

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE VALOR GANADO PARA PROYECTOS
DE CONSTRUCCIÓN DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS BAJO LA MODALIDAD
DE PAGO A PRECIO GLOBAL FIJO

OSCAR IVÁN HERRERA SIERRA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN
BUCARAMANGA

2017

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE VALOR GANADO PARA PROYECTOS
DE CONSTRUCCIÓN DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS BAJO LA MODALIDAD
DE PAGO A PRECIO GLOBAL FIJO

OSCAR IVÁN HERRERA SIERRA

Trabajo de grado modalidad Monografía para optar al título de Especialista En
Gerencia de Proyectos de Construcción

Director

GUILLERMO MEJÍA AGUILAR
Doctor en Ingeniería de la Construcción

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN
BUCARAMANGA

2017

A Dios

A mis padres, Jorge y Alicia, mis ejemplos a seguir y quienes serán por siempre mis maestros de la vida.

A mi esposa Patricia, a quien pertenece mi corazón y de mis sueños es la inspiración.

A mis hijas Mayra Alejandra y Gabriela, los más grandiosos y bellos obsequios que Dios me ha concedido, son y serán fuente inagotable de energía, la misma que me permite asumir con ahínco los retos que la vida me ofrece.

AGRADECIMIENTOS

Estaré por siempre agradecido con cada uno de los docentes y colaboradores de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander UIS, mi alma máter, quienes se esforzaron y comprometieron incondicionalmente en esta etapa de mi formación profesional.

Igualmente a la empresa OTACC S.A. por su apoyo irrestricto y a todas las personas que la integran porque cada uno de ellos son modelo de trabajo, lealtad y compromiso, aspectos primordiales y que ponemos en práctica en nuestra tarea de construir un mejor país.

Y a todos los compañeros del posgrado, retribuirles porque aprendí de ellos a ser persistente, asimismo por la colaboración brindada durante las jornadas académicas.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1. OBJETIVOS.....	17
1.1 OBJETIVO GENERAL	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
2. DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	18
3. TECNICA DEL VALOR GANADO.....	20
4. ALCANCE DEL PROYECTO.....	24
4.1 DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO EDT	30
5. ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DIRECTOS	34
5.1 COSTOS POR MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	37
5.2 COSTOS POR MANO DE OBRA	39
5.3 COSTOS POR MAQUINARIA Y EQUIPOS.....	40
5.4 COSTO DIRECTO ESTIMADO	42
6. RIESGOS.....	46
7. PLANIFICACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN REQUERIDA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA DE VALOR GANADO.....	53
7.1 DICCIONARIO DE LA EDT.....	53
7.2 PLAN DETALLADO DE TRABAJO.....	62
7.3 LÍNEAS BASES	65

7.4 RECOLECCIÓN DE LOS DATOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA DE VALOR GANADO.....	66
8. CONCLUSIONES	73
BIBLIOGRAFÍA.....	76
ANEXOS.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista general de la Institución Educativa	26
Figura 2. Imagen del Bloque 1 y Bloque 4	27
Figura 3. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) – Principales entregables	31
Figura 4. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) – Entregables secundarios...	31
Figura 6. Comparativo entre el costo directo contractual y el estimado por cada hito (entregable).....	45
Figura 7. Matriz de impacto de la ocurrencia del riesgo.....	47
Figura 8. Información del Plan Detallado de Trabajo (PDT)	62
Figura 9. Líneas Bases	65

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Espacios pedagógicos	25
Tabla 2. Cuadro de áreas	28
Tabla 3. Costo directo de cada hito (entregable)	35
Tabla 4. Costo de los materiales de obra por cada hito (entregable).....	38
Tabla 5. Costo de la mano de obra por cada hito (entregable).....	39
Tabla 6. Costo de los equipos por entregable	41
Tabla 7. Costo directo diferenciado entre materiales, mano de obra y equipos. ...	42
Tabla 8. Comparación Costo directo contractual – Costo directo estimado por cada entregable	44
Tabla 9. Valor de acuerdo a la categoría del riesgo.....	48
Tabla 10. Valoración del riesgo Experto No. 1	48
Tabla 11. Valoración del riesgo Experto No. 2.....	49
Tabla 12. Valoración del riesgo Experto No. 3.....	49
Tabla 13. Valoración del riesgo Experto No. 4.....	49
Tabla 14. Valoración del riesgo Experto No. 5.....	50
Tabla 15. Resultado del juicio de expertos (promedio aritmético).....	50
Tabla 16. Tiempo máximo adicional asumido por el valor del imprevisto	51
Tabla 17. Entregables.....	53
Tabla 18. Formato Reporte 1	66
Tabla 19. Formato de Reporte 2	68

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. LISTADO DE MATERIALES REPRESENTATIVOS	78
ANEXO B. PROGRAMACIÓN DETALLADA DE TRABAJO.....	79
ANEXO C. CUADRO RESUMEN PARA LA CUANTIFICACIÓN DE DATOS RELEVANTES DE LA TÉCNICA VALOR GANADO.....	81

GLOSARIO

Alcance: El trabajo ejecutado con el fin de entregar un producto o servicio conforme a las características y especificaciones pactadas.

Contrato: Acuerdo mutuo y vinculante entre las partes donde el contratista se obliga a entregar un producto o prestar un servicio de acuerdo a lo especificado y el contratante se obliga a pagar por él.

Control: Efectuar la comparación entre el desempeño real contra el desempeño planificado, para analizar las variaciones, valorar las tendencias con el fin de realizar mejoras en los procesos y recomendar acciones correctivas conforme a lo esperado.

Costo: Valor económico que representa el esfuerzo para elaborar un producto o prestar un servicio.

Ejecutar: Realizar un trabajo de acuerdo a lo indicado y cuya finalidad es el suministro de un entregable conforme a lo acordado.

Entregable: Producto o capacidad de prestar un servicio cumpliendo con el alcance definido previamente y que indica la finalización de una fase o proceso

RESUMEN

TÍTULO: “APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE VALOR GANADO PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS BAJO LA MODALIDAD DE PAGO A PRECIO GLOBAL FIJO*

AUTOR: OSCAR IVÁN HERRERA SIERRA **

PALABRAS CLAVES: VALOR GANADO, PRECIO GLOBAL FIJO, COSTO DIRECTO, LÍNEA BASE, PROGRAMACIÓN DE OBRA

DESCRIPCIÓN:

En la actualidad, los profesionales que tienen la responsabilidad de liderar la gerencia de un proyecto de construcción, les resulta fundamental el empleo de nuevas metodologías de gestión, estas técnicas deben ser fáciles de implementar y además deben proporcionar información veraz y precisa con el fin de valorar y conocer oportunamente el desempeño de la obra en cualquier momento de la etapa de EJECUCIÓN, por lo tanto, resulta trascendental desarrollar durante la etapa de la PLANIFICACIÓN la estructuración de la manera en que se obtendrá y empleará la información e igualmente se determinara objetivamente quienes serán los responsables, durante la etapa de CONTROL y SEGUIMIENTO, de calcular y evaluar los Costos causados y cancelados por la empresa, teniendo como referencia el presupuesto que le permitirá dar cumplimiento al Alcance definido en el contrato durante el Tiempo acordado.

Conforme a lo anteriormente citado, se decidió tomar como referente lo recomendado por el Project Management Institute PMI en lo pertinente a la planificación de la gestión de los costos y se tomó para su organización e implementación los conceptos definidos en la técnica del VALOR GANADO.

Por lo tanto y con el fin de mostrar los beneficios que con lleva la promulgación de la técnica del VALOR GANADO, se tomó como caso de estudio un proyecto cuyo alcance corresponde a la construcción de una Institución Educativa contratada bajo la modalidad de pago a PRECIO GLOBAL FIJO adaptando los descrito de la técnica en la Guía del PMBOK® – Quinta edición, en la conformación y preparación de una sencilla estrategia a desarrollar durante la etapa de SEGUIMIENTO y CONTROL de la obra.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director Guillermo Mejía Aguilar, Ingeniero Civil y Doctor en Ingeniería de la Construcción

ABSTRACT

TITLE: "APPLICATION OF THE METHODOLOGY OF EARNED VALUE FOR PROJECTS OF CONSTRUCTION OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS UNDER THE MODALITY OF PAYMENT AT FIXED GLOBAL PRICE"

AUTHOR: OSCAR IVÁN HERRERA SIERRA**

KEYWORDS: EARNED VALUE, FIXED GLOBAL PRICE, DIRECT COST, BASELINE, WORK SCHEDULING

DESCRIPTION:

At present, professionals who have the responsibility to lead the management of a construction project, it is essential to use new management methodologies, these techniques must be easy to implement and must also provide truthful and accurate information in order to assess and know timely the performance of the work at any time in the stage of EXECUTION, therefore, it is transcendental to develop, during the PLANNING stage, the structuring of the way in which the information will be obtained and used, and likewise objectively determine who will be responsible, during the CONTROL and MONITORING stage, to calculate and evaluate the COSTS caused and cancelled by the company, having as reference the budget that will allow to fulfill the SCOPE defined in the contract during the agreed TIME.

According to the aforementioned, it was decided to take as a reference the recommended by the Project management Institute PMI in relation to the planning of the cost management and it was taken for its organization and implementation the concepts defined in the technique of the EARNED VALUE.

Therefore and in order to show the benefits that lead to the promulgation of the technique of EARNED VALUE, it was taken as a study case a project whose scope corresponds to the construction of an educational institution contracted under the modality of payment at FIXED GLOBAL PRICE adapting the described of the technique in the guide of the PMBOK ®-fifth edition, in the shaping and preparation of a simple strategy to be developed during the stage of MONITORING and CONTROL of the work.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director Guillermo Mejía Aguilar, Ingeniero Civil y Doctor en Ingeniería de la Construcción

INTRODUCCIÓN

Durante la presente década (2010 – 2019) es evidente la competitividad entre las empresas involucradas en el sector de la construcción en Colombia; y entre las estrategias que se vienen aplicando para marcar diferencia, está la implementación de las buenas prácticas en gestión de proyectos.

Conforme a lo expresado por la CÁMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCIÓN en su informe No. 73 de diciembre de 2015 titulado PERSPECTIVAS DEL SECTOR EDIFICADOR EN COLOMBIA 2016, las expectativas en el sector de la construcción no son alentadoras, debido al impacto negativo en la economía mundial y local por la caída del precio del barril de petróleo, ocasiono la desaceleración en el crecimiento del país; por tal razón el Gobierno Nacional en pro de dinamizar la economía formulo políticas públicas de gasto e inversión de carácter contra cíclico, es decir, incentivar la inversión pública para contrarrestar la disminución de ingresos por el desequilibrio en la balanza comercial; por tal razón adjudico las concesiones viales de cuarta generación y focalizo sus esfuerzos en la puesta en marcha del PLAN DE IMPULSO A LA PRODUCTIVIDAD Y EL EMPLEO (PIPE 2.0).

Ante tal situación, la cual no cambiara por el siguiente lustro, las empresas constructoras participaran en licitaciones de obra que formule el estado conforme a los planes estructurados para dinamizar la economía, por lo que dichas empresas tendrán la obligación de estructurar en sus organizaciones procesos que les garanticen el manejo y uso eficiente de los recursos con el único objetivo de ser ahorrativos en los costos de producción y así generar las competencias, habilidades y capacidades para el manejo de proyectos mediante las actuales modalidades de contratación pública como son las concesiones y los contratos a

precio global fijo, a precios unitarios fijos y a precios unitarios con formula de reajuste.

El presente documento se centrará en proponer una metodología sencilla para la gestión del costo durante la etapa correspondiente a la planificación de proyectos enfocados en la construcción de Instituciones Educativas conforme al PLAN NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA PARA LA JORNADA UNICA, bajo la modalidad de contratación es a precio global fijo, mecanismo que le permitirá al estado ser eficiente en la formulación de proyectos que le represente mayor ejecución de obra con la menor inversión posible.

Los desacertados hábitos de las empresas constructoras al momento de realizar el cálculo de los costos mediante el uso de información con alto grado de incertidumbre, la falta de planificación y la definición de procedimientos improvisados para el seguimiento y control, no le permitirán a los constructores mitigara los mayores riesgos inherentes a la ejecución de obras bajo la modalidad de precio global fijo, generando serias dificultades de tipo económico y legal, colocando en riesgo el patrimonio de los socios, el detrimento del erario público, la insatisfacción de la población objetivo y el rezago en el desarrollo del país.

Por lo anterior se hace extremadamente necesario centrar la atención en la implementación de buenas prácticas en la gestión de los costos, invertir los recursos que sean necesario para garantizar una buena planificación basada en objetivos reales, formulando procedimientos de seguimiento y control sencillos que faciliten la obtención de la información y estableciendo indicadores cuyos valores resulten lo suficientemente claros, representativos y contundentes que permita a los responsables de la administración del proyecto la toma de decisiones oportunas y acertadas.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Planificar la metodología del valor ganado, basándose en las buenas prácticas del estándar PMI, como herramienta que tendrá un gerente de proyectos para el control y seguimiento de la construcción de una edificación que servirá como una Instituciones Educativas bajo la modalidad de pago a PRECIO GLOBAL FIJO.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular los costos correspondientes a la construcción de una Institución Educativa que cumpla con la Norma NTC 4595 PLANEAMIENTO Y DISEÑO DE INSTALACIONES Y AMBIENTES ESCOLARES.
- Elaborar, en la fase de planificación del proyecto, el Programa Detallado de Trabajo mediante el uso del programa PROJECT.
- Definir la línea base para el posterior seguimiento y control del proyecto.
- Formular un modelo fácil y eficiente para la recopilación de la información relevante para la cuantificación tanto de producción como de costos causados durante la ejecución de la obra.
- Establecer la estructura del informe semanal que muestre los principales indicadores definidos en la metodología del valor ganado.
- Demostrar las ventajas que conlleva una buena planificación durante la gestión de los costos en un proyecto bajo la modalidad de precio global fijo

2. DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Para la elaboración del presente documento se tomó como referente LA GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (Guía del PMBOK®) – Quinta edición, particularmente lo descrito para la **Gestión de los Costos**, premisas a implementar durante el desarrollo del proceso de la **Planificación**.

Tal como lo define el **Project Management Institute PMI** “Planificar la Gestión de los Costos es el proceso que establece las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, gestionar, ejecutar el gasto y controlar los costos del proyecto.”, y tomando como punto de partida el conocimiento preciso del alcance, el valor a recibir y el plazo para la realización de la obra, asociados con las competencias y conocimientos que deben tener el recurso humano responsable durante el proceso de **Ejecución**, se precisará durante la planificación del proyecto la manera de medir su desempeño.

Por tal motivo, durante la planificación del proyecto, se estructura para ser puesta en práctica la **TÉCNICA DEL VALOR GANADO** durante la ejecución de un proyecto de construcción de una institución educativa, contratada bajo la modalidad de pago a PRECIO GLOBAL FIJO.

Para entender, esta modalidad de contratación, se presenta la definición de Contrato a Precio Global Fijo según LA GUÍA PARA LOS PROCESOS DE CONTRATACIÓN DE OBRA PÚBLICA emitido por **COLOMBIA COMPRA EFICIENTE**.

“**Precio global:** el contratista obtiene como remuneración una suma fija y es el único responsable del cumplimiento del objeto, la vinculación de personal, la

elaboración de subcontratos o la obtención de materiales. En el contrato a precio global se incluyen todos los costos directos e indirectos en que incurre el contratista para la ejecución de la obra y la Entidad Estatal no debe reconocer mayores cantidades de obra u obras adicionales necesarias no previstas que se encuentren dentro del objeto.”

Adicionalmente, la edificación en cuestión, debe cumplir con lo descrito, primordialmente, en la **Norma Técnica Colombiana para el Planeamiento y Diseños de Ambientes Escolares NTC 4595** y las demás normas que regulan todas las construcciones.

El hecho que no se reconocerá el pago por mayores cantidades de obra y que dicha obra forme parte del objeto contractual, resulta conveniente, así se haya determinado previamente con el contratante el valor de la obra y la forma de pago y después de realizarse la revisión de los diseños (comprobando que la información es confiable), la estimación de los costos directos para la ejecución aplicando lo descrito en el numeral **7.2 Estimar los Costos** de LA GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (Guía del PMBOK®) – Quinta edición. Esta estimación inicial mostrara que tan reducido o amplio es el margen entre el valor que se recibirá por la ejecución de la obra y los costos en que se incurrirán para cumplir con el objeto del contrato.

La técnica del VALOR GANADO es una herramienta útil para obtener información veraz y oportuna, la cual debe ser empleada durante la etapa de ejecución del proyecto, permitiéndole al Gerente del Proyecto argumentar objetivamente la toma de decisiones en función de la búsqueda de la rentabilidad esperada, cumpliendo con el plazo de ejecución convenido y alcanzando los estándares de calidad pactados con el cliente.

3. TÉCNICA DEL VALOR GANADO

Esta técnica le permite al Gerente de Proyectos medir objetivamente el desempeño de un proyecto, medición que se convierte en un insumo valioso en la toma de decisiones oportunas para mitigar la probabilidad de fracaso; por lo tanto, resulta vital contar con información verdadera, precisa y actualizada.

Esta técnica requiere de materializar conceptualmente la integración del ALCANCE (lo que se va hacer), el TIEMPO que se requiere para su ejecución (el cronograma) y el VALOR que se requiere para ejecutar el proyecto.

Antes de su implementación, es preciso reseñar que esta técnica se fundamenta en tres valores esenciales que debemos cuantificar y que el PMBOK® las define de la siguiente forma:

- Valor Planificado: El valor planificado (PV) es el presupuesto autorizado que se ha asignado al trabajo programado. Es el presupuesto autorizado asignado al trabajo que debe ejecutarse para completar una actividad o un componente de la estructura de desglose del trabajo, sin contar con la reserva de gestión. Este presupuesto se adjudica por fase a lo largo del proyecto, pero para un momento determinado, el valor planificado establece el trabajo físico que se debería haber llevado a cabo hasta ese momento. El PV total se conoce en ocasiones como la línea base para la medición del desempeño (PMB).
- Valor Ganado: El valor ganado (EV) es la medida del trabajo realizado en términos de presupuesto autorizado para dicho trabajo. Es el presupuesto asociado con el trabajo autorizado que se ha completado. El EV medido debe corresponderse con la PMB y no puede ser mayor que el presupuesto aprobado del PV para un componente.

- Costo Real: El costo real (AC) es el costo incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un periodo de tiempo específico. Es el costo total en el que se ha incurrido para llevar a cabo el trabajo medido por el EV. El AC debe corresponderse, en cuanto a definición, con lo que haya sido presupuestado para el PV medido por el EV. El AC no tiene límite superior; se medirán todos los costos en los que se incurra para obtener el EV.

A partir de estos tres (3) valores se extraen las siguientes desviaciones

Variaciones y Varianzas:

- Variación del Cronograma (SV) = EV – PV
- Varianza %SV = SV/PV
- Variación del Costo CV = EV – AC
- Varianza %CV = CV/EV

En función del valor a la finalización del proyecto (BAC), tenemos:

- %PV = PV/BAC
- %EV = EV/BAC
- %AC = AC/BAC

Para la evaluación del rendimiento, se calculan los siguientes índices

- Índice de Rendimiento del Cronograma SPI = EV /PV
- Índice de Rendimiento del Costo CPI = EV / AC
- Índice de Rendimiento hasta Concluir TCPI = (BAC – EV) / (BAC – AC)

Igualmente se pueden realizar pronósticos

- Estimado a la conclusión EAC
- Cuando las variaciones del costo son atípicas, es decir, no tendrán un comportamiento similar a la línea base EAC = BAC – SV

- Tomando como referencia el índice de eficiencia del rendimiento a la fecha
 $EAC = BAC/CPI$
- Tomando como referencia los índices de rendimiento del costo y del cronograma a la fecha $EAC = BAC / (CPI * SPI)$
- Estimado hasta concluir $ETC = EAC - AC$
- Variación a la conclusión $VAC = BAC - EAC$
- Varianza % $VAC = VAC / BAC$
- Índice de Rendimiento del Costo a la Conclusión $CPIAC = BAC/EAC$

Y por último los indicadores en unidades de tiempo

- Estimado a la Conclusión basado en tiempo (Pronostico de la duración del proyecto) $EACt = (BAC/SPI) / (BAC/Duración\ de\ la\ línea\ base) = Duración\ de\ la\ línea\ base/SPI$
- Variación a la conclusión basada en tiempo $VACt = Duración\ de\ la\ línea\ base - EACt$
- Varianza % $VACt = VACt/Duración\ de\ la\ línea\ base$
- Índice de Rendimiento del Cronograma a la conclusión basado en tiempo
 $SPIACt = Duración\ de\ la\ línea\ base / EACt$

Lo anteriores valores ayudaran a diagnosticar el estado del proyecto, importante que a la hora de concluir, no se manejen esta información de manera independiente y aislada, todo lo contrario se debe analizar en conjunto y sus diferentes correlaciones.

Para el caso que se está estudiando, que corresponde a un proyecto cuya forma de pago se convino a PRECIO GLOBAL FIJO, resulta esencial que durante el proceso de planificación se presupueste con un alto grado de confiabilidad el costo de ejecución de la obra, presupuesto que distribuido en el tiempo en función de la real ejecución del proyecto se convertirá en una LINEA BASE AUXILIAR que

servirá para detectar un posible aumento de los costos directos de la mano de obra, los materiales y los equipos.

Igualmente es fundamental establecer la metodología para registrar periódicamente la producción o lo ganado y los costos que se pagaran y que resultan de ejecutar cada una de las actividades que componen el proyecto.

4. ALCANCE DEL PROYECTO

El Gobierno Nacional decidió incluir dentro de su estrategia para mejorar la calidad de vida de los colombianos, brindarles a los niños y jóvenes permanecer más tiempo en los establecimientos educativos recibiendo, en un mayor número de horas por jornada, la formación conforme al plan de estudios del establecimiento educativo. Por tal razón, se hace necesario renovar la infraestructura escolar para garantizar la implementación de la JORNADA ÚNICA.

Entre los años 2017 y 2019 el Estado Colombiano contratara la construcción de las ampliaciones de la infraestructura existente y la construcción de nuevas Instituciones Educativas, las cuales deben cumplir con la Norma Técnica Colombiana NTC 4595, esta Norma establece los parámetros de diseño que deben cumplir las edificaciones de tipo Institucional Educativo donde funcionaran preescolar, primaria y secundaria. La Norma Técnica determina como se debe calcular en función del número de estudiantes las áreas libres que deben contener cada uno de los ambientes pedagógicos, como a su vez las características particulares para garantizar el confort climático, visual y auditivo.

El presente caso de estudio, corresponde a una obra a desarrollarse en la ciudad de Bucaramanga, la cual fue convenida bajo la modalidad de contrato a precio global fijo, donde el contratista se compromete a construir una edificación cuyo uso corresponde al de Institucional Educativo, específicamente destinada para albergar a estudiantes de preescolar y primaria.

La entidad contratante proporciono todos los diseños y estudios necesarios, con la respectiva licencia de construcción

Los diseños son:

- Estudio de Suelos
- Diseño Arquitectónico
- Diseño Estructural
- Diseño redes Hidráulicas
- Diseño redes Sanitarias y Aguas Lluvia
- Diseño Sistema Contra Incendio
- Diseño de redes Eléctricas
- Diseño de redes Voz y Datos

El plantel educativo contara con los siguientes espacios pedagógicos:

Tabla 1. Espacios pedagógicos

ÍTEM	CANTIDAD
Aulas (básica y media)	11
Aula (Preescolar)	2
Biblioteca	1
Aula de tecnología innovación y multimedia	1
Aula Polivalente (dibujo técnico y artístico)	1
Cocina	1
Comedor – Auditorio	1
Deposito	1
Zonas administrativas	1
Zonas recreativas	1
Baterías sanitarias (básica y media)	18
Baterías sanitarias (discapacitados)	1
Baterías sanitarias (Preescolar)	3

Fuente: Elaboración propia

Las áreas mínimas de los espacios proyectados están establecidas por la norma técnica colombiana (NTC 4595) y demás normas vigentes para edificaciones.

Figura 1. Vista general de la Institución Educativa



Fuente: OTACC S.A.

La construcción contará con cuatro bloques, dos de tres niveles (Bloques 1 y 2), un bloque a dos niveles (Bloque 3) y un bloque a un nivel (Bloque 4), así:

Bloque 1

Primer piso – está conformado por comedor, cocina, cuarto eléctrico y un área de servicios conformada por cuarto de aseo y de basuras.

Segundo piso – está conformado por una batería sanitaria determinada por género las cuales están compuestas por 4 aparatos sanitarios cada una y 3 aulas de educación básica media.

Tercer piso - está conformada por el área administrativa, una unidad sanitaria y la biblioteca.

Bloque 2

Primer piso – está conformado por la portería + baño y 3 aulas de educación básica media.

Segundo piso – está conformado por 3 aulas de educación básica media.

Tercer piso – está conformado por aula polivalente y aula de tecnología.

Bloque 3

Primer piso - está conformado por una batería sanitaria determinada por genero las cuales están compuestas por 4 aparatos sanitarios cada una y dos aulas de preescolar con su unidad sanitaria.

Segundo piso – está conformado por una unidad sanitaria y dos aulas de educación básica media.

Bloque 4.

Este bloque está conformado por el área de enfermería y un baño para personas con discapacidad, se desarrolla en un solo nivel.

Conforme a la normativa NSR-10 se disponen cuatro puntos fijos de evacuación para los 3 bloques diseñados, de forma que genere accesibilidad entre los diferentes espacios

La estructura corresponde a un sistema aporcado conformado por zapatas aisladas, vigas de cimentación, columnas rectangulares, vigas aéreas de amarre, entrepiso en loza maciza de 15 cm y cubiertas livianas en estructura metálica.

Figura 2. Imagen del Bloque 1 y Bloque 4



Fuente: OTACC S.A.

Tabla 2. Cuadro de áreas

ESPACIO	CANTIDAD	AREA REAL A CONSTRUIR (m2)
Aulas de básica y media		
Aula 1	1	66.11
Aula 2	1	66.31
Aula 3	1	66.66
Aula 4	1	66.11
Aula 5	1	66.31
Aula 6	1	66.66
Aula 7	1	66.11
Aula 8	1	66.66
Aula 9	1	66.31
Aula 10	1	66.31
Aula 11	1	66.11
Aulas (Preescolar)		
Aula de Preescolar 1	1	40.18
Aula de Preescolar 2	1	40.52
Biblioteca	1	192.75
Aula de tecnología innovación y multimedia	1	100.89
Aula Polivalente (dibujo técnico y artístico)	1	120.13
Cocina		
Área de preparación de alimentos	1	69.96
Cuarto de basura	1	7.05
Comedor – Auditorio	1	188.06
Deposito	1	60.26
Zona administrativa		
Secretaría	1	3.95
Sala de espera	1	8.09
Contabilidad	1	4.24
Rectoría	1	11.52
Sala de profesores	1	22.74
Coordinación	1	8.78
Cafetería y cuarto técnico	1	7.64
Baños y papelería	1	10.37
Orientación	1	8.98
Enfermería	1	9.19
Cuarto de aseo	1	2.2
Portería	1	5.9
Cuarto eléctrico	1	4.35
Tanque del agua	1	18.06
Cuarto técnico Bloque A	1	1.61
Cuarto técnico Bloque B	1	2.1
Cuarto de bombas	1	5.87
Zonas recreativas	1	540.00
Baterías sanitarias (básica y media)		
Baños niños	9	32.44
Baños niñas	9	32.98
Baterías sanitarias (discapacitados)	1	6.15
Baterías sanitarias (Preescolar)	3	9.25
Circulación y muros		
Área de muros y columnas	1	214.4
Área de escaleras y pasillos	1	556.77
TOTAL		3,077.04
TOTAL (Sin incluir las zonas recreativas)		2,537.04

Fuente: Elaboración propia

Es de resaltar la gran responsabilidad que conlleva dirigir la construcción de una edificación contratada bajo la modalidad PRECIO GLOBAL FIJO, siendo de vital importancia conformación un grupo de profesionales, que se debe encargarse de la revisión y validación de los estudios y diseños; porque estos documentos deben cumplir con todas las Normas Técnicas y con los aspectos legales que rigen la construcción de planteles educativos.

Definido el ALCANCE y la modalidad de contrato (Precio Global Fijo), resulta fundamental previo al inicio de la etapa de ejecución, la valoración minuciosa de los costos directos del proyecto con el fin de mitigar los riesgos económicos, inherentes a este tipo de contratación, riesgos que serán asumidos por la empresa contratista responsable de la ejecución de la obra

Por lo anteriormente citado, se ponen a consideración los siguientes aspectos a tener en cuenta durante el proceso de planificación:

- ✓ Identificación de los riesgos propios de un contrato a PRECIO GLOBAL FIJO y la elaboración del panorama de riesgos para la ejecución del proyecto.
- ✓ Revisión y validación de los estudios y diseños, los cuales deben cumplir con las normas vigentes y deben contener la información suficiente para la construcción.
- ✓ Verificación del alcance del proyecto, en este caso particular, dar cumplimiento a las Norma Técnica Colombiana NTC 4595 PLANEAMIENTO Y DISEÑO DE INSTALACIONES Y AMBIENTES ESCOLARES.
- ✓ Cuantificación minuciosa de las cantidades de obra de acuerdo al diseño para construcción por especialidad.

- ✓ Búsqueda y análisis de los rendimientos correspondientes a las diferentes actividades de construcción que se llevan a cabo durante la ejecución de la obra.
- ✓ Asignación de recursos y valoración de los costos directos de construcción en sus tres componentes principales: Mano de Obra, Materiales y Equipos.
- ✓ Definición de la Estructura de Descomposición de Trabajo EDT
- ✓ Realización de la estrategia para la construcción de la edificación basada en los entregables definidos, con el fin de realizar el Plan Detallado de Trabajo PDT.
- ✓ Desarrollo de la línea base del proyecto, definiendo los indicadores de seguimiento y control y el correspondiente esquema para la recopilación y organización de la información requerida para el cálculo de la producción y los costos de obra.

4.1 DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO EDT

Para establecer la estructura de los entregables que marcaran las pautas para el seguimiento y control del costo directo se tuvo en cuenta lo determinado por el PMI, definiendo el proceso de creación de la EDT como “el proceso de subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar”.

A continuación, se presentan la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT): Partiendo de los entregables definidos por el Contratante, en la que se puede observar los entregables que se deben ejecutar para propiciar los pagos parciales

de obra, se estructuró la EDT que servirá para el seguimiento y control de los costos durante la etapa de ejecución.

Figura 3. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) – Principales entregables

0. EDIFICACIÓN PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	1. Preliminares
	2. Cimentación
	3. Estructura
	4. Cubierta
	5. Mampostería
	6. Instalaciones hidrosanitarias y a gas
	7. Instalaciones eléctricas, red de voz y datos
	8. Pisos y enchapes
	9. Carpintería y divisiones
	10. Aparatos sanitarios y accesorios
	11. Obras exteriores
	12. Recolección de escombros, aseo y limpieza

Figura 4. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) – Entregables secundarios

0. EDIFICACIÓN PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	1. Preliminares	1.1 Cerramiento
		1.2 Campamento
0. EDIFICACIÓN PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	2. Cimentación	2.1 Bloque 1
		2.2 Bloque 2-3
		2.3 Bloque 4
0. EDIFICACIÓN PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	3. Estructura	3.1 Bloque 1
		3.2 Bloque 2 -3
		3.3 Bloque 4
		3.4 Escaleras
		3.5 Tanque

0. EDIFICACIÓN PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	4. Cubierta	4.1 Prefabricación 4.2 Bloque 1 4.3 Bloque 2-3
0. EDIFICACIÓN PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	5. Mamposteria	5.1 Piso 1 5.2 Piso 2 5.3 Piso 3
0. EDIFICACIÓN PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	6. Instalaciones hidrosanitarias y a gas	6.1 Instalación de tubería y accesorios en estructura 6.2 Instalación de tubería y accesorios tramos enterrados 6.3 Instalación de tubería y accesorios red de gas 6.4 Pruebas
0. EDIFICACIÓN PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	7. Instaciones eléctricas, red de voz y datos	7.1 Instalación de tubería en estructura 7.2 Banco de ductos externos 7.3 Instalación cableado 7.4 Instalación de tableros, aparatos y equipos 7.5 Pruebas y certificación
0. EDIFICACIÓN PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	8. Pisos y enchapes	8.1 Piso 1 8.2 Piso 2 8.3 Piso 3

0. EDIFICACIÓN PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	9. Carpintería y divisiones	9.1 Instalación de puertas y divisiones 9.2 Instalación de ventanas, celosías y corta soles 9.3 Instalación de barandas y pasamanos
0. EDIFICACIÓN PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	10. Aparatos sanitarios y accesorios	10.1 Instalación equipos del cuarto de bombas 10.2 Instalación de gabinetes y siamesas SCI 10.3 Instalación de unidades sanitarias (lavamanos, sanitarios y/o orinales)
0. EDIFICACIÓN PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	11. Obras exteriores	11.1 Placa de concreto 11.2 Canales
0. EDIFICACIÓN PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	12. Recolección de escombros, aseo y limpieza	12.1 Aseo y limpieza 12.2 Recolección, cargue y transporte de escombros

Fuente: Elaboración propia

5. ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DIRECTOS

Contractualmente y conforme a lo suscrito entre las partes, el valor del costo directo a pagar por metro cuadrado construido esta discriminado de la siguiente manera:

- Para aulas, biblioteca, comedor y circulación incluyendo el área ocupada por muros **\$948,475**
- Para los espacios denominados complementarios, tales como, zona administrativa, cocina, deposito, aula polivalente, aula de tecnología y baterías sanitarias **\$1,962,505**
- Para áreas destinada como zona recreativa **\$94,848**

Con los anteriores valores del costo directo por metro cuadrado se calcular el PRECIO GLOBAL FIJO (sin incluir el AIU) del proyecto en función de los metros cuadrados a construir, áreas que se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

- Área de aulas, biblioteca, comedor y la circulación incluyendo el área ocupada por muros **1,962.34 m²**
- Área de la zona administrativa, cocina, deposito, aula polivalente, aula de tecnología y baterías sanitarias **574.70 m²**
- Área de zona recreativa **540m²**

Obteniendo como PRECIO GLOBAL FIJO, sin incluir el valor del AIU, tres mil cuarenta millones doscientos noventa y nueve mil novecientos setenta y cinco pesos (\$3,040,299,975)

Ahora bien, si distribuimos las áreas en cubiertas y descubiertas, tenemos que el costo directo por metro cuadrado de construcción es el siguiente:

Valor por m ² de área cubierta	\$ 1,178,176.95
Valor por m ² de área descubierta	\$94,848

La forma de pago convenida en el contrato establece que cada desembolso se realice una vez se culmine y se reciba a satisfacción cada uno de los entregables en que se fraccionó la obra; el valor de cada pago es el siguiente:

Tabla 3. Costo directo de cada hito (entregable)

EDT	ENTREGABLE	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO DIRECTO	VALOR COSTO DIRECTO CONTRACTUAL
1	Preliminares	5.00%	\$152,014,998.75
2	Cimentación	8.82%	\$268,154,457.80
3	Estructuras	38.71%	\$1,176,900,120.32
4	Cubierta	7.00%	\$212,820,998.25
5	Mampostería	7.97%	\$242,311,908.01
6	Instalaciones Hidrosanitarias y a Gas	6.36%	\$193,363,078.41
7	Instalaciones Eléctricas, red de voz y datos	6.64%	\$201,875,918.34
8	Pisos y enchapes	6.50%	\$197,619,498.38
9	Carpintería metálica y madera	9.00%	\$273,626,997.75
10	Aparatos sanitarios y accesorios	1.00%	\$30,402,999.75
11	Obras exteriores	1.68%	\$51,217,920.00
12	Recolección de escombros, aseo y limpieza	1.32%	\$39,991,079.25
TOTAL COSTO DIRECTO			\$3,040,299,975

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, entiendo que en un contrato a PRECIO GLOBAL FIJO, el contratante no cancelara la obra adicional que resulte de ejecutar la obra de acuerdo al alcance acordado entre las partes, se decidió estimar el costo de ejecución de la

construcción de acuerdo a lo establecido en LA GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (Guía del PMBOK®) – Quinta edición.

Para el caso particular del presente proyecto, el valor del costo directo a recibir por el contratista fue definido por el contratante y aceptado entre las partes a la suscripción del contrato y corresponde a \$3,040,299,975; pese a ello no deja de existir incertidumbre que este monto no sea suficiente para ejecutar a feliz término el proyecto, es así que, para verificar que el costo directo de la obra suscrito en el contrato, se decide cuantificar dichos costos por entregable y distribuidos en los siguientes tres grupos

- MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
- MANO DE OBRA
- MAQUINARIA Y EQUIPOS

Vale la pena destacar que se descartó estimar el costo directo de la obra mediante la elaboración de los Análisis de Precios Unitarios (APU's), conforme a la definición previa de actividades propias de la construcción de una edificación, debido a que la forma de pago descrita en el contrato corresponde a entregables recibidos a satisfacción.

Una vez se estimen los costos de construcción, se confirmará si el PRECIO GLOBAL FIJO pactado entre las partes es razonable y no requiere ser ajustado, adicionalmente, servirá de LINEA BASE SECUNDARIA para controlar aquellos costos causados relevantes que inciden en mayor proporción durante el proceso de ejecución del proyecto, logrando de esta forma sentar las bases para determinar cómo y a que aspectos se le realizara el seguimiento y control detallado.

5.1 COSTOS POR MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Acorde a los diseños, los cuales previamente han sido revisados y validados por los especialistas de cada área y conforme a las normas técnicas vigentes, se procederá inicialmente al cálculo de las cantidades de obra para luego definir los materiales de construcción que se adquirirán para la construcción de la edificación previa confirmación del cumplimiento de las especificaciones.

Una vez se obtuvo el listado de materiales con sus respectivas cantidades y conociendo las especificaciones, se procedió a seleccionar objetivamente a los posibles proveedores, quienes facilitaron la lista de precios de sus productos (sin incluir descuentos).

El cálculo detallado de las cantidades de los materiales a emplear facilitara durante la Gestión de Adquisiciones dado que:

- El proceso de selección de proveedores se focalizará en aquellos que son especializados de acuerdo a la línea del producto.
- Obtención de mayores descuentos mediante la negociación por volumen, dichos descuentos no serán tenidos en cuenta durante la etapa de planificación.
- Realización de acuerdos comerciales para mantener el listado de precios durante el tiempo de ejecución del proyecto.
- Convenir previa a la formalización del suministro la forma de pago más conveniente para las partes.

A continuación, presentamos el consolidado del valor por cada entregable en lo correspondiente a los materiales.

Tabla 4. Costo de los materiales de obra por cada hito (entregable)

EDT	ENTREGABLE	MATERIALES
1	PRELIMINARES	\$12.053.611,88
1.1	Campamento	\$6.381.323,93
1.2	Cerramiento	\$5.672.287,94
2	CIMENTACIÓN	\$156.451.344,00
2.1	Bloque 1	\$58.433.634,51
2.2	Bloque 2-3	\$69.743.370,22
2.3	Bloque 4	\$28.274.339,28
3	ESTRUCTURAS	\$528.663.894,10
3.1	Bloque 1	\$198.019.770,74
3.2	Bloque 2-3	\$206.270.594,52
3.3	Bloque 4	\$71.507.139,43
3.4	Escaleras	\$26.433.194,71
3.5	Tanque	\$26.433.194,71
4	CUBIERTAS	\$112.400.034,75
4.1	Prefabricación	\$46.282.367,25
4.2	Bloque 1	\$26.447.067,00
4.3	Bloque 2-3	\$39.670.600,50
5	MAMPOSTERÍA	\$131.940.459,11
5.1	Piso 1	\$69.504.348,99
5.2	Piso 2	\$37.697.274,03
5.3	Piso 3	\$24.738.836,08
6	REDES HIDROSANITARIAS Y GAS	\$66.478.538,17
6.1	Instalación de tubería y accesorios en estructura	\$23.267.488,36
6.2	Instalación de tubería y accesorios tramos enterrados	\$19.943.561,45
6.3	Instalación de tubería y accesorios red de gas	\$16.619.634,54
6.4	Pruebas	\$6.647.853,82
7	REDES ELÉCTRICAS VOZ Y DATOS	\$215.464.599,20
7.1	Instalación de tubería en estructura	\$32.319.689,88
7.2	Bancos de ductos externos	\$21.546.459,92
7.3	Instalación de cableado	\$32.319.689,88
7.4	Instalación de tableros, aparatos y equipos	\$107.732.299,60
7.5	Pruebas y certificación	\$21.546.459,92
8	PISOS Y ENCHAPES	\$132.717.811,31
8.1	Piso 1	\$65.316.619,18
8.2	Piso 2	\$38.217.170,80
8.3	Piso 3	\$29.184.021,34
9	CARPINTERÍA Y DIVISIONES	\$268.163.612,90
9.1	Instalación de puertas y divisiones	\$88.493.992,26
9.2	Instalación de ventanas, celosías y corta soles	\$88.493.992,26
9.3	Instalación de barandas y pasamanos	\$91.175.628,39
10	APARATOS HIDROSANITARIOS Y ACCESORIOS	\$48.510.673,29
10.1	Instalaciones equipos del cuarto de bombas	\$14.553.201,99
10.2	Instalación de Gabinetes y siamesas SCI	\$14.553.201,99
10.3	Instalación de unidades sanitarias (lavamanos, sanitarios y/o orinal)	\$19.404.269,32
11	OBRAS EXTERIORES	\$36.242.409,98
11.1	Placa de concreto	\$30.806.048,48
11.2	Canales	\$5.436.361,50
12	RECOLECCIÓN DE ESCOMBROS, ASEO Y LIMPIEZA	\$33.303.140,84
12.1	Aseo y limpieza	\$23.312.198,59
12.2	Recolección, cargue y transporte de escombros	\$9.990.942,25
TOTAL COSTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		\$1,742,390,129.53

Fuente: Elaboración propia

5.2 COSTOS POR MANO DE OBRA

De acuerdo a los registros históricos de las empresas de construcción en lo que corresponde a los rendimientos durante la ejecución de las actividades de obra y con el apoyo del juicio y recomendaciones de expertos, se estableció que cargos, perfiles y cantidad de trabajadores que se emplearan en el proyecto y se estimó los tiempos de ejecución de las actividades.

Igualmente se establecerá la tabla salarial, cumpliendo con la legislación nacional en materia laboral, la cual regirá durante la ejecución del proyecto.

Partiendo de los rendimientos de las cuadrillas se fijó los tiempos de ejecución de cada una de los entregables de la edificación lo cual permitirá elaborar la línea base para la implementación de la metodología de valor ganado.

Tabla 5. Costo de la mano de obra por cada hito (entregable)

EDT	ENTREGABLE	MANO DE OBRA
1	PRELIMINARES	\$4.269.193,00
1.1	Campamento	\$2.260.161,00
1.2	Cerramiento	\$2.009.032,00
2	CIMENTACIÓN	\$89.150.795,00
2.1	Bloque 1	\$33.297.284,88
2.2	Bloque 2-3	\$39.741.920,66
2.3	Bloque 4	\$16.111.589,46
3	ESTRUCTURAS	\$255.649.322,00
3.1	Bloque 1	\$95.757.665,12
3.2	Bloque 2-3	\$99.747.567,83
3.3	Bloque 4	\$34.579.156,85
3.4	Escaleras	\$12.782.466,10
3.5	Tanque	\$12.782.466,10
4	CUBIERTAS	\$104.358.620,00
4.1	Prefabricación	\$42.971.196,47
4.2	Bloque 1	\$24.554.969,41
4.3	Bloque 2-3	\$36.832.454,12
5	MAMPOSTERÍA	\$59.607.487,00
5.1	Piso 1	\$31.400.372,62
5.2	Piso 2	\$17.030.710,57
5.3	Piso 3	\$11.176.403,81
6	REDES HIDROSANITARIAS Y GAS	\$52.986.275,00
6.1	Instalación de tubería y accesorios en estructura	\$18.545.196,25

EDT	ENTREGABLE	MANO DE OBRA
6.2	Instalación de tubería y accesorios tramos enterrados	\$15.895.882,50
6.3	Instalación de tubería y accesorios red de gas	\$13.246.568,75
6.4	Pruebas	\$5.298.627,50
7	REDES ELÉCTRICAS VOZ Y DATOS	\$120.355.270,00
7.1	Instalación de tubería en estructura	\$18.053.290,50
7.2	Bancos de ductos externos	\$12.035.527,00
7.3	Instalación de cableado	\$18.053.290,50
7.4	Instalación de tableros, aparatos y equipos	\$60.177.635,00
7.5	Pruebas y certificación	\$12.035.527,00
8	PISOS Y ENCHAPES	\$68.801.471,00
8.1	Piso 1	\$33.860.409,81
8.2	Piso 2	\$19.811.941,91
8.3	Piso 3	\$15.129.119,28
9	CARPINTERÍA Y DIVISIONES	\$35.957.808,00
9.1	Instalación de puertas y divisiones	\$11.866.076,64
9.2	Instalación de ventanas, celosías y corta soles	\$11.866.076,64
9.3	Instalación de barandas y pasamanos	\$12.225.654,72
10	APARATOS HIDROSANITARIOS Y ACCESORIOS	\$5.121.350,00
10.1	Instalaciones equipos del cuarto de bombas	\$1.536.405,00
10.2	Instalación de Gabinetes y siamesas SCI	\$1.536.405,00
10.3	Instalación de unidades sanitarias (lavamanos, sanitarios y/o orinal)	\$2.048.540,00
11	OBRAS EXTERIORES	\$13.169.152,00
11.1	Placa de concreto	\$11.193.779,20
11.2	Canales	\$1.975.372,80
12	RECOLECCIÓN DE ESCOMBROS, ASEO Y LIMPIEZA	\$7.201.880,00
12.1	Aseo y limpieza	\$5.041.316,00
12.2	Recolección, cargue y transporte de escombros	\$2.160.564,00
TOTAL COSTO DE MANO DE OBRA		\$816.628.623,00

Fuente: Elaboración propia

5.3 COSTOS POR MAQUINARIA Y EQUIPOS

Una vez se fijó el tiempo de ejecución de cada uno de los entregables, nuevamente mediante el juicio de expertos se asignó a cada frente de obra los equipos requeridos para la ejecución de la obra.

Para la tasación del presente costos se asumieron las tarifas de alquiler que predominan en el mercado de la ciudad de Bucaramanga, sin importar que el recurso fuese propio.

Tabla 6. Costo de los equipos por entregable

EDT	ENTREGABLE	EQUIPOS
1	PRELIMINARES	\$54.476.700,00
1.1	Campamento	\$28.840.605,88
1.2	Cerramiento	\$25.636.094,12
2	CIMENTACIÓN	\$37.322.250,00
2.1	Bloque 1	\$13.939.635,54
2.2	Bloque 2-3	\$16.637.629,52
2.3	Bloque 4	\$6.744.984,94
3	ESTRUCTURAS	\$167.625.698,38
3.1	Bloque 1	\$62.786.966,79
3.2	Bloque 2-3	\$65.403.090,41
3.3	Bloque 4	\$22.673.071,34
3.4	Escaleras	\$8.381.284,92
3.5	Tanque	\$8.381.284,92
4	CUBIERTAS	\$33.621.500,00
4.1	Prefabricación	\$13.844.147,06
4.2	Bloque 1	\$7.910.941,18
4.3	Bloque 2-3	\$11.866.411,76
5	MAMPOSTERÍA	\$12.812.800,00
5.1	Piso 1	\$6.749.600,00
5.2	Piso 2	\$3.660.800,00
5.3	Piso 3	\$2.402.400,00
6	REDES HIDROSANITARIAS Y GAS	\$8.781.740,00
6.1	Instalación de tubería y accesorios en estructura	\$3.073.609,00
6.2	Instalación de tubería y accesorios tramos enterrados	\$2.634.522,00
6.3	Instalación de tubería y accesorios red de gas	\$2.195.435,00
6.4	Pruebas	\$878.174,00
7	REDES ELÉCTRICAS VOZ Y DATOS	\$11.576.840,00
7.1	Instalación de tubería en estructura	\$1.736.526,00
7.2	Bancos de ductos externos	\$1.157.684,00
7.3	Instalación de cableado	\$1.736.526,00
7.4	Instalación de tableros, aparatos y equipos	\$5.788.420,00
7.5	Pruebas y certificación	\$1.157.684,00
8	PISOS Y ENCHAPES	\$9.669.000,00
8.1	Piso 1	\$4.758.565,45
8.2	Piso 2	\$2.784.267,02
8.3	Piso 3	\$2.126.167,54
9	CARPINTERÍA Y DIVISIONES	\$5.021.280,00
9.1	Instalación de puertas y divisiones	\$1.657.022,40
9.2	Instalación de ventanas, celosías y corta soles	\$1.657.022,40
9.3	Instalación de barandas y pasamanos	\$1.707.235,20
10	APARATOS HIDROSANITARIOS Y ACCESORIOS	\$798.340,00
10.1	Instalaciones equipos del cuarto de bombas	\$239.502,00
10.2	Instalación de Gabinetes y siamesas SCI	\$239.502,00
10.3	Instalación de unidades sanitarias (lavamanos, sanitarios y/o orinal)	\$319.336,00
11	OBRAS EXTERIORES	\$4.455.000,00
11.1	Placa de concreto	\$3.786.750,00
11.2	Canales	\$668.250,00
12	RECOLECCIÓN DE ESCOMBROS, ASEO Y LIMPIEZA	\$4.300.000,00
12.1	Aseo y limpieza	\$3.010.000,00
12.2	Recolección, cargue y transporte de escombros	\$1.290.000,00
TOTAL COSTO DE MANO DE OBRA		\$350.461.148,38

Fuente: Elaboración propia

5.4 COSTO DIRECTO ESTIMADO

Una vez estimados los costos por materiales de construcción, mano de obra y equipos para cada uno de los entregables definidos en la EDT, es relevante apreciar la incidencia de cada uno de estos rubros en el costo directo total.

Tabla 7. Costo directo diferenciado entre materiales, mano de obra y equipos.

DESCRIPCIÓN	MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPOS	TOTAL
VALOR	\$1,742,390,129.53	\$816,628,623.00	\$350,461,148.38	\$2,909,479,900.91
PORCENTAJE DE INCIDENCIA	59.89%	28.07%	12.05%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Distribución del costo directo total entre materiales, mano de obra y equipos



Fuente: Elaboración propia

Tal como se puede apreciar, el costo de los materiales de construcción corresponde a casi un 60% del costo total directo del proyecto, por lo tanto, resulta fundamental, realizar una excelente gestión por parte del departamento de compras, para obtener precios favorables durante la negociación para adquirir los materiales y en obra llevar a cabo un buen control, en que se registrara el consumo de los mismos a medida que se avanza en la ejecución de la obra.

Partiendo de la premisa que los ingenieros residentes de obra, deben concentrar su esfuerzo en la ejecución de la obra mitigando los tiempos de ineficiencia, los registros que debe llevar periódicamente deben ser fáciles de diligenciar, por esta razón, se seleccionaran, por cada entregable, mediante la aplicación del **Principio de Pareto** los materiales cuya sumatoria de sus valores parciales equivalgan a aproximadamente el 80% del costo directo. (Ver Anexo A)

Además de la anterior información, se puede advertir que el costo directo estimado es levemente inferior al costo directo del presupuesto del contrato

- Costo directo contractual **\$3.040.299.975,01**
- Costo directo estimado en la etapa de planificación **\$2.909.479.900,91**

La diferencia equivale aproximadamente a tan solo el 4% del valor del costo directo contractual; valor que en lo particular considero muy bajo y que en algo podría ayudar junto con el valor asignado al imprevisto (1% del costo directo) para mitigar la ocurrencia de uno de los riesgos estimados por el contratante.

Tabla 8. Comparación Costo directo contractual – Costo directo estimado por cada entregable

EDT	ENTREGABLE	VALOR COSTO DIRECTO CONTRACTUAL	VALOR ESTIMADO COSTO DIRECTO	DIFERENCIA (C.D. CONTRACTUAL – VALOR ESTIMADO C.D.)
1	Preliminares	\$152,014,998.75	\$70.799.504,88	\$81.215.493,87
2	Cimentación	\$268,154,457.80	\$282.924.389,00	-\$14.769.931,20
3	Estructuras	\$1,176,900,120.32	\$951.938.914,48	\$224.961.205,84
4	Cubierta	\$212,820,998.25	\$250.380.154,75	-\$37.559.156,50
5	Mampostería	\$242,311,908.01	\$204.360.746,11	\$37.951.161,90
6	Instalaciones Hidrosanitarias y a Gas	\$193,363,078.41	\$128.246.553,17	\$65.116.525,24
7	Instalaciones Eléctricas, red de voz y datos	\$201,875,918.34	\$347.396.709,20	-\$145.520.790,86
8	Pisos y enchapes	\$197,619,498.38	\$211.188.282,31	-\$13.568.783,93
9	Carpintería metálica y madera	\$273,626,997.75	\$309.142.700,90	-\$35.515.703,15
10	Aparatos sanitarios y accesorios	\$30,402,999.75	\$54.430.363,29	-\$24.027.363,54
11	Obras exteriores	\$51,217,920.00	\$53.866.561,98	-\$2.648.641,98
12	Recolección de escombros, aseo y limpieza	\$39,991,079.25	\$44.805.020,84	-\$4.813.941,59
TOTALES		\$3.040.299.975,01	\$2.909.479.900,91	\$130.820.074,10

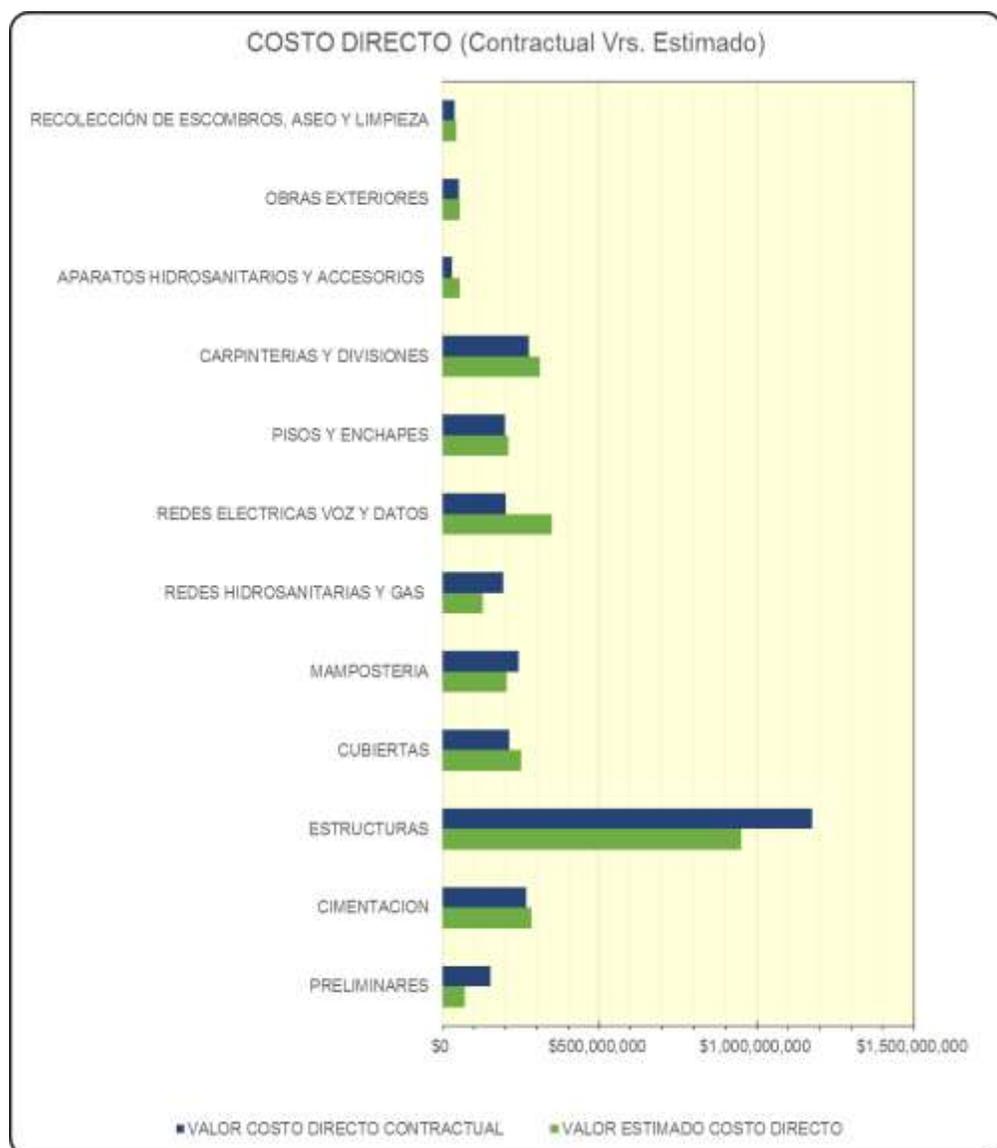
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 8 se puede indicar que en varios casos, el valor a facturar por el contratista será inferior a los costos estimados de ejecución, lo cual conlleva a centrar toda nuestra atención durante la ejecución del entregable, ya que resulta oneroso cualquier tipo de ineficiencia del personal encargado de su ejecución y/o la ocurrencia de porcentajes de desperdicio superiores a los considerados. Igualmente no podemos generar falsas buenas expectativas en aquellos entregables que por criterios desconocidos del cliente, genero un pago cuyo valor supera los costos estimados.

El costo directo por metro cuadrado de área cubierta y descubierta son los siguientes:

Valor estimado por m ² de área cubierta	\$ 1,125,568.91
Valor estimado por m ² de área descubierta	\$99,752.89

Figura 6. Comparativo entre el costo directo contractual y el estimado por cada hito (entregable)



Fuente: Elaboración propia

6. RIESGOS

La decisión de incluir este capítulo se da por, las siguientes apreciaciones:

- En la mayoría de los casos, los costos por la ocurrencia de alguno de los riesgos considerados en un contrato a PRECIO GLOBAL FIJO, serán asumidos por el contratista.
- Una vez estimados los costos directos del caso en estudio, es evidente que, ante una situación adversa, la probabilidad de no conseguir, un mínimo margen de utilidad en el mejor de los casos, es alto.

Además, es fundamental realizar una apropiada planificación, especialmente, en este tipo de proyectos cuya modalidad de pago es la de PRECIO GLOBAL FIJO, lo cual incluye la evaluación de la ocurrencia de uno o varios riesgos, especialmente aquellos catalogados como negativos, durante la etapa de ejecución, que si se llegasen a presentar resultarán onerosos y no permitirán la oportuna finalización de la obra.

Para el contratante, que opta por esta modalidad de contratación, le resulta más costoso que un contrato por precios unitarios; por lo tanto, resulta fundamental que los contratistas bajo esta modalidad realicen previamente una matriz de riesgos, documentando muy bien su costeo y si es el caso, entregar el documento para el conocimiento de todos los interesados.

Sin pretender incluir la valoración del monto para la implementación de un plan de acción, se presenta la implementación de la técnica de mapa de riesgos para valorar cuantitativamente la probabilidad de ocurrencia de los riesgos que de acuerdo a la experiencia se pueden presentar.

Los siguientes son, posiblemente, los riesgos más comunes, en una obra de construcción en nuestro medio:

- Problemas legales del predio.
- Incrementos exagerados de algunos precios de los materiales de construcción, por nuevas políticas estatales, ley de oferta y demanda, escasez de materias primas.
- Incremento de los costos de financiamiento por incumplimiento en las proyecciones del flujo de caja o cambios unilaterales de tasas de intereses.
- Ingeniería para construcción deficiente.
- Condiciones imprevistas del subsuelo.
- Condiciones climatológicas.

Para su evaluación se aplicará la siguiente MATRIZ:

Figura 7. Matriz de impacto de la ocurrencia del riesgo

IMPACTO					
<u>CALIFICACIÓN CUALITATIVA</u>	Obstruye la ejecución del contrato de manera intrascendente	Dificulta la ejecución de la obra de manera baja, aplicando o medidas mínimas se pueden lograr la ejecución del proyecto	Afecta la ejecución del contrato sin alterar los beneficios que buscan contratante y contratista	Obstruye la ejecución del contrato sustancialmente, pero se puede lograr la ejecución del proyecto	Perturba la ejecución del contrato de manera grave impidiendo la ejecución del proyecto
<u>CALIFICACIÓN MONETARIA</u>	Los sobrecostos son inferiores al 1% del valor del contrato	Los sobrecostos están entre el 1% y el 5% del	Los sobrecostos están entre el 5% y el 15% del	Los sobrecostos están entre el 15% y el 30% del valor del	Los sobrecostos son superiores al 30% del valor del contrato

CATEGORÍA	VALORACIÓN	INSIGNIFICANTE	valor del contrato	valor del contrato	contrato	CATASTROFICO
		1	MENOR	MODERADO	MAYOR	
RARO	1	2	3	4	5	6
IMPROBABLE	2	3	4	5	6	7
POSIBLE	3	4	5	6	7	8
PROBABLE	4	5	6	7	8	9
CASI CIERTO	5	6	7	8	9	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Valor de acuerdo a la categoría del riesgo

VALORACIÓN	CATEGORÍA
8, 9 y 10	Riesgo extremo
6 y 7	Riesgo alto
5	Riesgo medio
1,2,3 y 4	Riesgo bajo

Fuente: Elaboración propia

Implementando la herramienta de juicio de expertos se realizó la apreciación mediante la consulta a cinco (5) ingenieros que han ejercido como directores de obra y gerentes de proyectos de construcción de edificaciones, obteniendo la siguiente valoración:

Tabla 10. Valoración del riesgo Experto No. 1

RIESGO	EXPERTO No. 1		
	IMPACTO	PROBABLE	VALORACIÓN
<i>Problemas legales del predio.</i>	5	1	6
<i>Incrementos exagerados de algunos precios de los materiales de construcción, por nuevas políticas estatales, ley de oferta y demanda, escasez de materias primas.</i>	3	2	5
<i>Incremento de los costos de financiamiento por incumplimiento en las proyecciones del flujo de caja o cambios unilaterales de tasas de intereses.</i>	3	4	7
<i>Ingeniería para construcción deficiente.</i>	5	3	8
<i>Condiciones imprevistas del subsuelo.</i>	5	3	8
<i>Condiciones climatológicas.</i>	4	4	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Valoración del riesgo Experto No. 2

RIESGO	EXPERTO No. 2		
	IMPACTO	PROBABLE	VALORACIÓN
<i>Problemas legales del predio.</i>	4	2	6
<i>Incrementos exagerados de algunos precios de los materiales de construcción, por nuevas políticas estatales, ley de oferta y demanda, escasez de materias primas.</i>	4	3	7
<i>Incremento de los costos de financiamiento por incumplimiento en las proyecciones del flujo de caja o cambios unilaterales de tasas de intereses.</i>	4	1	5
<i>Ingeniería para construcción deficiente.</i>	5	5	10
<i>Condiciones imprevistas del subsuelo.</i>	5	4	9
<i>Condiciones climatológicas.</i>	3	5	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Valoración del riesgo Experto No. 3

RIESGO	EXPERTO No. 3		
	IMPACTO	PROBABLE	VALORACIÓN
<i>Problemas legales del predio.</i>	5	2	7
<i>Incrementos exagerados de algunos precios de los materiales de construcción, por nuevas políticas estatales, ley de oferta y demanda, escasez de materias primas.</i>	5	1	6
<i>Incremento de los costos de financiamiento por incumplimiento en las proyecciones del flujo de caja o cambios unilaterales de tasas de intereses.</i>	5	2	7
<i>Ingeniería para construcción deficiente.</i>	5	4	9
<i>Condiciones imprevistas del subsuelo.</i>	4	3	7
<i>Condiciones climatológicas.</i>	5	5	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Valoración del riesgo Experto No. 4

RIESGO	EXPERTO No. 4		
	IMPACTO	PROBABLE	VALORACIÓN
<i>Problemas legales del predio.</i>	3	2	5
<i>Incrementos exagerados de algunos precios de los materiales de construcción, por nuevas políticas estatales, ley de oferta y demanda, escasez de materias primas.</i>	4	2	6
<i>Incremento de los costos de financiamiento por incumplimiento en las proyecciones del flujo de caja o cambios unilaterales de tasas de intereses.</i>	3	1	4
<i>Ingeniería para construcción deficiente.</i>	4	3	7
<i>Condiciones imprevistas del subsuelo.</i>	5	4	9
<i>Condiciones climatológicas.</i>	4	4	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Valoración del riesgo Experto No. 5

RIESGO	EXPERTO No. 5		
	IMPACTO	PROBABILE	VALORACIÓN
<i>Problemas legales del predio.</i>	1	1	2
<i>Incrementos exagerados de algunos precios de los materiales de construcción, por nuevas políticas estatales, ley de oferta y demanda, escasez de materias primas.</i>	3	3	6
<i>Incremento de los costos de financiamiento por incumplimiento en las proyecciones del flujo de caja o cambios unilaterales de tasas de intereses.</i>	5	2	7
<i>Ingeniería para construcción deficiente.</i>	4	4	8
<i>Condiciones imprevistas del subsuelo.</i>	5	2	7
<i>Condiciones climatológicas.</i>	5	4	9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Resultado del juicio de expertos (promedio aritmético)

RIESGO	RESULTADO		
	IMPACTO	PROBABILE	VALORACIÓN
<i>Problemas legales del predio.</i>	3.6	1.6	5.2
<i>Incrementos exagerados de algunos precios de los materiales de construcción, por nuevas políticas estatales, ley de oferta y demanda, escasez de materias primas.</i>	3.8	2.2	6.0
<i>Incremento de los costos de financiamiento por incumplimiento en las proyecciones del flujo de caja o cambios unilaterales de tasas de intereses.</i>	4.0	2.0	6.0
<i>Ingeniería para construcción deficiente.</i>	4.6	3.8	8.4
<i>Condiciones imprevistas del subsuelo.</i>	4.8	3.2	8.0
<i>Condiciones climatológicas.</i>	4.2	4.4	8.6

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados, es conveniente elaborar el plan de acción para los seis (6) riesgos identificados, haciendo énfasis en el costeo, en caso de ocurrencia, de aquellos cuyo resultado es mayor o igual a 8.0.

Si se selecciona el riesgo relacionado con las condiciones climatológicas, su ocurrencia impactara negativamente por la mayor duración de la ejecución de la obra, por lo tanto el sobrecosto se verá reflejado en el pago de más horas hombre.

Sin intentar argumentar las razones por las cuales se precisara el valor de una reserva presupuestal que permita mitigar el riesgo en caso de ocurrencia, si se pretende sensibilizar a los futuros Gerentes de Proyectos mostrando de una manera sencilla el posible impacto económico de llegar a presentarse.

El caso de estudio, tiene asignado como imprevisto un 1% del valor total del costo directo, lo que equivale a treinta millones cuatrocientos dos mil novecientos noventa y nueve pesos (\$30,402,999).

Continuando con el análisis, se seleccionaron las actividades de construcción que son más propensas a retrasos si se llegase a presentar un periodo prolongado de lluvias, las cuales son:

- Preliminares
- Cimentación
- Estructuras
- Cubierta

En la siguiente tabla se presenta de manera resumida el cálculo del número de días adicionales por actividad cuyo costo sería asumido por el imprevisto.

Tabla 16. Tiempo máximo adicional asumido por el valor del imprevisto

EDT	ENTREGABLE	VALOR MANO DE OBRA	DURACIÓN (Días)	VALOR DÍA	TIEMPO MAXIMO ADICIONAL
1	PRELIMINARES	\$4.269.193,00			
1.1	Campamento	\$2.260.161,00	8	\$ 282,520.13	108
1.2	Cerramiento	\$2.009.032,00	9	\$ 223,225.78	136
2	CIMENTACIÓN	\$89.150.795,00			
2.1	Bloque 1	\$33.297.284,88	31	\$1,074,105.96	28
2.2	Bloque 2-3	\$39.741.920,66	37	\$1,074,105.96	28
2.3	Bloque 4	\$16.111.589,46	15	\$1,074,105.96	28
3	ESTRUCTURAS	\$255.649.322,00			
3.1	Bloque 1	\$95.757.665,12	72	\$1,329,967.57	23
3.2	Bloque 2-3	\$99.747.567,83	75	\$1,329,967.57	23

EDT	ENTREGABLE	VALOR MANO DE OBRA	DURACIÓN (Días)	VALOR DÍA	TIEMPO MAXIMO ADICIONAL
3.3	Bloque 4	\$34.579.156,85	26	\$1,329,967.57	23
3.4	Escaleras	\$12.782.466,10	30	\$ 426,082.20	71
3.5	Tanque	\$12.782.466,10	30	\$ 426,082.20	71
4	CUBIERTAS	\$104.358.620,00			
4.2	Bloque 1	\$24.554.969,41	20	\$1,227,748.47	25
4.3	Bloque 2-3	\$36.832.454,12	30	\$1,227,748.47	25

Fuente: Elaboración propia

De la anterior información, se puede inferir que de destinarse todo el valor del imprevisto para asumir el costo adicional por el pago de la mayor cantidad de horas hombre si se presentaran atrasos durante la ejecución, de manera particular, en las actividades relacionadas con la cimentación o la estructura o la instalación de la cubierta, tan solo alcanzaría para cubrir aproximadamente 20 días adicionales.

7. PLANIFICACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN REQUERIDA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA DE VALOR GANADO

Como complemento a la Estructura de Desglose de Trabajo EDT, se presenta a continuación el **Diccionario de la EDT**, el cual se tomará como referencia para la elaboración del Plan Detallado de Trabajo.

7.1 DICCIONARIO DE LA EDT

De acuerdo al PMBOK®, el Diccionario de la EDT se define como el “Documento que proporciona información detallada sobre los entregables, actividades y planificación de cada componente de la estructura de desglose de trabajo”, para el caso del estudio, el siguiente es el Diccionario de la EDT a implementar

Tabla 17. Entregables

Id 1.1	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Cerramiento</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables: <u>Cerramiento en lámina metálica</u>		
Recursos:		
Duración: 8 días	Fecha de inicio: 31 de julio de 2017	Fecha de finalización: 8 de agosto de 2017
Predecesora: Hito “Orden de Inicio”	Valor Estimado Costo Directo: \$37,482,090.82	
Id 1.2	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Campamento</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables: <u>Adecuación del terreno, provisionales de servicios públicos (Agua, Luz, Alcantarillado), área de almacenamiento de materiales y oficina de obra</u>		
Recursos:		
Duración: 9 días	Fecha de inicio: 8 de agosto de 2017	Fecha de finalización: 17 de agosto de 2017
Predecesora:	Valor Estimado Costo Directo:	

Cerramiento (CC)+7 días		\$33,317,414.06
Id 2.1	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: Cimentación Bloque 1		
Criterio de aceptación: Diseños, NSR-10, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 31 días	Fecha de inicio: 18 de agosto de 2017	Fecha de finalización: 22 de septiembre de 2017
Predecesora: Campamento (FC)	Valor Estimado Costo Directo: \$105,670,554.93	
Id 2.2	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: Cimentación Bloque 2-3		
Criterio de aceptación: Diseños, NSR-10, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 37 días	Fecha de inicio: 28 de agosto de 2017	Fecha de finalización: 09 de octubre de 2017
Predecesora: Cimentación Bloque 1 (CC+8 días)	Valor Estimado Costo Directo: \$126,122,920.40	
Id 2.3	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: Cimentación Bloque 4		
Criterio de aceptación: Diseños, NSR-10, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 15 días	Fecha de inicio: 23 de septiembre de 2017	Fecha de finalización: 10 de octubre de 2017
Predecesora: Cimentación Bloque 1 (FC)	Valor Estimado Costo Directo: \$51,130,913.67	
Id 3.1	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: Estructura Bloque 1		
Criterio de aceptación: Diseños, NSR-10, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 72 días	Fecha de inicio: 23 de septiembre de 2017	Fecha de finalización: 15 de diciembre de 2017
Predecesora: Cimentación Bloque 1 (FC)	Valor Estimado Costo Directo: \$356,564,402.65	
Id 3.2	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: Estructura Bloque 2-3		
Criterio de aceptación: Diseños, NSR-10, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental		
Entregables:		
Recursos:		

Duración: 75 días	Fecha de inicio: 11 de octubre de 2017	Fecha de finalización: 08 de enero de 2018
Predecesora: Cimentación Bloque 2-3 (FC), Cimentación Bloque 4 (FC)	Valor Estimado Costo Directo: \$371,421,252.76	
Id 3.3	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: Estructura Bloque 4		
Criterio de aceptación: Diseños, NSR-10, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 26 días	Fecha de inicio: 16 de diciembre de 2017	Fecha de finalización: 17 de enero de 2018
Predecesora: Estructura Bloque 1 (FC)	Valor Estimado Costo Directo: \$128,759,367.62	
Id 3.4	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: Escaleras		
Criterio de aceptación: Diseños, NSR-10, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 30 días	Fecha de inicio: 09 de enero de 2018	Fecha de finalización: 12 de febrero de 2018
Predecesora: Estructura Bloque 2-3 (FC)	Valor Estimado Costo Directo: \$57,116,334.87	
Id 3.5	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: Tanque		
Criterio de aceptación: Diseños, NSR-10, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 30 días	Fecha de inicio: 18 de enero de 2018	Fecha de finalización: 21 de febrero de 2018
Predecesora: Estructura Bloque 4 (FC)	Valor Estimado Costo Directo: \$38,077,556.58	
Id 4.1	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: Prefabricación estructura metálica para cubierta		
Criterio de aceptación: Diseños, NSR-10, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 35 días	Fecha de inicio: 16 de octubre de 2017	Fecha de finalización: 24 de noviembre de 2017
Predecesora: Estructura Bloque 1 (CC+19 días)	Valor Estimado Costo Directo: \$103,097,710.78	
Id 4.2	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: Cubierta Bloque 1		

Criterio de aceptación: <u>Diseños, NSR-10, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 20 días	Fecha de inicio: 18 de diciembre de 2017	Fecha de finalización: 11 de enero de 2018
Predecesora: <u>Prefabricación estructura metálica para cubierta (FC)</u> <u>Estructura Bloque 1 (FC + 1 días)</u>		Valor Estimado Costo Directo: \$58,912,977.59
Id 4.3	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Cubierta Bloque 2-3</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, NSR-10, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 30 días	Fecha de inicio: 12 de enero de 2018	Fecha de finalización: 15 de febrero de 2018
Predecesora: <u>Cubierta Bloque 1 (FC)</u>		Valor Estimado Costo Directo: \$88,369,466.38
Id 5.1	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Mampostería Piso 1</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, NSR-10, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 59 días	Fecha de inicio: 16 de diciembre de 2017	Fecha de finalización: 24 de febrero de 2018
Predecesora: <u>Estructura Bloque 1 (FC)</u>		Valor Estimado Costo Directo: \$107,654,321.61
Id 5.2	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Mampostería Piso 2</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, NSR-10, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 32 días	Fecha de inicio: 26 de febrero de 2018	Fecha de finalización: 03 de abril de 2018
Predecesora: <u>Mampostería Piso 1 (FC)</u> <u>Estructura Bloque 2-3 (FC)</u> <u>Escalera (FC)</u>		Valor Estimado Costo Directo: \$58,388,784.60
Id 5.3	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Mampostería Piso 3</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, NSR-10, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		

Duración: 21 días	Fecha de inicio: 04 de abril de 2018	Fecha de finalización: 27 de abril de 2018
Predecesora: Mampostería Piso 2 (FC)	Valor Estimado Costo Directo: \$38,317,639.89	
Id 6.1	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Instalación de tubería y accesorios en estructura (Redes Hidrosanitarias)</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, RAS, Normas AMB - EMPAS, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 32 días	Fecha de inicio: 04 de diciembre de 2018	Fecha de finalización: 15 de enero de 2018
Predecesora: Estructura Bloque 1 (CC + 61 días)	Valor Estimado Costo Directo: \$44,886,293.61	
Id 6.2	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Instalación de tubería y accesorios tramos enterrados (Redes Hidrosanitarias)</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, RAS, Normas AMB - EMPAS, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 27 días	Fecha de inicio: 20 de febrero de 2018	Fecha de finalización: 22 de marzo de 2018
Predecesora: <u>Instalación de tubería y accesorios en estructura (FC + 30 días)</u> <u>Instalación de tubería y accesorios red de gas (FC + 7 días)</u>	Valor Estimado Costo Directo: \$38,473,965.95	
Id 6.3	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Instalación de tubería y accesorios red de gas</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, Normas Gas Natural FENOSA, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración:	Fecha de inicio: 16 de enero de 2018	Fecha de finalización: 10 de febrero de 2018
Predecesora: <u>Instalación de tubería y accesorios en estructura (FC)</u>	Valor Estimado Costo Directo: \$32,061,638.29	
Id 6.4	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Pruebas</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, RAS, Normas AMB - EMPAS, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 9 días	Fecha de inicio: 30 de abril de 2018	Fecha de finalización: 09 de mayo de 2018
Predecesora: <u>Instalación de tubería y accesorios tramos</u>	Valor Estimado Costo Directo: \$12,824,655.32	

enterrados (FC+32 días)		
Mampostería Piso 3 (FC)		
Id 7.1	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Instalación de tubería en estructura (Red eléctrica)</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, especificaciones, RETIE, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 25 días	Fecha de inicio: 12 de diciembre de 2017	Fecha de finalización: 25 de abril de 2018
Predecesora: Estructura Bloque 1 (FC +68 días)	Valor Estimado Costo Directo: \$41,687,605.10	
Id 7.2	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Banco de ductos externos (Red eléctrica)</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, especificaciones, RETIE, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 17 días	Fecha de inicio: 02 de abril de 2018	Fecha de finalización: 20 de abril de 2018
Predecesora: <u>Instalación de tubería en estructura (FF – 5 días)</u>	Valor Estimado Costo Directo: \$48,635,539.29	
Id 7.3	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Instalación cableado (Red eléctrica)</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, especificaciones, RETIE, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 25 días	Fecha de inicio: 02 de abril de 2018	Fecha de finalización: 30 de abril de 2018
Predecesora: <u>Banco de ductos externos (CC)</u> <u>Instalación de tubería en estructura (FF)</u>	Valor Estimado Costo Directo: \$62,531,407.66	
Id 7.4	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Instalación de tableros, aparatos y equipos (Red eléctrica)</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, especificaciones, RETIE, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 84 días	Fecha de inicio: 30 de enero de 2018	Fecha de finalización: 07 de mayo de 2018
Predecesora: Instalación cableado (FF)	Valor Estimado Costo Directo: \$173,698,354.60	
Id 7.5	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Certificador RETIE
Actividad: <u>Pruebas y certificación (Red eléctrica)</u>		

Criterio de aceptación: <u>Diseños, especificaciones, RETIE, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 17 días	Fecha de inicio: 08 de mayo de 2018	Fecha de finalización: 26 de mayo de 2018
Predecesora: <u>Instalación de tableros, aparatos y equipos (FC)</u>	Valor Estimado Costo Directo: \$20,843,802.55	
Id 8.1	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Pisos y enchapes piso 1</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 94 días	Fecha de inicio: 18 de diciembre de 2017	Fecha de finalización: 07 de abril de 2018
Predecesora: <u>Estructura Bloque 1 (FC + 1 día)</u> <u>Mampostería Piso 1 (CC + 1 día)</u>	Valor Estimado Costo Directo: \$103,935,594.44	
Id 8.2	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Pisos y enchapes piso 2</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 55 días	Fecha de inicio: 24 de enero de 2018	Fecha de finalización: 28 de marzo de 2018
Predecesora: <u>Pisos y enchapes piso 1 (CC + 30 días)</u>	Valor Estimado Costo Directo: \$60,813,379.72	
Id 8.3	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Pisos y enchapes piso 3</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 42 días	Fecha de inicio: 09 de abril de 2018	Fecha de finalización: 26 de mayo de 2018
Predecesora: <u>Pisos y enchapes piso 2 (FC)</u>	Valor Estimado Costo Directo: \$46,439,308.15	
Id 9.1	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Instalación de puertas y divisiones</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración:	Fecha de inicio:	Fecha de finalización:

24 días	26 de marzo de 2018	21 de abril de 2018
Predecesora: <u>Instalación de ventanas, celosías y corta soles (FC)</u>		Valor Estimado Costo Directo: <u>\$111,291,372.32</u>
Id 9.2	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Instalación de ventanas, celosías y corta soles</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 24 días	Fecha de inicio: 26 de febrero de 2018	Fecha de finalización: 24 de marzo de 2018
Predecesora: <u>Mampostería Piso 1 (FC)</u>		Valor Estimado Costo Directo: <u>\$105,108,518.31</u>
Id 9.3	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Instalación de barandas y pasamanos</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 24 días	Fecha de inicio: 23 de abril de 2018	Fecha de finalización: 19 de mayo de 2018
Predecesora: <u>Instalación de puertas y divisiones (FC)</u>		Valor Estimado Costo Directo: <u>\$92,742,810.27</u>
Id 10.1	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Instalación equipos del cuarto de bombas</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, RAS, Normas AMB - EMPAS, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 8 días	Fecha de inicio: 26 de marzo de 2018	Fecha de finalización: 03 de abril de 2018
Predecesora: <u>Instalación de tubería y accesorios tramos enterrados (FC + 2 días)</u> <u>Estructura Tanque (FC)</u>		Valor Estimado Costo Directo: <u>\$19,050,627.15</u>
Id 10.2	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Instalación de gabinetes y siamesas SCI</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, RAS, Normas AMB - EMPAS, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 8 días	Fecha de inicio: 04 de abril de 2018	Fecha de finalización: 12 de abril de 2018
Predecesora: <u>Instalación equipos del cuarto de bombas (FC)</u>		Valor Estimado Costo Directo: <u>\$13,607,590.82</u>

Id 10.3	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Instalación de unidades sanitarias (lavamanos, sanitarios y/o orinales)</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, RAS, Normas AMB - EMPAS, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 10 días	Fecha de inicio: 13 de abril de 2018	Fecha de finalización: 24 de abril de 2018
Predecesora: <u>Instalación de gabinetes y siamesas SCI (FC)</u>	Valor Estimado Costo Directo: \$21,772,145.32	
Id 11.1	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Placa de concreto</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, NSR-10, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 30 días	Fecha de inicio: 14 de abril de 2018	Fecha de finalización: 18 de mayo de 2018
Predecesora: <u>Mampostería Piso 2 (FC + 2 días)</u> <u>Instalación de tubería y accesorios tramos enterrados (FC + 19 días)</u> <u>Banco de ductos externos (FC + 11 días)</u>	Valor Estimado Costo Directo: \$45,786,577.68	
Id 11.2	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Canales</u>		
Criterio de aceptación: <u>Diseños, especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 5 días	Fecha de inicio: 19 de mayo de 2018	Fecha de finalización: 24 de mayo de 2018
Predecesora:	Valor Estimado Costo Directo: \$8,079,984.30	
Id 12.1	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Aseo y limpieza</u>		
Criterio de aceptación: <u>Especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo ambiental</u>		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 25 días	Fecha de inicio: 16 de abril de 2018	Fecha de finalización: 14 de mayo de 2018
Predecesora: <u>Placa de concreto (CC + 1 día)</u>	Valor Estimado Costo Directo: \$31,363,514.59	
Id 12.2	Fecha última versión 30-05-2017	Responsable Residente de Obra
Actividad: <u>Recolección, cargue y transporte de escombros</u>		
Criterio de aceptación: <u>Especificaciones, licencia de construcción, plan de calidad y manejo</u>		

ambiental		
Entregables:		
Recursos:		
Duración: 11 días	Fecha de inicio: 15 de mayo de 2018	Fecha de finalización: 26 de mayo de 2018
Predecesora: Aseo y limpieza (FC)	Valor Estimado Costo Directo: \$13,441,506.25	

7.2 PLAN DETALLADO DE TRABAJO

El Plan Detallado de Trabajo (PDT), se realizó en función de los rendimientos estimados para la ejecución de cada uno de los entregables acordados y del proceso constructivo definido entre los responsables de la ejecución de la obra.

Figura 8. Información del Plan Detallado de Trabajo (PDT)

.	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
0	PROGRAMACIÓN INSTITUCIÓN EDUCATIVA Vr 02	256 días	lun 31/07/17	sáb 26/05/18
1	INICIO	0 días	lun 31/07/17	lun 31/07/17
2	PRELIMINARES	16 días	lun 31/07/17	jue 17/08/17
2.1	Cerramiento	8 días	lun 31/07/17	mar 08/08/17
2.2	Campamento	9 días	mar 08/08/17	jue 17/08/17
3	CIMENTACION	46 días	vie 18/08/17	mar 10/10/17
3.1	Bloque 1	31 días	vie 18/08/17	vie 22/09/17
3.2	Bloque 2-3	37 días	lun 28/08/17	lun 09/10/17
3.3	Bloque 4	15 días	sáb 23/09/17	mar 10/10/17
4	ESTRUCTURAS	128 días	sáb 23/09/17	mié 21/02/18
4.1	Bloque 1	72 días	sáb 23/09/17	vie 15/12/17
4.2	Bloque 2-3	75 días	mié 11/10/17	lun 08/01/18
4.3	Bloque 4	26 días	sáb 16/12/17	mié 17/01/18
4.4	Escaleras	30 días	mar 09/01/18	lun 12/02/18
4.5	Tanque	30 días	jue 18/01/18	mié 21/02/18
5	CUBIERTAS	104 días	lun 16/10/17	jue

.	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
				15/02/18
5.1	Prefabricación	35 días	lun 16/10/17	vie 24/11/17
5.2	Bloque 1	20 días	lun 18/12/17	jue 11/01/18
5.3	Bloque 2-3	30 días	vie 12/01/18	jue 15/02/18
6	MAMPOSTERIA	112 días	sáb 16/12/17	vie 27/04/18
6.1	Piso 1	59 días	sáb 16/12/17	sáb 24/02/18
6.2	Piso 2	32 días	lun 26/02/18	mar 03/04/18
6.3	Piso 3	21 días	mié 04/04/18	vie 27/04/18
7	REDES HIDROSANITARIAS Y GAS	133 días	lun 04/12/17	mié 09/05/18
7.1	Instalación de tubería y accesorios en estructura (Parte 1)	11 días	lun 04/12/17	vie 15/12/17
7.2	Instalación de tubería y accesorios en estructura (Parte 2)	15 días	mar 19/12/17	sáb 06/01/18
7.3	Instalación de tubería y accesorios en estructura (Parte 3)	6 días	mar 09/01/18	lun 15/01/18
7.4	Instalación de tubería y accesorios tramos enterrados	27 días	mar 20/02/18	jue 22/03/18
7.5	Instalación de tubería y accesorios red de gas	23 días	mar 16/01/18	sáb 10/02/18
7.6	Pruebas	9 días	lun 30/04/18	mié 09/05/18
8	REDES ELECTRICAS VOZ Y DATOS	141 días	mar 12/12/17	sáb 26/05/18
8.1	Instalación de tubería en estructura (Parte 1)	4 días	mar 12/12/17	vie 15/12/17
8.2	Instalación de tubería en estructura (Parte 2)	4 días	mar 02/01/18	vie 05/01/18
8.3	Instalación de tubería en estructura (Parte 3)	3 días	vie 12/01/18	lun 15/01/18
8.4	Instalación de tubería en estructura (Parte 4)	5 días	sáb 17/02/18	jue 22/02/18
8.5	Instalación de tubería en estructura (Parte 5)	5 días	mar 27/03/18	sáb 31/03/18
8.6	Instalación de tubería en estructura (Parte 6)	4 días	sáb 21/04/18	mié 25/04/18
8.7	Bancos de ductos externos	17 días	lun 02/04/18	vie 20/04/18
8.8	Instalación de cableado	25 días	lun 02/04/18	lun 30/04/18
8.9	Instalación de tubería tableros, aparatos y equipos	84 días	mar 30/01/18	lun 07/05/18
8.10	Pruebas y certificación	17 días	mar 08/05/18	sáb 26/05/18
9	PISOS Y ENCHAPES	136 días	lun 18/12/17	sáb 26/05/18

.	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
9.1	Piso 1	94 días	lun 18/12/17	sáb 07/04/18
9.2	Piso 2	55 días	mié 24/01/18	mié 28/03/18
9.3	Piso 3	42 días	lun 09/04/18	sáb 26/05/18
10	CARPINTERIAS Y DIVISIONES	72 días	lun 26/02/18	sáb 19/05/18
10.1	Instalación de puertas y divisiones	24 días	lun 26/03/18	sáb 21/04/18
10.2	Instalación de ventanas, celosías y cortasoles	24 días	lun 26/02/18	sáb 24/03/18
10.3	Instalación de barandas y pasamanos	24 días	lun 23/04/18	sáb 19/05/18
11	APARATOS HIDROSANITARIOS Y ACCESORIOS	26 días	lun 26/03/18	mar 24/04/18
11.1	Instalaciones equipos del cuarto de bombas	8 días	lun 26/03/18	mar 03/04/18
11.2	Instalación de Gabinetes y siamesas SCI	8 días	mié 04/04/18	jue 12/04/18
11.3	Instalación de unidades sanitarias (lavamanos, sanitario y/o orinal)	10 días	vie 13/04/18	mar 24/04/18
12	OBRAS EXTERIORES	35 días	sáb 14/04/18	jue 24/05/18
12.1	Placa de concreto	30 días	sáb 14/04/18	vie 18/05/18
12.2	Canales	5 días	sáb 19/05/18	jue 24/05/18
13	RECOLECCIÓN DE ESCOMBROS, ASEO Y LIMPIEZA	36 días	lun 16/04/18	sáb 26/05/18
13.1	Aseo y limpieza	25 días	lun 16/04/18	lun 14/05/18
13.2	Recolección, cargue y transporte de escombros	11 días	mar 15/05/18	sáb 26/05/18
14	FINALIZACIÓN	0 días	sáb 26/05/18	sáb 26/05/18

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo B se adjunta el PDT del proyecto en Microsoft Project Professional 2010

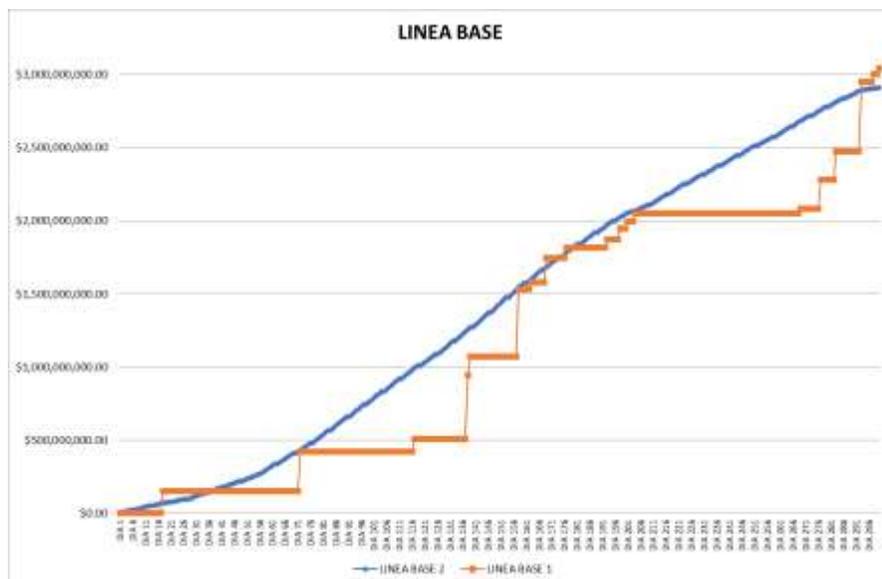
7.3 LÍNEAS BASES

Las condiciones particulares de un contrato a PRECIO GLOBAL FIJO, determinaron la necesidad, para llevar a cabo un seguimiento durante la etapa de ejecución en pro de controlar que los costos directos no sobrepasen el valor a recibir en contraprestación por la realización de cada uno de los entregable, por tal razón se implementaran dos líneas bases.

Vale la pena recordar, que bajo esta modalidad de contrato, el valor ganado durante la ejecución será igual al valor planificado y no se contempla el pago adicional por mayor obra ejecutada.

De tal forma la primera línea base toma los valores contractuales, del costo directo, que el contratante pagara por cada entregable en función de la fecha en que se culmina su ejecución y la segunda línea base consiste en los Costos Directos Reales Estimados, por entregable, durante la planificación, los cuales fueron prorrateados uniformemente de acuerdo a su duración.

Figura 9. Líneas Bases



Fuente: Elaboración propia

7.4 RECOLECCIÓN DE LOS DATOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA DE VALOR GANADO

Durante el proceso de planificación del caso en estudio, se determinó que durante la ejecución del proyecto se implementará el siguiente formato para recolectar semanalmente la información necesaria para aplicar correctamente la técnica del Valor Ganado.

Se seleccionó la semana como periodo con que se obtendrá la información porque la duración de la obra es menor a un año, como gerentes de proyectos debemos contar con un buen número de oportunidades para evaluar el desempeño del proyecto con el fin de poder tomar decisiones oportunas que permita al final de la ejecución cumplir con las expectativas de plazo, costo y alcance

Por tal razón, el Ingeniero Residente diligenciará quincenalmente el siguiente formato, por cada entregable:

Tabla 18. Formato Reporte 1

(LOGO DE LA EMPRESA)	(NOMBRE DE LA EMPRESA)		FO-XXX		
	(OBJETO DEL CONTRATO)		VERSIÓN 01		
FECHA DEL REPORTE DIA / MES / AÑO	ENTREGABLE <i>ESTRUCTURAS</i>		INFORME No. _____		
FECHA DE INICIO DEL ENTREGABLE <i>23 DE SEPTIEMBRE DE 2017</i>	FECHA DE FINALIZACIÓN DEL ENTREGABLE <i>21 DE FEBRERO DE 2018</i>		DÍAS LABORABLES 128		
			DÍAS FALTANTES _____		
CONTROL DE MATERIALES CRITICOS					
MATERIALES	UND	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD PERIODO	CANTIDAD ACUMULADA	PORCENTAJE CONSUMIDO
Concreto de 4.000 psi (Premezclado)	m ³	660.78			
Acero de fy = 420 Mpa	Kg	91,321.13			
Concreto de 4.000 psi (Impermeabilizado)	m ³	15.43			

(LOGO DE LA EMPRESA)	(NOMBRE DE LA EMPRESA)	FO-XXX		
	(OBJETO DEL CONTRATO)	VERSIÓN 01		
FECHA DEL REPORTE DIA / MES / AÑO	ENTREGABLE <u>ESTRUCTURAS</u>	INFORME No. _____		
CONTROL HORAS HOMBRE				
HORAS HOMBRE DURANTE EL PERIODO				
NOMBRE	CARGO	HORAS LABORADAS	OBSERVACIONES	
HORAS HOMBRE DURANTE EL PERIODO				
NOMBRE	CARGO	HORAS LABORADAS	OBSERVACIONES	
HORAS HOMBRE ACUMULADAS POR CARGO				
CARGO	HORAS TOTALES A LABORAR	HORAS HOMBRE DURANTE EL PERIODO	HORAS ACUMULADAS	PORCENTAJE DE HORAS EMPLEADAS
Ayudante de Construcción	32,576			
Oficial	8,144			
Andamiero	1,864			
(FIRMA) _____ (NOMBRE INGENIERO RESIDENTE) ELABORÓ	(FIRMA) _____ (NOMBRE PROGRAMACIÓN Y CONTROL) PROCESÓ	(FIRMA) _____ (NOMBRE DIRECTOR DE OBRA) AVALO		

De igual forma, el Ingeniero Residente aprovechando la inmediatez del correo electrónico y/o el uso de nuevas aplicaciones de mensajería instantánea, será el responsable de enviar con prontitud los formatos de seguimiento para que la información recopilada sea procesada por el Ingeniero de Control y Programación, quien calculara el costo real directo (AC) y de acuerdo al avance de obra en cada uno de los entregables, se calculara el valor ganado quincenalmente y de igual forma se procederá a calcular los demás indicadores expuestos en el capítulo 3 del presente documento.

El siguiente es el modelo de la manera como se presentará la información procesada

Tabla 19. Formato de Reporte 2

(LOGO DE LA EMPRESA)	(NOMBRE DE LA EMPRESA)		FSC-XXX				
	(OBJETO DEL CONTRATO)		VERSIÓN 01				
FECHA DEL REPORTE DIA / MES / AÑO	ENTREGABLE <u>ESTRUCTURAS</u>		INFORME No.				
FECHA DE INICIO DEL ENTREGABLE <u>23 DE SEPTIEMBRE DE 2017</u>	FECHA DE FINALIZACIÓN DEL ENTREGABLE <u>21 DE FEBRERO DE 2018</u>		DÍAS LABORABLES <u>128</u>				
			DÍAS FALTANTES				
CÁLCULO DEL COSTO DE MATERIALES							
Costos materiales críticos							
MATERIALES	UN D	CANTIDAD TOTAL	VALOR UNIDAD	CANTIDAD PERIODO	VALOR PARCIAL PERIODO	CANTIDAD ACUMULADA	VALOR PARCIAL ACUMULADO
Concreto de 4.000 psi (Premezclado)	m ³	660.78	\$ 389,000.00				
Acero de fy = 420 Mpa	Kg	91,321.13	\$ 2,900.00				
Concreto de 4.000 psi (Impermeabilizado)	m ³	15.43	\$ 440,000.00				

(LOGO DE LA EMPRESA)	(NOMBRE DE LA EMPRESA)		FSC-XXX			
	(OBJETO DEL CONTRATO)		VERSIÓN 01			
FECHA DEL REPORTE DIA / MES / AÑO	ENTREGABLE <u>ESTRUCTURAS</u>		INFORME No.			
TOTALES PARA EL PRESENTE PERIODO MATERIALES CRITICOS						
Costo Real por concepto de materiales del periodo = TOTALES PARA EL PRESENTE PERIODO MATERIALES CRITICOS / %VALOR MATERIALES CRITICOS						
Costo Real por concepto de materiales del periodo = Costo Real por concepto de materiales acumulado hasta la fecha = Costo Real Acumulado periodo anterior + Costo Real por concepto de materiales del periodo						
CÁLCULO DEL COSTO DE LA MANO DE OBRA						
CARGO	HORAS TOTALES A LABORA R	VALOR HORA	HORAS HOMBRE DURANT E EL PERIOD O	VALOR PARCIA L PERIOD O	HORAS ACUMULADA S	VALOR PARCIAL ACUMULAD O
Ayudante de Construcció n	32,576	\$5,670.13				
Oficial	8,144	\$8,710.63				
Andamiero	1,864	\$13,281.6 3				
TOTALES PARA EL PRESENTE PERIODO MANO DE OBRA						
Costo Real por concepto de mano de obra = TOTALES PARA EL PRESENTE PERIODO MANO DE OBRA Costo Real por concepto de mano de obra acumulado hasta la fecha = Costo Real Acumulado periodo anterior + Costo Real por concepto de mano de obra del periodo						
(FIRMA) _____ (NOMBRE PROGRAMACIÓN Y CONTROL) ELABORÓ		(FIRMA) _____ (NOMBRE DIRECTOR DE OBRA) REVISÓ		(FIRMA) _____ (NOMBRE GERENTE DEL PROYECTO) APROBO		

Para la determinación del valor faltante con el cual se implementara la Técnica de Valor Ganado, se calculara el Costo Directo Real (AC) sumando el Costo Real por concepto de materiales, mano de obra y maquinaria y equipo (Ver numeral 5.3), sin olvidar que esta información debe ser veraz y precisa, además de estar al

tanto, de acuerdo a la experiencia, que no existe sincronía entre la información reportada de obra con la suministrada por el departamento contable del proyecto; por tal razón el responsable de realizar el proceso de **Control y Seguimiento**, tendrá en cuenta las siguientes premisas:

Costos Mano de Obra

- a) El reporte de horas laboradas durante la quincena deberá ser entregado al departamento de recursos humanos los días 10 y 25 de cada mes, las horas extras que se presenten entre el día 11 al día 15 y del día 26 al día 30 de cada mes, serán registradas en la planilla de la siguiente quincena.
- b) Quincenalmente el departamento contable entregara el costo real a pagar por concepto de nómina del personal de roll, incluyendo el valor a pagar por concepto de seguridad social y el monto a reservar para el pago de liquidaciones.
- c) La sumatoria del valor calculado por el concepto de mano de obra, por cada uno de los entregables, conforme a los reportes de campo de las horas hombre por cada cargo; debe ser similar al suministrado por el departamento contable, y se aceptara una variación de más o menos el 2%.
- d) Comprobada la variación, se tomara la información contable, la cual se repartirá ponderadamente por cada entregable, y será utilizada en la determinación del Costo Directo Real (AC).
- e) Si la variación supera el 2%, por exceso o por defecto, se tomara como verdadera la información aportada por el departamento contable, adicionalmente se revisara la información reportada de obra junto con el responsable de su elaboración hasta encontrar el error.

Costos Materiales

- a) Basados en el reporte de obra de la cantidad de materiales críticos consumidos, se calculara el costo por materiales conforme al precio de lista.

- b) El responsable de las compras realizara el cálculo de la cantidad teórica consumida en obra cruzando las cantidades de materiales críticos registradas en las órdenes de compra y el reporte de inventario de almacén, valga aclarar que la fecha del inventario debe coincidir con el reporte del Ingeniero Residente. Si comparamos la cantidad teórica consumida en obra calculada con la cantidad consumida y reportada en el informe de obra, esta última no podría ser mayor; se espera que su valor sea aproximadamente igual y se aceptan valores menores siempre y cuando no sobrepase el porcentaje definido como desperdicio.
- c) Si la cantidad reportada del material critico supera el porcentaje de desperdicio, el residente de obra debe presentar un informe donde exponga cuanto material fue rechazado por no cumplir las especificaciones y cuanto fue la cantidad de desperdicio real, además deberá documentar las razones por las que se presentó el mayor consumo.
- d) Se verificara que el porcentaje de incidencia del costo de los materiales críticos con respecto al total calculado y registrado por cada hito, conserve las proporciones consignadas en el Anexo A del presente documento; de no ser así, el responsable de las compras deberá:
- Identificar el material o los materiales cuyo consumo supera el valor calculado durante el proceso de Planeación.
 - Comprobar si el proveedor incremento los precios de lista pactados.
 - Revisar si se dentro de las compras se registran nuevos materiales que no fueron tenidos en cuenta durante el proceso de Planeación.
- e) Se tomara el valor que resulte de multiplicar el precio de lista con la cantidad reportada en obra para ser utilizada en la determinación del Costo Directo Real (AC).
- f) Los sobrecostos por mal uso de los materiales o por hurto no serán incluidos en los costos directos del proyecto.

Costos Maquinaria y Equipos

- a) Quincenalmente y conforme a las órdenes de alquiler, el responsable de las compras calculara el valor por el concepto del uso de la maquinaria y los equipos durante el periodo, valor que resulta de multiplicar la tarifa de alquiler, la cantidad y el tiempo en que se usó; la cifra resultante se incluirá en la determinación del Costo Directo Real (AC).

En el Anexo C se presenta la tabla en que se tabulara la anterior información y los cálculos que se deriven de estos valores.

8. CONCLUSIONES

Parte del proceso de planificación del proyecto que se escogió como caso de estudio y que fue contratado bajo la modalidad de PRECIO GLOBAL FIJO, se estructuró buscando la implementación de la Técnica del Valor Ganado recomendada por el **Project Management Institute PMI** y expuesta en LA GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (Guía del PMBOK®) – Quinta edición; permitiendo a las profesionales involucrados y responsables del desarrollo de la obra comprender como se realizara la evaluación del desempeño de la misma y a su vez detectar con anticipación que información resulta relevante para la cuantificación de los costos reales durante la ejecución.

Una vez revisada la información obtenida durante la estimación de costo directo real, se concluyó que la implementación de la metodología de VALOR GANADO tendrá dos escenarios, el primero enfocado a dar cumplimiento a lo pactado en el contrato y que resulta relevante para el contratante en lo que concierne al cumplimiento en la ejecución de cada uno de los entregables conforme a los plazos estipulados, el segundo escenario de interés para el contratista porque compara los costos directos reales durante la ejecución con los costos directos reales estimados durante el proceso de planificación, ya que la diferencia entre el valor del costo directo contractual versus el estimado es de tan solo el 4%.

La modalidad de Contrato a Precio Global Fijo, pacta entre las partes un único valor a cancelar por la ejecución total del objeto pactado durante un plazo establecido; por lo tanto, el ejecutor o contratista asumirá los costos de las obras adicionales que no se estimaron y/o previeron pero que si hacían parte de los diseños y del alcance suscrito.

Resulta importante para la toma de decisiones de los empresarios dedicados a participar en procesos de selección como licitaciones, donde la forma de pago de la obra a contratar corresponda a la modalidad de Precio Global Fijo, determinar los riesgos negativos que se pueden presentar, evaluar previamente la probabilidad y el impacto económico de su ocurrencia, con el fin de calcular si con el valor de la obra a presentar en la propuesta económica se podría ejecutar el proyecto mitigando los principales riesgos que puedan llegar a suceder.

En un contrato a Precio Global Fijo, los riesgos en gran proporción son asumidos por el contratista, por lo tanto, el valor a cancelar por parte del contratante debe ser mayor si lo confrontamos con el valor de un contrato bajo la modalidad de precios unitarios; por tal razón resulta fundamental tomar la decisión de participar o no en el proceso de selección porque la presentación de la oferta económica tácitamente implica conocer y aceptar las condiciones expuestas por la entidad contratante en los términos de referencia.

Si durante la ejecución del proyecto se presentan obras adicionales, necesarias para dar cumplimiento al ALCANCE pero que no fueron contempladas en los diseños o su incorporación se debió a condiciones no predecibles durante la planificación, es fundamental documentar detalladamente las razones por las cuales y de común acuerdo entre las partes (contratante y contratista) se aprueba su inclusión, porque dicha decisión implica modificar los COSTOS y el PLAZO de ejecución.

El proceso de planificación, particularmente para el caso de estudio, toma gran relevancia, porque permitirá garantizar la ejecución del proyecto dentro del plazo y los costos convenidos, acrecentando la probabilidad de éxito, adicionalmente incluir dentro de la planificación la elaboración de la estrategia para desarrollar la técnica de VALOR GANADO exige estimar previamente los costos de ejecución,

los cuales fueron calculados por cada entregable distribuidos en los siguientes tres grupos: materiales, mano de obra, equipos y herramienta

El éxito de la implementación correcta de la técnica de VALOR GANADO conforme a los lineamientos del **Project Management Institute PMI**, parte de la estimación con un alto grado de precisión de los costos directos de la obra, que para nuestro caso de estudio se efectuó por cada entregable definido por el contratante, posteriormente y previo al inicio de la ejecución de la obra se socializara con todos los profesionales responsables de la realización, seguimiento y control del proyecto la manera en que se proporcionara la información semanalmente, la cual debe ser veraz y precisa en lo correspondiente a las horas hombre invertidas durante la ejecución de cada entregable y el reporte de la cantidad consumida de materiales catalogados como críticos. Con estos datos podremos calcular los índices de rendimiento del cronograma y del costo, las correspondientes desviaciones y realizar los pronósticos referentes al costo final y el plazo real de ejecución.

BIBLIOGRAFÍA

COLOMBIA COMPRA EFICIENTE. Manual para la Identificación y Cobertura del Riesgo en los Procesos de Contratación. M-ICR-01.

CHAMOUN Yamal, Administración Profesional de Proyectos La Guía. México D.F., McGraw-Hill, 2002 - 268 páginas

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Técnica Colombiana NTC 4595. Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares. Segunda Actualización. Bogotá D.C.: ICONTEC, Editada 27 de Noviembre de 2015. 57 p. NTC 4595

PMI. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Guía del PMBOK® (Quinta edición). Newtown Square, Pensilvania: Project Management Institute, 2013.

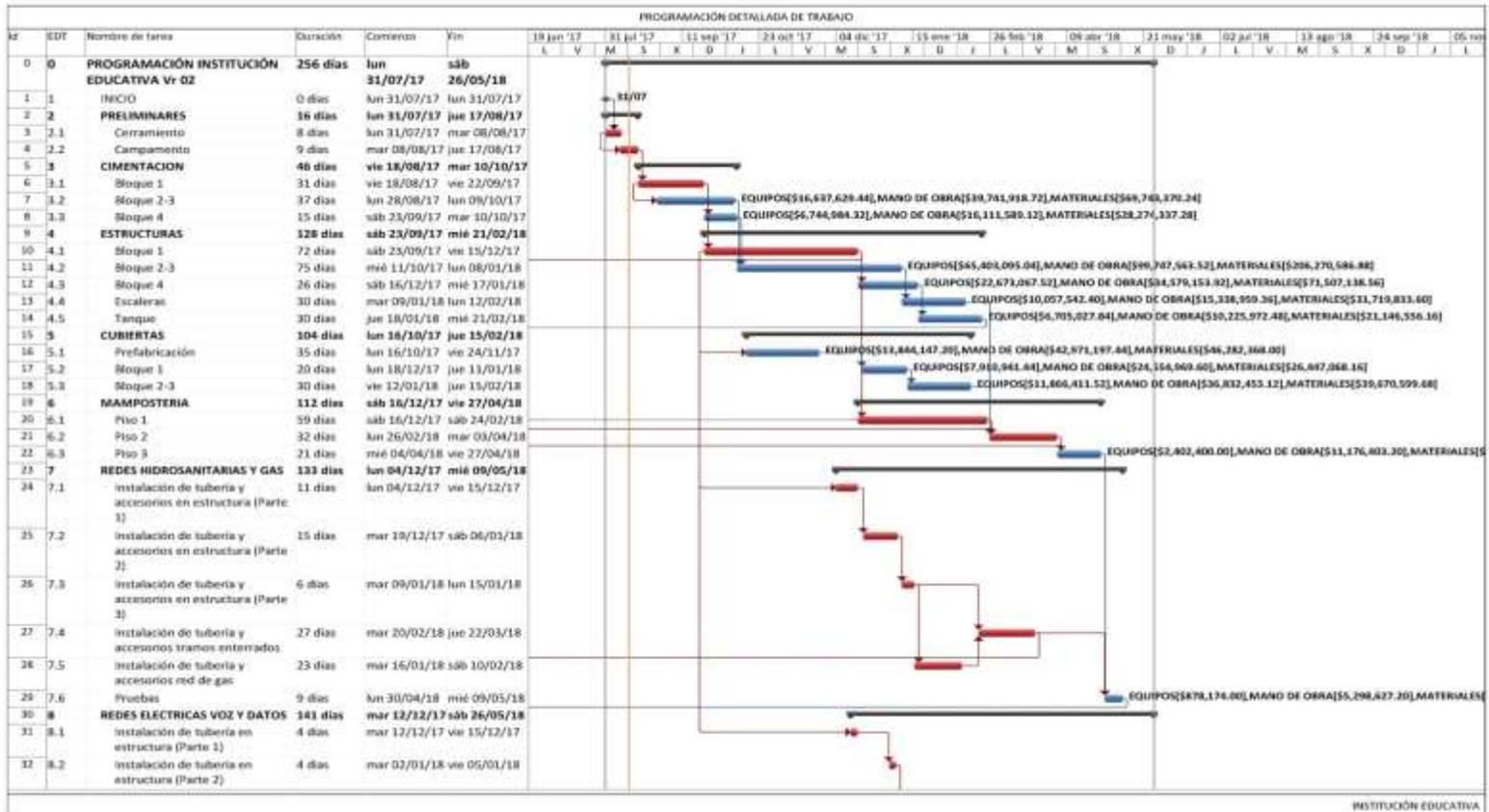
ANEXOS

ANEXO A. LISTADO DE MATERIALES REPRESENTATIVOS

**ANEXO 1
COSTO DE MATERIALES REPRESENTATIVOS DE CONSTRUCCIÓN**

ID.	ACTIVIDAD	MATERIAL SELECCIONADO POR PRINCIPIO DE PARETO	UND	CANTIDAD	PRECIO POR UNIDAD	VALOR PARCIAL	VALOR PARCIAL POR ENTREGABLE	PORCENTAJE DE INCIDENCIA POR ENTREGABLE
1	PRELIMINARES						\$ 7,306,041.89	
		Teja de zinc ondulada de 2,134 m x 0,80 m C 33	M ²	327.09	\$ 12,600.00	\$ 4,121,280.01		56.409%
		Tabla de Madera de 1" x 10" x 3.0 m	un	167.62	\$ 19,000.00	\$ 3,184,761.98		43.591%
2	CIMENTACION						\$ 152,692,368.00	
		Concreto de 4,000 psi (Premezclado)	M ³	195.21	\$ 389,000.00	\$ 75,936,690.00		49.732%
		Acero de Fy = 420 Mpa	kg	17722.02	\$ 2,900.00	\$ 51,353,858.00		33.668%
		Concreto de 2,500 psi (Premezclado)	M ³	76.85	\$ 330,000.00	\$ 25,361,820.00		16.610%
3	ESTRUCTURAS						\$ 528,663,894.10	
		Concreto de 4,000 psi (Premezclado)	M ³	660.78	\$ 389,000.00	\$ 257,043,420.00		48.621%
		Acero de Fy = 420 Mpa	kg	91321.13	\$ 2,900.00	\$ 264,831,274.10		50.094%
		Concreto de 4,000 psi (Impermeabilizado)	M ³	15.43	\$ 440,000.00	\$ 6,789,200.00		1.284%
4	CUBIERTAS						\$ 91,682,564.95	
		Teja en Lamina Galvanizada prepintada tipo Standing	M ²	866.03	\$ 38,135.00	\$ 33,026,054.05		36.022%
		Correas 2p-B-12	kg	8459.81	\$ 4,500.00	\$ 38,069,157.60		41.523%
		Vigas 2p-14-11	kg	3679.14	\$ 4,500.00	\$ 16,556,140.80		18.058%
		Lamina de Acero 1200mmX2400mmX3/8"	kg	536.93	\$ 4,500.00	\$ 2,415,162.50		2.635%
		Lamina de Acero 1200mmX2400mmX1/4"	kg	368.00	\$ 4,500.00	\$ 1,661,050.00		1.762%
5	MAMPOSTERIA						\$ 110,014,023.01	
		Ladrillo de arcilla con perforación vertical 29x7,5x12	un	94339.03	\$ 700.00	\$ 66,037,321.00		60.026%
		Cemento gris Bulto por 50 kilos	Bulto	1169.22	\$ 28,000.00	\$ 32,738,107.53		29.768%
		Acero de Fy = 420 Mpa	kg	3875.38	\$ 2,900.00	\$ 11,238,594.47		10.216%
6	REDES HIDROSANITARIAS Y GAS						\$ 22,355,822.53	
		Tubería 4" PVC C900 bajo tierra	m	41.98	\$ 80,974.96	\$ 3,399,004.92		15.204%
		Tubería 6" PVC C900 bajo tierra	m	76.04	\$ 134,270.00	\$ 10,210,293.81		45.872%
		Codo 4" 90° PVC C907 - UL-FM	un	12.00	\$ 331,723.00	\$ 3,980,676.00		17.806%
		Union Transición Tubería PVC - Acero Negro SCH10 4"	un	4.00	\$ 523,102.00	\$ 2,092,498.00		9.360%
		Cemento gris Bulto por 50 kilos	Bulto	95.48	\$ 28,000.00	\$ 2,673,440.00		11.969%
7	REDES ELECTRICAS VOZY DATOS						\$ 178,474,836.00	
		Cable 4/0 AWG 600V THHN / THWN	m	400.00	\$ 40,088.00	\$ 16,035,200.00		8.985%
		Tubería Conduit PVC Tipo Rígido Tipo Pesado Ø 1 1/2"	m	250.00	\$ 12,464.00	\$ 3,113,500.00		1.745%
		Cable De Cobre Desnudo 2/0 Awg	m	250.00	\$ 23,200.00	\$ 5,800,000.00		3.253%
		Tubería Conduit Pvc Tipo Rígido Ø 3/4"	m	4022.00	\$ 1,200.00	\$ 4,826,400.00		2.704%
		Tubería Conduit Tipo Emt De 3/4"	m	924.00	\$ 5,145.67	\$ 4,754,596.00		2.664%
		TABLERO PRINCIPAL DE DISTRIBUCION	UN	1.00	\$ 4,000,000.00	\$ 4,000,000.00		2.241%
		TABLERO TD1	un	5.00	\$ 1,500,000.00	\$ 7,500,000.00		4.202%
		Cable 4 AWG 600V THHN / THWN	m	440.00	\$ 5,200.00	\$ 2,288,000.00		1.282%
		Cable 8 AWG 600V THHN / THWN	m	750.00	\$ 3,480.00	\$ 2,610,000.00		1.462%
		Cable 12 AWG 600V THHN / THWN	m	9616.00	\$ 790.00	\$ 7,596,640.00		4.256%
		Punta captadora convencional varilla solida de aluminio de 60 cm con diametro de 16 mm	un	20.00	\$ 150,000.00	\$ 3,000,000.00		1.681%
		Luminaria hermética pandora led de 28 w, 120 v ac	un	15.00	\$ 248,500.00	\$ 3,727,500.00		2.089%
		Panel led tuscana 4ra 30 x120 40 w, 120 vac	un	23.00	\$ 325,000.00	\$ 7,475,000.00		4.188%
		Panel led corvus 60 x 60 30 w 120 vac	un	245.00	\$ 350,000.00	\$ 85,750,000.00		48.046%
		Bañadora 2x54 w tipo pared sobreponer	un	30.00	\$ 127,600.00	\$ 3,828,000.00		2.145%
		Bala led cetus op 13 w 4"	un	87.00	\$ 150,000.00	\$ 13,050,000.00		7.312%
		SENSOR ULTRASONICO INFRARROJO MONTAJE EN TECHO 360 GRADOS AREA CUBRIMIENTO 186M CUADRADOS TECNOLOGIA DIGITAL 24 VDC BLANCO, LEVITON REF: OSC20-MOW o similar	un	12.00	\$ 260,000.00	\$ 3,120,000.00		1.748%
8	PISOS Y ENCHAPES						\$ 113,649,700.35	
		Pegador Cerámico Corona o Similar	kg	21755.8192	\$ 1,200.00	\$ 26,106,983.04		22.971%
		Cerámica blanca de 25 x 35	M ²	227.66	\$ 19,500.00	\$ 4,439,175.00		3.908%
		TABLON EN GRES TRADICIONAL SAHARA 30X30	M ²	2245.7018	\$ 21,996.00	\$ 49,396,456.79		43.464%
		PISO FORTALEZA NEGRO/BLANCO 33.8X33.8 CAJA 1.60MT	M ²	164.93	\$ 31,504.00	\$ 5,195,954.72		4.572%
		Cemento gris Bulto por 50 kilos	Bulto	825.15	\$ 28,000.00	\$ 23,104,280.00		20.329%
		Vinilo Arquitectonico de alto tráfico de espesor 2 mm color plano gris o similar	M ²	80.70	\$ 67,000.00	\$ 5,406,900.00		4.758%
9	CARPINTERIAS Y DIVISIONES						\$ 210,688,580.00	
		TIPO V1 (Ventanas en Aluminio Angulo 50-20 Vidrio e=5mm (2-22x3.80))	m2	362.75	\$ 210,000.00	\$ 76,177,080.00		36.156%
		R1 -Modulo de Cerramiento aulas vano de circulación 3.85x2.25mts, en platina de 1 1/2" x 1/8", y varilla redonda de 3/4" lisa, elementos metalicos pintados con imprimante mas esmalte para exteriores	m2	93.17	\$ 225,000.00	\$ 20,963,250.00		9.950%
		CS01 - elemento liviano fabricado en aluzinc, de 3.80X1.00mts acabado perforado o liso en color en aluminio anodizado natural, con bordes curvos asegurados a la estructura propia de 1.00m en bahiolas de aluminio 3" x 1.12" y 4.125" x 1.12"	m2	155.80	\$ 225,000.00	\$ 35,055,000.00		16.638%
		Pasamanos en Tubo Metalico segun detalle Arquitectonico	m	313.97	\$ 260,000.00	\$ 78,493,250.00		37.256%
10	APARATOS HIDROSANITARIOS Y ACCESORIOS						\$ 26,950,800.00	
		Equipo de Bombeo HDB- Ø 55.02 gpm	un	2.00	\$ 10,500,000.00	\$ 21,000,000.00		77.920%
		Sanitario de Tanque Tipo Institucional con Acoples	un	19.00	\$ 313,200.00	\$ 5,950,800.00		22.080%
11	OBRAS EXTERIORES						\$ 35,532,531.09	
		Base Granular	M ³	108.00	\$ 70,000.00	\$ 7,560,000.00		21.276%
		Concreto de 4,000 psi (Premezclado)	M ³	54.00	\$ 389,000.00	\$ 21,006,000.00		59.111%
		Acero de Fy = 420 Mpa	kg	2402.25	\$ 2,900.00	\$ 6,966,531.09		19.608%
12	RECOLECCION DE ESCOMBROS, ASEO Y LIMPIEZA						\$ -	

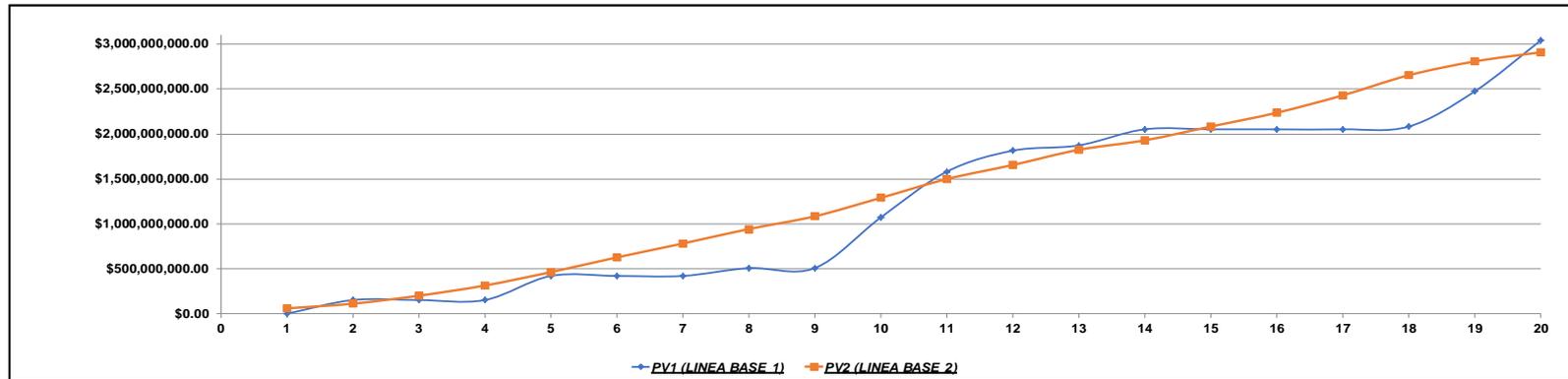
ANEXO B. PROGRAMACIÓN DETALLADA DE TRABAJO



PROGRAMACIÓN DETALLADA DE TRABAJO						19 jun '17 - 05 nov '18																												
ID	EOT	Nombre de tareas	Duración	Comienzo	Fin	L	V	M	S	X	D	J	L	V	M	S	X	D	J	L	V	M	S	X	D	J	L	V	M	S	X	D	J	L
33	8.3	Instalación de tubería en estructura (Parte 3)	3 días	vie 12/01/18	lun 15/01/18																													
34	8.4	Instalación de tubería en estructura (Parte 4)	5 días	sáb 17/02/18	jue 22/02/18																													
35	8.5	Instalación de tubería en estructura (Parte 5)	5 días	mar 27/03/18	sáb 31/03/18																													
36	8.6	Instalación de tubería en estructura (Parte 6)	4 días	sáb 21/04/18	mié 25/04/18																													
37	8.7	Bancos de ductos externos	17 días	lun 02/04/18	vie 20/04/18																													
38	8.8	Instalación de cableado	25 días	lun 02/04/18	lun 30/04/18																													
39	8.9	Instalación de tubería tableros, aparatos y equipos	84 días	mar 30/01/18	lun 07/05/18																													
40	8.10	Pruebas y certificación	17 días	mar 08/05/18	sáb 26/05/18																													
41	9	PISOS Y ENCHAPES	136 días	lun 18/12/17	sáb 26/05/18																													
42	9.1	Piso 1	94 días	lun 18/12/17	sáb 07/04/18																													
43	9.2	Piso 2	55 días	mié 24/01/18	mié 28/03/18																													
44	9.3	Piso 3	42 días	lun 09/04/18	sáb 26/05/18																													
45	10	CARPINTERÍAS Y DIVISIONES	72 días	lun 26/02/18	sáb 19/05/18																													
46	10.1	Instalación de puertas y divisiones	24 días	lun 26/03/18	sáb 21/04/18																													
47	10.2	Instalación de ventanas, celosías y cortasoles	24 días	lun 26/02/18	sáb 24/03/18																													
48	10.3	Instalación de barandas y pasamanos	24 días	lun 23/04/18	sáb 19/05/18																													
49	11	APARATOS HIDROSANITARIOS Y ACCESORIOS	26 días	lun 26/03/18	mar 24/04/18																													
50	11.1	Instalaciones equipos del cuarto de bombas	8 días	lun 26/03/18	mar 03/04/18																													
51	11.2	Instalación de Gabinetes y sifones SCI	8 días	mié 04/04/18	jue 12/04/18																													
52	11.3	Instalación de unidades sanitarias (lavamanos, sanitario y/o orinal)	10 días	vie 13/04/18	mar 24/04/18																													
53	12	OBRAS EXTERIORES	35 días	sáb 14/04/18	jue 24/05/18																													
54	12.1	Placa de concreto	30 días	sáb 14/04/18	vie 18/05/18																													
55	12.2	Canales	5 días	sáb 19/05/18	jue 24/05/18																													
56	13	RECOLECCIÓN DE ESCOMBROS, ASEO Y LIMPIEZA	36 días	lun 16/04/18	sáb 26/05/18																													
57	13.1	Aseo y limpieza	25 días	lun 16/04/18	lun 14/05/18																													
58	13.2	Recolección, cargue y transporte de escombros	11 días	mar 15/05/18	sáb 26/05/18																													
59	14	FINALIZACIÓN	0 días	sáb 26/05/18	sáb 26/05/18																													

ANEXO C. CUADRO RESUMEN PARA LA CUANTIFICACIÓN DE DATOS RELEVANTES DE LA TÉCNICA VALOR GANADO

CUADRO CONTROL PROYECTO (Versión 1)



PARAMETROS E INDICADORES	INFORME 1	INFORME 2	INFORME 3	INFORME 4	INFORME 5	INFORME 6	INFORME 7	INFORME 8	INFORME 9	INFORME 10	INFORME 11	INFORME 12	INFORME 13	INFORME 14	INFORME 15	INFORME 16	INFORME 17	INFORME 18	INFORME 19	INFORME 20		
	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 75	Día 90	Día 105	Día 120	Día 135	Día 150	Día 165	Día 180	Día 195	Día 210	Día 225	Día 240	Día 255	Día 270	Día 285	Día 300		
PV1 (LINEA BASE 1)	\$0.00	\$152,014,998.75	\$152,014,998.75	\$152,014,998.75	\$420,169,456.50	\$420,169,456.50	\$420,169,456.50	\$507,428,065.83	\$507,428,065.83	\$1,070,521,541.89	\$1,580,593,448.40	\$1,814,591,838.96	\$1,873,436,644.97	\$2,052,202,483.13	\$2,052,202,483.13	\$2,052,202,483.13	\$2,052,202,483.13	\$2,052,202,483.13	\$2,052,202,483.13	\$2,052,202,483.13	\$2,052,202,483.13	
PV2 (LINEA BASE 2)	\$50,682,700.19	\$111,784,235.82	\$200,331,192.40	\$315,719,486.74	\$462,474,128.50	\$620,761,282.20	\$780,983,869.63	\$942,145,374.93	\$1,084,210,696.23	\$1,269,361,483.40	\$1,498,582,858.30	\$1,854,388,754.81	\$1,824,961,718.42	\$1,929,631,879.37	\$2,082,765,314.58	\$2,236,366,360.20	\$2,429,731,855.32	\$2,652,605,462.88	\$2,914,588,059.67	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	
EV																						
Costo Directo																						
Costo Directo																						
AC	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	
Variación del Cronograma (SV1) = EV - PV1	\$0.00	\$152,014,998.75	\$152,014,998.75	\$152,014,998.75	\$420,169,456.50	\$420,169,456.50	\$420,169,456.50	\$507,428,065.83	\$507,428,065.83	\$1,070,521,541.89	\$1,580,593,448.40	\$1,814,591,838.96	\$1,873,436,644.97	\$2,052,202,483.13	\$2,052,202,483.13	\$2,052,202,483.13	\$2,052,202,483.13	\$2,052,202,483.13	\$2,052,202,483.13	\$2,052,202,483.13	\$2,052,202,483.13	
Variación del Cronograma (SV2) = EV - PV2	\$50,682,700.19	\$111,784,235.82	\$200,331,192.40	\$315,719,486.74	\$462,474,128.50	\$620,761,282.20	\$780,983,869.63	\$942,145,374.93	\$1,084,210,696.23	\$1,269,361,483.40	\$1,498,582,858.30	\$1,854,388,754.81	\$1,824,961,718.42	\$1,929,631,879.37	\$2,082,765,314.58	\$2,236,366,360.20	\$2,429,731,855.32	\$2,652,605,462.88	\$2,914,588,059.67	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	
Variación %SV1 = SV1/PV1	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	
Variación %SV2 = SV2/PV2	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	
Variación del Costo CV = EV - AC	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	
Variación %CV = CVEV																						
BAC 1	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	\$3,040,299,975.01	
BAC 2	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	\$2,969,479,960.91	
NPV1 = PV1/BAC1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NPV2 = PV2/BAC2	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.22	0.27	0.32	0.37	0.44	0.52	0.57	0.63	0.66	0.72	0.77	0.84	0.91	0.96	1.00	1.00	
NEV1 = EV/BAC1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NEV2 = EV/BAC2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NAC1 = AC/BAC1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NAC2 = AC/BAC2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Índice de Rend. del Cronograma SPI1 = EV/PV1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Índice de Rend. del Cronograma SPI2 = EV/PV2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Índice de Rend. del Costo CPI = EV/AC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Índice de Rend. hasta Concluir TCPI1 = (BAC1 - EV) / (BAC1 - AC)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Índice de Rend. hasta Concluir TCPI2 = (BAC2 - EV) / (BAC2 - AC)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Índice Costo - Programación CSI1 = CPI x SPI1																						
Índice Costo - Programación CSI2 = CPI x SPI2																						

