano de obra, la lista de los costos horarios de uso de los equipos y la lista de costos de renglones variantes.

Este reglamento se actualizará según las propuestas emitidas por el Ministerio de la Construcción en coordinación con las entidades inversionistas, proyectistas y constructoras.

### **7. Echeverría Rodríguez, Jesús. Proyecto Técnico de Organización de Obra del Aliviadero - Derivadora “El Patio” Variante 1200. Organización de Obras. Grupo de Obras Hidrotécnicas. Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos (EPIH) de Villa Clara, 2017.**

Este proyecto técnico de organización de obra brinda las características generales de la obra en general y describe las actividades a ejecutar para la reparación del aliviadero. Además de mostrar las tecnologías a utilizar y las regulaciones de uso obligatorio. Tiene en cuenta los impactos ambientales y se basó en la Ley 81 del Medio Ambiente del año 1997, contando con dos partes fundamentales; la Memoria descriptiva y los Planos que conforman este Proyecto Técnico de Organización de Obras.

**8. Echeverría Rodríguez, Jesús. Proyecto Técnico de Organización de Obra del Dique de Protección. Organización de Obras. Grupo de Obras Hidrotécnicas. Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Villa Clara. 2017.**

En el proyecto antes mencionado se describe de forma total la obra a ejecutar, además de mostrar las características generales del dique y de los objetos de obras que se ejecutarán de manera simultánea, como son un Canal de Drenaje y las obras de fábricas correspondientes. Se describen las actividades a ejecutar, así como las técnicas y tecnologías a emplear, las NC y RC vigentes en el país que son de uso obligatorio y el uso de las leyes medioambientales para la mitigación de los daños causados por la ejecución de la obra. Se muestran en la Memoria Descriptiva los ficheros de AutoCAD con los planos generales y los estructurales de la obra.

**9. Normas técnicas y regulaciones constructivas vigentes:**

Seguidamente se relacionan las normas y regulaciones que tienen relación directa con los trabajos de reconstrucción del conjunto hidráulico que se aborda en este trabajo de diploma, para cumplir rigurosamente las especificaciones constructivas establecidas en las mismas, con vistas a garantizar la necesaria calidad de ejecución, así como para determinar los tiempos de duración de las diferentes actividades mecanizadas y manuales necesarias a ejecutar, son éstas:

**10.**NC 19-02-27 1984: Sistema de Normas de protección e higiene del trabajo.  
Grúas. Distancias de seguridad.

**11.**NC 53-126-84: Caminos forestales

- 12.NC 53-174-87. Caminos agropecuarios Categorización técnica y características geométricas del trazado directo
- 13.NC XX: Explanaciones de carreteras. Código de buenas prácticas
- 14.RC-3001 Chapea, desbroce y tala de árboles
- 15.RC-3005 Excavación en zanjas
- 16.RC - 3007 Excavación en Canales
- 17.RC-3006 Excavación en explanaciones
- 18.RC-3008 Excavación en préstamos
- 19.RC-3013 Terraplenes para diques y presas
- 20.RC-3035 Estructuras de hormigón armado en la obra. Colocación
- 21.RC 3036 Elaboración y colocación de aceros
- 22.RC 3038 Terraplenes de cortinas y diques de presas.
- 23.RC-3037 Estructuras de hormigón armado en la obra. Encofrado.
- 24.RC 3097: Montaje de alcantarillas de tubos y de cajones
- 25.RC 3007 Excavación en canales
- 26.RC 3002 Demolición de elementos estructurales
- 27.RC 3030 Pilotes hormigonados en obra
- 28.Normas de rendimiento de maquinarias, MICONS
- 29.Normas de rendimiento de fuerza de trabajo de albañilería, carpintería de encofrado, de colocación de aceros de refuerzo y hormigonado, MICONS
- 30.Catálogo ramal de normas de trabajo de topografía.

### 1.2.2. Libros, artículos y manuales.

1. **Howland Albear, Juan José. Tecnología del Hormigón para Ingenieros y Arquitectos. Editorial Félix Varela. La Habana, 2010.**

Este libro de tecnología del hormigón desarrolla un estudio de la importancia de los trabajos de hormigonado y las actividades que conforman dicha tecnología.

Además de la incidencia de los factores principales (preparación, transporte, vertido y la compactación) en la calidad y durabilidad de las construcciones de hormigón y su influencia económica en el país.

Demuestra que la tecnología del hormigón es una actividad compleja porque está conformada por un conjunto de trabajos que garantizarán la eficiencia de las

construcciones de hormigón, dentro de las actividades más importantes se encuentran los trabajos de encofrados, la confección de las armaduras de aceros, la preparación, transporte y vertido del hormigón y los trabajos de curado.

Desarrolla el tema del hormigón prefabricado mostrando todas sus ventajas y deficiencias y a la vez demuestra que el hormigón *in situ* será cada vez más usado en la Industria de la Construcción por cuestiones económicas y de durabilidad de las obras. Dispone de un diseño de las mezclas de hormigón con una adecuada selección de los materiales, como pueden ser el empleo de los aceros de refuerzos y de los aditivos químicos para modificar la composición del hormigón según el uso del mismo.

### **2. Heredia Sacasso, Rafael. Dirección Integrada de Proyecto. Segunda Edición. Universidad Politécnica de Madrid. España, 1995.**

Este libro desarrolla la Dirección Integrada de Proyectos (DIP) con la finalidad de lograr el objeto a realizar con la calidad requerida, incluye a la construcción como un proceso industrial y muestra que un paso importante en la realización de las obras fue la inclusión de la DIP para lograr la planificación, organización, dirección y control de los recursos humanos, financieros, tecnológicos y materiales.

Muestra los conceptos básicos y las definiciones de las actividades que abarca la DIP, así como la evolución de la misma y el estudio interdisciplinario del ciclo de vida del proyecto. Analiza las distintas estructuras de organización, los factores que influyen y las distintas organizaciones de DIP que se utilizan en las diferentes empresas existentes. Realiza un análisis de las funciones de los directores de proyecto teniendo en cuenta el papel fundamental dentro de la DIP y los distintos tipos de directores existentes con sus características propias.

Desarrolla el Capítulo 9 con la DIP aplicada a la construcción donde muestra las funciones de la DIP en los proyectos de construcción y la definición de la Dirección Integrada de Construcción (DIC) junto con las actividades y tareas que conforman dicha estructura organizativa, muestra los diferentes esquemas empresariales para la ejecución de la construcción, las diferentes alternativas para la realización y las características económicas de la DIC.

Para finalizar analiza los aspectos generales y específicos del sistema de contratación en la construcción, teniendo en cuenta las características de los

contratos, así como su definición, estructura, aspectos principales y la interpretación de los mismos.

**3. Espinet, Salvador y otros: Organización de Obras para Ingenieros Civiles. Tomos 1 y 2. Editado en los Talleres de la Universidad de Camagüey, mayo de 1985.**

En este libro de texto escrito por profesores de varias universidades del país, su autor principal el Ing. Civil Salvador Espinet y el Ing. Jorge Pumariega ambos del ISPJAE de la Habana; el Ing. Pedro A. Orta Amaro de la UCLV de Santa Clara; la Arq. María Elena Quesada y el Ing. Civil Florencio Rodríguez de la Universidad de Camagüey, desarrollan en sus dos tomos diferentes aspectos relacionados con la temática del título del libro, con énfasis en los métodos de programación de obras y la necesaria nivelación de recursos empleados en la construcción de edificaciones, así como las facilidades temporales necesarias y su dimensionamiento, elementos de interés para este trabajo de diploma.

**4. Espinet. Salvador, Notario. R. Organización de Obras. Tomo I y II. Editorial ENPES, MES. La Habana, 1989.**

Este libro de texto es para la asignatura del mismo nombre, en las carreras de Ingeniería Civil e Ingeniería Hidráulica en las universidades cubanas, aborda integralmente los conocimientos necesarios para planificar, organizar, programar y balancear recursos en la ejecución de las edificaciones.

**5. González Facilitador, Derby; Mieses Feliz, Ángel; De León Durán, Steven. CPM-PERT Método del Camino Crítico, Primera Edición, INTEC, República Dominicana, 2013.**

En este libro se pretende facilitar la utilización del Método del Camino Crítico para la programación de los proyectos y mediante este procedimiento eliminar las deficiencias y dificultades para la terminación de los proyectos en el tiempo establecido. Se expresa los pasos a seguir para la aplicación de esta técnica de manera correcta y destaca la importancia del método mencionado para la

programación, ejecución y control de los proyectos, así como el tiempo de duración del proyecto, el costo y los recursos necesarios para la ejecución de las actividades. Además, desarrolla conceptos teóricos básicos para el que esté iniciándose en los aspectos de programación de proyectos, muestra una serie de gráficos y tablas para lograr un entendimiento rápido de la materia y abarca aspectos necesarios para que el programador pueda conocer cada detalle del proyecto, controlar cada una de las actividades que se realizaran y calcular los costos de ejecución del proyecto. Este método garantiza el tiempo de culminación del proyecto porque se puede reajustar el tiempo de ejecución según los posibles retrasos que puedan presentarse y así lograr una satisfactoria culminación del proyecto.

**6. Rodríguez Pérez, Roberto. El Servicio Ingeniero en los Proyectos de Construcción. “Project Management”. Editorial Obras, MICONS, La Habana, 2009.**

El presente libro evalúa las alternativas para la preparación, planificación y ejecución de las inversiones en los proyectos de construcción a partir de las nuevas tendencias de la Dirección Integrada de Proyectos. Identifica los problemas más comunes en los Proyectos de Construcción y las alternativas básicas para darle solución a los mismos mediante estudios previos realizados en base a la factibilidad y las alternativas viables para cumplir con lo establecido.

Además, muestra los elementos prácticos necesarios para la prestación de los Servicios Ingenieros en la realización de los Proyectos de Construcción y las diferentes modalidades y variantes a seguir por los profesionales de la construcción para lograr la eficiencia en la fase de ejecución y así cumplir con su responsabilidad.

**7. Dórea, Aldo; González, Fernando. Métodos de Planificación y Control de Obras. Editorial Reverté, Madrid, España, 2014.**

Este libro contiene información de porqué las grandes empresas de los sectores industriales han invertido en los procesos de gestión y control de los recursos. Se pueden identificar los cambios que sufre el sector de la construcción mediante la aparición de nuevas tecnologías para la ejecución de proyectos y con la intensificación de la competencia, aumenta la demanda de artículos más modernos

lo que demuestra que es imprescindible invertir en dichos procesos de inversión para lograr que el sistema de dirección pueda mantener control sobre el tiempo de duración del proyecto y el coste del mismo.

Demuestra que los estudios realizados en diversos países comparten las mismas deficiencias de manera general, las causas son provocadas por la baja calidad de los productos de construcción, el aumento de presupuesto para culminar los proyectos y la baja productividad de las empresas constructoras.

En este contexto, los procesos de planificación y control pasan a desempeñar un papel principal en las empresas, ya que tienen un fuerte impacto en el rendimiento de la producción.

### **8. Orta Amaro, Pedro A. Maquinarias de Movimiento de Tierra. Editorial Félix Varela, La Habana, 2017.**

El presente libro muestra la evolución de las maquinarias de movimiento de tierra desde su surgimiento hasta la fecha de publicación del libro. Además de brindar una clasificación de las mismas, definir conceptos básicos como los de potencia nominal y motriz, fuerzas motrices, fuerzas resistentes, rendimiento real, entre otros y una descripción de las partes que las componen y sus funciones principales. Analiza la importancia técnica-económica y describe por completo todas las máquinas de movimiento de tierra y sus campos de aplicación, así como la determinación de sus rendimientos individuales como cuando están formando conjuntos o cuadrillas de equipos.

### **9. Orta Amaro, Pedro A. Tecnología de Construcción de Explanaciones. Editorial Félix Varela, La Habana, 2013.**

En este libro se obtiene las definiciones y generalidades de los movimientos de tierra para la construcción de explanaciones, los métodos de cálculos a utilizar y demás técnicas de construcción para terraplenes en las diferentes zonas y condiciones existentes. Contempla en el Tema 5 y final, la organización y la presupuestación de las explanaciones de obras viales, donde se expresan los conceptos básicos para confeccionar de manera correcta la programación y el balance de recursos de las obras viales y la presupuestación de tales labores, haciendo uso de métodos de barras y redes como el de Barras de Gantt y el

METRAN, proponiendo un procedimiento para realizar el balaceo de recursos y la confección del cronograma general de la obra con ordenamiento de las actividades según su nivel de criticidad.

### **10. Fernández Rodríguez, Francisco. Tecnología de la Construcción. Partes 1 y 2. Editorial Félix Varela, La Habana, 2015**

En la primera parte de este libro se analiza el proceso inversionista en general con todas sus ramificaciones en la construcción, así sea desde la DIP hasta la programación de las inversiones en un proyecto. Se muestra las definiciones y generalidades de los movimientos de tierra descritos por etapas y clasificados por volúmenes de tierra excavado, además muestra los principales parámetros de los equipos de movimiento de tierra y las características de generales de los mismos. Proporciona las metodologías necesarias para el aprendizaje sobre la colocación de los trabajos de los aceros de refuerzo y sus peculiaridades, también generaliza todo lo necesario para el diseño y construcción de los encofrados, además de los métodos y procedimientos para el hormigonado desde su colocación hasta su vibrado y curado.

Tiene en cuenta los aspectos económicos de todas las actividades y el control de la calidad de las mismas.

### **11. Martino, Raúl. L. Administración y Control de Proyectos. Editorial Pueblo y Educación, La Habana. 1964.**

El libro, considerado un clásico en la materia, proporciona la descripción de los métodos de programación de obras PERT Y CPM, además de brindar la información básica y fundamental para utilizarlos en un proyecto de cualquier costo y dimensiones. Analiza los conceptos de administración y de proyecto y explica por qué utilizar el PERT y el CPM en un proyecto. Explica el empleo de los diagramas de flechas como fase común en los dos métodos para la obtención de la ruta crítica. En general aborda cómo la utilización de estos métodos permite mejorar la administración y el control de los proyectos fundamentalmente de edificaciones.

**12. Economía de la Construcción, de Gilberto Brito y Mario Garbayo, Editorial Félix Varela, La Habana, 2013.**

Sus autores abordan numerosos temas relacionados con la economía de las construcciones, explican la manera de realizar los presupuestos de las obras acorde con el sistema de precios vigente (PRECONS II), abordando otros aspectos entre éstos, lo relacionado con la planificación y programación de las edificaciones

**13. Rubín, María José. La Gran Presa Asuán. 2014, artículo publicado en: (Rubín, 2014) (<https://sobreegipto.com/2009/01/09/gran-presa-de-asuan-un-poco-de-historia/>)**

En este artículo se describe la construcción de una de las más grandes presas del mundo, La Gran Presa Asuán en Egipto, la cual es considerada una maravilla de la ingeniería y es bien apreciada por el turismo por las fascinantes vistas que ofrece. Además, marcó el inicio de la producción de energía en dicho país, en el artículo se mencionan los daños ecológicos que causó esta maravilla ingenieril construida en 1902 y los esfuerzos para minimizarlos.

**14. Yepes Piqueras, Víctor. La Presa de Jawa, posiblemente la más antigua del mundo. julio, 2014, artículo publicado en internet en: (Piqueras, 2014) (<http://victoryepes.blogs.upv.es/2014/07/01/la-presa-de-jawa-posiblemente-la-mas-antigua-documentada/>)**

En este artículo se muestra como en la Edad de Bronce se construyó la que pudo ser la primera presa construida por la humanidad, además de canales y terraplenes en las cercanías de la ciudad de JAWA, ciudad que desapareció por cuestiones aún desconocidas.

**15. Sánchez Henao, Julio Cesar. Manual de Programación y Control de Programa de Obras. Departamento de Construcción y Recursos Técnicos para la Edificación, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia, Santa Fe de Bogotá, 1997.**

Este manual pretende que servir como base para aprender a controlar los procesos constructivos, a través de metodologías diseñadas para tal fin y con esto ayudar a la formación de profesionales competentes. Además, de ser utilizado como una

herramienta básica para lograr un rápido y fácil aprendizaje de los sistemas de programación de proyectos de construcción.

Analiza varios sistemas de programación principalmente el PERT y el CPM, muestra ejercicios en los que se aplican los mismos, observándose el cálculo de las redes, las rutas críticas y las diferentes holguras existentes. Además, indica la planificación que se realiza en la asignación de recursos y desarrolla un análisis de los diferentes costos que intervienen en la programación.

Establece una serie de procesos para la programación de proyectos y especifica la necesidad de la planeación, programación y control de los proyectos de construcción, junto a una amplia proposición de aspectos a seguir para la programación eficiente de los proyectos de construcción.

### **16. Lenzion, Charles. Apuntes del Project Management, USA, 2002.**

Este documento muestra algunas de las distintas técnicas de programación que existen como las curvas de producción acumulada, el método de ruta crítica (CPM), el PERT, entre otros. Además, explica cómo desarrollar los diagramas de barras, explica y esquematiza las curvas de producción acumulada, ejemplifica los diagramas de flechas y muestra cómo realizar cambios técnicos en la red como el adelanto y demora de las actividades.

### **17. Manual de Rendimiento de las Maquinarias de Construcción, MICONS, La Habana, 1978 y anexo 1982**

En este manual se precisan las normas de rendimientos de las maquinarias de construcción existentes en el país, de obligatorio cumplimiento, así como las actualizaciones realizadas al mismo.

### **18. Maspom, et al. Prefabricación. Editorial ISPJAE, MES, La Habana, 1987**

En este libro, dedicado a desarrollar la tecnología de la Prefabricación de elementos de hormigón, sus autores enuncian conceptos y definiciones fundamentales sobre esta tecnología, entre los que se encuentra lo relacionado con el montaje de dichos elementos, los criterios para seleccionar las grúas de izaje idóneas, entre otros

asuntos importantes a considerar en la proyección y ejecución de las edificaciones u otros objetos de obra ejecutados con elementos prefabricados.

### 1.2.3 Trabajos de diploma y tesis de maestría.

1. **Gutiérrez Martínez, Alexis. Apuntes para un libro de texto de “Organización de Obras”. Trabajo de Diploma. Dpto. Ing. Civil, Facultad de Construcciones, UCLV, Tutor: Heriberto Expósito, Santa Clara, 2017.**

En este trabajo de diploma se presenta un estudio para los primeros apuntes de un libro de texto de “Organización de Obras” que facilitará impartir esta asignatura de las carreras en la Facultad de Construcciones de la UCLV, ya que la organización de los trabajos es una temática deficiente en el sector de la construcción en Cuba. Toma en consideración criterios descritos en el libro de “Organización de Obras” de Salvador Espinet, como son: Las características de la construcción, los principios fundamentales de la organización, entre otros y finaliza con una evaluación cuantitativa y cualitativa de los resultados mediante la opinión de los especialistas.

2. **García Martínez, Yelena. Análisis de los costos unitarios de las actividades de movimiento de tierra en la ECOING N° 25 del GECONS de V.C Trabajo de Diploma. Dpto. Ing. Civil, Facultad de Construcciones, UCLV, Tutor: Pedro A. Orta Amaro, Santa Clara, 2012**

En este trabajo de diploma se realiza un estudio de los costos unitarios que se alcanzan en las actividades de movimiento de tierra de la ECOING 25 de VC, en particular con el parque de equipos de la Unidad Empresarial de Base (UEB): Hidrología, efectuándose una comparación de los costos normados establecidos por el PRECONS II contra los costos que se determinan mediante la expresión siguiente:  $CUD = CHM/Rc$ , de manera similar a como se calculan en el resto del mundo.

3. **Díaz, Mercedes. Ayuda de Diseño para elementos de hormigón armado en obras hidráulicas, empleando hojas de cálculo en Excel. Tesis de Maestría. Dpto. Ing. Civil, Facultad de Construcciones, UCLV, Tutor. Dr. Ing. Lamberto Álvarez, Santa Clara, 2017.**

En este trabajo de diploma se realiza un amplio estudio para el empleo de las hojas de cálculos del Excel en el diseño de obras hidráulicas, en específicas galerías, sección monolítica rectangular y los muros en voladizo. Debiendo tener en cuenta todos los criterios más significativos sobre las bases del diseño y las especificaciones según las normativas vigentes se muestra como confeccionar las hojas de cálculos para dichos diseños y la solución de varios ejemplos de cálculos con los que se validan el uso de esta herramienta para solucionar problemáticas ingenieriles.

**4. Ruíz Rivas, Tayanis. Análisis de los costos de los trabajos de movimiento de tierras en empresas constructoras de obras de ingeniería. Tesis de Maestría. Dpto. Ing. Civil, Facultad de Construcciones, UCLV, Tutor: Dr. Ing. Pedro A. Orta Amaro. Santa Clara, 2017.**

En esta tesis de maestría se realiza un análisis de los costos reales que se alcanzan en la realización de varias actividades de movimiento de tierras que acomete la ECOING 25 del MICONS de Villa Clara, empleando una expresión definida en la tesis doctoral del tutor en el año 1996, para comparar los resultados con los costos establecidos en el libro 1 del PRECONS II, resultando en la mayoría de los casos que se alcanzan menores costos reales que los presupuestados, al hacer una agrupación más racional de los conjuntos de máquinas empleados, contribuyendo a la ejecución más eficaz de dichos trabajos.

**5. Hernández Borges, Eduardo. Planeamiento de la Ejecución de Obras Hidráulicas. Trabajo de Diploma. Facultad de Ingeniería Civil, Centro de Investigaciones Hidráulicas, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE), La Habana, 2012.**

En el trabajo de diploma se desarrolla el planeamiento de la ejecución de las obras hidrotécnicas y los componentes que forman las mismas, así sean plantas de tratamiento de agua potable o de residuales, las conductoras y las presas. Muestra información de la función de los desvíos de los ríos referida a la construcción de presas. Analiza las estrategias constructivas para la realización eficaz de la

ejecución de las obras hidráulicas y presenta las descripciones de las obras a realizar, así como los cronogramas de realización de las actividades a ejecutar en cada una de ellas.

**6. Palomo Gómez, Reinier. Planificación, Organización y Presupuesto de una Obra Hidrotécnica. Trabajo de Diploma. Facultad de Ingeniería Civil, Centro de Investigaciones Hidráulicas, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE), La Habana, 2010.**

En el trabajo de diploma se presenta la planificación, organización y presupuesto de un embalse y describe detalladamente los componentes hidráulicos principales por los que se conforma una obra hidrotécnica, como son: la cortina de la presa, el aliviadero y la obra de toma. Se aprecia el desglose de las actividades por etapas constructivas para la confección de presupuesto, utilizando el software PRESWIN y se analizan las características generales de los embalses y los factores que influyen en la confección del proyecto de organización de obras de la presa Yabazón. Muestra todos los aspectos que no se tuvieron en cuenta para el proceso de ejecución de dicho embalse.

**7. Tirado Lima, Yandry. Organización de Obras Hidráulicas para el Plan de Estudio D. Trabajo de Diploma. Facultad de Ingeniería Civil, Centro de Investigaciones Hidráulicas, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, 2013.**

En el trabajo mencionado se confecciona un programa para la asignatura Organización de Obras de la carrera Ingeniería Hidráulica del ISPJAE. Para su confección se realiza un diseño y preparación de dicha asignatura, así como una secuencia de actividades con el objetivo de garantizar la actualización de los contenidos que se impartirán al educando. Estos cambios educativos que propone este trabajo, garantizará la base para la formación de profesionales con mayor competencia en las construcciones hidráulicas.

### 1.3. Reseña analítica o estado del arte de la organización de las obras hidrotécnicas:

Desde inicios del pasado siglo XX se desarrolla la teoría de la organización de las obras, dado el incremento notable de la ejecución de las obras civiles, una vez concluidas la primera y la segunda guerra mundial. Se aprecia como a partir de la segunda mitad de dicho siglo, se escriben libros dedicados a esta temática por autores de varios países (EUA, España, etc.), entre los más notables están el de **(Martino, 1964)** y el **(Heredia, 1995); (Valderrama, 2014)** existiendo libros de autores cubanos dedicados a la temática, entre los que se encuentran **(Espinet, 1985); (Notario, 1989); (Rodríguez, 2009); (Facilitador, 2013); (Orta, 2013)**, los que desarrollan la organización de los trabajos de ejecución de edificaciones y de los movimientos de tierra, así como otros libros reseñados, pero en ningún caso se ha encontrado un libro dedicado exclusivamente a la organización de obras hidrotécnicas, solo resta añadir a **(Brito, 2013)** que no aborda las obras hidrotécnicas pero que desarrolla en su libro aspectos económicos, entre éstos la presupuestación de las obras, labor que obligatoriamente hay que realizar al confeccionar un proyecto ejecutivo de organización de obras.

También existe el libro titulado: Prefabricación **(Maspom, 1987)** que aborda lo relacionado con el montaje de elementos prefabricados de hormigón y propone una metodología para seleccionar el equipo de izaje o grúa de izaje idónea empleando el Manual de Grúas existente en el MICONS, de gran utilidad para este trabajo de diploma, ya que en las obras hidrotécnicas existe la necesidad de realizar tales trabajos al ejecutar las obras de fábrica de cajones y de tubos prefabricados.

Por todo lo antes afirmado, se denota la necesidad de escribir un libro que actualice y resuma la temática de la organización de los trabajos de todo tipo de obras: las edificaciones socio económicas, las hidrotécnicas, las viales y otras, en proceso de elaboración por el Dr. Ing. Heriberto Expósito de la UCLV

Únicamente existe el **(MICONS, 1979)** el cual abarca todo tipo de obra civil, el que servirá de base para realizar el capítulo 3 de este trabajo de diploma.

Se han encontrado en la búsqueda bibliográfica realizada, algunos trabajos de diploma y tesis de maestría **(Martínez, 2017); (Hernández, 2012); (Palomo, 2010)**

que abordan la temática de la organización de obras hidrotécnicas, de posible utilidad para la confección de este trabajo de diploma.

En los documentos consultados se tomaron en cuenta una serie de NC y RC vigentes en el país que son de obligatoria consulta y utilización para la elaboración de los proyectos de organización de obras en el país. De los documentos analizados algunos son de años anteriores al 2007 y los demás están publicados en los últimos 10 años, por lo que puede afirmarse que la bibliografía está aceptablemente actualizada, denotándose escases de libros sobre la temática de la organización de las obras hidrotécnicas, haciéndose necesario su publicación, para reforzar la formación de futuros profesionales competentes en el campo de la organización de estas obras y en general asegurar la ejecución eficaz de las construcciones civiles necesarias para el desarrollo del país.

### **1.4. Conclusiones parciales del Capítulo 1:**

- La temática de la organización de obras se ha desarrollado vertiginosamente en las últimas décadas, dada su importancia fundamental para asegurar la ejecución eficaz de las construcciones civiles, cada vez más grandes, numerosas y necesarias para el desarrollo socio-económico de los países, pero no se ha desarrollado de la misma manera la temática relacionada con las obras hidrotécnicas, existiendo en Cuba escasa bibliografía sobre la organización de dichas obras, pues solo existen varios libros dedicados fundamentalmente a la organización de la construcción de las edificaciones y de las obras viales, pero no específicamente a la organización de la construcción de las obras hidrotécnicas.

-La bibliografía consultada no es extensa, pero es suficiente para acometer el trabajo de diploma con satisfactoria calidad, existiendo un reglamento que establece el alcance y contenido de los proyectos técnicos y ejecutivos de organización de obras que data desde 1979, que requiere de actualización y perfeccionamiento, pero que no obstante es el empleado para el desarrollo del presente trabajo de diploma. De un total de 52 documentos (no se consideraron las 18 NC y RC vigentes en el país, necesarias para confeccionar el trabajo de diploma), se consultaron 34, de ellos 14 escritos antes del 2007, los que equivale a un 41 % del total y en los últimos 10 años (2008 al 2017) se consultaron 22

documentos, que representan el 59 % de la bibliografía consultada, concluyéndose que la misma está aceptablemente actualizada.

- Se dispone de los datos necesarios y del proyecto técnico de organización de los trabajos de reconstrucción de la Derivadora “El Patio” en Jatibonico, los que servirán de base para confeccionar el proyecto ejecutivo de organización de dichas labores, el cual servirá de guía metodológica a seguir por la empresa constructora y para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Hidráulica de la UCLV y del resto de las universidades del país.

## **Capítulo 2. El Proyecto Técnico de Organización de la Derivadora “El Patio”.**

### **2.1. Introducción:**

La primera etapa a cumplir para la realización de un Proyecto de Organización de Obra, es la confección por la empresa proyectista, del Proyecto Técnico de Organización de los trabajos a ejecutar. Los pasos a seguir para realizar dicho proyecto son:

1. La investigación preliminar.
2. Revisión y estudio de la documentación del proyecto de la obra.
3. La división de la obra en objetos de obra y actividades
4. Definición de la estrategia técnico-organizativa.

En este segundo capítulo, se expone una síntesis del proyecto técnico de organización realizado por la Empresa de Proyectos e Investigaciones Hidráulica de Villa Clara (EPIH de VC), que cumple en gran medida con lo establecido en el Reglamento de Alcance y Contenido vigente en el país y da respuesta a la secuencia de pasos antes enumerada.

### **Descripción de la obra.**

#### **1- Aliviadero.**

- Planta General del Aliviadero.
- Replanteo del canal de salida del aliviadero.
- Excavación del canal de salida y entrada.
- Perfil stratigráfico del aliviadero.
- Estructural del voladizo.
- Demolición de los muros y losa de la rápida.

#### **2- Dique de Protección.**

- Planta general del Dique.
- Perfil del Canal de Drenaje.
- Perfil del dique.
- Planta general de las Obras de Fábricas.
- Ubicación y planificación de las OF Est.2165+10
- Ubicación y planificación de las OF Est.3665+40

- OF canal C-1 Est.2165+10
- OF canal C-1 Est.3665+40
- OF Canal de Drenaje Est.2165+10
- OF Canal de Drenaje Est.3665+40

Los planos del proyecto de los diferentes objetos de obra (aliviadero, dique, canales, obras de fábrica, etc.) se exponen en el Anexo1 confeccionados en ACAD

### **Estructura organizativa de la obra:**

La estructura de dirección deberá estar conformada por:

#### **Dirección General**

1. Vicedirección Recursos Humanos y Economía.
2. Vice dirección equipos.
3. Vice-dirección técnica.
  - Cuadrillas especializadas de movimiento de tierra
  - Cuadrilla especializada para la construcción civil

### **2.2. Memoria Descriptiva.**

En la misma se describe de manera específica las características de la obra hidráulica a ejecutar, además de definir las tecnologías a emplear y las estrategias de trabajo para la conformación del parque de equipos a emplear, y muestra el cronograma general de la misma.

Se define de manera precisa la descripción de la obra a ejecutar en el proyecto técnico ejecutivo, así como las características de la zona de trabajo y describe de forma concisa los objetos de obra a ejecutar (canales, pilotes, muros, dique, cajones, entre otros.) para la conformación de un listado de actividades preciso que muestre al detalle los trabajos a ejecutar en la obra proyectada. Para la obtención de más información o tener una descripción más detallada ver en el Anexo 1.

### **2.2.1. Descripción general de la obra:**

El proyecto técnico de la obra está compuesto por la reconstrucción del aliviadero, correspondiente al final de la rápida y la construcción del voladizo, al mismo tiempo que se incluye todo el trabajo de movimiento de tierra en los canales de entrada y salida que permitan que el mismo logre evacuar sin dificultad las avenidas transformadas del río “El Cieguito”. Dentro de los trabajos se diseña un sistema de vigas tensores para mejorar el trabajo de los muros del aliviadero y de la rápida pues estos presentan agrietamientos en su estructura. En este proyecto se plantea el uso de pilotes a ejecutar con máquinas Benoto cuyo diámetro de perforación es de 1180 mm.

Además, implica el proyecto de un dique de protección para contener las aguas de las avenidas del río Jatibonico, conjuntamente con obras de fábrica que permitan el cruce sobre los canales C-1 y el Canal de Drenaje paralelo al dique, el ultimo se ejecutará a la par del dique.

### **2.2.2. Características y dimensiones del área**

El área que comprende los trabajos está concentrada en el aliviadero existente incluyendo los canales de entrada y salida hasta el río, así como el hombro izquierdo y el derecho del aliviadero con las vigas tensores antes mencionadas en el epígrafe anterior. Es importante señalar que el canal de salida tiene más de 600 m de longitud y un volumen de excavación apreciable que deberá estudiarse a profundidad que lugar se puede escoger como zona de depósito de materiales. Se debe especificar que en este proyecto no se contempla el vial de acceso que deberá construirse para facilitar la llegada y el emplazamiento de las máquinas Benoto. En el momento de la construcción es conveniente hacer una valoración de este trabajo para incluirlo en el presupuesto total de la obra.

Para la ejecución del dique de protección, el área que comprenderá los trabajos está concentrada en el inicio del dique, que parte del aliviadero y tiene su fin en la estación 30+04 del canal La Felicidad. Al mismo tiempo se ejecutará el Canal de Drenaje paralelo al dique. Esta obra debe verse en forma conjunta con el Canal de Drenaje mencionado anteriormente y que rectificaba el río Jatibonico por lo que los materiales a colocar en el dique son provenientes de dicho canal y del

Préstamo 15 ubicado a 2 Km desde el inicio de la obra, especificar que el terreno a excavar y el del préstamo es suelo arcilloso.

En las estaciones 2165+10 y 3625+40 hay proyectadas 4 obras de fábricas, tres de cajones y una con tubos de hormigón de diámetro 1000 mm, sobre el canal C-1 y el Canal de Drenaje.

### **2.2.3. Tecnologías Constructivas propuestas:**

#### **Movimiento de tierra del canal de entrada, de salida, del dique y sobre el vertedor.**

Para la reconstrucción del aliviadero se propone el empleo de mototraíllas, buldóceres de esteras haciendo las funciones de “pusher” y motoniveladoras para los trabajos de excavación en tierra de los canales. En los trabajos que se harán sobre el vertedor y en sus zonas aledañas para excavar la tierra que lo cubre, deberá tenerse en cuenta el empleo de retroexcavadoras que deben operarse con sumo cuidado en las zonas que estén próximas a los muros con vista a no dañarlos, en alguna zona específica quizás deban hacerse labores de forma manual. Igualmente deberá utilizarse este mismo equipo en la parte correspondiente a la plataforma de emplazamiento de las máquinas Benoto para la ejecución de los pilotes. En el revestimiento de capa vegetal se hace imprescindible el trabajo de buldócer de esteras para el acarreo y riego de los materiales sobre el talud.

Para la construcción del dique de protección de 3 km de longitud, con un área de desbroce de 125730 m<sup>2</sup>, un volumen de excavación de la capa vegetal de 12134 m<sup>3</sup>, un volumen de relleno a terraplén compactado de 152153 m<sup>3</sup> y con 18255 m<sup>3</sup> de revestimiento con capa vegetal de 0,20 m de espesor, se propone el empleo de mototraíllas, buldóceres de esteras, motoniveladoras, compactadores sobre neumáticos o “pata de cabra” y tractores de estera o de goma, con gradas para lograr escarificación.

Se ha considerado que la excavación sea realizada con mototraíllas en el Canal de Drenaje del río Jatibonico y acarreada hasta el dique de forma tal que se compensen los volúmenes entre uno y otro objeto. También debe construirse el dique empleando material arcilloso procedente del Préstamo 15.

### **Perforación de pozos para ejecutar los pilotes del voladizo.**

Tal y como se explica con anterioridad en el presente proyecto, no se incluye la actividad perteneciente al vial de acceso que de forma temporal debe ejecutarse hasta la zona del pozo amortiguador para facilitar el arribo y el emplazamiento de las máquinas perforadoras del tipo Benoto.

A partir del proyecto se ha concebido que estos trabajos comiencen de inmediato pues la ruta crítica pasa por el reticulado de vigas que va en la parte superior de los pilotes. En un proyecto que antecede a éste, su ejecución se propuso con máquinas perforadoras a percusión y con un diámetro de 600 mm a partir de las posibilidades de la provincia de Sancti Spíritus, no obstante, a partir de solicitudes del departamento de inversiones del INRH de la provincia de Sancti Spíritus se hizo un rediseño para ejecutar los pilotes con máquinas Benoto cuyos diámetros son de 1180 mm.

En total son 6 pilotes con profundidad de excavación igual a 20 m en la primera fila y de 15 m en la segunda, no obstante, en el orden práctico debe profundizarse entre 0,5 m y 1,0 m de más, pues siempre ocurren desprendimientos de material y estas previsiones garantizan que los pilotes tengan la longitud de diseño. El proceso de colocación de acero y fundición deberá hacerse en forma continua y sin interrupciones para evitar derrumbes del pozo que acarrearían dificultades adicionales. Como regla general siempre que se termine la perforación de un pozo del pilote, debe estar lista la jaula de acero que se irá colocando por tramos mediante el empleo de grúas y se empalmarán mediante soldadura hasta la profundidad prevista en el proyecto, posteriormente se pasará a la fundición inmediata del pilote. Para las fundiciones deben preverse el uso de grúas y de “tremies” para la colocación del hormigón pues es natural que en el pozo aparezca el manto freático.

#### **2.2.4. Reconstrucción de los muros.**

Se proponen tecnologías tradicionales con el empleo de encofrados de madera o metálicos, según se disponga en la parte contratista/constructora y la colocación del hormigón en forma manual generalmente, o mecanizada en aquellos casos que la altura de los muros lo aconsejen. Con relación a los encofrados deberá velarse por su estanqueidad y rigidez, con el fin de evitar segregación de la pasta

del hormigón y deformaciones de los elementos. Se aplicará vibrado para evitar oquedades y lograr una correcta compacidad de la mezcla.

### **2.2.5. Composición de la obra:**

#### **Voladizo.**

El voladizo no es más que una estructura disipadora de energía más conocida como “trampolín”, su objetivo es lograr que la disipación de la energía se produzca lo más alejada posible de la estructura, formando un cono de socavación, calculado para que no afecte ninguna obra anterior al trampolín.

La cimentación contará con 6 pilotes de 1180 mm de diámetro, dispuestos en 2 hileras de 3 pilotes cada una. Los 3 pilotes de la hilera interior (más cercana a la rápida) serán de 20 m de largo, mientras que los 3 pilotes de la hilera exterior serán de 15 m de largo. El hormigón a emplear es de 25 MPa y estarán armados con acero  $\phi$  22 mm.

#### **Cabezales.**

La principal función de los cabezales es unir a todos los pilotes de la misma hilera, logrando una transferencia equitativa de las cargas y evitando de esta forma que se transmitan esfuerzos combinados a los pilotes. Los cabezales serán de 1,20 x 1,20 m, de 20,70 m de largo, con hormigón de 25 MPa, reforzados con acero  $\phi$  25 mm.

#### **Vigas principales.**

Las vigas principales se ubican sobre los cabezales y su función es soportar los esfuerzos cortantes que se generan paralelos al recorrido del agua. En estos esfuerzos cortantes intervienen el peso del agua, de la losa y su peso propio. Las 2 vigas principales serán de 0,60 x 0,80 m, con hormigón de 25 MPa, armadas con acero  $\phi$  22 mm para la flexión y  $\phi$  25 mm para la flexión negativa.

#### **Vigas secundarias.**

Estas vigas se apoyan en los cabezales, pero transversalmente y junto con las principales forman un entramado. Su función es soportar los esfuerzos cortantes

que se generan perpendiculares al recorrido del agua. Serán de 0,60 x 0,80 m y armadas con acero  $\phi$  25 mm. Todas con hormigón de 25 MPa.

### **Losa.**

La losa constituye el primer elemento del vertedor en estar en contacto con el agua y debe resistir su acción y la de su peso propio. Sus dimensiones son 10 x 19,40 m; de 30 cm de espesor. Con hormigón de 25 MPa, armada con aceros  $\phi$  19 mm dispuestos en 2 mallas que se conectan al refuerzo de la losa de la rápida.

### **Deflectores.**

Los dientes deflectores son estructuras que se construyen en el trampolín, con el objetivo de disipar la energía del agua que viene de la rápida a altas velocidades. Este aliviadero va a contar con 9 dientes deflectores para asegurar la dispersión del chorro y reducir la profundidad del cono de socavación del trampolín. Estudios aseguran que reducen dicho cono a un 30 % comparado con otro trampolín sin deflectores.

### **Muros.**

Tendrán 2,70 m de altura, sección variable de 0,70 m en la base a 0,40 m y longitud de 10 m. Estarán conectados a la losa del vertedor y a los muros de la rápida.

### **Demolición de muros.**

Los muros de la rápida se encuentran con fisuras, las más alarmantes se encuentran en los últimos 5 m, donde el hormigón ya no es monolítico debido a una grieta. Por esta razón serán demolidos y reconstruidos los muros y parte de la losa para el amarre y transmisión de cargas. Además, al final de la rápida existen 2 muros laterales que provocan esfuerzos tangenciales a los muros de la rápida, estos esfuerzos tangenciales, traducidos en momentos a lo largo del muro de la rápida; es posiblemente la causa de la fragmentación del muro provocándose la grieta a 45°. La presencia de estos muros laterales incide también en la formación de turbulencias y estancamientos del agua, por lo que serán demolidos y no se reconstruirán.

### **Construcción del dique.**

El dique a ejecutar tiene una longitud de 3 Km, presenta un área de desbroce de 170230 m<sup>2</sup>, un volumen de excavación de la capa vegetal de 16180 m<sup>3</sup>, con un volumen de terraplén compactado de 153500 m<sup>3</sup> y el revestimiento de los taludes será con una capa vegetal de espesor 0,20 m que equivale 18420 m<sup>3</sup>. El dique estará conformado por arcilla solamente, la cual será obtenido de la excavación del Canal de Drenaje paralelo al dique, del canal de salida del aliviadero y el volumen restante que se necesite se obtendrá del denominado Préstamo 15 ubicado a 2 Km de la obra.

### **Canal de Drenaje.**

El Canal de Drenaje al igual que el C-1 es paralelo al dique, pero solo a 4m de separación por el lado contrario, podrá emplearse retroexcavadora para su ejecución en dependencia del ancho del plato que finalmente necesite. Consta con un área de desbroce de 44500 m<sup>2</sup>, el volumen de excavación de la capa vegetal será de 3908 m<sup>3</sup> y la excavación mecanizada del canal será de 14304 m<sup>3</sup>.

### **Reparación de la cortina de la presa.**

Se construirá una berma de 400 m de longitud, con el objetivo de fortalecer la cortina y eliminar las grietas que tiene la misma. Su volumen de tierra compactada será de 800 m<sup>3</sup> y se utilizarán buldócer y motoniveladora para ejecutar las actividades de movimiento de tierra.

### **Obras de Fábricas.**

En las estaciones 2165+10 y 3625+40 hay proyectadas 4 obras de fábricas, 3 de cajones sobre el Canal de Drenaje y sobre el canal C-1, en la cuarta obra se utilizarán tubos de hormigón de diámetro 1000 mm y está ubicada en la estación 3625+40 en el Canal de Drenaje paralelo al dique.

### **2.2.6. Consideraciones generales a tomar en cuenta en el proceso organizativo de la obra y su programación.**

El inicio de la obra requerirá de relaciones precedentes con empresas y organismos implicados para minimizar las afectaciones que se producirán durante la ejecución de la misma fundamentalmente el Ministerio de la construcción,

Ministerio de la agricultura y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, este último como organismo rector de la actividad.

Previo al inicio de la ejecución de la obra se hace necesario ubicar en el cronograma directivo los trabajos preparatorios con una duración de 14 días.

Dicho tiempo contempla lo referente a:

- poner en conocimiento de las autoridades del territorio el inicio de los procesos constructivos.
- estudio del proyecto y elaboración de la preparación técnica de la obra.
- coordinación con la entidad inversionista la liberación de las áreas de trabajo (incluyendo los préstamos) e informar el impacto de la construcción sobre otras empresas u organismos, fundamentalmente a la arrocería de Sur del Jíbaro y a las áreas cañeras del central Jatibonico.
- traslado de equipos directos e indirectos de la construcción.
- ubicación en el área de trabajo los monumentos (si fuese necesario) que faciliten el replanteo del canal de salida, del dique y de las obras de fábricas.
- coordinaciones con empresas suministradoras de materiales de la construcción para conocer la garantía del suministro de los principales insumos de la construcción y el constructor: acero en barras, hormigón, cajones prefabricados de hormigón de 2 m x 2 m x 1 m, tubos de hormigón precomprimido, arena, cemento en bolsa, madera para encofrados, combustible, grasas y lubricantes, etc.
- enlaces con alguna planta dosificadora de hormigón existente (aledaña a la zona de trabajo) con relación a las necesidades de la obra en cuanto a la fabricación y transporte del concreto.
- garantía de contar con una máquina del tipo Benoto para ejecutar los pilotes.
- localización de un botadero de la obra, con capacidad para depositar alrededor de 150 mil m<sup>3</sup> de material sobrante producto de la excavación.

### **2.2.7. Secuencia de los trabajos.**

La secuencia puede apreciarse en el cronograma de la obra. La misma se estableció a partir de exportar los datos necesarios al MS PROJECT, procedentes del presupuesto previamente elaborado empleando el PRESWIN.

Es importante señalar que se debe hacer hincapié en aprovechar el período de seca, entre noviembre y mayo, ya que el aliviadero debe estar listo para evacuar las avenidas de cálculo.

El cronograma puede estar sujeto a cambios por la entidad contratista/constructora, con vista a aminorar los tiempos de ejecución y disminuir los costos de la obra o en su defecto por cambios tecnológicos en cuanto al equipamiento a emplear.

Los tiempos responden aproximadamente a las normas establecidas en el PRECONS II, con algunos ajustes necesarios.

Previo al inicio de los trabajos de la obra, se contará con la garantía de la entrega secuenciada de los suministros procedente de la industria de materiales en aras de evitar interrupciones, que puedan alargar el tiempo de ejecución y por ende un incremento de los costos.

Como se observa en el cronograma, la ruta crítica pasa por las labores de movimiento de tierra, fundamentalmente por los volúmenes para ejecutar el dique, el canal de salida.

### **Jornadas de trabajo. Cantidad y horas por jornada.**

La duración total de la ejecución de la obra hidrotécnica es de 6,5 meses aproximadamente, teniendo en cuenta que se trabajen turnos diarios de 10 h. Se ha considerado un coeficiente de utilización productiva de las maquinarias del 50%, este coeficiente contempla no sólo las roturas de los equipos sino también las afectaciones debido a posibles inclemencias del tiempo y el suministro discontinuo de combustibles y lubricantes, entre otras pérdidas de tiempo.

### **2.2.8. Plan de Calidad.**

El Plan de Aseguramiento y Gestión de la Calidad estará encaminado a la implementación e implantación de los procedimientos que permitan la ejecución de todas y cada una de las actividades que conforman el presente Proyecto Técnico de Organización de la Obra, en él debe abarcarse todo lo relacionado con los trabajos de la construcción civil relativos a elaboración y colocación de acero, encofrados, colocación de hormigón, ejecución de rehinchos, perforación de pozos, etc. Se deben establecer los modelos de control de la calidad según el Plan de Aseguramiento y Gestión de la Calidad previsto, así como la documentación que constata los elementos de rechazo y los posteriores trabajos de reparación, como parte de la mejora continua del proceso constructivo. Debe existir trazabilidad de todas las acciones que se ejecuten, en función de lograr producciones que satisfagan la calidad requerida en el proyecto de la obra.

### **2.2.9. Proyecto de Seguridad y Protección de la Obra.**

Se recomienda que en el Proyecto de Seguridad y Protección de la Obra se plasmen todas las medidas que permitan trabajar sin la ocurrencia de incidentes y accidentes.

El Proyecto deberá contemplar además que se tendrá especial cuidado en no permitir el acceso de personal ajeno a la obra a todas las áreas que comprende el emplazamiento de la misma y limitar también el acceso al propio personal de la obra a zonas de peligro considerándose en los casos que sea necesario establecer barreras con una adecuada señalización.

De entenderse necesario se utilizarán señales de información, de prohibición y de fin de prohibición para la circulación de los vehículos en el área que comprende la obra, así como en las zonas adyacentes especificando la peligrosidad del área.

Se debe hacer hincapié en los cuidados a tener en la perforación de pozos, por lo que se dejará bien plasmado en documentos los requerimientos que atestigüen las condiciones de operación de las poceras, así como su excelente estado técnico para el trabajo. Se deberá documentar también la obligación del uso de los medios de seguridad individuales para los trabajadores, traducido en el uso de los cascos encefálicos, guantes, botas de seguridad, fajas, etc. Se estará atento a las condiciones del clima debido a la influencia que puede tener la lluvia sobre

la obra, específicamente por posibles avenidas que tienen como vía de escape el aliviadero que se propone reconstruir.

**2.2.10. Regulaciones medioambientales.**

Se tuvo en cuenta para la realización de este proyecto técnico de organización de la obra, el cumplimiento de la legislación ambiental, específicamente de la Ley 81 del Medio Ambiente, vigente desde 1997. En todos los casos se respetarán las regulaciones existentes con relación a la Ley de Conservación de los Suelos y a lo establecido por el CITMA.

Es importante cumplir todo lo concerniente con el Decreto 179 relativo a la “Protección, Uso y Conservación de los Suelos.”

Una vez terminados los trabajos de construcción, en toda el área se deberá mitigar el impacto ambiental producido por los mismos, tratando de restablecer las condiciones iniciales. Se evitará, siempre que sea posible, la utilización del área de trabajo como taller de reparaciones menores. Los residuos de hormigón, madera, acero en barras, etc. serán eliminados del área y trasladados hacia un botadero autorizado por las autoridades correspondientes del municipio.

Se deberán, desde el punto de vista social, reestablecer todas las cercas dañadas, cuantificando y presupuestando de mutuo acuerdo, los trabajos que se deriven por estas causas.

**2.2.11. Tabla 1: Necesidad o solicitud de equipos:**

<b>Para movimientos de tierra</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Actividad a desarrollar</b>
Mototraíllas	12	Excavación y transporte de materiales
Buldócer de esteras	7	Funciones de “pusher”, riego de materiales producto de la excavación y acarreos
Camión de volteo	4	Transportación de materiales producto de la excavación en la zona del voladizo y la reconstrucción de los muros, de las vigas tensoras y del material producto a la
Retroexcavadora	2	Excavación en el voladizo, zona de vigas tensoras, de los canales, los sumideros y la zanja para la obra de entrada del dique

Compactador ligero de plato vibratorio	2	Rehíncho de los muros y vigas
Motoniveladora	2	Nivelación de caminos y perfilado del terraplén para el movimiento vial de los equipos de construcción y para la
<b>Para Construcción Civil</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Actividad a desarrollar</b>
Grúa de izaje de 8-10 t	1	Colocación de jaulas de acero para los pilotes, muros y vigas y en el hormigonado.
Grúa de izaje de 20 t	1	Montaje de cajones y tubos de hormigón pre comprimido
Compresor de aire	2	Trabajos de vibrado en el hormigón y
Martillos rompedores	1	Trabajos de demoliciones en la parte superior de los muros
Máquinas Benoto	1	Perforación de pozos
Vibradores de hormigón	4	Vibrado del hormigón
Camiones hormigoneras	4	Transporte del hormigón
Cuadrillas de Construcción conformada por carpinteros encofradores (6), albañiles (4), cabilleros (4), operador de motobomba (2) y	1	Todo lo referente a la construcción civil y labores menores de movimiento de tierras.

**2.3. Conclusiones parciales del Proyecto Técnico de Organización de la Derivadora “El Patio”.**

1. El Proyecto Técnico confeccionado por la EIPH de VC, antes expuesto, brinda información fundamental para elaborar el Proyecto Ejecutivo de Organización de los trabajos de reconstrucción del Aliviadero “El Patio”
2. La tecnología de construcción propuesta se corresponde con el equipamiento que conforman los renglones variantes del presupuesto.

3. Los detalles de la programación con respecto al orden de ejecución de las diferentes tareas, tipo y cantidad de recursos a utilizar y la duración de cada tarea, etapas y la obra en general, se puede apreciar en el cronograma de ejecución hecho mediante el MS PROJECT.
4. El orden de la programación puede variarse para lograr mejoras del mismo y ajustarse a los equipos realmente disponibles.
5. La construcción de esta obra permitirá una explotación más racional de la Derivadora y garantizará la evacuación de las avenidas para las probabilidades de cálculo.
6. La ruta crítica del cronograma pasa por las actividades de movimiento de tierra (construcción del dique y de los canales)
7. Se poseen todos datos necesarios para confeccionar el proyecto ejecutivo de organización de los trabajos de reconstrucción de la Derivadora “El Patio”, siendo los mismos: El Informe Ingeniero - Geológico de la obra; el parque de equipos disponible en la UEB Leoncio Vidal, de la empresa constructora ECOING 25 del MICONS y otros como: ubicación del préstamo 15, ubicación del vertedero, datos de la planta centralizada de hormigón que abastecerá de dicho material a la obra y otros.

### **2.2.1. Recomendaciones**

1. Se deben realizar con antelación todas las coordinaciones y gestiones pertinentes para garantizar el suministro adecuado de materiales y combustible a pie de obra en el tiempo y forma requerido, conjuntamente con otros insumos del constructor.
2. Deben adoptarse con carácter obligatorio las normas técnicas y regulaciones constructivas, de protección para el personal, de uso de equipos, etc. vigentes, en el país.
3. Se plantean todas las medidas necesarias para minimizar el impacto ambiental de la reconstrucción de la Derivadora “El Patio” en Jatibonico.
4. Planificar la ejecución de la obra en el período seco o no lluvioso (noviembre - abril) debido a los peligros que representa la evacuación de avenida por el aliviadero sin haber concluido los trabajos.

## 2.4. Otros Datos Necesarios.

### 2.4.1. Resultados de las Investigaciones Ingeniero- Geológicas.

Seguidamente se muestran los resultados de dichas investigaciones realizadas por el laboratorio de la EPIH de Villa Clara.

Perfil Estratigráfico: (ver Anexo 1)

Descripción detallada de las capas de suelo:

**Capa 1.** Limo arcilloso, limpio de gravas y con bastante contenido de arena, se recupera monolítico y compacto, húmedo, de color pardo carmelitoso a gris, plástico al tacto. Presenta materia orgánica en descomposición. Es de origen diluvial. Aparece en todo el trazado del aliviadero con una potencia no superior a los 3,0 m.

En este estrato predominan los granos finos, limos y arcillas de mediana plasticidad, con una actividad coloidal alta (según Skempton, 1953) y un potencial de expansión (hl) alto (según Seed et al, 1962). La arena es de grano grueso a fino, con un 2% de arena gruesa, un 6% de arena media, y un 23% de arena fina. Es de consistencia plástica. Presenta un límite líquido (LL) de 42,2% y un índice de plasticidad (IP) de 24,6% por lo que es de mediana plasticidad, una humedad óptima ( $W_o$ ) de aproximadamente 19,0%, ésta se encuentra a un 15,8% por debajo de la humedad natural. La densidad máxima es de  $1,613 \text{ g/cm}^3$ . El índice de compresión es 0,27 y el de expansión 0,05 (Según Nagaraj y Murty, 1985), asimismo presenta una moderada compresibilidad (Según Sowers & Sowers, 1975); el módulo de deformación para carga es de  $8 \text{ kg/cm}^2$  y presenta un promedio de 15,97 MPa, por lo que posee una capacidad de deformación baja y una capacidad soportante buena. Clasifica según el SUCS como un suelo CL.

**Capa 2.** Arcilla limosa densa, con algunas gravas y ferrolitas, posee algún contenido de arena, es de color carmelita, con abundantes manchas de oxidación de color amarillento y rojizo, con presencia de nódulos y vetas de carbonato, de origen aluvial diluvial. Aparece de forma continua en toda el área del aliviadero. Dentro de esta capa puede aparecer de forma aislada y con poco espesor algún lente de un material más arenoso (capa 3a y 3c). En ella predominan los granos finos, limos y arcillas de alta plasticidad, con una actividad coloidal alta (Skempton,

1953) y un potencial de expansión (hl) muy alto (Seed et al, 1962). La arena es de grano grueso a fino, con un 2% de arena gruesa, un 5% de arena media, y un 10% de arena fina. Es de consistencia plástica. Presenta un límite líquido (LL) de 61,9% y un índice de plasticidad (IP) de 38,9%, una humedad óptima ( $W_o$ ) de aproximadamente 21,4%, ésta se halla a un 9,9% por debajo de la humedad natural. La densidad máxima es de 1,541 g/cm<sup>3</sup>. El índice de compresión es 0,39 y el de expansión 0,08 (Nagaraj y Murty, 1985), asimismo presenta una alta compresibilidad (Sowers & Sowers, 1975); el módulo de deformación para carga de 8 kg/cm<sup>2</sup> presentando un promedio de 13,74 MPa, por lo que posee una capacidad de deformación media y una capacidad soportante aceptable. Clasifica según el SUCS como un suelo CH.

**Capa 3c.** Material areno limoso con muy poco contenido de arcilla, casi nula y algunas gravas escasas, de color pardo carmelitoso a amarillento, en ocasiones se recupera monolítico. Se observan gravas, guijarros y cantos rodados, los cuales son planos y redondeados. Predominan los granos gruesos, con un 3% de limos y arcillas de baja plasticidad, con una actividad coloidal baja (Skempton, 1953). La arena es de grano grueso a fino, en donde predominan los granos finos, con un 5% de arena gruesa, un 15% de arena media y un 46% de arena fina. Compuesta por un 66% de granos gruesos. Presenta una ligera plasticidad al poseer un límite líquido (LL) de 32,8% y un índice de plasticidad (IP) de 7,8%, una humedad óptima ( $W_o$ ) de aproximadamente 16,7%, se encuentra a un 10,5% por encima de la humedad natural. La densidad seca máxima es de 1,727 g/cm<sup>3</sup>, según el ensayo Próctor Estándar. Clasifica según el SUCS como un SM.

**Capa 3b.** Material arenoso con algún contenido de limo y arcilla, con algunas gravitas pequeñas, de color pardo carmelitoso. Las gravas planas y sub redondeadas. Carbonatado. Predominan los granos gruesos, con un 33% de limos y arcillas de mediana plasticidad, con una actividad coloidal baja (Skempton, 1953). La arena es de grano grueso a fino, en donde predominan los granos medios a finos, con un 4% de arena gruesa, un 32% de arena media y un 27% de arena fina. Compuesta por un 67% de granos gruesos. Presenta una mediana plasticidad al tener un límite líquido (LL) de 42,4% y un índice de plasticidad (IP) de 19,3%, una humedad óptima ( $D_o$ ) de aproximadamente 16,9%, se halla un

11,4% por encima de la humedad natural. La densidad seca máxima es de 1,698 g/cm<sup>3</sup>, según el ensayo Próctor Estándar. Clasifica según el SUCS como un SC.

**Capa 3a.** Arena de grano grueso, limpia de arcilla y con algún contenido de limo, de color carmelita, presenta abundantes gravas de diferentes litologías, guijarros y cantos rodados, los cuales son redondeados y planos. Carbonatada, suelta, deleznable y húmeda. Con manchas de oxidación de color amarillento a rojizo. En ella predominan los granos gruesos, con un 19% de limos y arcillas de baja plasticidad, con una actividad coloidal baja (Skempton, 1953). La arena es de grano grueso a fino, en donde predominan los granos medios a finos, con un 12% de arena gruesa, un 25% de arena media y un 22% de arena fina. Compuesta por un 81% de granos gruesos. Presenta un límite líquido (LL) de 34,0% y un índice de plasticidad (IP) de 14,7%, una humedad óptima (Do) de aproximadamente 15,9%, esta se encuentra a un 11,1% por encima de la humedad natural. La densidad seca máxima es de 1,590 g/cm<sup>3</sup>, según el ensayo Próctor Estándar. Clasifica según el SUCS como un suelo SC.

**Capa 4.** Material arcillo limoso, con algún contenido de arena, presenta algunas gravitas pequeñas de diferentes litologías, de color carmelita oscuro a gris, con abundante carbonato en forma de nódulos y vetas, con manchas de oxidación, de color rojizo, duro de perforar. Se recupera monolítico y en ocasiones compacto por su humedad. Hacia el final del intervalo disminuyen las gravas y el contenido de carbonato. Presenta pequeños intervalos más arenosos. Predominan los granos finos, limos y arcillas de alta plasticidad, con una actividad coloidal alta (Skempton, 1953) y un potencial de expansión (hl) muy alto (Seed et al, 1962). La arena es de grano grueso a fino, con un 3% de arena gruesa, un 7% de arena media, y un 14% de arena fina. Es de consistencia semi plástica. Presenta un límite líquido (LL) de 68,7% y un índice de plasticidad (IP) de 42,5%, una humedad óptima (Do) de aproximadamente 21,6%, se halla a un 17,5% por debajo de la humedad natural. La densidad máxima es de 1,456 g/cm<sup>3</sup>. El índice de compresión es 0,44 y el de expansión 0,09 (Nagaraj y Murty, 1985), asimismo presenta una alta compresibilidad (Sowers and Sowers, 1975); el módulo de deformación para carga 8 kg/cm<sup>2</sup> presenta un promedio de 16,11 MPa, por lo que posee una capacidad de deformación baja y una capacidad soportante buena. Clasifica según el sistema SUCS como un suelo CH.

**Capa 5.** Arcilla abigarrada con bastante contenido de limo, limpia de gravas y con muy poco contenido de arena, que en su parte superior es de color blanco a beige con diferentes tonalidades, de alta plasticidad. Monolítica, compacta, carbonatada, muy dura y húmeda. En su parte inferior es de color gris verdosa y aumenta el contenido de carbonato en forma de vetas y nódulos, con manchas de oxidación de color rojizas y amarillentas. En ocasiones se observan pequeños lentes de material arenoso fino y grueso suelto, con pequeñas gravitas y guijarros. Predominan los granos finos, limos y arcillas de alta plasticidad, con una actividad coloidal alta (Skempton, 1953) y un potencial de expansión (hl) muy alto (Seed et al, 1962). La arena es de grano grueso a fino, con un 2% de arena media, y un 6% de arena fina. Es de consistencia poco plástica. Presenta un límite líquido (LL) de 69,5% y un índice de plasticidad (IP) de 44,2%, una humedad óptima ( $W_o$ ) de aproximadamente 21,6%, se halla a un 10,8% por debajo de la natural. La densidad máxima es de 1,445 g/cm<sup>3</sup>. El índice de compresión es 0,44 y el de expansión 0,09 (Nagaraj y Murty, 1985), asimismo presenta una alta compresibilidad (Sowers and Sowers, 1975); el módulo de deformación presenta un promedio de 14,64 MPa, por lo que posee una capacidad de deformación media y una capacidad soportante aceptable. Este suelo clasifica según el SUCS como un CH. La agresividad al hormigón es de positiva a considerable.

**Capa 6.** Calcarenitas de color gris verdoso a beige, poco pesada, blanda, con grietas rellenas de calcita, con manchas de oxidación de color amarillento, fracturada, con presencia de incrustaciones de fósiles. Solo fue cortada en la cala 6 intercalada con la capa 5.

**Capa 7.** Aleurolita de color verde, con abundantes manchas de oxidación de color rojizo y amarillento. Se recupera monolítica y compacta, en forma de semi-roca, carbonatada. Se altera fácilmente con los cambios de humedad hasta destruirse totalmente y comportarse como un suelo. Una de sus características más notables es que en estado saturado es prácticamente impermeable. Fue cortada en las calas 1, 2 y 5 del aliviadero, aunque se encuentra bastante representada dentro del paquete litológico.

A continuación, se ofrece la tabla de las capas con las cuales se trabajó para la estabilidad y capacidad soportante de los distintos objetos de obra:

**Tabla 2: Parámetros por capas.**

RESUMEN GEOTÉCNICO DE SUELOS ENSAYADOS								
PARÁMETROS	SIMB.	U/M	CAPA 1			CAPA 2		
			MÍN	MÁX	PROM	MÍN	MÁX	PROM
Gravas	G	%	1	2	1	1	5	3
Arenas	A	%	30	31	30	13	19	17
Limo	L	%	43	44	44	36	48	41
Arcilla	A	%	24	25	25	30	45	39
Límite Líquido	LL	%	40,9	43,5	42,2	54,1	68,1	61,9
Límite Plástico	LP	%	16,7	18,4	17,6	21,1	24,0	23,0
Índice Plástico	IP	%	24,2	25,1	24,6	33,0	46,1	38,9
Humedad natural	W <sub>n</sub>	%	34,8	34,8	34,8	29,4	34,6	31,3
Densidad seca	$\gamma_d$	g/cm <sup>3</sup>	1,449	1,449	1,449	1,408	1,543	1,483
Densidad húmeda	$\gamma_f$	g/cm <sup>3</sup>	-	-	1,954	1,895	1,996	1,946
Relación de vacíos	e	-	-	-	0,898	0,757	0,940	0,816
Saturación	S	%	-	-	107	101	105	103
Índice de consistencia	I <sub>c</sub>	-	-	-	0,35	0,73	0,84	0,78
Humedad óptima	W <sub>opt</sub>	%	17,9	20,0	19,0	19,5	22,7	21,4
Densidad seca máxima	$\gamma_{d\text{ máx}}$	g/cm <sup>3</sup>	1,566	1,660	1,613	1,513	1,576	1,541
Densidad húmeda	$\gamma_f$	g/cm <sup>3</sup>	1,879	1,957	1,918	1,835	1,918	1,870

**Tabla 2: Parámetros por capas (continuación).**

RESUMEN GEOTÉCNICO DE SUELOS									
PARÁMETROS	SIMB.	U/M	CAPA 1			CAPA 2			
			MÍN	MÁX	PROM	MÍN	MÁX	PROM	
Relación de vacíos mínima	e <sub>min</sub>	-	0,669	0,750	0,709	0,745	0,817	0,785	
Saturación máxima	S	%	73	74	74	70	81	75	
Peso específico	G <sub>s</sub>	-	2,740	2,770	2,753	2,610	2,760	2,722	
Ensayo Cortante UU	Cohesión	C	Kpa	-	-	-	88,10	114,47	100,81
	Ángulo de fricción interna	$\varphi$	sexage simales	-	-	-	12,08	13,11	12,75

Módulo de deformación	$E_8$	MPa	-	-	15,97	12,54	14,78	13,74
Coefficiente Compresibilidad	$av_8$	cm <sup>2</sup> /kg	-	-	0,0001 1	0,0001 1	0,0001 5	0,0001 3
Coefficiente Consolidación	$cv_8$	cm <sup>2</sup> /seg	-	-	0,0000 9	0,0000 8	0,0001 9	0,0001 2
CLASIFICACIÓN POR EL SUCS			CL			CH		

**Tabla 2: Parámetros por capas (continuación).**

RESUMEN GEOTÉCNICO DE SUELOS									
PARÁMETROS	SIMB.	U/M	CAPA 3a			CAPA 3b			
			MIN	MAX	PROM	MIN	MAX	PROM	
Gravas	G	%	8	39	22	2	6	4	
Arena	A	%	47	65	59	42	77	63	
Limo	L	%	14	28	19	21	41	29	
Arcilla	A	%	0	0	0	0	11	4	
Límite Líquido	LL	%	33,4	34,9	34,0	28,5	62,5	42,4	
Límite Plástico	LP	%	20,2	21,7	20,9	15,3	29,0	23,1	
Índice Plástico	IP	%	11,7	14,7	13,1	9,1	33,5	19,3	
Humedad natural	$W_n$	%	27,0	27,0	27,0	23,4	35,7	28,3	
Densidad seca	$\gamma_d$	g/cm <sup>3</sup>	1,499	1,499	1,499	1,400	1,628	1,542	
Densidad húmeda	$\gamma_{df}$	g/cm <sup>3</sup>	1,904	1,904	1,904	1,900	2,010	1,973	
Relación de vacíos	e	-	0,722	0,722	0,722	0,615	0,715	0,665	
Saturación	S	%	97	97	97	99	100	99	
Índice de consistencia	$I_c$	-	0,520	0,520	0,52	0,388	0,598	0,49	
Humedad óptima	$W_o$	%	12,9	18,2	15,9	14,5	19,5	16,9	
Densidad seca máxima	$\gamma_{d\text{ máx}}$	g/cm <sup>3</sup>	1,241	1,858	1,590	1,587	1,811	1,698	
Densidad húmeda	$\gamma_f$	g/cm <sup>3</sup>	1,603	2,098	1,892	1,883	2,092	1,984	
Relación de vacíos mínima	$e_{\text{ mín}}$	-	0,501	1,289	0,816	0,518	0,720	0,614	
Saturación máxima	S	%	64	77	71	71	82	76	
Peso específico	$G_s$	-	2,580	2,790	2,680	2,610	2,750	2,684	
	Cohesión	C	Kpa	-	-	-	25,72	67,32	46,52

Ensayo Cortante UU	Ángulo de fricción interno	$\varphi$	$^{\circ}$ sexag.	-	-	-	26,61	31,79	29,27
Módulo de deformación		$E_8$	MPa	-	-	14,51	12,16	16,22	14,64
Coeficiente de Compresibilidad		$av_8$	cm <sup>2</sup> /kg	-	-	0,00011	0,00	0,00	0,00012
Coeficiente de Consolidación		$cv_8$	cm <sup>2</sup> /seg	-	-	0,00016	0,00	0,00	0,00054
CLASIFICACIÓN SUCS				SC			SC		

**Tabla 2: Parámetros por capas (continuación).**

RESUMEN GEOTÉCNICO DE SUELOS									
PARÁMETROS	SIMB.	U/M	CAPA 3c			CAPA 4			
			MÍN	MÁX	PROM	MÍN	MÁX	PROM	
Gravas	G	%	0	7	3	1	4	3	
Arena	A	%	47	74	63	21	26	24	
Limo	L	%	20	48	34	29	32	30	
Arcilla	A	%	0	4	1	41	46	44	
Límite Líquido	LL	%	30,1	35,7	32,8	60,7	76,6	68,7	
Límite Plástico	LP	%	0,0	22,8	14,1	23,1	29,3	26,2	
Índice Plástico	IP	%	0,0	15,1	7,8	37,6	47,3	42,5	
Humedad natural	W <sub>n</sub>	%	23,8	33,6	27,2	39,1	39,1	39,1	
Densidad seca	$\gamma_d$	g/cm <sup>3</sup>	1,403	1,626	1,526	1,278	1,278	1,278	
Densidad húmeda	$\gamma_t$	g/cm <sup>3</sup>	1,874	2,017	1,937	-	-	1,778	
Relación de vacíos	e	-	0,679	0,947	0,785	-	-	1,129	
Saturación	S	%	88	97	94	-	-	94	
Índice de consistencia	I <sub>c</sub>	-	-0,368	0,890	0,43	-	-	0,79	
Humedad óptima	W <sub>o</sub>	%	14,8	18,8	16,7	20,5	22,7	21,6	
Densidad seca máxima	$\gamma_{d\text{ máx}}$	g/cm <sup>3</sup>	1,613	1,824	1,727	1,38	1,53	1,456	
Densidad húmeda	$\gamma_t$	g/cm <sup>3</sup>	1,882	2,095	2,014	1,70	1,87	1,788	
Rel. de vacíos mínima	e <sub>mín</sub>	-	0,502	0,686	0,592	0,77	0,98	0,872	
Saturación máxima	S	%	66	85	78	64	74	69	
Peso específico	G <sub>s</sub>	-	2,680	2,770	2,732	2,72	2,75	2,737	
	Cohesión	C	Kpa	-	-	35,30	-	-	-

Ensayo Cortante UU	Ángulo de fricción interno	$\phi$	$^{\circ}\text{sex}$	-	-	27,14	-	-	-
Módulo de deformación		$E_8$	MPa	15,61	20,91	17,82	-	-	16,11
Coeficiente de Compresibilidad		$av_8$	$\text{cm}^2/\text{k g}$	-	-	0,0001	-	-	0,00013
Coeficiente de Consolidación		$cv_8$	$\text{cm}^2/\text{s eg}$	-	-	0,00044	-	-	0,00022
CLASIFICACIÓN SUCS				SM			CH		

**Tabla 2: Parámetros por capas (conclusión).**

RESUMEN GEOTÉCNICO DE SUELOS					
PARÁMETROS	SIMB.	U/M	CAPA 5		
			MÍN	MÁX	PROM
Gravas	G	%	0	3	0
Arena	A	%	5	16	8
Limo	L	%	38	46	43
Arcilla	A	%	43	55	49
Límite Líquido	LL	%	60,7	84,3	69,5
Límite Plástico	LP	%	22,8	27,9	25,3
Índice Plástico	IP	%	36,5	56,6	44,2
Humedad natural	$W_n$	%	30,7	44,6	35,0
Densidad seca	$\gamma_d$	$\text{g}/\text{cm}^3$	1,216	1,508	1,405
Densidad húmeda	$\gamma_f$	$\text{g}/\text{cm}^3$	1,758	1,971	1,892
Relación de vacíos	e	-	0,762	1,139	0,862
Saturación	S	%	102	111	106
Índice de consistencia	Ic	-	0,455	0,917	0,74
Humedad óptima	$W_o$	%	22,1	29,2	24,2
Densidad seca máxima	$\gamma_d \text{ máx}$	$\text{g}/\text{cm}^3$	1,241	1,588	1,445
Densidad húmeda	$\gamma_f$	$\text{g}/\text{cm}^3$	1,603	1,943	1,791
Rel, de vacíos mínima	$e_{\text{min}}$	-	0,757	1,289	0,919
Saturación máxima	S	%	64	82	73
Peso específico	Gs	-	2,580	2,790	2,699

## Capítulo 2

Ensayo Cortante UU	Cohesión	C	Kpa	60,11	129,48	103,90
	Ángulo de fricción interno	$\phi$	$^{\circ}\text{sex}$	10,87	14,40	14,42
Módulo de deformación		$E_8$	MPa	10,25	18,24	14,64
Coeficiente de Compresibilidad		$av_8$	$\text{cm}^2/\text{kg}$	0,00009	0,00020	0,00013
Coeficiente de Consolidación		$cv_8$	$\text{cm}^2/\text{seg}$	0,00006	0,00046	0,00018
CLASIFICACIÓN SUCS				CH		

**Tabla 3: Resultados generales de los ensayos de Penetración Estándar**

Capa 1					
Parámetros	Simbología	UM	MIN	MAX	PROM
Número de Penetración Estándar	N60	-	1	7	4
Consistencia	-	-	Blanda		
Cohesión o Resistencia Cortante no Drenada	$c_u$	$\text{kN}/\text{m}^2$	34,10	120,44	74,92
Resistencia a la Compresión Simple	$q_u$	$\text{kN}/\text{m}^2$	0 a 25		
Módulo de Elasticidad Longitudinal	E	$\text{kg}/\text{cm}^2$	30		
Capa 2					
Número de Penetración Estándar	N60	-	7	13	9
Consistencia	-	-	Medio Firme		
Cohesión o Resistencia Cortante no Drenada	$c_u$	$\text{kN}/\text{m}^2$	111,66	180,97	142,01
Resistencia a la Compresión Simple	$q_u$	$\text{kN}/\text{m}^2$	50 a 100		
Módulo de Elasticidad Longitudinal	E	$\text{kg}/\text{cm}^2$	45 a 90		
Capa 4					
Número de Penetración Estándar	N60	-	7	20	12
Consistencia	-	-	Firme		
Cohesión o Resistencia Cortante no Drenada	$c_u$	$\text{kN}/\text{m}^2$	120,97	249,15	170,33
Resistencia a la Compresión Simple	$q_u$	$\text{kN}/\text{m}^2$	100 a 200		
Módulo de Elasticidad Longitudinal	E	$\text{kg}/\text{cm}^2$	90 a 200		
Capa 5					

Número de Penetración Estándar	N60	-	8	19	13
Consistencia	-	-	Firme		
Cohesión o Resistencia Cortante no Drenada	$c_u$	KN/m <sup>2</sup>	124,76	210,52	171,98
Resistencia a la Compresión Simple	$q_u$	KN/m <sup>2</sup>	100 a 200		
Módulo de Elasticidad Longitudinal	E	kg/cm <sup>2</sup>	90 a 200		
Capa 3					
Número de Penetración Estándar	N160	-	7	18	12
Densidad Relativa	DR	-	Compacta		
Densidad Relativa	DR	%	38,24	63,62	51,60
Resistencia a la Penetración	$R_p$	kg/cm <sup>2</sup>	27,19	62,15	44,42
Carga admisible	$S_{adm}$	kg/cm <sup>2</sup>	0,68	1,55	1,11
Ángulo de Fricción Interna Pico	$\phi$	°Sexag.	31,59	37,55	34,79

**2.4.2. Parque de máquinas de movimiento de tierra y de construcción civil disponible en la UEB de la ECOING 25 que ejecutará los trabajos.**

La UEB Leoncio Vidal de la ECOING 25, será la que ejecutará los trabajos de reconstrucción de la Derivadora “El Patio”, las especificaciones de los equipos se muestran en el Anexo 2. Como puede apreciarse, el parque disponible está sumamente envejecido, predominando los equipos en regular y mal estado técnico, no cuenta con algunos equipos, tales como: Traíllas, Mototraíllas (deben alquilarse); martillos rompedores, suficientes vibradores de inmersión y otros como las Motoniveladoras que solo dispone de 3, por tal razón se hace difícil conformar y proponer conjuntos o cuadrillas de equipos idóneos para ejecutar los trabajos de movimiento de tierras y de construcción civil.

**2.4.3. Datos sobre la Planta Centralizada de Hormigón (distancia y rendimiento, cantidad de Camiones Hormigoneras disponibles).**

Para las actividades de hormigonado se utilizará una planta dosificadora de hormigón, ubicada en la localidad de Jatibonico a 20 Km de la obra, con capacidad de producción de 20 m<sup>3</sup>/h. la cual posee 10 camiones hormigoneras disponibles con diferentes capacidades y estado técnico:

**Tabla 4: Datos de los camiones.**

Cant. de CH KAMAZ 5320	Cap. (m3)	Est. Técnico (B, R, M)		
		B	R	M
5	4	2	-	3
3	5	-	1	2
2	6	1	1	-
<b>Total (10 CH)</b>	-	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>

En total se utilizarán los dos camiones hormigoneras de 6 m<sup>3</sup> para el transporte de hormigón a la obra, al tenerse cuenta que los restantes están averiados o ejecutando actividades en otras obras de construcción de la provincia de Sancti Espíritus.

#### 2.4.4. Datos del Presupuesto de la Obra

Acorde con la información suministrada por la EPIH, el costo directo de los trabajos fue obtenido mediante el empleo del PRESWIN, en base a los costos unitarios directos establecidos en el PRECONS II

Costo directo total del Dique, del canal de drenaje y sus obras de fábrica:

\$739,831.38

Costo directo total del Aliviadero, Canales de entrada y salida:

\$ 633193,57

**Costo Directo Total de los trabajos de la Derivadora El Patio: \$ 1373024.95**

#### 2.4.5. Duración de los trabajos empleando el MS PROJECT, con los datos exportados del PRESWIN (método empleado por la EPIH de VC)

##### - Duración del Aliviadero, Canales de entrada y salida

Inicio: 12/6/2013

Fin: 6/2/2014

Duración: 7 meses y 18 días

- **Duración de Dique, del canal de drenaje y sus obras de fábrica:**

Inicio: 12/6/2013

Fin: 1ero./enero/2014

Duración: 5 meses y 13 días

Duración Total de la Obra: **13 meses**

**2.4.6. Conclusiones parciales del Capítulo 2:**

- El Proyecto Técnico de Organización de los trabajos de reconstrucción de la Derivadora “El Patio”, confeccionado por la EPIH del INRH de Villa Clara, en el año 2017, se ajusta a lo establecido en el reglamento vigente y ha sido muy útil para efectuar el Proyecto Ejecutivo de Organización de dicha obra.
- Se poseen todos datos necesarios para confeccionar el proyecto ejecutivo de organización de los trabajos de reconstrucción de la Derivadora “El Patio”, además del Proyecto Técnico de Organización antes mencionado, se dispone del Informe Ingeniero - Geológico de la obra; del parque de equipos disponible en la UEB Leoncio Vidal perteneciente a la empresa constructora ECOING 25 del MICONS y otros como: la ubicación del préstamo 15, del vertedero y de la planta centralizada de hormigón, que abastecerá la obra.

### **Capítulo 3. Confección de la propuesta de Proyecto Ejecutivo de Organización de la Derivadora “El Patio”**

#### **3.1. Introducción**

Considerando el Proyecto Técnico de Organización de la Obra anteriormente expuesto en el capítulo II de este trabajo de diploma, el Informe Ingeniero Geológico de la zona, los datos del parque disponible de la empresa constructora y otros relacionados con anterioridad, se procede a confeccionar el Proyecto Ejecutivo de Organización de la Obra, acorde con lo establecido en el “Reglamento sobre el alcance y el contenido de los proyectos de organización de obra de las inversiones nominalizadas” vigente, el cual establece el contenido del mismo, tratando de que los trabajos de reconstrucción de la Derivadora “El Patio”, queden correctamente organizados, programados y presupuestados, para incidir en su ejecución eficaz desde los puntos de vista técnico y económico.

#### **3.2. Cumplimiento del Reglamento de Alcance y Contenido:**

Para confeccionar la propuesta de Proyecto Ejecutivo de Organización de la Obra se cumplirá con lo establecido en dicho reglamento vigente, el cual establece en su Capítulo VII: El Contenido del Proyecto Ejecutivo de Organización de Obra.

**Artículo 31: El Proyecto Ejecutivo de Organización de Obra contendrá tres partes principales:**

- a) Parte escrita (memoria)
- b) Parte gráfica (planos)
- c) Programaciones y balance de recursos

**Artículo 32: La parte escrita.**

Se elaborará en forma de memoria descriptiva técnica y memoria descriptiva económica, incluyendo otros documentos que precisen y amplíen los aspectos tratados en el Proyecto Técnico de Organización de Obra comprendiendo:

- a) Nombre oficial de la obra,** lugar de micro localización, municipio, provincia, nombre del Inversionista y el nombre del autor principal del Proyecto Ejecutivo de Organización de Obra, nombre del Projectista General del Proyecto de Construcción y Montaje y el nombre de la entidad Constructora.
- b) Descripción de la solución definitiva del plan general del área de la obra** acordado, precisando las características particulares de la obra y de las facilidades temporales.
- c) Composición, capacidades, características constructivas y de uso de los objetos y agrupaciones productivas según:**
- edificaciones y construcciones a ejecutar de carácter permanente las cuales se usarán como facilidades temporales de la obra;
  - edificaciones y construcciones existentes fuera o en el área de la obra pertenecientes al Inversionista y otras entidades;
  - facilidades temporales a construir, sus capacidades y tipos;
  - edificaciones, objetos de obra y agrupaciones productivas a demoler.
- ch) Fundamentación y costos de las facilidades temporales a construir.**  
Fundamentación y costos de las modificaciones que se hagan en las edificaciones permanentes que se usarán como facilidades temporales antes de su readaptación según el proyecto original de la construcción para su entrega al Inversionista. Fundamentación y costo de cualquier otra obra u objeto que se adapte, repare, etc., para ser usada en o fuera del área de la obra como facilidad temporal.
- d) Suministros.** Actualización del plan de entrega de suministros, precisando al mes para la construcción y montaje basado en los documentos contractuales firmados en el caso de los suministros extranjeros y por trimestres para los suministros nacionales.
- e) Tiempo de ejecución.** Fechas de las entregas parciales y de la entrega final, por meses, de la construcción planificada, en base a lo establecido en el contrato de la obra suscrito entre el Inversionista y el Constructor.
- f) Descripción de todos los trabajos** de construcción y montaje a realizar. Tecnologías constructivas a emplear en su ejecución.

Relación de las normas técnicas vigentes, de seguridad del trabajo, seguridad de la obra, instrucciones y especificaciones que serán consideradas en el Proyecto Ejecutivo de Organización de Obra.

- g) Descripción del flujo y secuencias de trabajo** de los objetos de obra y agrupaciones productivas en función de la programación directiva.
- h) Aseguramiento y programación para la ejecución de la obra** en cuanto a: energías, agua, drenajes, gas, comunicaciones, vapor, aire comprimido, etc., (recorrido, diámetro, secciones calculadas), fechas en que se realizarán las conexiones, las empresas que realizarán la conexión y suministro, adjuntando la documentación correspondiente.
- i) Secuencia de desmantelamiento y retiro del área de la obra de todas las facilidades temporales.** Reordenamiento de todos los objetos de obra, agrupaciones productivas y sus áreas de acuerdo al Proyecto de Construcción y Montaje original, antes de su entrega al Inversionista de los que fueron utilizados como facilidades temporales.
- j) Especificaciones detalladas para las pruebas de terminación del montaje.** Plan de realización y control de las pruebas de montaje por el constructor. Plan de aseguramiento técnico material para la realización de los ensayos, fechas de realización de las pruebas, según la programación directiva de la obra.
- k) Determinación de las necesidades de los recursos principales,** en materiales, fuerza de trabajo y equipos para la ejecución de las obras y de las facilidades temporales.

### **Artículo 33: Parte gráfica (planos)**

- a) Plan general del área de la obra a escala 1: 500 (excepcionalmente a 1:1000), señalando:
  - el área total de la obra y sus límites, situación de todas las facilidades temporales y de las vías de circulación temporales y definitivas del Proyecto Ejecutivo de Construcción y Montaje.
  - las facilidades temporales a construir, objetos de obras o agrupaciones productivas existentes, en el área que deben permanecer y los objetos que serán demolidos.

- las áreas de almacenaje del Constructor y el Inversionista, especificando su uso, objetos temporales para el uso del Constructor y del Inversionista.
- la ubicación de los principales equipos fijos para la construcción y montaje, organización del trabajo de los equipos, cartas tecnológicas o esquemas de trabajos típicos.
- áreas de depósitos de:
  - a) desbroce de la vegetación.
  - b) Almacenamiento de la tierra vegetal para ser usada posteriormente en las áreas verdes.
  - c) todo el material a caballero
  - d) los desperdicios.
  - e) almacenamiento del material excavado a ser utilizado posteriormente
    - lugares de conexión permanente de todo tipo de acometidas de las instalaciones, drenajes y de las viales de las obras inducidas de la inversión y de las facilidades temporales incluso esquemas, diámetros, capacidades, recorrido y detalles constructivos según se requiera.
    - drenaje temporal e instalaciones de las redes técnicas y viales temporales.
- b) Planos de las facilidades temporales
- c) Planos de organización del movimiento de tierra en las etapas que convenga incluyendo el análisis de los ciclos de equipos, secuencia de los trabajos de desmonte y terraplenado en las explanaciones para las edificaciones y vías, excavaciones para la construcciones y estructuras principales bajo el nivel de la explanación y su rehincho.
  - ch) Transporte de materiales en el caso de obra compleja en áreas restringidas.
- d) Esquemas tecnológicos de la ejecución de objetos de obras y agrupaciones productivas principales en sus distintas etapas de construcción, montaje y terminación.

- e) Todos los planos que sea necesario realizar debido a la complejidad de los objetos de obra y las agrupaciones productivas o de las condiciones existentes. Estos planos se refieren a todas las obras auxiliares de carácter temporal que no se han previsto o detalles de las soluciones propuestas en el Proyecto Técnico de Organización de Obra.
- f) En las obras complejas se realizará un plano de situación indicando el área de la obra, núcleos urbanos cercanos y fuentes de suministros a la obra (plantas de hormigón hidráulico y asfáltico, canteras de mejoramiento, piedra y arena, caleras, talleres de prefabricación de componentes de construcción civil y montaje industrial de materiales de construcción, etc.) señalando las vías y tipos de transportación y las distancias en kilómetros desde la obra a cada una de ellas. Este plano, dependiendo de las distancias, deberá realizarse en escala 1:20 000, 1:10 000 o 1:5 000.

### **Artículo 34: Programaciones y balance de recursos:**

- a) Las programaciones para todos los objetos de obra y agrupaciones productivas se realizarán por cronogramas, meses en el primer año y por trimestre en el resto del tiempo
- b) La programación de los volúmenes físicos por objetos de obra y agrupaciones productivas se realizarán según meses en el primer año y por trimestre en el resto del tiempo.
- c) La programación de entrega de los Proyectos Ejecutivos de Organización de Obra se realizará según las etapas que corresponda.
  - ch) La programación de la ejecución de los trabajos se realizará por actividades y/o etapas desde su inicio hasta la terminación de los mismos:
- d) Balance de los equipos de construcción y montaje principales por meses, con el gráfico de entrada y salida según cronograma.
- e) El balance de la fuerza de trabajo se realizará por meses para el primer año y por trimestres en el resto del tiempo, con el gráfico de entrada y salida de las cuadrillas de diferentes especialidades.

- f) La distribución de valores de la obra de construcción y montaje a ejecutar se realizará por meses ajustado al presupuesto del Proyecto Ejecutivo.
- g) Cronograma de entrega de los suministros nacionales y extranjeros de todos los abastecimientos necesarios para la obra. Incluyendo los elementos prefabricados típicos y atípicos, por meses en el primer año y por trimestres en el resto del tiempo.
- h) Cronograma de la asistencia técnica extranjera para la construcción y montaje.
- i) Balance total de movimiento de tierra:
  - desbroce de la vegetación y tala de los árboles;
  - descortezado de la capa vegetal;
  - desmontes en las explanaciones;
  - terraplenado o pedraplenado en las explanaciones;
  - excavaciones para las estructuras y construcciones principales bajo el nivel de la explanación;
  - rellenos y rehíncos.

### **3.3. Propuesta del Proyecto Ejecutivo de Organización de los trabajos de reconstrucción de la Derivadora “El Patio”.**

#### **3.3.1. Artículo 31: El Proyecto Ejecutivo de Organización de Obra.**

En este artículo se especifican las partes que contendrá el proyecto ejecutivo a confeccionar, las cuales se enumeran a continuación:

1. Parte escrita (memoria)
2. Parte gráfica (planos)
3. Programaciones y balance de recursos.

#### **3.3.2. Artículo 32: Parte escrita (Memoria Descriptiva)**

**a) Nombre de la Obra:** Derivadora “El Patio”, Jatibonico, provincia de Sancti Espíritus.

**Inversionista:** MINAG, Sancti Espíritus.

**Proyectista:** EPIH de Villa Clara, del INRH.

**Autor principal del proyecto ejecutivo de organización de obra:**

Ing. Jesús S. Echevarría Rodríguez Especialista en Proyectos.

**Nombre de la entidad constructora:** UEB “Leoncio Vidal” de la ECOING 25 MICONs de Villa Clara.

**b) Plan general del área de la obra y facilidades temporales.**

1. La obra hidrotécnica fue dividida en tres grandes partes y labores a realizar que son las siguientes:

1. Movimiento de Tierras (Construcción del dique, ejecución de los canales de entrada y salida del aliviadero, ejecución del canal de drenaje y construcción de una berma para reparar la cortina.
2. Voladizo del aliviadero (demoliciones, ejecución de los pilotes del voladizo, de los cabezales, las vigas principales y secundarias, muros y losas)
3. Obras de fábrica del canal C 1 y del canal de drenaje

2. Zona de vertedero o botadero de materiales sobrantes.

Se dispone de un área de vertedero o depósito del material excavado sobrante, escombros y otros desechos, así como de los desechos y escombros, alledaña al Préstamo 15 disponible.

3. Facilidades temporales.

Se ejecutarán las Facilidades Temporales con edificaciones de carácter temporal, consistentes en:

1. Albergue (2,40 m<sup>2</sup>/persona)
2. Servicios Sanitarios (0,40 m<sup>2</sup>/persona)
3. Cocina (0,22 m<sup>2</sup>/comensal)
4. Almacén de Víveres (0,18 m<sup>2</sup>/comensal)
5. Pañol: (24 m<sup>2</sup>)
6. Oficina administrativa (20 m<sup>2</sup>)
7. Oficina para la dirección técnica (16 m<sup>2</sup>)
8. Caseta de control de acceso: (4 m<sup>2</sup>)

(Los tres aspectos antes descritos se encuentran ubicados en el plano "Planta General de la Obra" en el Anexo 1)

**c) Composición, capacidades, características constructivas y de uso de los objetos y agrupaciones productivas según:**

- edificaciones y construcciones a ejecutar de carácter permanente, las cuales se usarán como facilidades temporales de la obra.

No procede

- edificaciones y construcciones existentes fuera o en el área de la obra pertenecientes al Inversionista y otras entidades.

No existen

**ch) Fundamentación y costos de las facilidades temporales a construir**

Los costos de estas construcciones temporales deben ser los menores posibles y se determinarán según el sistema de precios vigente (PRECONS II) empleando el PRESWIN.

**d) Edificaciones, objetos de obra y agrupaciones productivas a demoler:**

Se demolerán los muros de contención longitudinales y transversales, así como parte de la losa de la rápida, por presentar grietas que hacen peligrar su resistencia y estabilidad.

**e) Tiempo de ejecución. Fechas de las entregas parciales y de la entrega final, por meses, de la construcción planificada, en base a lo establecido en el contrato de la obra suscrito entre el Inversionista y el Constructor.**

Se precisará el tiempo de ejecución de los trabajos al realizarse su programación mediante la corrida del MS PROJECT, mediante un procedimiento que se explica en el inciso h).

**f) Descripción de todos los trabajos de construcción y montaje a realizar.**

Tecnologías constructivas a emplear en su ejecución.

La relación de trabajos a realizar se presenta en los Listados de Actividades que se muestran en el Anexo 2 de este trabajo de diploma. Como se puede apreciar en los

mismos se especifican las tecnologías constructivas manuales, semi mecanizadas y mecanizadas que se emplean para ejecutar tales labores

**g) Suministros.** Se requiere del suministro por entidades suministradoras de los siguientes materiales:

- **Hormigón de 20 y 25 MPa:** desde la Planta Centralizada de Hormigón de Sancti Espíritus, ubicada a unos 20 km de la obra.
- **Cemento Portland:** P 25 y P 30 MPa.
- **Piedra de hormigón (grava)**
- **Arena:** lavada.
- **Aceros de refuerzo:** de varios diámetros.
- **Alambres:** para amarrar cabillas.
- **Madera:** para encofrados.
- **Puntillas:** para encofrados de madera.

**h) Tiempo de ejecución.**

Para determinar el tiempo de duración de los trabajos en los objetos de obra antes mencionados, se cumplirá con la siguiente secuencia o procedimiento de trabajo. Destacándose que, dado el nivel establecido para el proyecto de organización de obra por el reglamento vigente, su determinación debe hacerse por la empresa constructora, a partir de considerar los recursos disponibles, las estrategias, restricciones y prioridades, para tratar de ejecutar la obra en el menor tiempo posible (antes de los 13 meses sugerido por el proyecto técnico de organización de la obra, confeccionado por la EPIH de VC).

Procedimiento para realizar la programación de los trabajos:

1. Definición de la estrategia organizativa de la obra que contribuya a ejecutarla en el menor tiempo, con los menores costos y con la requerida calidad.

Consistirá en tratar de concluir los trabajos de reconstrucción en el menor tiempo posible y antes de los 13 meses, con jornadas laborales irregulares de 10 horas. Lo anterior implica, solapar o simultanear al máximo las actividades a ejecutar, no obstante, existen restricciones dadas por el parque de equipos disponible en la UEB “Leoncio Vidal” de la ECOING 25 del MICONS. Se comenzará a programar la

ejecución de las labores de movimiento de tierra simultáneamente a las de construcción civil, todo ello sin violar las especificaciones de calidad establecidas en el proyecto ejecutivo de la obra y en las NC y RC vigentes, adoptándose aquellas variantes y soluciones que tiendan a minimizar los tiempos y los costos de construcción.

2. Definición de los Listados de Actividades a ejecutar en cada objeto en que sub dividió la obra, con sus correspondientes cubicaciones.

El listado de actividades con las cubicaciones calculadas se muestra en la tabla presente en el Anexo 2, pero adicionalmente en los mismos se especifican las maquinarias y fuerza de trabajo empleada, así como el tiempo de duración de cada una de las actividades.

3. Asignación de las máquinas y/o conjuntos de máquinas que acometerán las labores, de acuerdo con la tecnología disponible.

Para la asignación de las máquinas que acometerán las labores se tendrán en cuenta las normas de rendimiento de cada una de ellas, la cantidad de máquinas que nos brinda la UEB Leoncio Vidal de la ECOING 25 y el tipo de actividad a ejecutar. Las asignaciones de las maquinarias se muestran en el listado de actividades presente en el Anexo 2.

4. Determinación del rendimiento de las maquinarias, tratando de que sea el máximo posible.

Para la determinación del rendimiento de las maquinarias o cuadrillas o conjuntos de máquinas, se tendrán en cuenta los volúmenes y características de los trabajos a acometer, empleando las normas de rendimiento vigentes en el MICONS. El resultado se muestra en una columna existente en los listados de actividades de la obra.

5. Estimación del tiempo de duración, de los trabajos mecanizados, de las demoliciones, de los movimientos de tierra, del hormigonado, del montaje de elementos de las obras de fábrica y de la ejecución de los pilotes.

El tiempo de duración de los trabajos mecanizados dependerá del rendimiento de las máquinas y del volumen de trabajo que le corresponda a cada una de ellas, el cual se muestra en los listados de actividades confeccionado.

6. Asignación de la mano de obra para ejecutar los trabajos manuales de construcción civil (encofrados, elaboración y colocación de aceros, perfilado o rasanteo de las excavaciones de la losa de apoyo, fundamentalmente)

La asignación de la mano de obra se realiza en dependencia a la actividad a ejecutar y se muestra en el listado de actividades, Se realizó cumpliendo con lo establecido en las Normas de Trabajo vigentes en el MICONS, específicamente: Carpintería de Encofrados, Aceros, Albañilería y Hormigón y Trabajos Varios.

7. Definición de las normas de rendimiento a cumplir por la mano de obra.

Para ello, se emplearon las Normas de Trabajo vigentes en el MICONS: Carpintería de Encofrados, Aceros, Albañilería, y Hormigón y Trabajos Varios, en las que se especifican las normas de tiempo y de rendimiento de la mano de obra, las que se muestran en el Anexo 2.

8. Estimación de los tiempos de duración de las actividades manuales.

En los casos de realizarse actividades manuales, el tiempo de duración se determinó multiplicando el volumen de trabajo a realizar por la Norma de Tiempo establecida, aunque en algunas labores se emplearon las normas de rendimiento de la mano de obra y en este caso el tiempo se determinó dividiendo el volumen de trabajo entre la norma de rendimiento de la cuadrilla empleada.

9. Confección de la red de actividades nodal,

La confección de la red de actividades nodal permite expresar la interrelación existente entre las diferentes actividades, tratando de simultanear o solapar las mismas siempre que sea factible, especificando los recursos empleados para hacer cada actividad, la red se realiza de manera manual.

Una vez elaborada se utilizará para suministrar los datos de entrada para la corrida del MS PROJECT, lo que se muestra en el Anexo 3.

10. Efectuar la programación de los trabajos mediante la corrida del MS PROJECT.

Empleando dicho software se determina, tanto en tiempo absoluto como calendario, la duración de cada una de las actividades y su duración total, iniciándose la obra a partir del primero de noviembre de 2018.

**i) Descripción de todos los trabajos de construcción y montaje a realizar.**

Los principales trabajos de construcción y montaje a ejecutar, se describen detalladamente en los Listados de Actividades del Anexo 2

**j) Tecnologías constructivas a emplear en la reconstrucción de la Derivadora “El Patio”:**

Se emplearon tecnologías manuales, semi mecanizadas y mecanizadas para ejecutar los diferentes trabajos.

Las manuales se emplearon para realizar el replanteo y el rasanteo de las excavaciones de las obras de fábrica.

Las semi mecanizadas para ejecutar los hormigonados de los pre pisos, las juntas entre los cajones y los tubos de las obras de fábrica, las demoliciones y el rehinchado entre las vigas del voladizo.

Las tecnologías mecanizadas empleadas fueron las disponibles en la UEB Leoncio Vidal de la ECOING 25 del MICONS de Villa Clara, siendo las mismas: la tecnología de los movimientos de tierra, la de hormigonado, la de ejecución de pilotes y la del montaje de los tubos y cajones de las obras de fábrica.

**j)1. Tecnologías mecanizadas de los trabajos de movimiento de tierras:**

1. Para la construcción del Dique se emplean: MT, MN y CN para hacer compensación transversal excavando en el Canal de Drenaje paralelo y rellenando el dique (riego y extendido con MN y Compactación con CPCa)
2. Para la reexcavación del canal de entrada del aliviadero se usa una RE para excavar y cargar la tierra sobre los CV, para transportarla hacia el vertedero o área de depósito.

3. Para excavar el canal de salida: BE para excavar, CG para la carga, CV para el acarreo del material hasta el Dique; MN para riego y extendido del material y para la compactación el CPCa.
4. Limpieza de la tierra acumulada en el aliviadero (RE para excavar y cargar y CV para acarrearla hasta el vertedero para su compensación.
5. Reparación de la cortina de la presa: MT, MN y CPCa

En estos trabajos de movimiento de tierras, primeramente, se define la máquina principal de cada cuadrilla propuesta y se determina su rendimiento mediante el manual de Normas de Rendimiento vigente, tratando sea el mayor posible; seguidamente se calculan los rendimientos de los equipos restantes o máquinas secundarias tratando de que superen el calculado para la principal, si se logra lo antes planteado, entonces:

**Rc = Rend. Máq. Ppal.**

En caso de no poderse lograr, entonces: **Rc = Rend. Máquina limitante** o de mínimo rendimiento.

Finalmente se procede a balancear tecnológicamente las cuadrillas o conjuntos de máquinas conformadas, para tratar de emplear las máquinas requeridas, eliminando equipos sobrantes para disminuir los costos directos de uso de equipos.

## **j)2. Tecnologías de hormigonado:**

Se emplearán dos variantes:

1. **Tecnología semi mecanizada** (CT, vagones manuales): cuyo rendimiento de determina mediante la Norma de Rendimiento de Albañilería.
2. **Tecnologías mecanizadas:**
  - 2.1 **Para el hormigonado** (Planta Centralizada, Camiones Hormigoneras con vertido directo mediante canales y finalmente Vibradores de inmersión), el rendimiento de esta variante tecnológica se determina de manera analítica, tal como se precisa seguidamente:
    - 1ero: Definir la máquina o equipo principal en el proceso de hormigonado (en este caso la Planta Centralizada de Hormigón)
    - 2do. Determinar el rendimiento de la máquina principal.
    - 3ero. Calcular el rendimiento de los CH y los Vibradores (equipos o máquinas secundarias), de manera tal de que superen al de la principal.
    - 4to. Determinar el rendimiento de la variante mecanizada del hormigonado:

- Si el Rendimiento máquinas secundarias superan el de la principal, entonces:  
 $R_c \text{ (Flujo)} = RR \text{ Planta}$  (máximo posible)
- Si el rendimiento de una o varias de las máquinas secundarias del conjunto poseen un rendimiento menor que el de la principal, entonces:  
 $R_c = \text{rendimiento de la máquina limitante}$ , es decir, aquella que posee el menor rendimiento).

Aplicándola para el hormigonado se tiene:

**Planta Centralizada de Hormigón** (dosificadora-mezcladora), que elabora y entrega el hormigón en estado fresco, con una capacidad real de producción horaria de **20 m<sup>3</sup>/h** (Dato), ubicada a 20 km de distancia

**Camiones Hormigoneras (KAMAZ 5320):**

Se dispone 2 CH de 6 m<sup>3</sup> de capacidad. Los CH se desplazan a velocidad media de 40 km/h cuando van cargados y a 50 Km/h cuando regresan vacíos.

El rendimiento real de los CH se determina según la expresión:

$$RR_{CH} = Q / t_c = Q \text{ (# ciclos/hora), m}^3/\text{h}$$

Donde:

**Q:** capacidad máxima de carga del tambor del Camión Hormigonera, en este caso 6 m<sup>3</sup>

**t<sub>c</sub>:** tiempo que demora un ciclo de trabajo o viaje completo de ida y de vuelta de la Planta a la Obra, que se determina como la suma de:

$$t_c = t_{\text{carga}} + t_{\text{ida}} + t_{\text{desc.}} + t_{\text{reg.}} + t_{\text{ec}} + t_{\text{limp}}, \text{ en minutos.}$$

A su vez:

$$t_{\text{carga}} = (C_{CH} / \text{Cap. Planta}) \cdot 60, \text{ en min.}$$

$$t_{\text{ida}} = L_{mi} / V_{mi} \cdot 60, \text{ en min.}$$

$$t_{\text{reg}} = L_{mr} / V_{mr} \cdot 60, \text{ en min.}$$

**t<sub>limp</sub>** = El tiempo destinado a la limpieza del equipo de transporte de la mezcla en cada ciclo, si se garantiza un vertedero cercano al objeto de obra que no afecte el medio ambiente, no debe sobrepasar los 5 minutos (0,083 h).

**t<sub>ec</sub>** = tiempo de espera de carga en la Planta (entre 5 y 10 min., como máximo igual al tiempo de carga)

La cantidad de camiones necesarios para lograr una transportación ininterrumpida se determina mediante:  $n = t_c / t_{ca}$

$t_{desc}$  = tiempo que demora la descarga del hormigón (en estado fresco) según la siguiente tabla, en minutos.

**Tabla 5: Tiempos de descarga aproximados según tecnología empleada en la descarga o colocación del hormigón (horas).** Tomada de (Howland, 2010).

Camión hormigonera con capacidad para mezclar de: m <sup>3</sup>	Tiempo que demora la descarga (h) para vertido con:				
	Grúa y cubeta de 1m <sup>3</sup>	Vertido directo desde camión	Motovolquetas de 0,56 m <sup>3</sup> en un radio de 25m	Guinche y Cubeta de 1 m <sup>3</sup> a 10m de altura	2 vagones en un radio de 10 m
3	0.400	0.137	0.233	0.390	0.416
5	0.500	0.196	0.299	0.450	0.600
6	0.600	0.236	0.365	0.540	0.716
9	0.900	0.353	0.566	0.810	1.056

En este caso se empleará el vertido directo mediante canales desde el propio Camión Hormigonera (CH), por lo que el tiempo de descarga ( $t_{desc}$ ) según la capacidad del CH será:

- Para los CH KAMAZ 5320 de 6 m<sup>3</sup> será:  $t_{desc} = 0,236 \times 60 = 14,2$  min

El resto de los sumandos del tiempo de ciclo serán:

$$t_{ida} = L_{mi} / V_{mi} \times 60, \text{ en min.}$$

$$t_{ida} = (20 \text{ km} / 40 \text{ km/h}) \times 60$$

$$t_{ida} = \mathbf{30 \text{ min}}$$

$$t_{reg} = L_{mr} / V_{mr} \times 60, \text{ en min.}$$

$$t_{reg} = (20 \text{ km} / 50 \text{ km/h}) \times 60$$

$$t_{reg} = \mathbf{24 \text{ min}}$$

$$\text{El } t_{carga} = (\text{Cap. CH} / \text{Rend, Planta}) \times 60 = (6/20) \times 60 = 18 \text{ min}$$

Se estima un  $t_{ec} = \mathbf{5 \text{ min}}$ .

Luego del tiempo de duración de un ciclo de trabajo será:

$$t_{ciclo} = t_{carga} + t_{ida} + t_{desc} + t_{reg} + t_{ec} + t_{limp}$$

$$t_{ciclo} = 18 \text{ min} + 30 \text{ min} + 14,2 \text{ min} + 24 \text{ min} + 5 \text{ min} + 5 \text{ min}$$

$$t_{ciclo} = 96,2 \text{ min} = \mathbf{1 \text{ hora y } 36 \text{ minutos}}$$

Luego:

$$RR_{CH} = Q \times 60 / t_c = Q (\# \text{ ciclos/hora}), \text{ m}^3/\text{h}$$

$$RR_{CH} = 6 \text{ m}^3 (60/96,2)$$

$$RR_{CH} = 3,74 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (de cada CH)}$$

Calculando los necesarios para establecer un tiro o transportación ininterrumpida:

$$n = t_c / t_{\text{carga}} = 96,2/18 = 5,3 = \mathbf{6 \text{ CH}}$$

Pero como solamente se dispone de 2 CH KAMAZ ( $2 < 6$ )

Entonces el RR del grupo de CH será:

$$RR_{g\text{CH}} = n_d \cdot RR_{CH}$$

$$RR_{g\text{CH}} = 2 \cdot 3,74$$

$RR_{g\text{CH}} = 7,5 \text{ m}^3/\text{h}$  (el cual limita el rendimiento de la Planta Centralizada por ser mucho menor que  $20 \text{ m}^3/\text{h}$ )

**Vibradores:** los vibradores que se utilizarán en el proceso de hormigonado de los objetos de obra serán de aguja o de inmersión, disponible en el parque de la UEB.

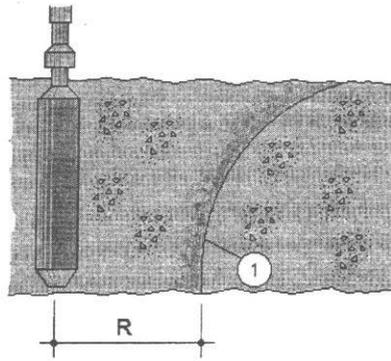
El rendimiento real del Vibrador de Aguja o de Inmersión se determina por la expresión:

$$Rv = \frac{2(ke) \cdot (R)^2 \cdot e \cdot \frac{3600}{t+t_1}}{\text{en m}^3/\text{h}}$$

Donde:

Ke. Coeficiente de utilización horaria del vibrador, se adopta 0,85 por estar en buen estado técnico.

R: radio de acción del vibrador, el cual usualmente oscila entre 0,14 y 0,23 metros.



**Figura 1: Vibrador de inmersión.**

Se adoptará un valor de  $R = 0,20$  m

$e$ : espesor del elemento a hormigonar, en metros

$t$ : tiempo de duración de la vibración en cada punto, normalmente se invierte entre 20 y 40 segundos. Se adoptará 40 segundos.

$t_1$ : tiempo necesario para el traslado del vibrador de un punto a otro de vibrado, el cual normalmente requiere de 5 segundos.

Luego sustituyendo en la expresión y efectuando:

Para la losa del voladizo, con espesor  $e = 0,30$  m:

$$R_v = 2(0,85) * (0,20)^2 * 0,3 * \frac{3600}{40 + 5}$$

$$R_v = 2(0,85) * (0,20)^2 * 0,3 * \frac{3600}{40 + 5}$$

$$R_v = 1,63 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Para reparación de la losa de la rápida con  $e = 0,30$  m:

$$R_v = 2(0,85) * (0,20)^2 * 0,3 * \frac{3600}{40 + 5}$$

$$R_v = 1,63 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Para la losa de apoyo de los cajones con  $e = 0,15$  m

$$R_v = 2(0,85) * (0,20)^2 * 0,15 * \frac{3600}{40 + 5}$$

$$R_v = 0,82 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Para losas de los abanicos aguas arriba y aguas abajo de las OF con  $e = 0,15$  m

$$Rv = 2(0,85) * (0,20)^2 * 0,15 * \frac{3600}{40 + 5}$$

$Rv = 0,82 \text{ (m}^3\text{/h)}$   
 Para los Cabezales con  $e = 1,20 \text{ m}$

$$Rv = 2(0,85) * (0,20)^2 * 1,20 * \frac{3600}{40 + 5}$$

$Rv = 6,53 \text{ (m}^3\text{/h)}$   
 Para las Vigas Principales con  $e = 0,80 \text{ m}$

$$Rv = 2(0,85) * (0,20)^2 * 0,80 * \frac{3600}{40 + 5}$$

$Rv = 4,35 \text{ (m}^3\text{/h)}$   
 Para las Vigas Secundarias con  $e = 0,80 \text{ m}$

$$Rv = 2(0,85) * (0,20)^2 * 0,80 * \frac{3600}{40 + 5}$$

$Rv = 4,35 \text{ (m}^3\text{/h)}$   
 Para los dientes deflectores, con  $e = 0,55 \text{ m}$

$$Rv = 2(0,85) * (0,20)^2 * 0,55 * \frac{3600}{40 + 5}$$

$Rv = 2,99 \text{ (m}^3\text{/h)}$   
 Para los muros de la rápida y del voladizo, con  $e = 0,7 \text{ m}$

$$Rv = 2(0,85) * (0,20)^2 * 0,7 * \frac{3600}{40 + 5}$$

$Rv = 3,8 \text{ (m}^3\text{/h)}$   
 Para los parapetos de las OF, con  $e = 0,25 \text{ m}$

$$Rv = 2(0,85) * (0,20)^2 * 0,25 * \frac{3600}{40 + 5}$$

$Rv = 1,36 \text{ (m}^3\text{/h)}$

Sustituyendo y efectuando:

Para realizar el hormigonado de cada elemento habrá que emplear entonces varios vibradores para que estos no se conviertan en limitantes o “cuello de botella”, por lo que habría que emplear

- Para la losa del voladizo: 5 Vibradores
- Para la losa de apoyo de los cajones: 10 Vibradores
- Para las losas de los abanicos agua arriba y aguas bajo de las OF: 10 Vibradores
- Para la reparación de la losa de la rápida: 5 Vibradores
- Para los cabezales: 2 Vibradores
- Para la viga principal: 2 Vibradores
- Para las vigas secundarias: 2 Vibradores
- Para los dientes deflectores: 3 Vibradores
- Para los muros de la rápida y del voladizo: 3 Vibradores
- Para los parapetos de las OF: 6 Vibradores

Pero como la UEB solo posee 1 Vibrador (modelo IB 99 T), éste equipo limita el flujo o rendimiento de la variante de hormigonado, luego:

Con el conjunto o cuadrilla de máquinas conformado por: 1 Planta Centralizada de Hormigón, 2 Camiones Hormigoneras y 1 Vibrador se obtienen los siguientes rendimientos:

- Para la losa del voladizo  $R_c = 1,63 \text{ m}^3/\text{h}$
- Para la losa de apoyo de los cajones el:  $R_c = 0,82 \text{ m}^3/\text{h}$
- Para las losas de abanicos aguas arriba y aguas abajo de las OF:  $R_c = 0,82 \text{ m}^3/\text{h}$
- Para reparación de la losa de la rápida:  $R_c = 1,63 \text{ m}^3/\text{h}$
- Para los cabezales:  $R_c = 6,53 \text{ m}^3/\text{h}$
- Para la viga principal:  $R_c = 4,35 \text{ m}^3/\text{h}$
- Para las vigas secundarias:  $R_c = 4,35 \text{ m}^3/\text{h}$
- Para los dientes deflectores:  $R_c = 2,99 \text{ m}^3/\text{h}$
- Para los muros de la rápida y del voladizo:  $R_c = 3,8 \text{ m}^3/\text{h}$
- Para los parapetos de las OF:  $R_c = 1,36 \text{ m}^3/\text{h}$

Ahora bien, en el hormigonado de los 6 pilotes es diferente, ya que en este caso no se requiere el uso de vibradores, luego el rendimiento de la variante o conjunto de

hormigonado, dependerá del rendimiento de la transportación de hormigón dado por los 2 CH, es decir:  $R_c = 7,8 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Para la excavación de los 6 pilotes de diámetro 1180, con una longitud total de excavación de 108 metros ( $3 \times 20 + 3 \times 15 + 6 \times 0,5 = 60 + 45 + 3 = 108$  metros), considerando que el diámetro de los mismos es de: 1,18 m, el volumen a hormigonar sería:

$$V = 3,14 (1,18^2) / 4 \times 108 = 118 \text{ m}^3$$

Entonces el tiempo de duración del hormigonado de los 6 pilotes será de:

$$T_d = 118/7,8 = 15,3 \text{ horas} = 1,5 \text{ jornadas de 10 horas}$$

### **2.2 Tecnología empleada en el montaje:**

Para montar los cajones y los tubos de las cuatro obras de fábrica (OF) ubicadas en el canal C 1 y en el canal de drenaje, se hará uso de las Grúas Sobre Camión modelo SANY, Chinas, de 20 t de capacidad máxima, por ser una de las disponibles en el parque de equipos de la UEB Leoncio Vidal de la ECOING 25, presentar excelente estado técnico y ser capaz de izar los cajones y los tubos que tienen un Peso Real de Montaje máximo PRM máx. = 4,3 t, a un radio máximo de hasta 12 m (según ábaco existente en el Catálogo de la Grúa SANY modelo STC 200, ver Anexo 2), pudiendo efectuar realmente entre 6 y 8 ciclos/hora al ejecutar el montaje de dichos elementos. Si se adopta que la grúa efectúa realmente 6 ciclos/hora, lo que significa que la duración del montaje de cada cajón o tubo de las OF se realizaría cada 10 minutos, se calculará el tiempo total considerando las cantidades de cajones o tubos requeridos para cada una de las 4 OF, tal como se aprecia en el listado de actividades correspondiente.

- I) Determinación de las necesidades de los recursos principales en materiales, fuerza de trabajo y equipos para la ejecución de las obras y de las facilidades temporales.

Se muestra en las tablas siguientes, las necesidades de recursos principales para la reconstrucción de la obra y las facilidades temporales

**Tabla 6: Equipos empleados para los trabajos de movimiento de tierras**

<b>Para los trabajos de movimiento de tierra</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Actividades que realizan</b>
Mototraíllas	3	Excavación y transporte de materiales
Buldócer de esteras	9	Excavación en el préstamo y en los canales, como “pusher” o chivo de las MT, riego y acarreo de materiales
Cargadores frontales sobre neumáticos	5	Para la carga de arcilla en el canal de salida
Camión de volteo	49	Transportación de suelo arcilloso del préstamo 15 y material producto de las demoliciones
Retroexcavadoras	6	Excavación de arcilla en el vertedor, en la zona de vigas, en los canales y en el préstamo 15
Compactador ligero de plato vibratorio	1	Rehíncho de los muros y vigas
Motoniveladora	3	Riego y Nivelación para la conformación del dique y el Perfilado de su corona, perfilado de taludes de los canales
Compactador Pata de Cabra	1	Para compactar arcilla en la ejecución del dique
<b>Para obras de Construcción Civil</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Actividad que desarrollan</b>
Grúa de izaje SANY de 20 t	2	Montaje de cajones y tubos de hormigón en las 4 OF
Compresor de aire	1	Para suministrar aire comprimido al martillo rompedor
Martillos rompedores	1	Trabajos de demolición de los muros
Planta Centralizada de Hormigón	1	Elaboración de los hormigones de 20 y 25 MPa
Máquinas multipropósito Benoto	1	Para ejecutar los 6 pilotes in situ en el voladizo
Vibradores de hormigón	1	Vibrado del hormigón
Camiones hormigoneras	2	Transporte del hormigón desde la Planta
Concretera u Hormigonera	1	Para elaborar hormigón ciclópeo de 10 MPa
<b>Total</b>	<b>87</b>	

**Tabla 7: Listado de materiales de construcción necesarios.**

<b>Necesidad de materiales</b>	<b>Cantidad de materiales</b>	<b>Actividades que realizan/observaciones</b>
Hormigón de 10 MPa	67,6 m <sup>3</sup>	En prepiso y junta entre cajones
1. Arena	36 m <sup>3</sup>	Lavada
2. Piedra	63 m <sup>3</sup>	Piedra de hormigón (T. Máx. 25,4 mm)
3. Cemento	444 Sacos	P - 25
Hormigón de 20 MPa.	38,5 m <sup>3</sup>	En losas aguas arriba y aguas debajo de las OF.
Hormigón de 25 MPa.	158 m <sup>3</sup>	En parapetos , losa de apoyo de los cajones y los 6 pilotes
Aceros de refuerzo $\phi$ 10 mm.	1566,06 Kg	En pilotes, cabezales, vigas principales, las vigas secundarias y los parapetos.
Aceros de refuerzo $\phi$ 12 mm	4938,8 Kg	En prepiso y la losa de apoyo de los cajones, en parapetos.
Aceros de refuerzo $\phi$ 16 mm	179,2 Kg	En los parapetos.
Aceros de refuerzo $\phi$ 19 mm.	7086,29 Kg	En losa y muros del voladizo.
Aceros de refuerzo $\phi$ 22 mm.	6213,00 Kg	En pilotes, en vigas principales, en deflectores y muros
Aceros de refuerzo $\phi$ 25 mm.	5059,37 Kg	En los cabezales y en las vigas principales.
Alambre No. 18 galvanizado	1102 kg	Para amarrar los aceros de refuerzo
Madera para encofrados	87,96 m <sup>3</sup>	Para los encofrados de los elementos (muros, losas, vigas, etc.).
Puntillas de 2" y 3"	291,43 Kg	En todos los elementos encofrados (muros, losas, vigas, etc.)

**Tabla 8: Necesidad de mano de obra.**

<b>Necesidades de mano de obra</b>	<b>Cantidad de personal</b>	<b>Actividades que realizan</b>
<b>1 Comisión de Topografía:</b> 1 Topógrafo 1 Instrumentista 3 cadeneros	5	Replanteo de los objetos de obra.
<b>Cuadrilla 1:</b> 3 operarios de MT 1 operario de MN 1 operario de CPCa	5	Para ejecución del Dique con material excavado del canal de drenaje.

<b>Cuadrilla 2:</b> 2 operadores de BE 2 operadores de CG 14 choferes de CV 1 operador de MN	19	Construcción del dique con arcilla excavada en el canal de salida del aliviadero.
<b>Cuadrilla 3:</b> 3 operadores de BE 2 operadores de CG 14 choferes de CV 1 operador de MN	20	Construcción del dique con arcilla excavada en el canal de salida del aliviadero.
<b>Cuadrilla 4:</b> 2 operadores de RE 10 choferes de CV	12	Construcción del dique con el material del préstamo 15.
4 operadores de BE	4	Desbroce y descortezado de los objetos de obra que lo necesiten.
2 operadores de RE 10 operadores de CV	12	Reapertura del canal de entrada y acarreo al vertedero.
1 operador de RE 1 carpintero encofrador 1 cabillero 1 ayudante	4	Excavación de la base del prepiso. Encofrado del prepiso. Elaboración y colocación de aceros.
1 operador de CT 1 albañil 7 ayudantes	9	Hormigonado de losas, de pre pisos de las OF y otros.
1 carpintero encofrador 1 ayudante	2	Desencofrado de losas, de pre pisos de las OF y otros.
2 choferes de CH 1 operador del vibrador	3	Hormigonado de estructuras con Hgón. 20 y 25 MPa.
1 operador de Grúa 4 ayudantes	5	Montaje de tubos y cajones de hormigón prefabricado.
1 operador del martillo rompedor	1	Corte y enrase de pilotes, demolición de muros y losas.
<b>Total</b>	<b>101</b>	

### 3.3.3. Artículo 33: Parte gráfica (planos)

Plan General del área de la obra (a escala 1: 1000).

En el Plano en Planta de la Obra confeccionado (ver Anexo 2), se podrá apreciar:

- a. el área total de la obra y sus límites, situación de todas las facilidades temporales, de los caminos de circulación temporal (hacia la obra, hacia el préstamo, hacia el vertedero) y obras definitivas (aliviadero, cortina, canales, etc.) del Proyecto Ejecutivo de Construcción y Montaje de la Derivadora “El Patio”.

- b. las facilidades temporales a construir y los objetos de obra, en el área que deben permanecer y los objetos que serán demolidos (muros transversales, longitudinales y losa de fondo del voladizo).
- c. las áreas de almacenaje del Constructor y del Inversionista, especificando su uso, objetos temporales para el uso del Constructor (UEB Leoncio Vidal de la ECOING 25 del MICONS)
- d. la ubicación de los principales equipos fijos para la construcción y montaje, organización del trabajo de los equipos, cartas tecnológicas o esquemas de trabajos típicos. No procede
- e. áreas de depósitos de desbroce de la vegetación, para su quema. (en el área de vertedero)
- f. Almacenamiento de la tierra vegetal para ser usada posteriormente en las áreas verdes y el recubrimiento de los taludes del dique. Todo el material vegetal excavado fue colocado “a caballero” para su empleo en los taludes
- g. Los desperdicios (escombros y otros materiales), se colocan en el Vertedero.
- h. Planos de organización del movimiento de tierra en las etapas que convenga incluyendo el análisis de los ciclos de equipos, secuencia de los trabajos de desmonte y terraplenado en las explanaciones para las edificaciones y vías, excavaciones para las construcciones y estructuras principales bajo el nivel de la explanación y su rehincho.
- i. Esquemas tecnológicos de la ejecución de objetos de obras y agrupaciones productivas principales en sus distintas etapas de construcción, montaje y terminación.

Para dar respuesta a los incisos h) e i) seguidamente se muestran los siguientes esquemas tecnológicos para la ejecución de las actividades fundamentales:

- Esquema de construcción simultánea del Dique y del Canal de Drenaje.

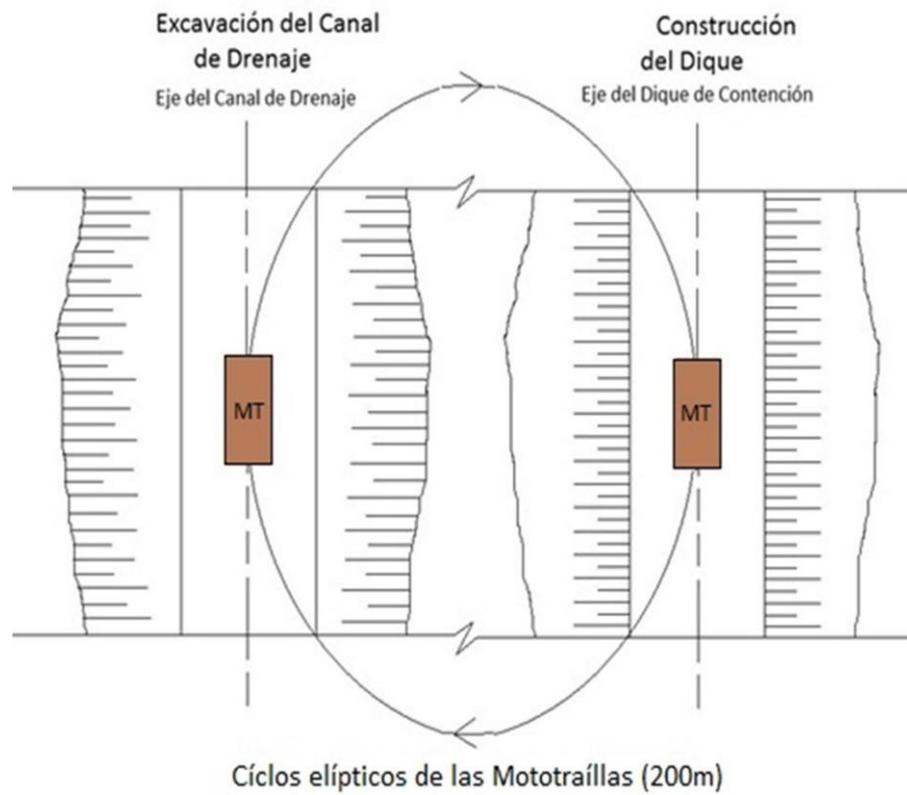


Figura 2: Esquema de trabajo de las mototraíllas.

- Esquema de ejecución del canal de salida con BE:

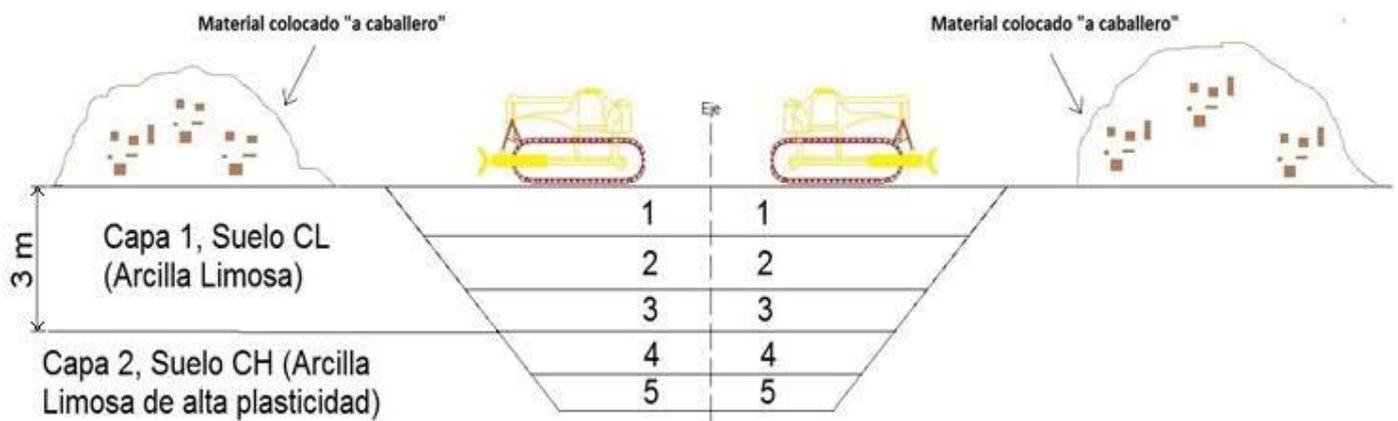
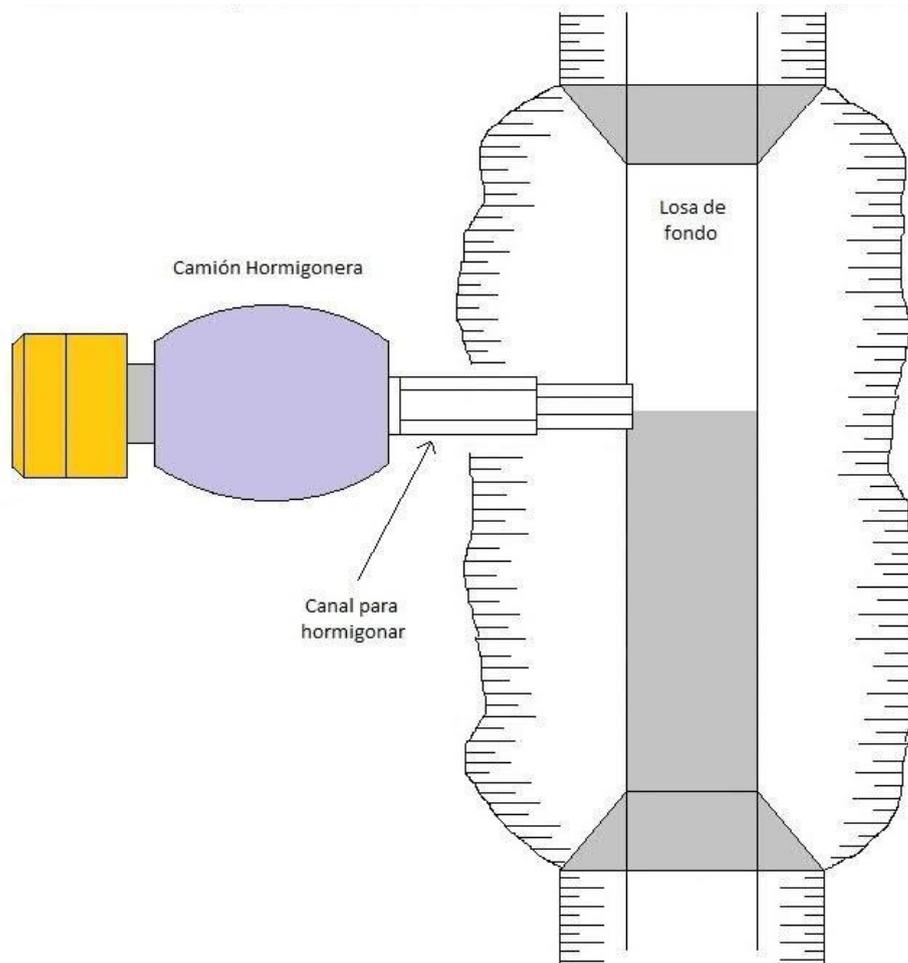
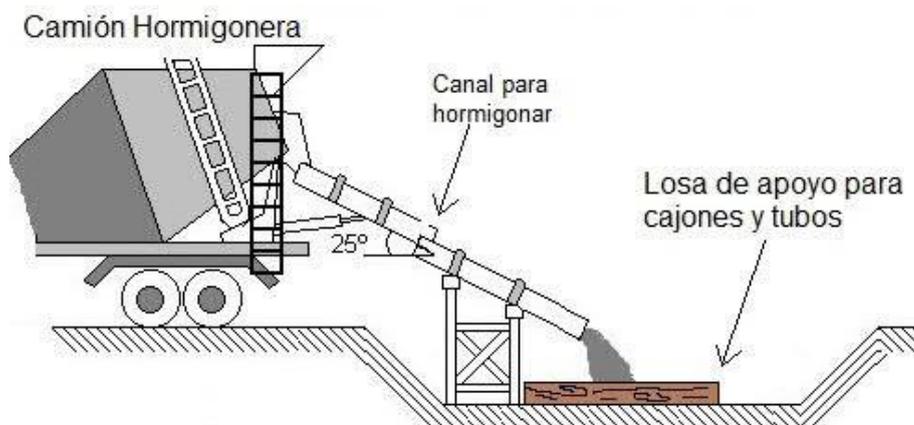


Figura 3: Construcción del canal de salida.

- Esquema del hormigonado con vertido directo desde el CH de elementos de la obra.



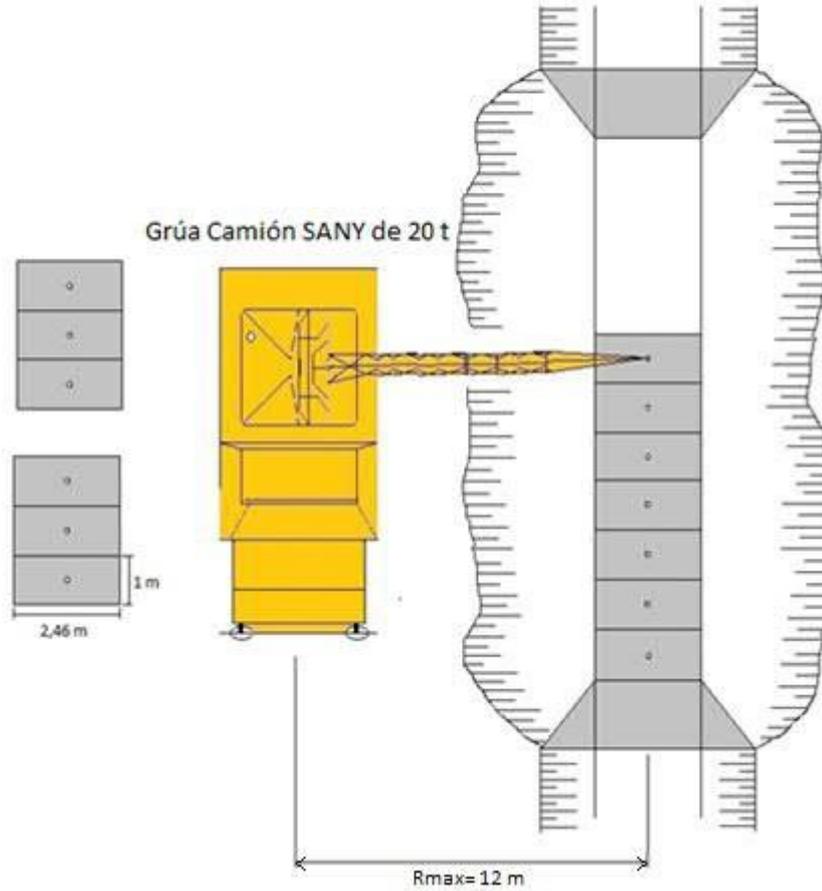
**Figura 4: Vista en Planta**



**Figura 5: Sección Transversal**

- Esquemas para el montaje de las OF de cajones y de tubos:

Colocación de cajones en las Obras de Fábricas de los canales C-1 y de Drenaje



**Figura 6: Vista en Planta.**



**Figura 7: Sección Transversal**

Colocación de tubos en la Obra de fábrica del Canal de Drenaje

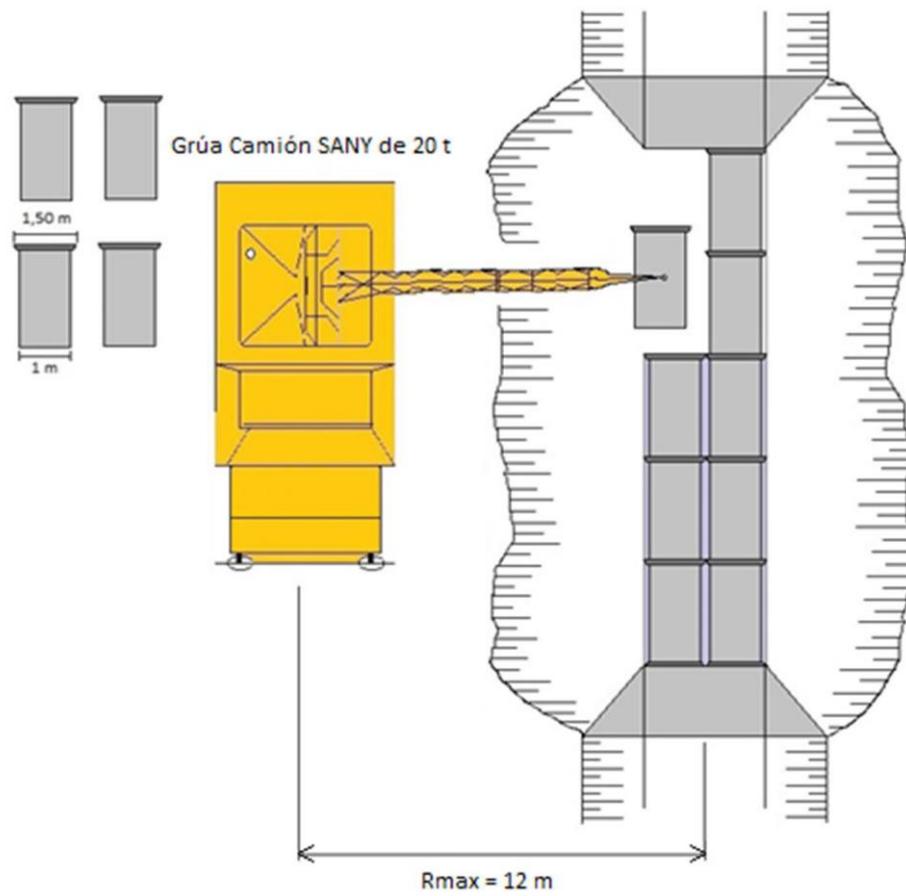


Figura 8: Vista en Planta.

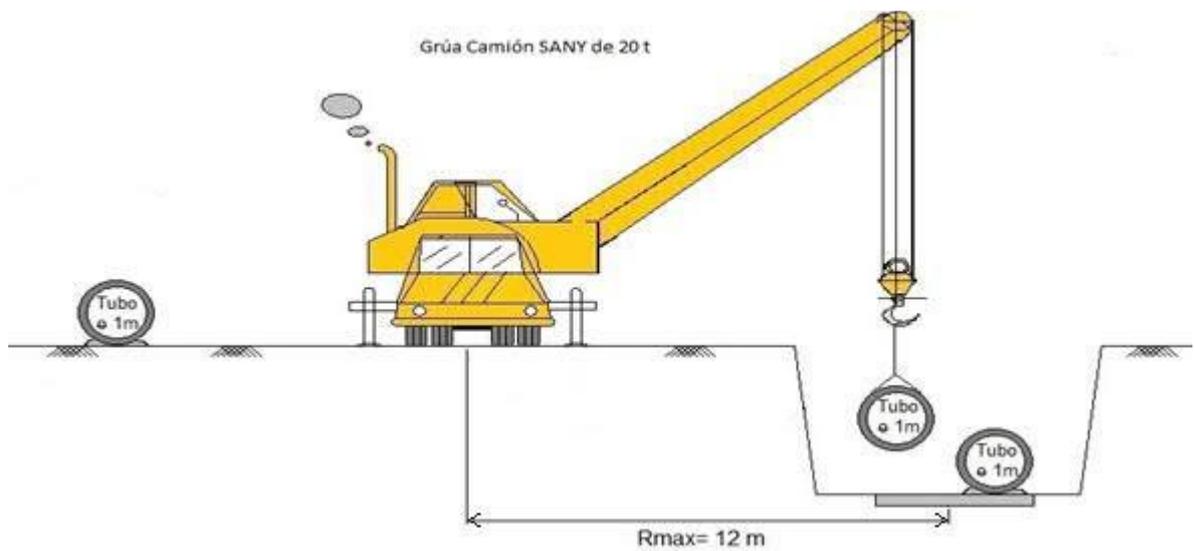


Figura 9: Sección Transversal

- Esquema del rehinchado entre las vigas del aliviadero, con compactador ligero por impactos



**Figura 10: Rehinchado entre vigas.**

**2) Núcleos urbanos cercanos y fuentes de suministros a la obra.**

La Planta Centralizada de Hormigón y la obra a están ubicada aproximadamente a 20 km de la localidad de Jatibonico y a su vez la obra se desarrolla a unos 10 km aproximadamente del poblado “El Patio”, lo que se aprecia en la siguiente foto:



**Foto 1: Vista aérea de la zona**

**3.3.4. Artículo 34: Programaciones y balance de recursos:**

Para dar repuesta a lo especificado en el reglamento, se realizó la programación en tiempo de los trabajos empleando el procedimiento especificado anteriormente. Como se aprecia, con el empleo del procedimiento antes mencionado que contempla el uso del programa MS PROJECT, se logra una sensible reducción de la duración de los trabajos de 13 meses (estimado por el Proyecto Técnico de Organización de Obra realizado por la EIPH), a tan solo: 5 meses y 19 días, es decir, a menos de la mitad del tiempo, lo que demuestra la superioridad del procedimiento empleado en este trabajo de diploma, ya que se logra un mayor solape o simultaneidad de las labores, un mayor ajuste a la realidad al considerarse los equipos y recursos disponibles en la empresa constructora y no empleando los recursos exportados del PRESWIN hacia el MS PROJECT, empleado en el Proyecto Técnico de Organización de la obra, utilizado por la EIPH.

Con relación al balance de los recursos empleados, se logra hacer un aceptable balance del empleo de las maquinarias y de la mano de obra disponible, tal como puede apreciarse en el MS PROJECT. (ver Anexo 3)

**3.3.5. Presupuestación:**

Finalmente se presentan los resultados de la corrida del PRESWIN, programa que está acorde con los precios establecidos en el PRECONS II vigente, mediante el cual se determinan los costos directos de los trabajos de reconstrucción de la Derivadora “El Patio”, siendo el monto total de los mismos: \$1 356 721,06 disminuyendo en \$16 303,89 con respecto al obtenido por la EIPH.

Costo directo total del Dique, del canal de drenaje y sus obras de fábrica:

\$ 728485.17

Costo directo total del Aliviadero, Canales de entrada y salida:

\$628,235.89

**Costo Directo Total: \$1 356 721.06**

**3.3.6. Conclusiones parciales del Capítulo 3:**

- Se logra organizar los trabajos de construcción y reconstrucción de la Derivadora “El Patio” de una manera más racional, lo cual queda demostrado por la significativa reducción del tiempo total de duración de la obra, a menos de la mitad del estimado en la etapa de Proyecto Técnico de Organización de la Obra (de 13 meses a 5 meses y 19 días), mediante el empleo del procedimiento y la corrida del MS PROJECT, lo cual se debe principalmente a una mejor organización y simultaneidad de los trabajos y por emplear los recursos realmente disponibles en la UEB Leoncio Vidal de la ECOING 25 del MICONS, no exportando los recursos desde el PRESWIN como lo hacen las empresas proyectistas.
- Se especifican las tecnologías constructivas mecanizadas empleadas, mediante diferentes esquemas tecnológicos, lo cual asegura la calidad, el rendimiento de las maquinarias empleadas.
- El Costo Directo de los trabajos de la reconstrucción de la Derivadora “El Patio”, determinado mediante la corrida del PRESWIN en la etapa del Proyecto Ejecutivo de Organización de la Obra es de: \$1 356 721.06 (ver Anexo 3), siendo ligeramente inferior al estimado en la etapa del proyecto técnico de organización de la obra, lo cual es algo positivo.
- Se logra mediante este Proyecto Ejecutivo de Organización de Obra, una mayor eficacia constructiva, al hacer los trabajos en menos tiempo y con menores costos, que en el Proyecto Técnico de Organización elaborado por la EPIH.

### CONCLUSIONES.

- La organización de obras es una temática que se ha desarrollado en las últimas décadas, dada su importancia fundamental para asegurar la ejecución eficaz de las construcciones civiles, pero no se ha desarrollado de la misma manera para las obras hidrotécnicas al menos en Cuba, existiendo escasa bibliografía, pues solo se dispone de varios libros dedicados fundamentalmente a la organización de la construcción de las edificaciones y de las obras viales, pero no específicamente a la organización de las obras hidrotécnicas.
- De un total de 52 documentos consultados y reseñados (exceptuándose las 18 NC y RC vigentes en el país), se consultaron 34, de ellos 14 han sido escritos antes del 2007, los que equivale a un 41 % del total y en los últimos 10 años (2008 al 2017) se consultaron 22 documentos, que representan el 59 % de la bibliografía consultada, concluyéndose entonces de que la misma está aceptablemente actualizada.
- El Proyecto Técnico de Organización de los trabajos de reconstrucción de la Derivadora “El Patio”, confeccionado por la EPIH del INRH de Villa Clara, en el año 2017, se ajusta a lo establecido en el reglamento vigente y sirvió de base para efectuar el Proyecto Ejecutivo de Organización de dicha obra, conjuntamente con otros datos necesarios para la confección del Proyecto Ejecutivo de Organización de la obra Derivadora “El Patio” como el Informe Ingeniero Geológico de la zona, el parque de equipos disponible en la empresa y de la planta centralizada de hormigón disponible.
- Se logran organizar los trabajos de reconstrucción de la Derivadora “El Patio” de una manera más racional, al simultanear su ejecución lo más posible considerando el parque de equipos disponible en la UEB constructora, lo cual queda demostrado por la apreciable reducción a menos de la mitad del tiempo estimado en la etapa de Proyecto Técnico de Organización de la

## Conclusiones

Obra (de 13 meses a 5 meses y 19 días), todo ello al emplear el procedimiento propuesto en este trabajo de diploma.

- Se logró confeccionar una propuesta racional de Proyecto Ejecutivo de Organización de los trabajos, para la reconstrucción eficaz, desde los puntos de vista técnico y económico de la Derivadora “El Patio.”, cumpliendo con el principal objetivo de este trabajo de diploma.

### **RECOMENDACIONES:**

1. Emplear el trabajo de diploma como guía metodológica a seguir para la elaboración de los Proyectos Integradores, específicamente el Proyecto Integrador del quinto año de la carrera de Ingeniería Hidráulica de la UCLV.
2. Emplear el proyecto ejecutivo de organización de esta obra como un ejemplo que debe aparecer en los apuntes de un libro de texto que se elabora en la Facultad de Construcciones de la UCLV.
3. Aplicar el procedimiento seguido en la programación de los trabajos por las empresas constructoras del país, en particular las del territorio central, por las demostradas ventajas en la disminución del plazo de duración y del costo directo de los trabajos.

**Referencias Bibliográficas:**

1. BRITO, G. 2013. *Economía de la Construcción*, Cuba.
2. ESPINET, S. 1985. *Organización de Obras para Ingenieros Civiles.*, Cuba.
3. FACILITADOR, D. G. 2013. *CPM-PERT Método del camino crítico*.
4. HEREDIA, R. D. 1995. *Dirección Integrada de Proyectos DIP*, España, Universidad Politécnica de Madrid.
5. HERNÁNDEZ, E. 2012. *Planeamiento de la Ejecución de Obras Hidráulicas*. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
6. HOWLAND, J. J. 2010. *Tecnología del hormigón para ingenieros y arquitectos*, Cuba.
7. MADLUM, M. C. I. G. Y. C. G. 2012. La organización de los trabajos.
8. MARTÍNEZ, A. G. 2017. *Apuntes para un libro de texto de "Organización de Obras"*. Univercidad Central "Marta Abreu" de las de las Villas.
9. MARTINO, R. L. 1964. *Administración y Control de Proyectos*, Cuba.
10. MASPOM 1987. *Prefabricación*, Cuba.
11. MICONS 1979. Reglamento sobre el alcance y el contenido de los Proyectos de Organización de Obras de las Inversiones Nominalizadas. Cuba.
12. NOTARIO, S. E. Y. R. 1989. *Organización de Obras.* , Cuba.
13. ORTA, P. A. 2013. *Tecnología de la construcción de explanaciones*, Cuba.
14. PALOMO, R. 2010. *Planificación. Organización y Presupuesto de una Obra Hidrotécnica*.
15. PIQUERAS, V. Y. 2014. La presa de Jawa, posiblemente la más antigua documentada. Available: (<http://victoryepes.blogs.upv.es/2014/07/01/la-presa-de-jawa>)
16. RODRÍGUEZ, R. 2009. *El servicio ingeniero en los proyectos de construcción. "Project Management"*, La Habana.
17. RUBÍN, M. J. 2014. Gran presa de Asuán, un poco de historia. Sobre Egipto. Available: (<https://sobreegipto.com/2009/01/09/gran-presa-de-asuan-un-poco-de-historia/>)
18. TIRADO, Y. 2013. *Organización de Obras Hidráulicas para el Plan de Estudio D*. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.

19. VALDERRAMA, A. D. M. Y. F. G. F. D. 2014. *Métodos de planificación y control de obras*, España.

### **Bibliografía:**

1. ALBEAR, J. J. H. 2010. *Tecnología del hormigón para ingenieros y arquitectos*, Cuba.
2. CONSTRUCCIÓN, C. E. D. L. 1979. Reglamento sobre el alcance y el contenido de los Proyectos de Organización de Obras de las Inversiones Nominalizadas. Cuba.
3. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. Caminos agropecuarios Categorización técnica y características geométricas del trazado directo. *NC 53-174-87*: Cuba.
4. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. Caminos forestales. *NC 53-126-84*. Cuba.
5. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. Chapea, Desbroce y tala de árboles. *RC-3001* Cuba.
6. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. Estructuras de hormigón armado en la obra. Colocación. *RC-3035* Cuba.
7. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. Estructuras de hormigón armado en la obra. Encofrado. *RC-3037* Cuba.
8. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. Excavación en explanaciones *RC-3006* Cuba.
9. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. Excavación en préstamos. *RC-3008* Cuba.
10. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. Excavación en zanja. *RC-3005* Cuba.
11. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. Normas de Fuerza de Trabajo. Cuba.
12. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. Terraplenes para diques y presas. *RC-3013* Cuba.
13. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. 1979. Rendimiento de maquinarias de construcción. Cuba.
14. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. 1984. de Normas de protección e higiene del trabajo. *NC 19-02-27* Cuba.
15. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. 1984. Manual de Resistencia de Materiales. *NC 10-54*. Cuba.
16. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. 1986. Catálogo ramal de normas de trabajo de Topografía. Cuba.
17. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. 1987. Sist. de Normas de protección e higiene del trabajo. Grúas. Requisitos de seguridad para los sistemas de mando. Cuba.

18. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. 1988. Sist. de Normas de protección e higiene del trabajo. Trabajos de carga y descarga. Requisitos generales de seguridad. NC 19-03-03 Cuba.
19. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. 2007. Movimiento de tierra, Equipos. Uso del buldócer. Cuba.
20. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. 2008. Uso de cargadores. Cuba.
21. CONSTRUCCIÓN, M. D. L. 1985. Sist. de Normas de protección e higiene del trabajo. NC 19-02-42 Cuba.
22. DÍAZ, M. 2017. *Ayuda de Diseño para elementos de hormigón armado en obras hidráulicas, empleando hojas de cálculo en Excel*. Universidad Central "Marta Abreu" de las de las Villas.
23. DIRECCIÓN DE PRESUPUESTO Y PRECIOS DEL MINISTERIO DE LA CONSTRUCCIÓN, E. D. I. Y. A. P. L. C. 2005. PRECONS II. Cuba.
24. HENAO, J. C. S. 1997. *Manual de programación y control de programa de obra*, Colombia.
25. JUSTICIA, M. D. 1997. Medio Ambiente. Ley 81. Cuba.
26. JUSTICIA, M. D. 1998. Ley forestal. Ley 85. Cuba.
27. JUSTICIA, M. D. 2015. Reglamento del proceso inversionista. Gaceta Oficial. . *Decreto Ley 327*. Cuba.
28. MARTÍN, I. S. Manual del Constructor. Cuba.
29. MARTÍNEZ, A. G. 2017. *Apuntes para un libro de texto de "Organización de Obras"*. Universidad Central "Marta Abreu" de las de las Villas.
30. MARTÍNEZ, Y. G. 2012. *Análisis de los costos unitarios de las actividades de movimiento de tierra en la ECOING N° 25 del GECONS de V.C*. Universidad Central "Marta Abreu" de las de las Villas.
31. ORTA, P. A. 2017. *Maquinarias de movimiento de tierras*. Cuba.
32. PIQUERAS, V. Y. 2014. La presa de Jawa, posiblemente la más antigua documentada.
33. RIVAS, T. R. 2017. *Análisis de los costos de los trabajos de movimiento de tierras en empresas constructoras de obras de ingeniería.*, Universidad Central "Marta Abreu" de las de las Villas.
34. RODRÍGUEZ, F. F. 2015. *Tecnología de la Construcción*.

## Bibliografía

35. RODRÍGUEZ, J. 2017. Proyecto Técnico de Organización de Obra del Aliviadero - Derivadora "El Patio" Variante 1200. Cuba.
36. RODRÍGUEZ, J. 2017. Proyecto Técnico de Organización de Obra del Dique de Protección. Cuba.
37. RUBÍN, M. J. 2014. Gran presa de Asuán, un poco de historia. Sobre Egipto.
38. BRITO, G. 2013. *Economía de la Construcción*, Cuba.
39. MASPOM 1987. *Prefabricación*, Cuba.

## **ANEXOS**

### **- ANEXO 1:**

1. Memoria y Planos en AutoCAD del:
  - a) Aliviadero “El Patio”
  - b) Dique de Protección.
  - c) Planta General de la obra
2. El Informe Ingeniero Geológico del área donde se ejecutarán los trabajos

### **- ANEXO 2:**

1. Parque de equipos disponibles de la UEB Leoncio Vidal de la ECOING 25 de VC.
2. Esquemas tecnológicos de las principales actividades.
3. Listado de actividades a ejecutar en la obra.
4. Normas de fuerza de trabajo, MICONS
5. Normas de Rendimiento de las Maquinarias, MICONS
6. Manual de maquinarias SANY. Grúa modelo STC 200.

### **- ANEXO 3:**

1. Presupuestación de la obra.
2. Fichero de la corrida del MS PROJECT.