

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



SUPERVISIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LAS CENTRALES HIDROELECTRICAS
OCHO DE AGOSTO Y EL CARMEN EN LA CUENCA DEL RÍO MONZÓN,
REGION HUÁNUCO

Trabajo de Suficiencia Profesional

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES MENCIÓN
CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

PRESENTADO POR:

ALEX PIZARRO GUZMAN

Tingo María – Perú

2023



ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL N° 094-2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Trabajo de Suficiencia Profesional, reunidos con fecha 04 de Julio de 2023, a horas 7:00 p.m. en la Sala de Sesiones de la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“SUPERVISIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LAS CENTRALES
HIDROELÉCTRICAS OCHO DE AGOSTO Y EL CARMEN EN LA CUENCA
DEL RÍO MONZÓN, REGIÓN HUÁNUCO”**

Presentado por el Bachiller: **PIZARRO GUZMAN, ALEX**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES, MENCIÓN: CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 27 de octubre de 2023

Dr. JOSÉ LÉVANO CRISÓSTOMO
PRESIDENTE

Dr. LADISLAO RUIZ RENGIFO
MIEMBRO

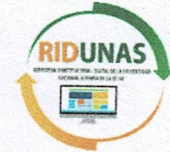
Dr. JOSÉ KALIÓN GUERRA LU
MIEMBRO

Ing. M. Sc. JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO
ASESOR





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS
Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 339 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua

Tipo de documento:

Tesis	Trabajo de Suficiencia Profesional	X
-------	------------------------------------	---

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
SUPERVISIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LAS CENTRALES HIDROELECTRICAS OCHO DE AGOSTO Y EL CARMEN EN LA CUENCA DEL RÍO MONZÓN, REGION HUÁNUCO	ALEX PIZARRO GUZMAN	20 % Veinte

Tingo María, 28 de diciembre de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCION DE GESTION DE LA INVESTIGACION
[Firma]
Dr. Tomas Menacho Mallqui
DIRECTOR

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

SUPERVISIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS
OCHO DE AGOSTO Y EL CARMEN EN LA CUENCA DEL RÍO MONZÓN, REGIÓN
HUÁNUCO

Autor : Pizarro Guzman, Alex

Asesor (es) : Ing. MSc. Rengifo Trigozo, Juan Pablo

Programa de investigación :

Línea de investigación :

Eje temático de investigación :

Lugar de ejecución : Cuenca del río Monzón, región Huánuco

Duración : 3 años

Financiamiento :

FEDU : No

Propio : Si

Otros : No

Tingo María – Perú

2023

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE
Y TESISTA

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad	:	Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad	:	Facultad de Recursos Naturales Renovables.
Título de tesis (trabajo de suficiencia profesional)	:	Supervisión en la ejecución de las centrales hidroeléctricas Ocho de Agosto y El Carmen en la cuenca del río Monzón, región Huánuco.
Autor	:	Pizarro Guzman, Alex.
Asesor de tesis	:	Ing. MSc. Rengifo Trigozo, Juan Pablo.
Escuela Profesional	:	Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua.
Programa de investigación	:	Gestión de cuencas hidrográficas
Línea(s) de investigación	:	Gestión de los recursos hidrológicos
Eje Temático	:	Estudio y evaluación de la gestión de recursos hídricos por cuencas hidrográficas.
Lugar de ejecución	:	Cuenca del río Monzón, región Huánuco.
Duración	:	3 años.
Financiamiento	:	FEDU : NO Propio : SI Otros : NO

Tingo María, Perú, diciembre 2023.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alex Pizarro Guzmán'.

Pizarro Guzmán, Alex
Tesista

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Juan Pablo Rengifo Trigozo'.

Ing. MSc. Rengifo Trigozo, Juan Pablo
Asesor

DEDICATORIA

A Alex y Gina mis padres, y hermana Melissa por su amor, paciencia y confianza. Por su apoyo incondicional en todo momento y darme la oportunidad de forjarme como profesional.

A mi esposa Keidy, mis hijos y familiares por su amor y apoyo constante y sincero durante mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme buena salud y fuerza para lograr uno de mis objetivos, y permitir que mis familiares sean partícipes en este logro.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva mi alma mater, por haberme formado como profesional.

A todos mis profesores de la facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quienes contribuyeron en mi formación académica.

A Ingeniero M. Sc. Juan Pablo Rengifo Trigozo asesor de la presente Trabajo de Suficiencia Profesional, por su aporte en la dirección para la redacción del documento final.

A los miembros del jurado, por haber contribuido con su valioso tiempo.

A todo el personal de las centrales hidroeléctricas 8 de Agosto y El Carmen.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron significativamente en la realización y culminación del presente informe de experiencia profesional.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. Estado del arte.....	2
2.1.1. Generación eléctrica en el Perú	2
2.1.2. Titular del proyecto de la C.H. 8 de Agosto y C.H. El Carmen	4
2.1.3. Evaluación de impacto ambiental	5
2.1.4. El caudal ecológico	5
2.2. Marco conceptual.....	8
2.2.1. Generación de la energía eléctrica	8
2.2.2. Tipos de centrales hidroeléctricas	9
2.2.3. Topografía.....	18
2.2.4. Geodesia.....	18
2.2.5. Diferencia entre topografía y geodesia	18
2.2.6. Importancia de la topografía y geodesia en la ingeniería	19
2.2.7. Forma de la Tierra.....	21
2.2.8. Sistemas de coordenadas	22
2.2.9. Instituto geográfico nacional – IGN: Clasificación de los puntos geodésicos	30
2.2.10. Poligonales.....	31
2.2.11. Transformación de coordenadas UTM a topográficas.....	31
2.2.12. Valorización de obras	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1. Ubicación de las C.H. 8 de Agosto y C.H. El Carmen.....	34
3.1.1. Ubicación política	34
3.1.2. Ubicación de las coordenadas UTM de los proyectos.....	34
3.1.3. Clima.....	35
3.1.4. Zona de vida.....	35
3.1.5. Fisiografía	35
3.1.6. Geología.....	35
3.1.7. Suelos.....	36

3.8.2. Valorización de los avances de obras de la central hidroeléctrica 8 de Agosto y El Carmen.....	61
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
4.1. Control de las estructuras hidráulicas de la central hidroeléctrica 8 de Agosto y El Carmen.....	62
4.1.1. Supervisión de obra de C.H. 8 de Agosto y C.H. El Carmen.....	62
4.1.2. Avance Físico por partidas hasta marzo del 2016 de la C.H. 8 de Agosto.....	66
4.2. Realizar la valorización de los avances de obras de la central hidroeléctrica 8 de agosto y El Carmen.....	72
4.2.1. Valorización y metrados de avance de C.H. 8 de Agosto.....	72
4.2.2. Costo Actualizado Obras a marzo 2016 – Valorización de C.H. 8 de Agosto	81
4.3. Avance Físico Por Partidas hasta marzo del 2016 de la C.H. El Carmen	81
4.3.1. Avances en accesos.....	81
4.3.2. Avances en Conducción GRP.....	82
4.3.3. Avance acumulado dados de anclaje (unidad).....	83
4.3.4. Avances de Captación.....	84
4.3.5. Avances tubería forzada.....	84
4.3.6. Avances casa de máquinas.....	85
4.3.7. Valorización y metrados de avance de C.H. El Carmen.....	85
4.3.8. Costo Construcción de C. H. El Carmen	92
V. CONCLUSIONES	93
VI. PROPUESTA A FUTURO	94
VII. REFERENCIAS	95
ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Producción de electricidad (GWh) a nivel nacional basado en el sistema y origen.....	2
2. Centrales hidroeléctricas similares en operación en el Perú.	3
3. Caudales Mensuales en Chaglla (m ³ /s)	8
4. Clasificación geomecánica de Bieniawski (RMR), clases de roca.	13
5. Puntos geodésicos de control de las centrales hidroeléctricas, distribuidos en campo.....	62
6. Puntos geodésicos secundarios y terciarios de C.H. 8 de Agosto.	63
7. Puntos geodésicos secundarios y terciarios de C.H. El Carmen.	65
8. Avance de accesos C.H. 8 de Agosto.	66
9. Conducción Instalación de tubería GRP, C.H. 8 de Agosto.....	67
10. Datos de anclaje ejecutados.....	68
11. Captación, avance de estructuras.....	69
12. Excavación de túnel C.H. 8 de Agosto.....	70
13. Excavación subterránea y revestimiento de concreto piso C.H. 8 de Agosto.	70
14. Excavación y sostenimiento de chimenea de equilibrio C.H. 8 de Agosto.....	71
15. Avances tubería forzada C.H. 8 de Agosto.	71
16. Avance de casa de máquinas C.H. 8 de Agosto.	72
17. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 01 a 04.02.09.	73
18. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 04.03 a 06.01.01.	74
19. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 06.02 a 06.02.02.10.	75
20. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 06.02.03 a 08.02.01.05.	76
21. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 09 a 11.01.04	77

22.	Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 11.02 a 11.03.03.	78
23.	Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 14 a 16.01.	78
24.	Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 12 a 13.13.	79
25.	Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 17.01 a 19.01.	80
26.	Costo de construcción de C.H. 8 de Agosto.	81
27.	Conducción Instalación de tubería GRP, C.H. El Carmen.	82
28.	Inventario de tubería GRP, C.H. El Carmen.	82
29.	Dados de anclaje ejecutados.	83
30.	Captación, avance de estructuras.	84
31.	Avances tubería forzada.	85
32.	Avance de casa de máquinas.	85
33.	Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. El Carmen: de partida 01 a 04.03.02.	86
34.	Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. El Carmen: de partida 06 a 08.03.01.	87
35.	Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. El Carmen: de partida 09 a 10.03.03.	88
36.	Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. El Carmen: de partida 11 a 12.08.	89
37.	Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. El Carmen: de partida 13 a 15.01.	89
38.	Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. El Carmen: de partida 16 a 16.25.	90
39.	Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. El Carmen: de partida 16.26 a 18.01.	91
40.	Costo de construcción de C.H. El Carmen.	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Producción de electricidad por origen en el Perú del 2022.....	4
2. Esquema de captación, toma, desarenador y cámara de carga C.H. 8 de Agosto.	12
3. Chimenea de equilibrio y sus componentes generales en una central.....	14
4. Vista en planta de casa de máquinas C.H. El Carmen.	15
5. Abaco de selección de turbinas de Hacker (2020).	16
6. Las tres superficies de la tierra (UNAVCO, 2021).	21
7. Levantamiento con equipo GNSS modo RTK. (EMLID, 2019).....	29
8. Sistema CORS, estación de rastreo permanente.	30
9. Clasificación de los puntos geodésicos IGN Perú.....	31
10. Mapa de ubicación de C.H. 8 de Agosto y C.H. El Carmen.	34
11. Organigrama del complejo hidroeléctrico C.H. 8 de Agosto, C.H. El Carmen.	38
12. Diagrama unifilar de línea de transmisión de la C.H. 8 de Agosto y C.H. El Carmen (OSINERGMIN, 2022).	45
13. Especificaciones técnicas de la tubería GRP, utilizadas en el complejo hidroeléctrico.....	46
14. Trazo y corte según diseño de acceso a captación de C.H. 8 DE Agosto, 3+370.....	100
15. Topógrafo de IESA, en portal de salida de túnel de C.H. 8 de Agosto.....	100
16. Cota de vértices y solado en casa de máquinas de C.H. El Carmen.	101
17. Instalación de tubo GRP 2+893 a 2+899 conducción de C.H. 8 de Agosto.	101
18. Trabajos en casa de máquinas de C.H. El Carmen.....	102
19. Verificaciones topográficas de solados (pañes intercalados) de tubería forzada; tramo 0+096,70 a 0+102,20, 0+107,70 a 0+132,20, 0+118,70 a 0+124,20; en C.H. El Carmen.	102

RESUMEN

El presente trabajo para la titulación por la modalidad de informe por Suficiencia Profesional, los objetivos fueron realizar la supervisión de las estructuras hidráulicas, metrado y valorización de los avances de obras de las centrales hidroeléctricas 8 de Agosto y El Carmen; ubicadas en la cuenca del río Monzón, región Huánuco. La metodología consistió en el replanteo de obras previo estudio del proyecto, planos, comprobación del terreno, verificación de poligonal primaria o geodésica, creación de poligonal secundaria, terciaria, de redes de nivelación geométrica de poligonales, replanteos de los ejes y establecimiento de áreas de influencia de las obras, control de construcción de accesos a los diferentes frentes de obra. El control de metrados y valorización de los avances de obras fueron a sumaalzada. Los resultados en el control de obras se realizaron exigiendo y siguiendo el expediente técnico de estos proyectos. La empresa DESSAU S&Z S.A. fue la encargada de supervisar y documentar el desarrollo completo del proyecto.

La empresa ejecutora SACYR Construcción S.A, utilizó equipos geodésicos y topográficos de alta gama y precisión (equipos geodésicos GNSS, estaciones totales y niveles automático) para la ejecución. Las ejecuciones de campo fueron supervisadas por la empresa supervisora DESSAU S&Z S.A. con equipos similares de alta gama y precisión (geodésicos GNSS TOPCON GR5 y topográficos estación total TOPCON GPT3105 y nivel automático TOPCON ATB4).

Palabras clave: Supervisión, valorización, geodesia, topografía, cuenca, central hidroeléctrica.

ABSTRACT

The present work for the qualification by the Professional Sufficiency report modality, the objectives were to supervise the hydraulic structures, metering and assessment of the progress of works of the 8 de Agosto and El Carmen hydroelectric plants; located in the Monzón River basin, Huánuco region. The methodology consisted of the layout of works after studying the project, plans, verification of the terrain, verification of primary or geodesic polygonal, creation of secondary and tertiary polygonal, geometric leveling networks of polygonals, layout of the axes and establishment of areas of influence of the works, construction control of access to the different work fronts. The control of meters and valuation of the progress of works were a lump sum. The results in the control of works were carried out by demanding and following the technical file of these projects. The company DESSAU S&Z S.A. was in charge of supervising and documenting the complete development of the project.

The executing company, SACYR Construction S.A, used high-end, high-precision geodetic and topographic equipment (GNSS geodetic equipment, total stations and automatic levels) for the execution. The field executions were supervised by the supervisory company DESSAU S&Z S.A. with similar high-end and precision equipment (TOPCON GR5 GNSS geodetic and TOPCON GPT3105 total station topographic and TOPCON ATB4 automatic level).

Keywords: Supervision, valorization, geodesy, topography, basin, hydroelectric plant.

I. INTRODUCCIÓN

El presente informe por suficiencia profesional contiene la experiencia profesional ganado en temas de topografía, geodesia y valorización de obra, en la empresa privada DESAAU S&Z S.A. dedicada a estudios, supervisión y ejecución de proyectos hidráulicos en el país.

El Perú cuenta con varias cuencas con potencial para producción de energía hidroeléctrica. Varias de estas cuencas en producción de energía, empleada en el desarrollo rural, urbano, comercial e industrial del país. En el 2022 la mayor parte de la producción de energía eléctrica en el Perú fue obtenida a partir de la energía hidráulica en un 50%, fuentes térmicas de quema de combustible en un 46%, otros (eólica y solar) en un 4% (MINEM,2022).

El diseño de un proyecto de una central hidroeléctrica, se realizan el estudio de la demanda, estudios socioeconómicos, estudio hidrológico con información de decenas de años, estudio de la cartografía, estudio geodésico, topográfico y geotécnico, que son necesarios para el diseño estructural de una central hidroeléctrica y, los estudios de impacto ambiental para calcular el impacto que causaría en el área influencia del proyecto y como mitigar estos daños.

La energía hidroeléctrica, se genera al aprovechar la fuerza cinética del agua para transformarla en energía eléctrica. Se construyen hidroeléctricas para aprovechar el máximo potencial del recurso renovable agua, energía limpia de emisiones.

En el informe por suficiencia profesional se muestran la problemática de la supervisión (geodesia, topografía y valorización) de la ejecución estructuras hidráulicas y su área de influencia de las centrales hidroeléctricas 8 de Agosto y el Carmen ubicadas en la cuenca del río Monzón. Gracias a la formación profesional brindada por la carrera de ingeniería en Recursos Naturales Renovables con mención en Conservación de Suelos y Agua, sirvieron para formar parte de este equipo de trabajo en la supervisión de la ejecución de estas dos centrales hidroeléctricas. Para ello se plantean los siguientes objetivos:

- Realizar la supervisión y control de las estructuras hidráulicas de las centrales hidroeléctricas 8 de Agosto y el Carmen
- Realizar el control de las valorizaciones de avance de obras de las centrales hidroeléctricas 8 de agosto y el Carmen.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Estado del arte

2.1.1. Generación eléctrica en el Perú

De acuerdo a los reportes obtenidos para el Perú, el balance de la energía eléctrica correspondiente al año 2022, muestra que el flujo recorrido desde el lugar donde se viene generando hasta su destino que es llega al público que lo consume. Para que se logre dicha acción, la electricidad tuvo que ser transportada por medio de los sistemas de transmisión y distribución.

En el país durante el año 2022, fue generado en total 59 713 GWh de electricidad, adicionalmente fue importado 32 GWh del país ecuatoriano. De la totalidad de energía producida en el Perú, el 97% (57 814 GWh) procedió de empresas que generan en el mercado eléctrico y solamente el 3% correspondía a empresas industriales generadoras de electricidad para ser consumidos por ellos mismos. Entre las empresas industriales que tienen más participación en generar electricidad se encuentran las empresas mineras y petroleras. Del total de electricidad total, el 1,4% fue utilizada en servicios auxiliares de las centrales eléctricas, el 11,1% se ha perdido durante el proceso de transmitir y distribuir, y solamente un 87,4% logró llegar a los consumidores finales. La energía que se generaron por empresas del mercado eléctrico, el 1,2% fue utilizado en los servicios auxiliares de las centrales eléctricas, el 11,3% se perdió, llegando solamente un 87,5% a los consumidores finales. En el caso de la energía que generan las empresas industriales, el 7,2% fue destinada a servicios auxiliares de sus centrales, se perdió el 5,8% y hubo un 87,1% utilizados para sus operaciones. En definitiva, la electricidad que se comercializó por empresas que generan y distribuyen a los consumidores finales alcanzó los 48 092 GWh, siendo distribuidos en un 18 410 GWh (38%) comercializado en el tipo de mercado regulado y un valor de 29 682 GWh (62%) que se comercializó en el tipo de mercado libre (MINEM, 2022).

Tabla 1. Producción de electricidad (GWh) a nivel nacional basado en el sistema y origen.

Origen de servicio	Hidráulicas	Térmicas	Solares	Eólicas	Total
Para mercado eléctrico	29 164	25 897	821	1 932	57 814 (97%)
Para uso privado	579	1 319	0	0	1 898 (3%)
Total	29 744 (50%)	27 216 (46%)	821 (1,4%)	1 932 (3,2%)	59 713

Fuente: MINEM (2022).

Tabla 2. Centrales hidroeléctricas similares en operación en el Perú.

Central hidroeléctrica	Ubicación	Cuenca	Potencia nominal (MW)	Tipo de central	Salto neto - salto bruto (m)	Caudal nominal (m ³ /s)	Nº/ Tipo turbina
8 de Agosto	Huánuco/ Monzón	Huamalies/ Aucantaguna	19,00	Fluyente	130,0 - 145,0	18,00	2/ Francis
El Carmen	Huánuco/ Monzón	Huamalies/ El Carmen	8,40	Fluyente	228,1 - 239,1	4,50	2/ Pelton
Chaglla	Huánuco/ Pachitea/ Chaglla	Huánuco, Chinchao	456,00	Embalce	336,00	132,79	3/ Francis
Cerro del Águila	Huancavelica/ Colcabamba	Tayacaja/ Mantaro	525,00	Embalce	295,00	210,48	3/ Francis
Cahua	Lima/ Cjatambo/ Manas	Pativilca	43,60	Pasada	215,00	22,00	1/ Francis
Charcani	Arequipa/ Cayma	Arequipa/ Chilli	9,00	Pasada	69,00	15,00	1/ Francis
Aricota I	Tacna/ Curibaya	Candarave/ Aricota	23,80	Hidráulica	617,00	2,30	1/ Pelton
Aricota II	Tacna/ Curibaya	Candarave/ Aricota	11,90	Hidráulica	311,00	4,60	1/ Pelton
Pachachaca	Junín/ Pachachaca	Yauli/ Yauli	9,00	Embalce	210,00	1,96	3/ Pelton
Oroya	Junín/ Junín/ Oroya	Yauli	9,00	Pasada	197,00	3,00	3/Pelton
Manta	Áncash/ Corongo	Corongo/ Mantaro	19,78	Pasada	392,0 - 407,5	6,00	2/ Pelton
Carhuac	Lima/ Hanza	Huarochiri/ Santa Eulalia	20,00	Pasada	120,3 - 159,4	15,00	2/ Francis
Ángel III	Puno/ Ollachea	Carabaya/ Chiamayo	19,90	En cascada	287,00	8,60	2/ Pelton
Ángel II	Puno/ Ollachea	Carabaya/ Chiamayo	19,90	En cascada	285	8,60	2/ Pelton
Ángel I	Puno/ Ollachea	Carabaya/ Chiamayo	20,90	En cascada	270	8,60	2/ Pelton
Potrero	Cajamarca/ San Marcos/ E. Villanueva	Crisnejas	19,90	Pasada	125,4 - 139,5	18,00	2/ Francis
Huasahuasi II	Junín/ Huasahuasi	Tarma/ Huasahuasi y Huacuas	10,00	Embalce	186,3	7,00	2/ Francis
Huasahuasi I	Junín/ Huasahuasi	Tarma/ Huasahuasi y Huacuas	10,00	Embalce	187,7	6,50	2/ Francis
Caña Brava	Cajamarca/ Llama	Chota/ Chancay	6,00	Pasada	34	10,00	1/ Kaplan

Fuente: OSINERGMIN (2022).

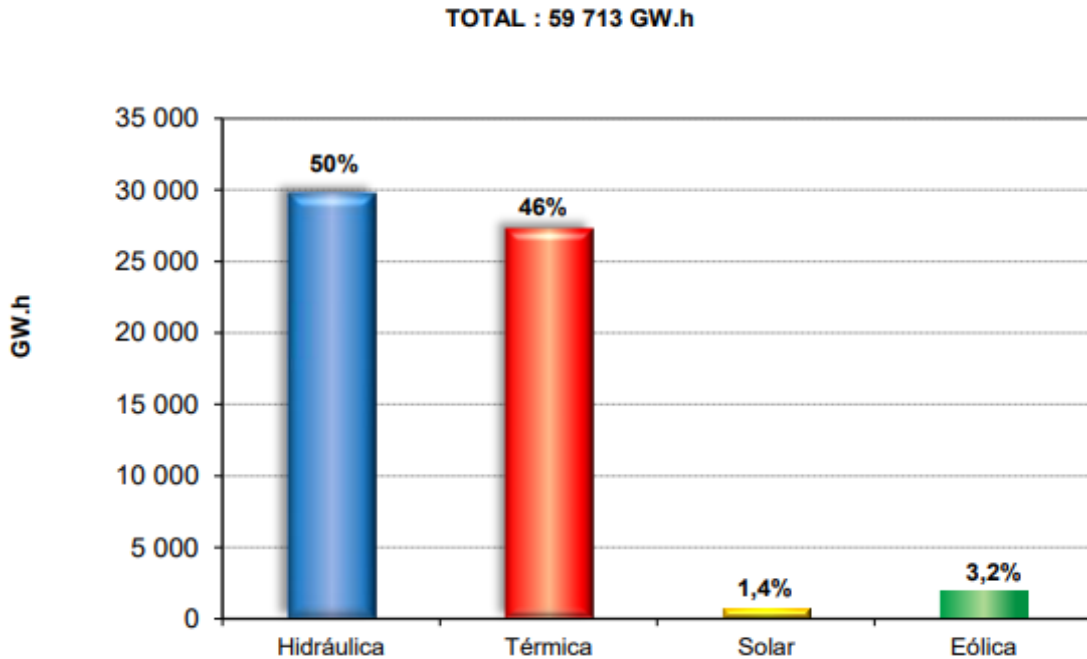


Figura 1. Producción de electricidad por origen en el Perú del 2022.

La División de Supervisión de Electricidad del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) ente sus funciones considera difundir el estado situacional actualizado de los diversos proyectos eléctricos, elaborando el documento cuyo título refiere a la “Supervisión de contratos de centrales de generación y líneas de transmisión de energía eléctrica en operación”, presentando información actual de muchos proyectos que fueron supervisados (Tabla 2) correspondientes al año 2022 (OSINERGMIN, 2022).

2.1.2. Titular del proyecto de la C.H. 8 de Agosto y C.H. El Carmen

La empresa de Generación Andina S.A.C. es titular del complejo hidroeléctrico C.H. 8 de agosto, C.H. El Carmen y la Línea de Transmisión de 60 km SSEE 8 de Agosto – Tingo María en 138 KV.

Siendo necesario contar con los servicios de supervisión de la construcción del Complejo Hidroeléctrico contrato a la empresa DESSAU S&Z S.A. para desarrollar esa actividad.

Para la ejecución de estructuras hidráulicas y puesta en marcha la empresa Generación Andina S.A.C. celebró un contrato Llave en Mano (EPC) el 5 de junio 2013 con SACYR Construcción S.A. sucursal del Perú. El periodo para que se ejecute fue 21 meses. Se inició la construcción de las obras a partir del 25 de marzo del 2014. Los pagos de las valorizaciones de las obras se hicieron bajo la modalidad de suma alzada.

Generación Andina S.A.C. firmó un contrato de supervisión de ejecución de obras con DESSAU S&Z S.A. para la supervisión de la ejecución del “Contrato llave en mano para el diseño final, ingeniería de detalle, construcción de las obras civiles, suministro y montaje electromecánico y puesta en operación de las centrales hidroeléctricas, El Carmen 8.4 MW y 8 de Agosto de 19 MW, y La L.T. SSEE 8 de Agosto - Tingo María en 138 KV”. El contrato se firmó el 13 de febrero del 2014 y la entrega del adelanto se realizó el 12 de mayo del 2014. Por lo tanto, la fecha inicial del contrato fue el 13 de mayo del 2014.

2.1.3. Evaluación de impacto ambiental

La pequeña hidráulica, para generar energía hidroeléctrica sobre las cuencas, como es el caso de las C.H. 8 de Agosto y C.H. El Carmen, no genera emisiones, carente de influencia al cambio climático, como otras tecnologías empleadas para generar electricidad.

Las centrales de energía hidroeléctrica, que representan la mayoría de los proyectos de aprovechamiento, no alteran el flujo natural de los ríos, no consumen agua, pero sí aprovechan su energía potencial sin generar contaminación, a diferencia de las centrales térmicas convencionales y nucleares. En contraste, si el proyecto de aprovechamiento es rentable, el inversor implementará las medidas correspondientes, siendo esta una decisión más sensata que rechazarla de manera categórica y sin fundamentos. Entre todos los problemas ambientales, ninguno es tan crítico y polémico en términos de impacto económico como el caudal ecológico, por lo que merece un tratamiento especial.

2.1.4. El caudal ecológico

Es conocido también llamado como caudal de compensación, caudal residual o caudal reservado, siendo el menor caudal que se necesita para que se sostenga la vida en dicho medio acuático. Porque es muy influyente en la factibilidad económica de la central, este parámetro llegó a ser uno de los requisitos más crítico del medio ambiente. Las leyes en distintos países miembros, suelen estipular, de manera indirecta o directa a este aspecto en que se respete, pero por lo general muchas autoridades locales suelen tener dominio donde exigen mayores valores, sin que haya la necesidad de que se justifique.

Casi en la totalidad de los países que pertenecen a la unión europea, las leyes señalan que el caudal ecológico debe ser un valor porcentual del promedio de flujo de agua a lo largo de un año.

Austria carece de ley específica sobre el caudal ecológico, aunque generalmente suelen exigir desde los 5% hasta 10% del caudal promedio interanual. Para el caso de Francia, posee la Ley 84-512 denominada como “Ley relativa a la pesca en agua

dulce” aprobado el 29-06-1984 donde considera al caudal mínimo cuando el curso de agua con caudal promedio interanual inferior a los 80,0 m³/s, se debe considerar un 10,0% del módulo; mientras que en el caso de un curso de agua superior a los 80,0 m³/s se determina que caudal ecológico debe ser 5,0% del módulo. Alemania se caracteriza porque las autoridades suelen determinar en cada caso el caudal ecológico, los nodulos son variables como por ejemplo en Rheinland-Pfalz fluctúa desde 1/3 hasta 1/2, en Nordrhein Westfalen desde 0,2 hasta 0,5 y en Baviera varía desde 1/3 hasta 3/4. Irlanda estableció un 1% del módulo como valor mínimo, aunque hay mayores valores al Oeste del país, por contar con ríos salmoneros. Para Italia no hay normativa nacional siendo las regiones que determinan el valor. España registra valores variables de acuerdo a sus comunidades que son autónomas, siendo un ejemplo el caso de Navarra donde considera el 10% del módulo para zonas ciprónicas y el Q330 en la zona salmonera (Penche, 1998).

El caudal ecológico debe garantizar condiciones apropiadas en hábitats acuáticos, temperatura, oxígeno disuelto y composición química para los organismos acuáticos, así como proporcionar agua potable para animales terrestres y mantener la humedad del suelo para las plantas. La evaluación del caudal ecológico se concentra en la época seca y la época de humedad, dado que durante la época de lluvias se considera un exceso de agua en el ecosistema. Es esencial estimar los caudales promedio durante la época seca y la época de humedad en la región de estudio para reflejar las condiciones originales de la cuenca antes de que se vea afectada por represas y canales de desviación.

La ley 29338, conocida como la Ley de Recursos Hídricos, no solo regula el uso del agua como un recurso, sino que también abarca los bienes asociados a este elemento. La normativa reconoce que el agua constituye una parte integral de los ecosistemas.

El Decreto Supremo N° 001-2010-AG se encarga de establecer las disposiciones reglamentarias de esta ley. El Artículo 153 de dicho reglamento define el caudal ecológico como el flujo de agua "que debe mantenerse en las fuentes naturales para la protección o conservación de los ecosistemas afectados, la estética del paisaje u otros aspectos de interés científico o cultural". Además, el Artículo 155 especifica que la metodología para calcular el Caudal Ecológico será determinada por la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y con la participación de las autoridades sectoriales competentes.

En el Memorando Múltiple 018-2012-ANA-DCPRH-ERH-SUP se establece la definición del caudal ecológico y las metodologías para su evaluación. Los

cálculos principales que se deben llevar a cabo, según la numeración del documento, son los siguientes:

- 9.1. En el caso de cursos de agua con caudales medios anuales inferiores a 20,0 m³/s, el caudal ecológico deberá ser, como mínimo, el 10% del caudal medio mensual durante la época de avenida, y para la época de estiaje deberá representar un 15% del caudal medio mensual.
- 9.2. Para cursos de agua con caudales medios anuales iguales o superiores a 20 m³/s pero inferiores o iguales a 50,0 m³/s, el caudal ecológico se calculará como un porcentaje del caudal medio mensual, siendo este del 10% durante la época de avenidas, y del 12% durante la época de estiaje en relación al caudal medio mensual.
- 9.3. En el caso de cursos de agua con caudales medios anuales superiores a 50 m³/s, el caudal ecológico será equivalente al 10,0% del caudal medio mensual para todos los meses del año.

El proyecto de ampliación de la C.H. Tingo de 1.2MW a 8.8MW, el estudio que acredita la disponibilidad de agua superficial en el río Baños (2016), la evaluación hidrológica con información estadística desde el año 1960 al 2013, calculo el caudal medio naturalizado anual de 4,73 m³/s y determino el caudal ecológico en 0,53 m³/s, que equivale al 11,20% del caudal medio natural anual. El proyecto está enmarcado en el numeral 9.1. (Volcán, 2016).

En el documento “Modificación al estudio hidrológico para la acreditación de la disponibilidad hídrica superficial – central hidroeléctrica Chaglla”, elaborado por ODEBRECHT (2015). La secuencia anual de los caudales a lo largo de las presas confirma que los niveles más altos de flujo se observan entre diciembre y marzo, mientras que los meses con caudales más bajos se extienden de junio a septiembre. Este patrón se alinea con el comportamiento característico de las precipitaciones en la zona.

La información de los caudales generados entre 1966 y 2014 revela que el caudal promedio anual en el lugar de interés es de 164,47 m³/s. La cuantificación del caudal ecológico en la sección entre el punto de captación y el punto de devolución se llevó a cabo siguiendo los criterios establecidos por la Autoridad Nacional de Agua. Estos criterios establecen que, para cursos de agua con caudales medios anuales superiores a 50 m³/s, el caudal ecológico se fijará en el 10,0% del caudal medio mensual durante los meses del año.

Sin embargo, la empresa de Generación Huallaga S.A., considerará el caudal ecológico que se aprobó en la RD N° 157-2011-ANA-DARH, con fecha 11/11/2011,

es de 3,69 m³/s (Tabla 3), para la operación del proyecto. La razón de considerar este valor radica que entre el eje de presa y la devolución del agua turbinada existen numerosas quebradas entre medianas y pequeñas que vierten sus aguas al río Huallaga y que incrementan el caudal ecológico en dicho tramo. En el siguiente gráfico se detallan las quebradas consideradas, así como el caudal que vierten al río, estos caudales son significativos que permiten la supervivencia de especies bióticas en el cauce del río Huallaga (ANA, 2015).

Tabla 3. Caudales Mensuales en Chaglla (m³/s)

Descripción	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Caudal promedio mensual, data estadística 1966-2014												
Caudal (m ³ /s)	268,20	318,40	327,90	215,70	101,20	57,80	42,00	38,90	51,00	115,40	19,10	247,00
Caudal ecológico ANA 10%												
Caudal (m ³ /s)	26,820	31,840	32,790	21,570	10,120	5,780	4,200	3,890	5,100	11,540	1,910	24,700
Caudal ecológico aprobado en la RD N° 157-2011-ANA-DARH con fecha del 11/11/2011												
Caudal (m ³ /s)	3,690	3,690	3,690	3,690	3,690	3,690	3,690	3,690	3,690	3,690	3,690	3,690
Caudal aprobado EIA 400MW. Resolución N° 157-2011-ANA-DARH												
Caudal (m ³ /s)	140,50	140,50	140,50	140,50	70,57	42,76	34,36	30,53	35,40	65,21	116,19	140,50
Caudal requerido por la modificación 450MW												
Caudal (m ³ /s)	153,16	153,16	153,16	153,16	80,53	40,63	28,72	24,42	31,45	66,63	152,16	153,16

La determinación del caudal ecológico para la C.H. 8 de Agosto y C.H. el Carmen, utilizando el método del 10%, ya que la información disponible se ajustó mejor a ese método y es la metodología o el cálculo más aceptado. Esta metodología no se encontraba normada por la Autoridad Nacional del Agua o el Ministerio del Ambiente. en el periodo 2009 a 2011, cuando se hizo el expediente técnico de estas centrales hidroeléctricas.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Generación de la energía eléctrica

Hay formas de obtener electricidad como la energía renovable proveniente del agua, el viento o la radiación solar, y a partir energía no renovable por medio del carbón, petróleo, gas natural y energía nuclear.

2.2.1.1. Central hidroeléctrica

Un aprovechamiento hidroeléctrico viene a ser el conjunto de obras que se diseñan con fines de que aprovechen la energía potencial contenida en el recurso agua para que se genere la energía eléctrica (Dolores, 1992). Poseen ventajas como:

- Sin uso de combustibles, producción limpia.

- Al embalse de una central se le puede asignar otra utilidad como: regadío, agua potable, navegación, producción de peces, servicios que benefician a las poblaciones próximas.

2.2.1.2. Central termoeléctrica

Instalación generadora de energía eléctrica empleando como insumo una energía liberada en forma de calor, por lo general ocurre debido a la combustión del combustible fósil como el carbón, gas natural o petróleo. Dicho calor se emplea por un ciclo termodinámico convencional con fines de que logre rotar un alternador y produzca electricidad.

2.2.1.3. Central de generación empleando recursos energéticos renovables

Central solar fotovoltaica. La energía solar fotovoltaica se utiliza al convertirla directamente en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. En un sistema fotovoltaico, la generación de energía eléctrica ocurre mediante paneles fotovoltaicos que absorben la energía lumínica del sol y la convierten en energía eléctrica. Para llevar a cabo esta conversión, se emplean células fotovoltaicas fabricadas con materiales semiconductores. Los paneles fotovoltaicos pueden ser estáticos o móviles, utilizando seguidores solares.

Central de generación eólica. Dentro del parque eólico, la generación de energía eléctrica se logra utilizando la fuerza del viento a través de aerogeneradores, los cuales aprovechan las corrientes de aire. Este fenómeno es resultado del calentamiento irregular de la superficie terrestre debido a la radiación solar (OSINERMING, 2021).

2.2.2. Tipos de centrales hidroeléctricas

Existen tres tipos de central hidroeléctrica, estas utilizan presas y otras no. También varían en tamaño dependiendo de su utilidad como sistemas pequeños adecuados para una sola casa o pueblo y grandes proyectos que producen electricidad para empresas de servicios públicos.

2.2.1.4. Central de pasada

En las instalaciones de generación hidroeléctrica de pasada, se emplea el flujo natural de un río o arroyo de manera directa. El agua se dirige hacia las turbinas y posteriormente es devuelta al curso natural aguas abajo de la central.

2.2.1.5. Central de embalse

En una central hidroeléctrica de embalse, el agua de uno o varios arroyos se retiene en un embalse, ya sea natural o artificial mediante una presa.

Posteriormente, el agua fluye río abajo para poner en movimiento las turbinas y, al final, retorna al río. En consecuencia, en este tipo de central, la generación de electricidad y la disponibilidad de agua pueden gestionarse tanto en términos de caudal como de volumen.

2.2.1.6. Central de almacenamiento

Las centrales de almacenamiento o acumulación mediante bombeo están configuradas con dos embalses situados a diferentes alturas, uno en la parte superior y otro en la inferior. El segundo embalse funciona como una reserva de energía adicional.

Esta disposición posibilita un doble ciclo: durante períodos de menor demanda energética, una vez que el agua ha descendido a la cuenca río abajo (pasando siempre por las turbinas y generando electricidad), se puede redirigir de nuevo hacia la cuenca río arriba. En este proceso, las mismas turbinas funcionan como un sistema de bombeo eléctrico (ENEL, 2022).

2.2.2. Construcción de centrales hidroeléctricas – renovable convencional

La edificación de instalaciones hidroeléctricas requiere la colaboración de profesionales especializados en diversas disciplinas, destacándose ingenieros civiles, mecánicos, electricistas, geólogos, entre otros. Asimismo, implica una considerada cantidad de mano de obra y un plan de adquisición de bienes y servicios meticulosamente diseñado conforme avanza la construcción.

La interacción entre estos elementos fundamentales representa una fuente significativa de riesgos, subrayando la necesidad de una comunicación efectiva para lograr los objetivos establecidos. Los elementos característicos de una central hidroeléctrica convencional son los siguientes:

2.2.2.1. Obras captación

Una presa o represa es una estructura erigida en un río o arroyo con el propósito de represar el agua en su cauce. Esta construcción se realiza utilizando materiales como piedra u hormigón, a veces ubicándola estratégicamente en un estrechamiento natural del curso de agua. El agua almacenada puede destinarse a diversos usos, como suministro de agua, riego o generación de energía mecánica al convertir la energía potencial del almacenamiento en energía cinética. Esta energía se puede utilizar directamente, como en antiguos molinos, o de manera indirecta para la producción de energía eléctrica, como en centrales hidroeléctricas (Gonzales, 2020).

Dentro de las obras civiles necesarias para la adecuada captación de las masas de agua, se encuentran elementos como bocatomas, presas o represas. Estas

construcciones buscan establecer un nivel específico del agua antes de la contención y otro nivel posterior a la conducción. La diferencia de altura se aprovecha para generar energía. Como parte de la captación, se consideran desarenadores, cuya función es eliminar los sedimentos en suspensión, evitando que lleguen a la sala de máquinas y generen desgaste prematuro en las turbinas. Esto ayuda a preservar la vida útil de los componentes, reduciendo la necesidad de mantenimiento y reemplazo de piezas (Soriano, 2015).

2.2.2.2. Desarenador

Un desarenador puede ser definido como un componente diseñado para eliminar las arenas y sólidos presentes en el agua mediante un proceso de sedimentación. La separación de las partículas sólidas retenidas ocurre antes de que el agua entre en la línea principal, evitando así que los sedimentos ingresen y causen un desgaste excesivo en el equipo electromecánico. Esta estructura hidráulica resulta efectiva para la separación (decantación) y transporte (evacuación) de las partículas sólidas suspendidas en el agua. Estas partículas se mantienen en suspensión debido a su alta velocidad al entrar por la bocatoma, lo cual es suficiente para impulsarlas. Este fenómeno se observa especialmente durante inundaciones en los ríos, cuando una gran cantidad de sedimento ingresa a la central hidroeléctrica (González, 2020).

2.2.2.3. Cámara de carga (incluye aliviadero y canal de descarga)

Se trata de estructuras por las cuales fluyen las aguas que salen del desarenador (Figura 2). Son depósitos construidos con concreto armado ubicados al final de las instalaciones de conducción, y es desde este punto que se origina la tubería forzada. Está concebida para funcionar como una reserva de agua destinada a mantener la presión descendente en la tubería forzada, requiriendo una entrada continua de agua desde las instalaciones de conducción para mantener su nivel máximo. La cámara de carga cumple la función de un último desarenador, y su diseño debe incorporar una válvula de purga en la compuerta de salida.

2.2.2.4. Conducción

Un canal de derivación o conducción se refiere a un conducto que dirige el flujo de agua desde el embalse. Puede adoptar la forma de un canal abierto, como aquellos que se construyen siguiendo la pendiente de una montaña, o ser cerrado, utilizando tuberías, a través de túneles excavados. Para minimizar las pérdidas por fricción, las conducciones deben ser lo más rectas y lisas posibles, y se requiere un sistema para regular el caudal, como compuertas o válvulas. La pendiente del canal es menor que la del lecho del río. Cuando la altura de caída es inferior a 15 metros, el canal se conecta directamente a la cámara

clasificación geomecánica de Bieniawski, fue introducida por Bieniawski en 1973 y ha sido modificada posteriormente en 1976, 1979, 1984 y 1989. Este sistema permite clasificar las condiciones de las rocas en su ubicación original y estimar tanto el periodo de mantenimiento como la extensión de una abertura. Se aplica comúnmente en proyectos de construcción de túneles, taludes y cimentaciones. Consiste en un índice de calidad RMR (Rock Mass Rating), que es independiente de la estructura, y un factor de corrección (Abad, 2011).

Clasificación de Bieniawski (R.M.R.): Se evalúan diversos parámetros, asignando valores máximos para cada uno:

- (1) Resistencia del material no alterado: Valor máximo = 15
(Determinado mediante ensayos de carga puntual o compresión simple)
- (2) Índice de Calidad R.Q.D.: Valor máximo = 20
- (3) Espaciado entre las discontinuidades: Valor máximo = 20
- (4) Estado de las discontinuidades: Valor máximo = 30
- (5) Presencia de agua subterránea: Valor máximo = 15

$$\text{RMR} = 1 + 2 + 3 + 4 + (5)$$

Tabla 4. Clasificación geomecánica de Bieniawski (RMR), clases de roca.

Clase	Calidades de las rocas	RMR
I	Muy buenas	Desde 81 hasta 100
II	Buenas	Desde 61 hasta 80
III	Regulares	Desde 41 hasta 60
IV	Malas	Desde 21 hasta 40
V	Muy malas	Desde 0 hasta 20

Clasificación de RMR (oscila entre 0 y 100). Abad (2011).

2.2.2.6. Chimenea de equilibrio

Una chimenea de equilibrio, también conocida como pozo piezométrico, cámara de oscilaciones o embalse artificial, se refiere a una tubería, pozo o torre generalmente con una sección circular simple. Esta estructura se ubica en la parte final del túnel de baja presión y al comienzo de la tubería o pozo de alta presión, lo más cerca posible de la casa de máquinas. Su función principal es mitigar o eliminar los efectos no deseados de transitorios, como los provocados por maniobras de apertura o cierre de válvulas, en todas las estructuras asociadas con centrales hidroeléctricas. Esto incluye la prevención de cambios

excesivos de presión, la evitación de la separación de la columna de agua y la reducción de la posibilidad de sobrevelocidades en las turbinas, lo que podría resultar en fallas de potencia y rechazos de carga (Calderón, 2011).

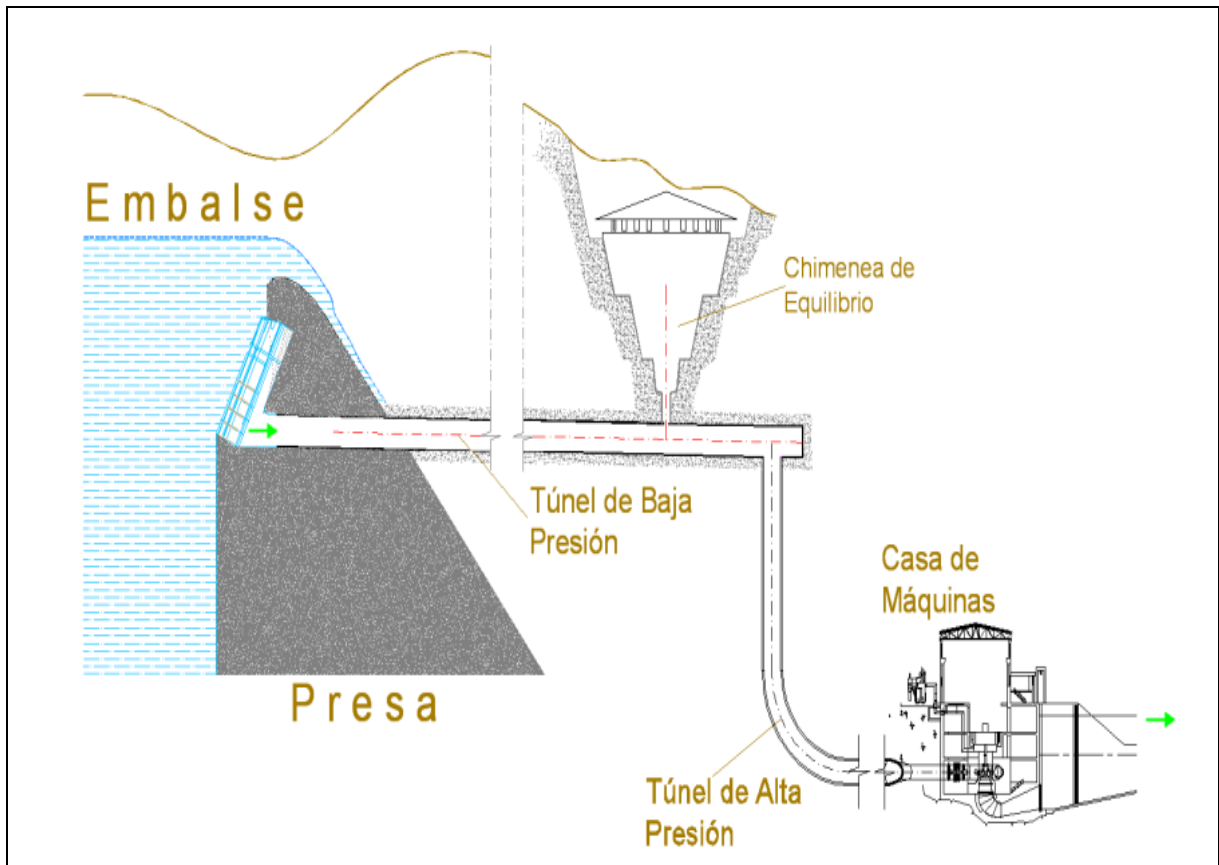


Figura 3. Chimenea de equilibrio y sus componentes generales en una central.

2.2.2.7. Tubería forzada o de presión

Se trata de conductos de considerable diámetro, comúnmente fabricados en acero o concreto, utilizados para transportar agua desde el sistema de regulación hasta la casa de máquinas. Estos conductos son planificados en áreas con una inclinación predominante para maximizar la generación de electricidad y minimizar las pérdidas por fricción. Es esencial evitar la desalineación de las tuberías, ya que esta puede ocasionar cambios abruptos en la línea de energía cuando las tuberías se conectan mediante bridas. En esta estructura, se lleva a cabo la conversión de energía potencial a energía cinética y de presión, lo que impulsa el movimiento de las turbinas. Luego, esta energía se transforma en energía electromecánica (Vásquez, 2018).

En cuanto a los materiales utilizados para las tuberías forzadas, que a veces pueden ser una alternativa ventajosa al acero, se destacan el acero, el polietileno,

el cloruro de colivinilo (uPVC o PVC-U), las tuberías de aleaciones de plástico, las tuberías reforzadas con fibra de vidrio (GRP) y las tuberías de polietileno de alta densidad (PE). Por lo general, las tuberías forzadas de acero se diseñan como una serie de tramos rectos, apoyados simplemente en pilares y firmemente anclados en cada extremo, que suele coincidir con cambios de dirección. Las tuberías reforzadas con fibra de vidrio (GRP) están ganando terreno en el mercado europeo debido a su alta resistencia. Aunque su costo es competitivo, su peso es un 20% inferior al de los tubos de acero, facilitando su instalación, aunque se debe manejar con precaución para evitar el deterioro de sus bordes (Penche, 1998).

2.2.2.8. Casa de máquinas

Esta estructura puede adoptar diversas formas, ya sea construida con concreto armado, albañilería o prefabricada, y se destina a albergar los equipos electromecánicos, como turbinas, generadores, equipos auxiliares y celdas, entre otros. Funciona como el recinto que contiene las turbinas, generadores, paneles de control, reguladores y otras instalaciones esenciales. En este espacio, las turbinas realizan la conversión de energía potencial y cinética en movimiento rotacional. Existen múltiples diseños de turbinas que se eligen según la altura de la tubería forzada y la potencia deseada, según se señala en trabajos anteriores (Novak et al., 2007; citado por Vásquez, 2018).

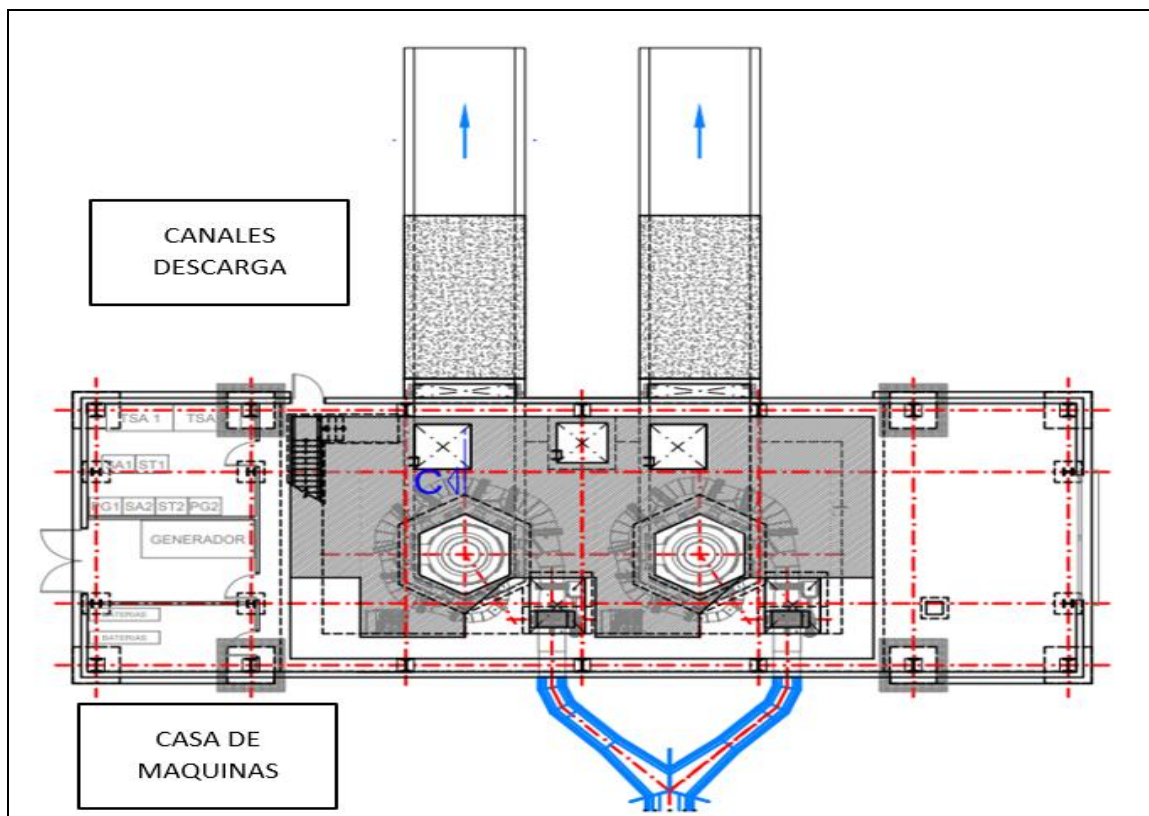


Figura 4. Vista en planta de casa de máquinas C.H. El Carmen.

La casa de máquinas representa la última construcción civil en una central hidroeléctrica, marcando el inicio de las líneas de transmisión de electricidad. En un proyecto hidroeléctrico, la casa de máquinas tiene como objetivo principal resguardar el equipo electrohidráulico encargado de convertir la energía potencial del agua en electricidad, protegiéndolo de las condiciones climáticas adversas. Factores como el número, tipo y potencia de las turbinas, su disposición con respecto al canal de descarga, la altura del salto y la geomorfología del lugar determinan la configuración del edificio.

2.2.2.9. Turbinas

La función principal de las turbinas hidráulicas es convertir la energía potencial y cinética del agua en energía mecánica rotativa. La configuración del edificio que alberga las turbinas está condicionada por factores como el número, tipo y potencia de las turbinas, su disposición con respecto al canal de descarga, la altura de la caída del agua y la geomorfología del sitio (Penche, 1998).

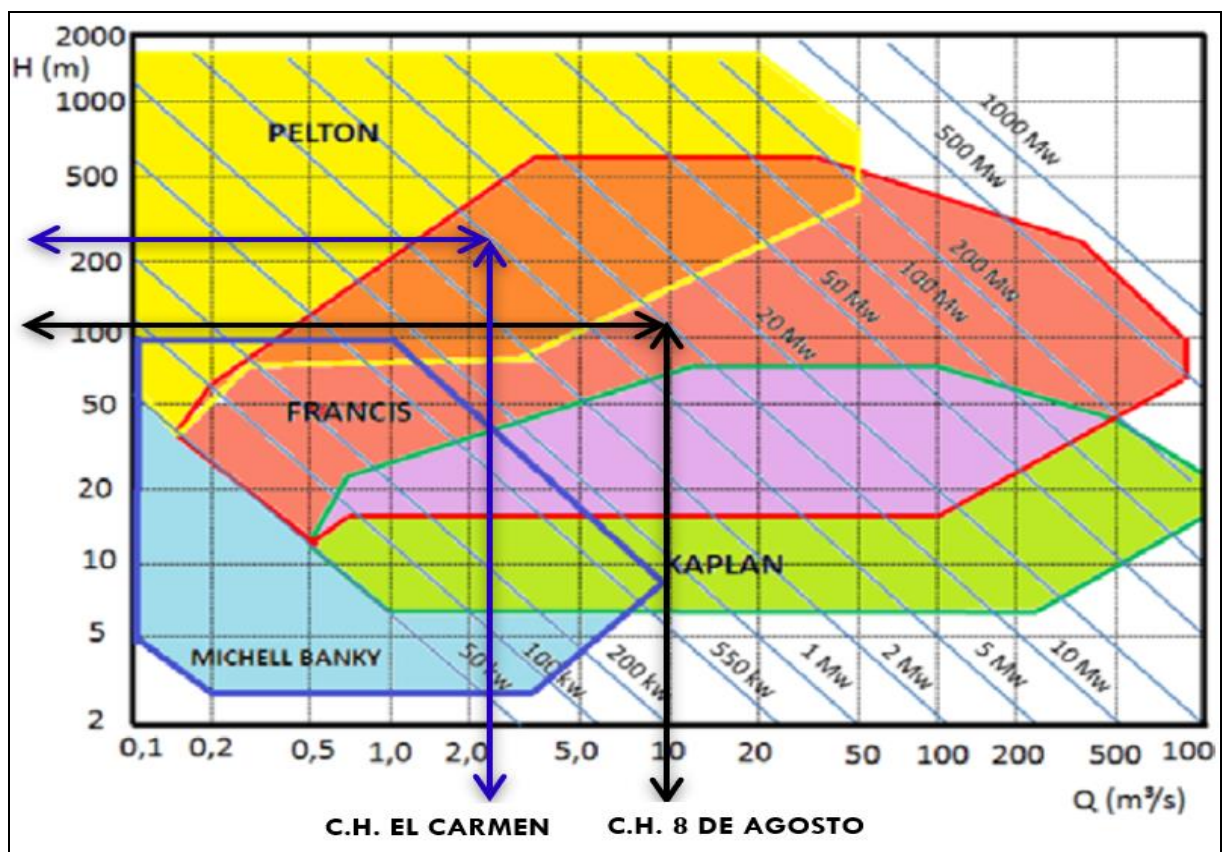


Figura 5. Abaco de selección de turbinas de Hacker (2020).

2.2.2.10. Canales de descarga

Este componente construido con concreto armado tiene la responsabilidad de recibir el flujo de agua que atraviesa la turbina, dirigiéndolo típicamente

hacia el río o quebrada más cercano a la casa de máquinas. En muchos casos, este cuerpo de agua es el mismo del cual se extrajeron las aguas originalmente.

2.2.2.11. Equipamiento hidromecánico

Los equipos hidromecánicos desempeñan la función de dirigir y regular el flujo de agua tanto antes como después de pasar por la unidad generadora. Esta categoría abarca elementos como compuertas, rejillas en la entrada de los conductos de descarga (rejas finas y gruesas), válvulas, ataguías, pórticos de izaje, blindaje y la tubería forzada (conducto a presión), así como instrumentación asociada.

2.2.2.12. Equipamiento electromecánico de la casa de máquinas

Estos elementos comprenden todos los equipos electromecánicos que se encuentran dentro de la casa de máquinas. Entre los más destacados se encuentran la turbina y el generador, así como equipos auxiliares, celdas y sistemas de refrigeración y contra incendio. También se incorpora un puente grúa para llevar a cabo trabajos de reparación y mantenimiento.

2.2.2.13. Subestación eléctrica

Las subestaciones son instalaciones o conjuntos de dispositivos eléctricos que forman parte de un sistema eléctrico de potencia. Su función principal radica en la producción, conversión, regulación y distribución de la energía eléctrica. Estas infraestructuras están diseñadas para modificar y establecer los niveles de tensión en una red eléctrica, permitiendo así el transporte y la distribución eficientes de la energía eléctrica (TWENERGY, 2019).

2.2.2.14. Línea de transmisión

Las líneas de transmisión son estructuras empleadas para transportar la energía eléctrica a largas distancias, operando a niveles de voltaje superiores a los 34,5 kv. Cumplen el papel crucial de conectar las centrales generadoras con las redes de distribución. En la construcción de estas líneas, se emplean principalmente conductores metálicos desnudos, los cuales se obtienen al enrollar hilos metálicos (alambres) alrededor de un hilo central. Existen básicamente 2 tipos de soporte para las líneas de transmisión aéreas, son:

- Postes que pueden ser de concreto armado.
- Torres de acero en celosía (perfiles de acero) o tubulares.

En las redes de transmisión de 132 kv y superiores se utilizan por lo general torres con soportes debido a que requiere bases suficientemente amplias para soportar a los esfuerzos mecánicos que se presentan (Nasimba, 2020).

2.2.3. Topografía

La Topografía se define como la disciplina que se ocupa de los procedimientos para establecer las posiciones de puntos en la superficie terrestre, utilizando medidas basadas en los tres elementos del espacio. Estos elementos pueden consistir en dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación. El conjunto de operaciones requeridas para determinar las posiciones de puntos y luego representarlas en un plano se conoce comúnmente como "Levantamiento" (Valls, 2015).

El objetivo principal de la topografía es medir extensiones de terreno, recopilando los datos necesarios para representar con precisión en un plano, a escala, la forma y los accidentes geográficos de la tierra (Torres, 2000).

2.2.4. Geodesia

Friedrich Robert Helmert en 1880 identifica como tareas fundamentales de esta disciplina la determinación de la forma y la representación de la superficie terrestre. En 1878, Heinrich Bruns propuso que el objetivo principal de la geodesia es la determinación del potencial gravitatorio. Ambas definiciones abordan de manera integral el trabajo de la geodesia desde perspectivas geométricas y físicas. Actualmente, la geodesia engloba otras tareas de igual importancia, lo que permite describirla como la disciplina que se ocupa de medir y representar la forma de la Tierra y otros planetas, así como su orientación en el espacio y su campo gravitatorio en un espacio tridimensional que varía con el tiempo. La definición de la geodesia ha evolucionado desde la proporcionada a finales del siglo XIX.

Torge (2001) sostiene que el problema central de la geodesia consiste en determinar la figura y el campo gravitatorio externo de la Tierra y otros cuerpos celestes como función del tiempo, mediante observaciones realizadas tanto dentro como fuera de estos cuerpos (Moya, 2017).

2.2.5. Diferencia entre topografía y geodesia

Es necesario realizar una distinción para delimitar dos disciplinas que comparten un propósito similar: la medición de extensiones de tierra. La topografía y la geodesia difieren en las magnitudes que consideran y, por ende, en los métodos que emplean.

La topografía se enfoca en áreas pequeñas de tierra, considerando la superficie terrestre como un plano en lugar de un elipsoide verdadero. En esta disciplina, cada punto se determina generalmente mediante sus dos coordenadas rectangulares planas (x , y) y, en ocasiones, su altura (h). El error asociado a esta suposición es insignificante para extensiones de tierra moderadas, ya que un arco en la superficie terrestre de 20 km es apenas 1 cm más largo que la cuerda subtendida, y solo se incurre en un error de 1" de exceso

esférico en un triángulo con un área de 190 km². Cuando se trata de medir extensiones más extensas, como la elaboración de mapas de un país, departamento o ciudad grande, la aproximación de la topografía ya no es aceptable. En este contexto, es necesario considerar la verdadera forma de la tierra, que se visualiza como parte de una "esfera" o de un "elipsoide" (según la precisión requerida), y se recurre entonces a la geodesia. En la geodesia, cada punto se determina mediante coordenadas esféricas, a saber, longitud y latitud (Torres, 2000).

2.2.5.1. División de la topografía

Planimetría. Su función principal consiste en representar gráficamente una porción de tierra, sin considerar los desniveles o variaciones de altura presentes en el terreno (Mendoza, 2019).

Altimetría. Tiene la responsabilidad de representar gráficamente las diversas altitudes de los puntos en la superficie terrestre en relación con una superficie de referencia.

Topografía integral. Su tarea fundamental es representar gráficamente los distintos puntos en la superficie terrestre, teniendo en cuenta tanto su posición planimétrica como su altitud (Mendoza, 2019).

2.2.6. Importancia de la topografía y geodesia en la ingeniería

La Topografía tiene un amplio campo de aplicación, lo que la convierte en un conocimiento esencial. El ingeniero, sin su dominio, no podría proyectar de manera autónoma obras de ingeniería. La elaboración de un buen plano es indispensable para el diseño adecuado de sistemas de riego, la planificación de fraccionamientos de tierras cultivadas y la proyección de obras como presas, puentes, canales, caminos y otras vías de comunicación, entre otras. Asimismo, resulta crucial en la ejecución de obras de conservación de suelos, al permitir señalar pendientes específicas. Además, la interpretación de curvas de nivel facilita la selección de áreas, así como la ubicación y localización de parcelas para inventarios forestales, entre otros usos (Gámez, 2013).

En la actualidad la topografía y la geodesia van de la mano, ya que ambas intervienen participan en el inicio y fin de los estudios y ejecuciones de los proyectos de las diferentes ramas de la ingeniería. Proceso de un proyecto, estas son:

2.2.6.1. Estudio

Conocido también como proyecto, el diseño de ingeniería es llevado a cabo por un ingeniero consultor o una empresa consultora. Este proceso implica la elaboración de planos y expedientes técnicos para la obra futura. En este contexto, el ingeniero inicia representando en un plano la superficie de terreno donde se llevará a cabo la

obra proyectada, lo cual requiere el respaldo esencial de la topografía. La existencia de un plano topográfico preciso y una representación correcta de los linderos permite la planificación adecuada de la obra.

2.2.6.2. Ejecución

Ejecutado por ingenieros o empresas contratistas, este proceso implica llevar a cabo la construcción de la obra conforme al expediente técnico y los planos desarrollados por el consultor. La topografía desempeña un papel fundamental al inicio de la ejecución de la obra, ya que la primera actividad en el terreno involucra el trazado de polígonos, ejes y nivelación, lo cual representa el respaldo esencial de la topografía.

2.2.6.3. Levantamiento topográfico

Es el procedimiento mediante el cual se lleva a cabo una serie de operaciones y métodos para representar en un plano una porción de tierra, identificando la posición de sus puntos más significativos, ya sean naturales o artificiales.

Las etapas del levantamiento topográfico las podemos dividir en tres.

2.2.6.4. Reconocimiento de terreno y plan de trabajo

Es la fase en la cual se investiga, analiza y determina el método más adecuado para llevar a cabo de manera óptima el trabajo de campo. En este sentido, es crucial realizar una visita al terreno, recopilar información técnica relevante de los residentes locales y consultar planos de referencia disponibles en la zona.

2.2.6.5. Trabajo de campo

Implica llevar a cabo en el lugar las mediciones necesarias de acuerdo con el plan y la estrategia establecidos durante la exploración del terreno; esto se logra mediante la medición de distancias, ángulos horizontales y verticales, así como el desnivel entre puntos. Es fundamental realizar estas tareas de manera organizada para facilitar el trabajo posterior en el escritorio.

- Trabajo de gabinete

Involucran todas las operaciones matemáticas destinadas a la creación de los planos. En este contexto, es aconsejable que la persona que llevó a cabo las mediciones en el terreno participe en las labores de gabinete, lo que permitirá abordar cualquier interrogante de manera efectiva. En resumen, la eficacia de un levantamiento topográfico está estrechamente vinculada a la gestión del reconocimiento del terreno y el plan de trabajo (Mendoza, 2019).

Entre las clases de levantamiento topográfico comunes, se tiene:

- Levantamientos catastrales. Levantamientos cerrados y ejecutados con el objetivo de fijar límites de propiedad y vértices (Gonzales, 2007).
- Levantamientos para construcción
- Levantamientos para vías de comunicación
- Levantamiento para trabajos subterráneos
- Levantamientos utilizados en minería en túneles.
- Levantamientos hidrográficos.

2.2.7. Forma de la Tierra

Este término adquiere muchos significados en geodesia, depende del contexto y la precisión con la que se pretenda definir las dimensiones y la figura del planeta. La superficie terrestre se manifiesta con una diversidad de formas de Tierra y cuerpos de agua, lo que la hace más compleja y apreciable. En la investigación geodésica, varios modelos de elipsoides de referencia fueron relevantes, y muchos de ellos siguen siendo pertinentes. El GRS-80 (Sistema de Referencia Geodésico 1980), aprobado y adoptado por la IUGG (Unión Internacional de Geodesia y Geofísica) en la reunión de Canberra, Australia, en 1979, y el WGS-84, diseñado para seguir al GRS-80, presentaron ligeras diferencias en el achatamiento.

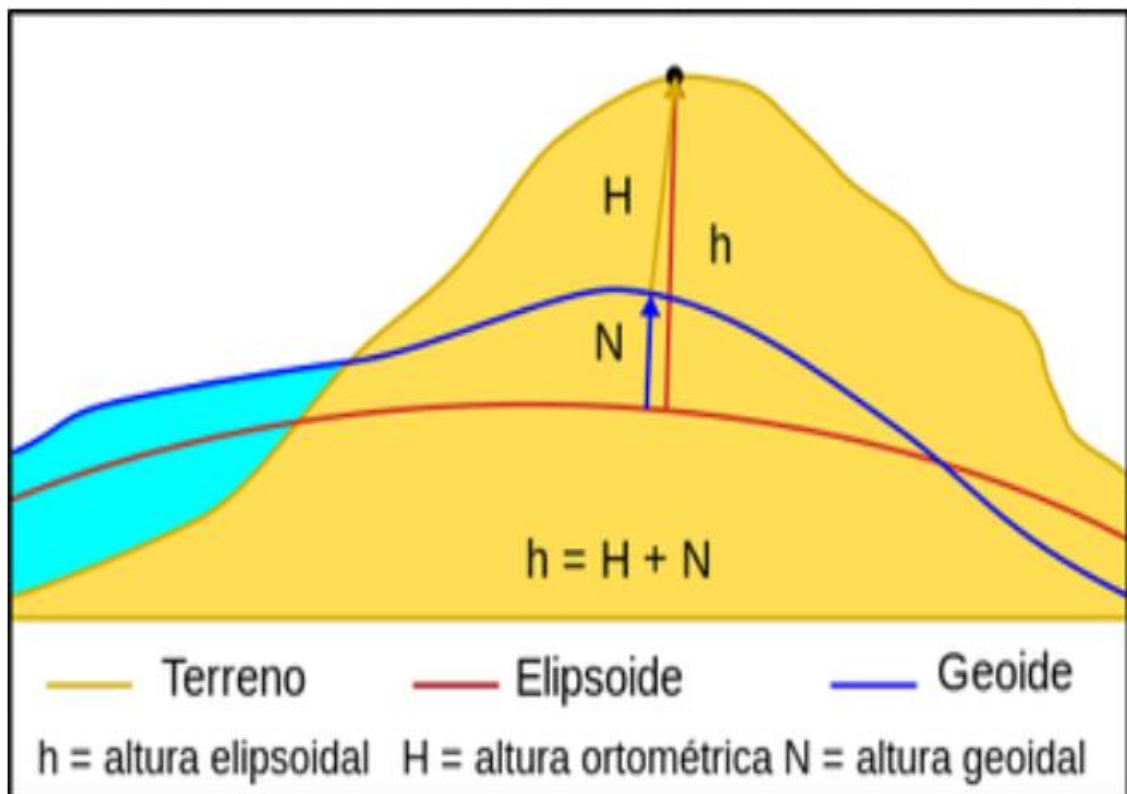


Figura 6. Las tres superficies de la tierra (UNAVCO, 2021).

El sistema GPS y GNSS nos suministra la altura elipsoidal, representada por 'h'. Para obtener la altura ortométrica 'H', que es más familiar ya que se refiere al nivel del mar en lugar de un elipsoide imaginario, es necesario conocer la altura geoidal 'N', dado que $H = h - N$. Para esto, se requiere un modelo gravimétrico de la Tierra, también conocido como EGM (Earth Gravitational Model, por sus siglas en inglés).

Estos modelos proporcionan una representación del potencial gravitatorio de la Tierra y modelan el geoide como una de sus superficies equipotenciales. Al referir esta superficie al elipsoide WGS 84, obtenemos la altura geoidal, que es en realidad la altura geodésica del geoide. EGM96 es un ejemplo de tales modelos, y EGM2008 es otro modelo más reciente y preciso (UNAVCO, 2021).

2.2.7.1. EGM 2008

EGM 2008 Modelo matemático de geoide a escala global que lo desarrolló la National Geospatial Intelligence Agency (NGA) de los Estados Unidos de América en el año 2008, es un modelo determinado para la transformación entre alturas (IGN PERÚ, 2015).

2.2.8. Sistemas de coordenadas

2.2.8.1. Sistema de coordenadas geográficas

Para referenciar un punto, se emplean sus valores de latitud y longitud, los cuales representan ángulos medidos desde el centro de la Tierra hasta un punto en su superficie. La medición de estos ángulos se realiza comúnmente en grados o grados centesimales. La línea de latitud ubicada en el punto medio entre los polos es conocida como ecuador y establece la latitud cero. En cuanto a la longitud, el meridiano base, que es la línea de longitud cero, suele ser el que atraviesa Greenwich, Inglaterra, en la mayoría de los sistemas de coordenadas geográficas. Algunos países optan por utilizar meridianos base que pasan por ciudades como Berna, Bogotá y París.

La intersección del ecuador y el meridiano base define el origen de la retícula (0,0). El globo terrestre se divide en cuatro cuadrantes geográficos, determinados por los rumbos de la brújula desde este origen. El norte y el sur se sitúan por encima y por debajo del ecuador, mientras que el oeste y el este se encuentran a la izquierda y a la derecha del meridiano base, respectivamente (ARCMAP, 2020).

2.2.8.2. Sistema de coordenadas universal transversal de mercator UTM

El sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM) se basa en la proyección cartográfica transversa de Mercator. Este sistema utiliza metros como unidades de medida a nivel del mar. Su característica principal es que se trata de

una proyección cilíndrica que abarca todo el globo terrestre sobre una superficie cilíndrica. Además, es una proyección transversa, lo que implica que el eje del cilindro es paralelo al ecuador, preservando así los ángulos y mejorando la precisión en la determinación de ubicación y distancias.

Para facilitar la división de los husos, estos se numeran del 1 al 60, comenzando desde el meridiano de Greenwich hacia el este. Cada huso se subdivide en zonas designadas por letras mayúsculas que siguen una secuencia de la letra C a la X en dirección de sur a norte. Esta designación evita confusiones al excluir vocales y letras que puedan asemejarse a números (Aristasur, 2020).

2.2.8.3. Proyección para Perú

Debido a su conformidad con la topografía y disposición geográfica, el país ha oficializado la adopción del Sistema UTM para llevar a cabo los levantamientos de la Cartografía Nacional en diversas escalas.

2.2.8.4. Instituto geográfico nacional (IGN)

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) es un organismo público descentralizado cuya función principal es elaborar y mantener la cartografía básica oficial del Perú. Su objetivo es proporcionar a entidades públicas y privadas la cartografía necesaria para el desarrollo y la Defensa Nacional, según establece la Ley N°27292. La RJ N° 087-2020/IGN/DIG/SDNGC, emitida el 3-12-2020, establece la Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC) como el Marco de Referencia Geodésico Oficial. Esta red, compuesta por Estaciones de Rastreo Permanente (GNSS) administradas por el IGN, materializa el Sistema Geodésico Horizontal Oficial basado en el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), respaldado por el Marco Internacional de Referencia Terrestre 2000 (ITRF2000) del International Earth Rotation Service (IERS) para la época 2000.4. Este marco de referencia geodésico, utilizando el elipsoide World Geodetic System 1984 (WGS84) para fines prácticos, servirá como base para toda la información geoespacial generada en el país mediante métodos directos e indirectos (IGN, 2020).

2.2.8.5. Georreferenciación

Método a través del cual se asigna una posición espacial a un objeto en la superficie terrestre, identificándolo con relación a un punto de coordenadas conocidas o un marco de referencia.

2.2.8.6. Datum

Es un modelo matemático que representa la forma esférica de la tierra, adoptando un modelo óptico de elipsoide de revolución. En Perú, se emplea el datum

conocido como WGS-84 (Sistema Geodésico Mundial). El datum WGS-84 se basa en un elipsoide centrado en el geocentro, permitiendo una localización precisa de puntos específicos en la superficie terrestre.

2.2.8.7. Sistema geodésico oficial

El sistema está compuesto por la Red Geodésica Horizontal Oficial y la Red Geodésica Vertical Oficial, las cuales son establecidas y gestionadas por el IGN. Este sistema representa el único marco de referencia a nivel nacional y está vinculado al Sistema de Referencia Mundial.

2.2.8.8. Red geodésica horizontal oficial

La Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN) es gestionada por el Instituto Geográfico Nacional y se basa en el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), respaldado por el Marco Internacional de Referencia Terrestre 1994 (International Terrestrial Reference Frame 1994, ITRF94) del International Earth Rotation Service (IERS) para la época 1995,4. Este sistema está relacionado con el elipsoide del Sistema de Referencia Geodésico 1980 (GRS80). La REGGEN incluye hitos y señales clasificados como "Cero", "A", "B" y "C", distribuidos en todo el Territorio Nacional, los cuales son considerados como bienes del Estado.

2.2.8.9. Red geodésica vertical oficial

La Red Geodésica de Nivelación Nacional, gestionada por el IGN, utiliza el Nivel Medio del Mar como su superficie de referencia. Está compuesta por Marcas de Cota Fija (MCF) o Bench Mark (BM), distribuidas en todo el territorio nacional a lo largo de las principales vías de comunicación terrestre. Estas marcas son consideradas bienes del Estado.

2.2.8.10. Elipsoide geodésico de referencia

- Elipsoide: GRS80 Geodetic Reference System 1980
- Datum: Geocéntrico
- Semi Eje Mayor: 6 378 137 metros
- Semi Eje Menor: 6 356 752,31414 metros
- Achatamiento: 1/298,257222101

Para efectos prácticos como elipsoide puede ser utilizado el World Geodesic System 1984 (WGS84), con los siguientes parámetros.

- Elipsoide: WGS84 (World Geodesic System 1984)
- Datum: Geocéntrico

- Semi Eje Mayor: 6 378 137 metros
- Semi Eje Menor: 6 356 752,31424 metros (IGN PERU, 2011).

2.2.8.11. Equipos topográficos

Estación total

Se trata de un dispositivo topográfico que integra un teodolito electrónico con un distanciómetro de manera sólida. En su estructura incluye una libreta electrónica y un microprocesador que posibilita la grabación de datos de campo, eliminando la necesidad de una libreta convencional. Además, permite la compensación y procesamiento automático de los datos recopilados, registrándolos en un archivo dentro de su memoria (Mendoza, 2019). Tipos de estaciones totales:

- Electrónicas o convencionales
- Con GPS's/GNSS
- Robóticas

Entre las características de una estación total convencional se tiene los siguientes:

- Precisión angular: 1", 2", 3", 5" y 7".
- Zoom largavista: 30x.
- Alcance sin prisma: hasta 1000 m.
- Alcance con 1 prisma: hasta 3000 m.
- Pantalla / teclado: LCD o táctil / alfanumérico.
- Memoria: de 1GB a 8GB.
- Tránsito de datos: cable RS232, tarjeta SD, puerto USB.
- Compensador: doble eje, triple eje.
- Plomada: óptica, laser, laser con auto altura.

Se llevan a cabo levantamientos topográficos con el propósito de identificar la disposición del terreno y la ubicación en la superficie terrestre de elementos naturales o estructuras creadas por el ser humano. Durante este proceso, se recopilan los datos esenciales para la creación de representaciones gráficas o mapas del área bajo investigación.

La taquimetría, aplicada mediante una estación total, presenta una notable ventaja, ya que la captura y registro de datos se lleva a cabo de manera automática. Esto elimina posibles errores asociados con la lectura, anotación, transcripción y cálculo de datos, dado que estas estaciones realizan la toma de datos de forma automática, en formato digital, y los cálculos de coordenadas son ejecutados mediante programas

informáticos integrados en dichas estaciones. Por lo general, estos datos se almacenan en formato ASCII, lo que posibilita su lectura por distintos programas dedicados a la topografía, diseño geométrico y edición gráfica (TOPODATA, 2019).

Nivel de topográfico

El nivel topográfico, asimismo conocido como nivel de ingeniero, nivel equialtímetro, o nivel óptico, se usa para calcular los desniveles entre puntos distribuidos en el terreno de trabajo. Tipos de nivelación:

Nivelación trigonométrica: Este tipo de nivelación se realiza empleando un taquímetro o una estación total. Gracias al uso de este instrumento, se obtiene un valor 'y' que indica la diferencia de nivel entre el punto apuntado y el centro óptico del instrumento. El cálculo del desnivel entre dos puntos se basa en el uso de ángulos verticales, por lo que es esencial conocer la altura de la estación y la altura del prisma.

Nivelación geométrica: Este método para determinar desniveles entre dos puntos utiliza visuales horizontales. En su ejecución, se emplea un nivel óptico o un nivel electrónico digital junto con una mira vertical o estadal. También se utiliza un antejo telescópico con la ampliación adecuada para leer estadales graduados ubicados en puntos fijos (CIENTEC, 2021).

2.2.8.12. Sistema de información geográfica (SIG)

Un sistema de información geográfica (GIS) representa un entorno destinado a la recopilación, gestión y análisis de datos. Basado en los principios de la geografía, el GIS incorpora diversas categorías de datos, examinando la ubicación espacial y organizando capas de información en representaciones visuales mediante mapas y escenas en 3D. Esta capacidad distintiva permite que los GIS revelen comprensiones más profundas de los datos, identificando patrones, relaciones y situaciones que facilitan la toma de decisiones informadas. La tecnología de los GIS fusiona la ciencia geográfica con herramientas que promueven la comprensión y la colaboración, ayudando a las personas a lograr un objetivo compartido: obtener inteligencia procesable a partir de una variedad de datos (ESRI, 2009).

2.2.8.13. Equipos geodésicos - tecnología GNSS

GNSS, que significa Sistema Global de Navegación por Satélite, se emplea para designar cualquier sistema de navegación satelital con cobertura a nivel mundial. Estos sistemas transmiten datos de geolocalización altamente precisos a dispositivos y receptores GNSS para determinar su ubicación actual. Aunque en la mayoría de las regiones del mundo se utiliza comúnmente el término GPS (Sistema de Posicionamiento Global) para referirse a la navegación global, en la práctica, el GPS es un sistema específico centrado en

Norteamérica. Existen cada vez más sistemas de navegación por satélite disponibles para el público a nivel internacional, y se recomienda el uso del término GNSS para describir todos estos sistemas, ya que es la expresión más representativa a nivel global (ARCGISPRO, 2022).

El sistema global de navegación por satélite (GNSS) dependían principalmente del GPS estadounidense o del GLONASS ruso. Sin embargo, esto ha cambiado gradualmente con la aparición del sistema chino de navegación por satélite BeiDou, el sistema japonés de navegación QZSS y el sistema europeo Galileo. Como resultado, la cantidad de satélites GNSS utilizados para el posicionamiento supera los 100, lo que trae oportunidades y desafíos para el posicionamiento de puntos precisos.

2.2.8.14. Equipo receptor GNSS

Los receptores GNSS constituyen dispositivos electrónicos utilizados como interfaz de usuario para cualquier Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), con la finalidad de procesar las señales transmitidas por los satélites. En su mayoría, estos receptores se basan en soluciones de navegación que ofrecen información sobre la posición, velocidad y tiempo.

Las características principales de los receptores GNSS incluyen el tipo y la constelación de satélites que reciben, la precisión de las medidas, así como las capacidades de entrada y salida de comunicación. La diversidad de aplicaciones y características disponibles hace que la clasificación de los receptores GNSS sea compleja. Una posible clasificación se puede establecer considerando si los receptores trabajan exclusivamente con código o con código y fase, y dentro de esta categoría, aquellos que operan con una o dos fases. En términos estrictos, se denomina receptores GPS a aquellos que utilizan exclusivamente la señal del sistema GPS; si trabajan con varios sistemas, se les denomina receptores GNSS.

En la actualidad, la tendencia es utilizar receptores multifrecuencia que pueden procesar señales provenientes del sistema GPS, así como GLONASS y, en ocasiones, Galileo, incluso si este último aún no está completamente operativo (INSITEL, 2020).

2.2.8.15. CORS

Dentro del ámbito de la Geodesia, las Estaciones de Referencia de Operación Continua (CORS) representan una herramienta invaluable para los usuarios de dispositivos en sistemas GNSS. Estas estaciones facilitan el logro de posicionamientos precisos y, simultáneamente, la integración dentro del marco de referencia geodésico establecido en el ámbito nacional. Una CORS se conforma por un conjunto de dispositivos,

que incluyen una antena y un receptor de señales de satélites GNSS debidamente interconectados; comúnmente vinculados a un servidor a través de internet y gestionados por un software destinado al procesamiento y manipulación de la información recopilada (IGNPANAMA, 2019).

La detección y solución de errores para levantamientos con GPS/GNSS

La imprecisión en las mediciones puede originarse por diversos factores, como la pericia del operador, la precisión inherente al instrumento utilizado y, en el contexto específico que nos concierne (posicionamiento satelital), las condiciones del lugar, las características del medio de propagación de la señal, la ejecución y un adecuado proceso y ajuste de redes geodésicas. Usualmente, los errores se clasifican en dos categorías principales: Sistemáticos y Accidentales o Aleatorios. Con el propósito de brindarle una guía que le proporcione conocimientos esenciales para identificar y abordar los errores más frecuentes en la utilización de receptores GNSS, a continuación, presentamos una lista que detalla el origen de los errores más comunes.

- Errores asociados al instrumento (receptor y/o colectora)
- Errores asociados a la elección del sitio
- Errores asociados al medio de propagación de la señal
- Errores asociados a la operación del receptor

Tipos de levantamientos con equipos GNSS

RTK, que significa Real Time Kinematic (Cinemática en Tiempo Real) o navegación cinética satelital en tiempo real, representa una técnica empleada en topografía, maquinaria agrícola y navegación marina. Esta técnica se basa en la utilización de medidas de fase provenientes de receptores satelitales que utilizan señales de GPS, GLONASS y/o Galileo. En este método, una única estación de referencia proporciona correcciones en tiempo real, resultando en una precisión submétrica.

En la técnica RTK se emplean dos receptores, siendo uno estacionario y el otro móvil. Estos receptores son conocidos como estación base y rover, respectivamente. El GNSS BASE RTK se conecta mediante señal UHF (modo radio interno y/o accesorio radiomódem externo) que es recibida por el GNSS ROVER RTK mediante su módem interno.

La función de la estación base consiste en permanecer en una ubicación fija y transmitir correcciones a un receptor en movimiento. El receptor móvil,

conocido como rover, utiliza esta información para lograr una posición de precisión centimétrica. Es posible conectar múltiples rovers a una misma base siempre que sus configuraciones de entrada coincidan con los datos de salida de la estación base.

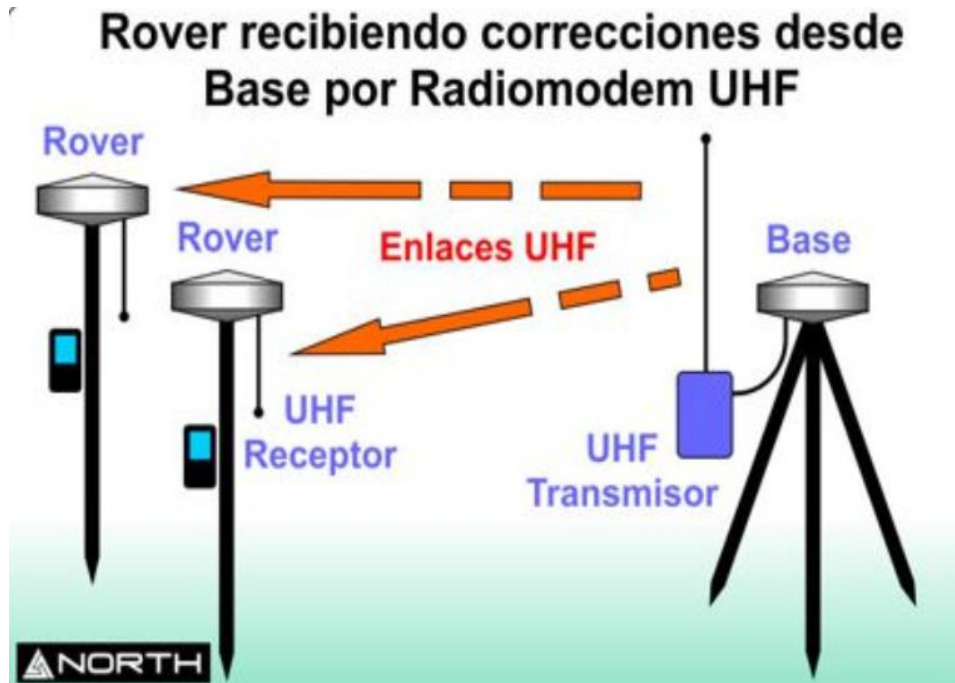


Figura 7. Levantamiento con equipo GNSS modo RTK. (EMLID, 2019).

En este caso, utilizar el segundo receptor como estación base local tiene dos ventajas:

- Autonomía en zonas remotas, ya que no es necesaria la conexión a Internet.
- Independencia de los proveedores locales, sin tasas adicionales por el servicio NTRIP (EMLID, 2019).
- Correcciones a través de NTRIP

NTRIP es la abreviatura de Networked Transport of RTCM via Internet Protocol y, como su nombre indica, es un protocolo basado en el Protocolo de Transferencia de Hipertexto HTTP, diseñado para distribuir flujos de datos GNSS a receptores móviles o estáticos a través de Internet.

No es necesario contar siempre con una segunda unidad para el RTK. Normalmente, existen servicios locales que comparten correcciones de la estación base a través de Internet. Este enfoque se conoce como NTRIP y resulta particularmente eficaz en áreas con una sólida cobertura de redes 3G/LTE y una extensa red de estaciones base NTRIP

cercanas. Entre las diversas modalidades de observación GPS, la técnica diferencial o relativa ha demostrado ser la más efectiva hasta el momento. En este método, intervienen dos o más estaciones que observan simultáneamente los mismos satélites, y al menos una de ellas cuenta con coordenadas conocidas y de alta precisión, denominada estación base (SCIELO, 2009).

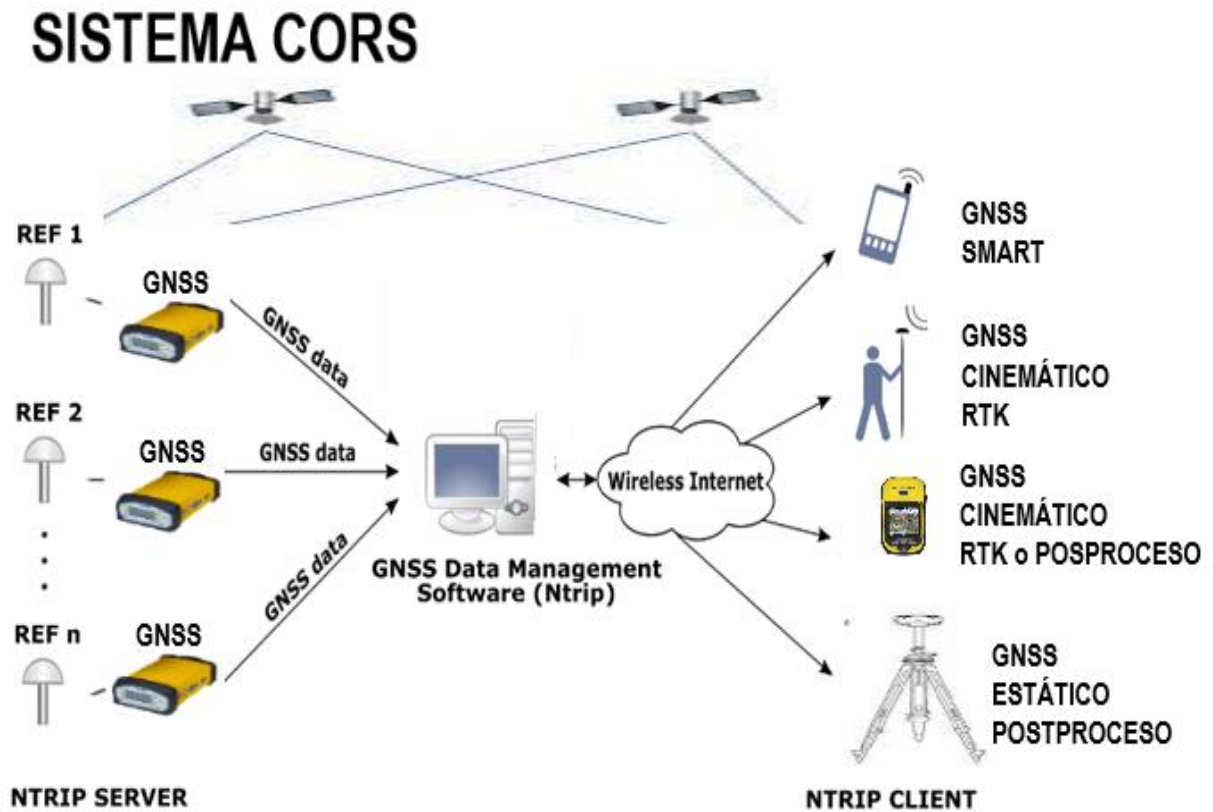


Figura 8. Sistema CORS, estación de rastreo permanente.

2.2.9. Instituto geográfico nacional – IGN: Clasificación de los puntos geodésicos

Con el fin de establecer una referencia geodésica común, todos los proyectos de georreferenciación se basarán en la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN). Los puntos geodésicos en el país se categorizan de acuerdo a la Figura 9.

2.2.9.1. Punto geodésico orden “C”

Este rango de prioridad se asignará para la implementación de control adicional en zonas urbanas y rurales, respaldando la elaboración de proyectos fundamentales de ingeniería y planificación urbano-rural, así como para labores que demanden una precisión de hasta 10.00 mm.

La distancia máxima, para puntos de orden “C”, que valida el Instituto Geográfico Nacional (IGN), para datos GNSS a receptores estáticos a través de Internet por NTRIP es de 100km. (IGN PERU, 2015).

Número mínimo de estaciones de control de la Red Geodésica Horizontal que se deben enlazar:	0	A	B	ENLACE	
0	8			RED	
A	3	3		RED	
B	3	3	3	RED	
C	1	1	1	LÍNEA BASE	
APOYO (PFCH)	1	1	1	LÍNEA BASE	

Separación de las estaciones	0	A	B	C	APOYO (PFCH)
Separación máxima (km) entre estaciones bases dentro del área del proyecto.	4000	1000	500		
Separación máxima (km) entre estaciones bases y el punto a establecer	3500	500	250	100	100

Figura 9. Clasificación de los puntos geodésicos IGN Perú.

2.2.10. Poligonales

Una poligonal consiste en una secuencia de líneas conectadas entre sí en los vértices. Para determinar la posición de estos vértices en un sistema de coordenadas rectangulares planas, se requiere medir el ángulo horizontal en cada vértice y la distancia horizontal entre vértices consecutivos. El uso de poligonales es un procedimiento topográfico muy habitual, especialmente para establecer puntos de control y de apoyo en levantamientos detallados y la creación de planos.

En términos generales, las poligonales se pueden clasificar en dos tipos:

- Poligonales cerradas: En estas poligonales, el punto de inicio coincide con el punto de cierre, proporcionando control tanto angular como lineal.
- Poligonales abiertas: Estas poligonales enlazan con un control de cierre donde se conocen las coordenadas de los puntos inicial y final, junto con la orientación de las alineaciones inicial y final, permitiendo realizar controles tanto angular como lineal.

2.2.11. Transformación de coordenadas UTM a topográficas

Dadas las deformaciones presentes en la proyección UTM, esta no es adecuada para el diseño de obras de ingeniería de alta precisión. Por lo tanto, para llevar a cabo trabajos de esta índole y realizar tareas topográficas, es esencial realizar una transformación de los puntos de referencia u otros elementos que se encuentren en esta

proyección. Esto implica llevar a cabo una serie de cálculos con el fin de relacionarlos de manera precisa con la superficie del terreno (CNR-CHILE, 2015).

Como primer paso en el estudio, se monumentan y calculan los puntos geodésicos, con equipos GNSS y software postproceso, creando los puntos de control del proyecto. Puntos de control que, dependiendo de la topografía plana o accidentada, de la forma del área (alargada o cerrada) del proyecto, pueden ser poligonal cerrada o abierta. Posteriormente se hace la conversión de estos puntos de control de coordenadas geodésicas a coordenadas topográficas para los trabajos de levantamientos topográficos del área de estudio.

El procedimiento de paso de coordenadas geodésicas a topográficas se realiza actualmente con softwares CIVIL CAD 3D. Software versátil donde está implantado el procedimiento del cálculo automático y preciso (se carga los datos de referencia de la zona - Datum). Es de suma importancia este ejercicio de conversión de coordenadas geodésicas a topográficas, para la ejecución de las obras, porque en la ejecución de inicio a fin se trabajará con coordenadas topográficas y estación total, tanto en los nuevos levantamientos y replanteo de obra.

2.2.12. Valorización de obras

2.2.12.1. Metrados

Resolución Directoral N° 073 – 2010/Vivienda/ VMCS – DNC. Según el Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE), el metrado se refiere al cálculo o la cuantificación detallada de la cantidad de obra a llevar a cabo por partidas, utilizando la unidad de medida establecida. También puede definirse como un conjunto de datos derivados de cálculos, mediciones y planos de construcción.

La finalidad de los metrados es planificar los trabajos a realizar y estimar los costos asociados a cada uno de ellos. Estos cálculos se llevan a cabo tomando como base los planos de proyectos y las especificaciones técnicas. Esto se realiza en cumplimiento con el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, que define el metrado como la cuantificación detallada por partidas de la cantidad de obra a ejecutar (Norma Técnica, 2011).

2.2.12.2. Valorización de obras civiles

La valorización se define como la cuantificación económica del progreso físico alcanzado en la ejecución de una obra durante un período específico. Los sistemas de contratación aplicables a las obras están sujetos a lo establecido en el artículo 40 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado (OSCE, 2020).

Las valorizaciones constituyen pagos parciales basados en el trabajo realizado por el contratista en un período determinado, generalmente mensual. En la liquidación final, se determina el monto total de la obra y el saldo pendiente de pago (a favor o en contra del contratista).

Existen dos sistemas de contrato comunes:

Sistema a suma alzada. Las cantidades, magnitudes y calidades de la prestación están definidas en los planos, especificaciones técnicas, memoria descriptiva y presupuesto de obra. El postor ofrece un precio fijo integral para ejecutar la obra durante un período determinado. El contratista está obligado a realizar la obra según lo establecido en el expediente técnico. Las valorizaciones se calculan en función de los metrados ejecutados contratados y los precios unitarios del valor referencial, incorporando los montos proporcionales de gastos generales y utilidad del valor referencial. El subtotal se multiplica por el factor de relación, y se agrega el porcentaje correspondiente al Impuesto General a las Ventas.

Sistema a precios unitarios. Se utiliza cuando no se conoce con exactitud o precisión las cantidades o magnitudes requeridas, especialmente en obras con grandes movimientos de tierra como carreteras, saneamiento, canales y presas. Las valorizaciones se calculan según los metrados ejecutados y los precios unitarios ofertados, incluyendo los montos proporcionales de gastos generales y utilidad ofrecidos por el contratista. A este monto se le agrega el porcentaje correspondiente al impuesto (CGR, 2019).

2.2.12.3.Modalidad de contrato de ejecución

Las formas de ejecución contractual aplicables a las obras están regidas por las disposiciones establecidas en el artículo 41 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

Llave en mano. El proponente presenta una oferta que abarca la construcción, equipamiento y montaje hasta la puesta en marcha de una obra específica, y en caso necesario, también incluye el Expediente Técnico. En situaciones que involucren la adquisición de bienes, la oferta comprende no solo dichos bienes, sino también su instalación y puesta en funcionamiento.

Concurso oferta. El proponente se compromete a ejecutar la obra, lo que incluye la elaboración del Expediente Técnico y, si es necesario, también el terreno. Este tipo de contrato se realiza necesariamente a suma alzada (OSCE, 2020).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de las C.H. 8 de Agosto y C.H. El Carmen

3.1.1. Ubicación política

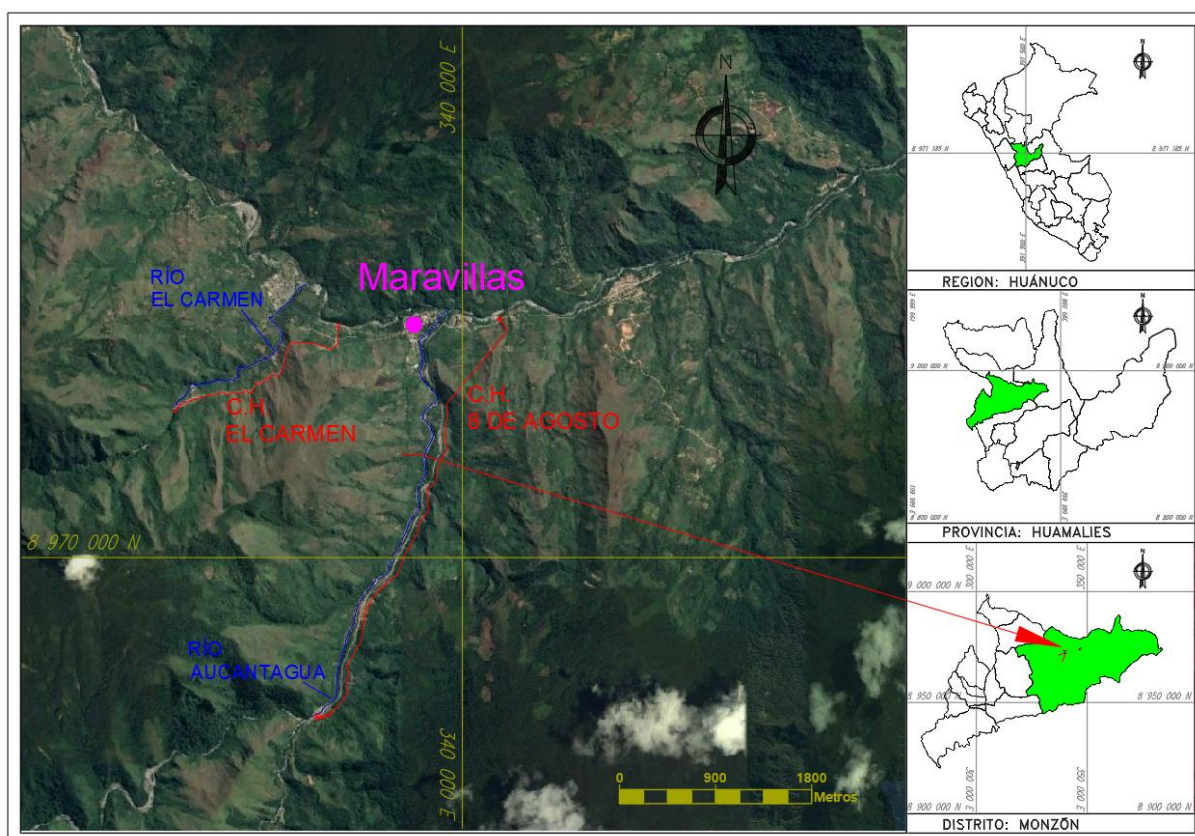


Figura 10. Mapa de ubicación de C.H. 8 de Agosto y C.H. El Carmen.

Supervisión de ejecución de las centrales hidroeléctricas se realizó en la cuenca del Monzón: C.H. 8 de Agosto y C.H. El Carmen, que se ubican en las cercanías del centro poblado Maravillas.

Sector : 8 de Agosto y El Carmen
CCPP : Maravillas
Distrito : Monzón
Provincia : Huamalíes
Departamento : Huánuco

3.1.2. Ubicación de las coordenadas UTM de los proyectos

Las coordenadas UTM de las dos hidroeléctricas en la cuenca del Monzón:

C.H. 8 de Agosto

Toma de captación: 338638 Este con 8968517 Norte

Devolución: 340326 Este y 8972273 Norte

Altitud: 1164 a 1020 m.s.n.m.

C.H. El Carmen

Toma de captación: 337296 Este con 8971377 Norte

Devolución: 338830 Este con 8972184 Norte

Altitud: 1289 a 1052 m.s.n.m.

3.1.3. Clima

El distrito de Monzón y especialmente el caserío de Maravillas presenta un clima de tipo lluvioso, templado y muy húmedo durante todo el año. Este clima ocupa 9% del área nacional y se encuentra en el flanco oriental de la cordillera de los Andes.

- Altitud: entre cotas de 2000 m.s.n.m. y 1000 m.s.n.m.
- Temperatura máxima: entre 25°C a 29°C.
- Temperatura mínima: entre 11°C a 17°C.
- Precipitación media anual: 3172.8 mm (SENAMHI 2022).

3.1.4. Zona de vida

Las zonas de ejecución de las centrales hidroeléctricas presentan: Bosque muy húmedo – premontano tropical (bmh-PT) a Bosque Muy Húmedo – Subtropical (bmh-S) (Holdrige,1993).

3.1.5. Fisiografía

En general, las dos cuencas donde se ejecutaron las centrales hidroeléctricas presentan un relieve alomado en partes accidentado y con suaves pendientes, en las que se observan los materiales rocosos esquistosos, en numerosos casos aflorantes, e intercalándose entre estos macizos, pequeñas vaguadas donde aparecen espesores irregulares de materiales de naturaleza coluvio aluvial.

3.1.6. Geología

Las zonas de las centrales hidroeléctricas se sitúan en la denominada Cordillera Oriental de los Andes, en el centro de Perú, concretamente en el denominado Complejo de Marañón.

En este sentido, esta zona se caracteriza por la presencia de un sustrato rocoso compuesto por esquistos pizarrosos, esquistos verdes y gneises. En cuanto a los esquistos pizarrosos, se trata de rocas pelíticas de grano muy fino a fino, compuestos esencialmente por filosilicato, cuarzo y feldespatos. Este tipo de rocas presenta una foliación

por orientación preferente de los minerales planares, resultando fácilmente fisibles. Por su parte, los esquistos verdes se encuentran constituidos por clorita, epidota o actinolita, siendo un producto típico del metamorfismo de bajo grado de rocas o sedimentos pelíticos y rocas ígneas básicas.

Finalmente, los gneises son rocas cuarzo-feldespáticas de grano grueso a medio, y una foliación menos marcada que en el caso de los esquistos, debido a su menor proporción de filosilicatos. Este sustrato rocoso, en la zona de estudio se encuentra parcialmente recubierto por unos suelos de naturaleza coluvial y eluvial, los cuales se encuentran constituidos por unas arcillas limo-arenosas con abundantes gravas.

3.1.7. Suelos

Estratigráficamente, las zonas de las centrales hidroeléctricas se caracterizan por la presencia de unos suelos de naturaleza coluvial y aluvial, los cuales recubren en parte, el sustrato rocoso subyacente. Los suelos de naturaleza coluvial se encuentran principalmente constituidos por una matriz arcillo-limo-arenosa en cuyo seno se engloban gravas esquistosas y gneísicas. Estos suelos presentan una distribución irregular a lo largo del trazado de la conducción, encontrándose asociados generalmente a masas inestables. Bajo los suelos anteriormente descritos, se hallan unos suelos eluviales procedentes de la alteración del sustrato rocoso subyacente. Inmediatamente, bajo los suelos anteriormente descritos o bien aflorando directamente en superficie, se halla un sustrato rocoso de naturaleza esquistosa y gneísica, el cual se caracteriza por presentarse moderadamente fracturado y alterado.

Recubriendo los materiales anteriormente descritos, se halla la cobertura vegetal, la cual presenta, en base a la información aportada por los distintos reconocimientos geotécnicos realizados, unos espesores que oscilan entre 0,15 m y 0,70 m.

3.1.8. Hidrografía

Los 2 proyectos de las centrales hidroeléctricas se desarrollaron en la parte alta de la cuenca del río Monzón, afluente del río Huallaga, perteneciente a la vertiente del Atlántico.

El proyecto de la C. H. 8 de Agosto utiliza los recursos hídricos del río Aucantagua, aprovechando un área aproximada de 318 km² de cuenca, con un caudal medio anual de 22.80 m³/s.

El proyecto de la C. H. El Carmen utiliza los recursos hídricos del río El Carmen, aprovechando un área aproximada de 56.3 km² de cuenca, con un caudal medio anual de 4.3m³/s.

3.1.9. Accesibilidad

Las centrales hidroeléctricas son accesibles a través de la carretera asfaltada Lima – Cerro de Pasco – Ambo – Huánuco – Tingo María. A partir de Tingo María, el acceso hacia los poblados de Cachicoto, Monzón y Maravillas, se realiza vía carretera asfaltada. A partir de ésta última localidad, parte una carretera afirmada hacia la captación del proyecto de la C.H. 8 de Agosto, siguiendo la margen derecha del río Aucantagua. Y desde Maravillas a 300 m con dirección a Chipaco parte carretera afirmada a la captación de la C.H. El Carmen, siguiendo la margen derecha de la quebrada El Carmen.

3.2. Contratos de ejecución de proyectos centrales hidroeléctrica

La Empresa de Generación Andina S.A.C. firmo un contrato de supervisión de ejecución de obras con DESSAU S&Z S.A. para la supervisión de la ejecución del “Contrato llave en mano para el diseño final, ingeniería de detalle, construcción de las obras civiles, suministro y montaje electromecánico y puesta en operación de las centrales hidroeléctricas, El Carmen 8.4 MW y 8 de Agosto de 19 MW, y la L.T. SSEE 8 de Agosto-Tingo María en 138 kV”.

La Empresa de Generación Andina S.A.C. era titular del complejo hidroeléctrico C.H. El Carmen y C.H. 8 de agosto y la Línea de Transmisión de 60 km SSEE (subestación) 8 de Agosto – Tingo María en 138 kV.

Siendo necesario contar con los servicios de supervisión de la construcción del complejo hidroeléctrico, se contrató a la Empresa DESSAU S&Z S.A. para desarrollar esa actividad.

Para la supervisión y monitoreo ambiental de todo el complejo hidroeléctrico, se contrató a la empresa HUMING Ingenieros S.A.C.

De acuerdo con lo establecido en el contrato, la fecha de inicio ha sido establecida con la firma del contrato y la entrega del adelanto. El contrato se firmó el 13 de febrero del 2014 y la entrega del adelanto se realizó el 12 de mayo del 2014. Por lo tanto, la fecha de inicio del contrato fue el 13 de mayo del 2014.

La Empresa Generación Andina S.A.C. celebró un contrato Llave en Mano (EPC) el 5 de junio 2013 con SACYR Construcción S.A. Sucursal del Perú.

El precio contractual fue es de US\$ 66 031 836,37, y el plazo de ejecución de 21 meses. La fecha de inicio de la construcción de las obras se ha establecido a partir del 25 de marzo del 2014. El contrato definía que la valorización era a suma alzada. Donde contratista estuvo obligado a culminar cualquier sección de obra así se haya agotado el presupuesto indicado en su propuesta a Suma Alzada.

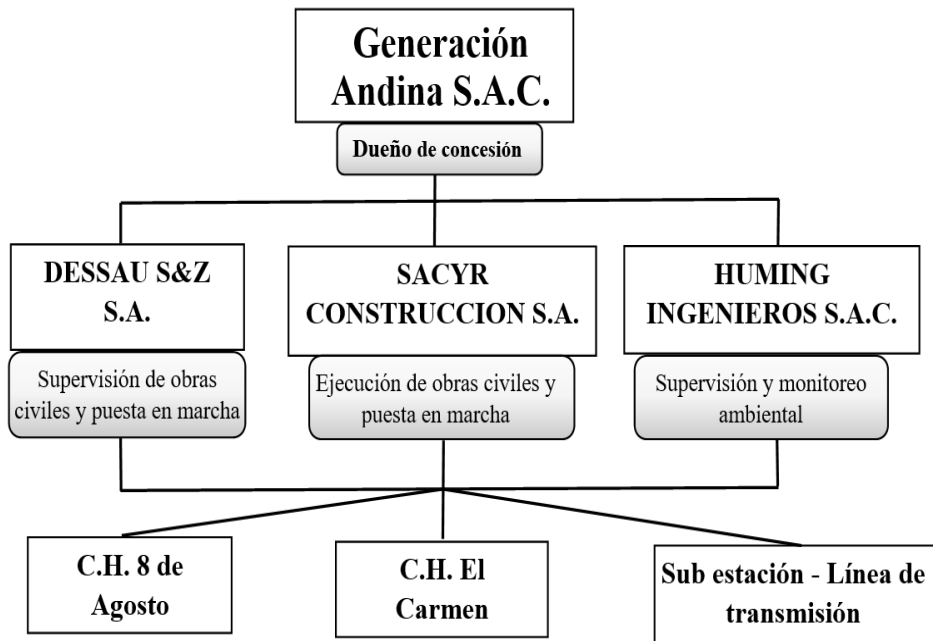


Figura 11. Organigrama del complejo hidroeléctrico C.H. 8 de Agosto, C.H. El Carmen.

3.3. Descripción de las obras C.H. 8 de Agosto

La C.H. 8 de Agosto aprovechará un caudal de $18 \text{ m}^3/\text{s}$, con un salto bruto de 145 m, para generar en una central ubicada en superficie, 19,83 MW y producir 140 GWh de energía anual.

Complementariamente las obras civiles involucraron los caminos de accesos a todos los componentes de las centrales hidroeléctricas y la elaboración de la plataforma de la subestación.

El esquema hidráulico de la central estaría constituido por las siguientes obras.

El barraje móvil de derivación su eje está a 5 m aguas de la confluencia de las quebradas Ayanayunga y Pan de Azúcar, sobre el río Aucantagua.

El barraje móvil tiene la función de elevar el nivel del agua, para garantizar la derivación de $18 \text{ m}^3/\text{s}$. La cota al nivel de operación normal será a 1164 msnm.

El barraje móvil tiene 3 compuertas de descarga y una compuerta de purga. Las compuertas serán del tipo vagón de 4.80m de ancho y 3,70 m de altura.

3.3.1. Obra de derivación bocatoma

La obra de toma se ubica sobre la margen derecha del río Aucantagua, inmediatamente aguas arriba del eje del barraje móvil. Su capacidad de captación será a $18 \text{ m}^3/\text{s}$ para permitir la generación de 19,83 MW. Cuenta con dos ventanas de captación de 4,50 m de ancho y 2,30 m de alto, separados por un pilar y provistas de rejillas. Aguas abajo se ubica

dos compuertas de 3,40 m de ancho por 2,03 m de alto para el control de ingreso al sistema, siendo conducidas las aguas por un canal hacia las naves desarenadoras.

3.3.2. Obra de derivación desarenador

El desarenador se ubica aguas debajo de la estructura de captación y constara de los siguientes componentes:

- Transmisión de entrada
- Desarenador propiamente dicho
- Sistema de purga de finos
- Conducto de evacuación
- Vertedero de salida

La transmisión de entrada tiene una longitud de 9 m y permitirá el paso de la sección rectangular del canal aguas arriba, a la sección de cada nave del desarenador propiamente dicho.

El desarenador propiamente dicho, consta de 2 naves de 5,00 m de ancho y 3,50 m de altura efectiva, cada nave tiene una longitud de 80m y permitirá la decantación de los sedimentos finos con partículas mayores o iguales a 0,20 mm.

En el fondo de cada nave se ubica un canal de limpia para las operaciones de purga, con pendiente 1,75%, además de compuertas de purga y conductos de evacuación para que, durante la operación de limpieza, se descarguen los sedimentos eliminados hacia el rio Aucantagua.

Al final de cada nave se ubica un vertedero, que permite el paso del caudal aguas abajo del desarenador.

3.3.3. Obra de derivación cámara de carga

A continuación del vertedero ubicado al final de las naves desarenadoras se ubicará la cámara de carga.

Está conformada por una estructura de concreto de ancho variable de 1.10m al inicio y 5m al final. Su volumen será del orden de los 300 m³ para absorber variaciones de caudales generados por el estatismo de las máquinas. Su profundidad al inicio del ducto de conducción a presión es de 8,00 m. Antes de la entrada al ducto en baja presión, se ha previsto instalar la rejilla de 4,20 m x 4,20 m, con pendiente 6:1. Aguas abajo al inicio de la tubería de baja presión, se ubica una compuerta plana de seguridad que servirá como elemento de protección.

Los excesos podrán ser descargados directamente al rio Aucantagua por un vertedero lateral con capacidad igual a 36 m²/s.

3.3.4. Sistema de conducción

El sistema de conducción está constituido por un tramo de 3 240,56 m de tubería en GRP y un tramo de túnel de 900,00 m de longitud.

3.3.5. Tubería de entrada

Se inicia en la cámara de carga y se desarrolla hasta la progresiva 3+240,56 correspondiente a la entrada del túnel. La capacidad de conducción será de 18 m³/s.

El conducto en baja presión compuesto por tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP), de sección variable a lo largo de su recorrido con diámetros de 2600 mm (0+00.00 a 1+619) y 2400 mm (1+619 a 3+240) e instalado en zanja excavada y rellena. Esta apoyado a lo largo de su extensión sobre material granular y está cubierta con material seleccionado hasta el tope superior de la misma. La cobertura mínima no es menor a 1,2 m. A lo largo de su desarrollo se han previsto anclajes de concreto en todos los vértices.

El trazo en planta se ubica entre el camino de acceso a la toma y la margen derecha del río Aucantagua. Se instaló sistema de drenaje paralela a la tubería GRP con tubería perforada a nivel de la rasante y drenaje transversal de descarga.

3.3.6. Túnel de conducción

El túnel de conducción con una longitud total de 900.00m, es de tipo baúl de 2.5m de alto y 2.5m de ancho, que se inician al final de la tubería de GRP sigue en una transición hasta la sección del túnel propiamente dicho, la parte inicial y final del túnel en un tramo de 30m a cada lado será blindado en acero de sección circular.

El diámetro de excavación de 2,90 m del túnel se determinó en función al requerido para su excavación y revestido en concreto armado con $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 0,20 m de espesor, el tramo inicial y final blindado será embebido en concreto de las mismas características.

La excavación se realizó por los dos frentes (inicio y salida). Para lo cual se construyó sus accesos respectivos.

3.3.7. Chimenea de equilibrio

La chimenea de equilibrio se ubica en la progresiva 3+910, se excavo en roca. Tiene 2 secciones, la sección de 3,00 m de diámetro esta revestida de concreto desde la clave del túnel hasta 85,28 m de alto, a partir de la cual se ensancha a un diámetro de 8,00 m 19,50 m de alto, que está estabilizada con concreto lanzado.

Las características operativas, en el caso de la salida brusca de dos unidades, el nivel máximo del agua.

La parte superior de la chimenea de equilibrio termina en una cámara en superficie construida sobre una plataforma excavada y conformada, que sirvió durante el proceso constructivo, como plataforma de operación y que se conecta con el acceso a la chimenea de equilibrio.

3.3.8. Cámara de válvulas

Al final del túnel de conducción se ha ubicado la cámara de válvulas provisto de una válvula mariposa de seguridad de 2,50 m de diámetro.

El propósito de esta válvula es proteger a las obras civiles del salto y la casa de máquinas de daños por la rotura o pérdidas de agua de la tubería.

La cámara de válvulas tiene un ancho de 13,00 m (medido perpendicularmente al eje de la tubería). La entrada es por el camino de acceso a la chimenea de equilibrio.

3.3.9. Tubería forzada

A partir de la salida del túnel, el transporte de agua hasta las turbinas continua por una tubería de acero de sección variable desde 2.4m diámetro. Todo el tramo de tubería está expuesta, apoyada sobre sillas de concreto armado anclado sobre bloques de concreto.

La longitud total de la tubería, siguiendo el eje, a partir del final del portal de salida hasta el comienzo de la bifurcación horizontal, es de 113 m.

Al final de su desarrollo se ha considerado una bifurcación y tuberías de menor diámetro hasta cada turbina. Este último tramo estará embebido en concreto. El pantalón de distribución de 2.40m diámetro a tuberías de conducción de 1.40m de diámetro hasta las turbinas.

3.3.10. Casa de máquinas

La casa de máquinas está en superficie, ubicada en la margen derecha del río Monzón, sobre una plataforma conformada para tal fin en la cota 1 021,35 msnm, ocupando un área de 2 313 m².

Las turbinas dispondrán de un salto bruto de 145 m y para el máximo caudal turbínale, un salto neto de 130 m que permitirán generar hasta 9,5 MW por grupo.

La casa de máquinas corresponde a un edificio con una estructura de acero y cimientos de concreto reforzado. Las dimensiones son de 13,60 m de ancho, 36,70 m de longitud y 10,70 m de alto.

La casa de máquinas de la central 8 de Agosto está dividida en dos zonas, una en la que están emplazados los equipamientos electromecánicos turbina-generador

y su equipamiento asociado y otra zona en la que están instalados el equipamiento eléctrico, de la subestación y de instrumentación y control, para lo que se dispone de una oficina.

En el área de montaje y desmontaje de la casa de máquinas, se instaló un puente grúa de 50 tn accionado por electricidad. La cubierta de la casa de máquinas está construida por estructura metálica, cubierta por lámina de acero corrugado y techo de dos aguas del mismo material. La casa de máquinas tiene dos generadoras Francis de eje horizontal, la energía producida se evacua por cables en 13,8 kv hacia el patio de llaves.

3.3.11. Canal de restitución

Las aguas turbinadas por cada una de las unidades de generación se restituyen al río Monzón, mediante canales de descarga que serán de concreto armado y tendrá una sección rectangular de 5,00 m de ancho y 13,70 m de longitud. Cuenta con una compuerta de emergencia. La zona de restitución al río Monzón está protegida con roca de diámetro 0,80 m.

3.4. Descripción de las obras de la C.H. El Carmen

La central hidroeléctrica El Carmen aprovecha un caudal de 4,5 m³/s, de la quebrada El Carmen, con un salto bruto de 239,10 m para generar en una central ubicada en superficie 8,4 MW y producir 45,00 GWh de energía media anual.

La central es de tipo fluyente con obras de captación tipo alpino, desarenador y cámara de carga cuya función es la de captar y luego canalizar el agua que será transportada por medio de una tubería en baja presión, en cuya extremidad se ubica la chimenea de equilibrio y válvula de seguridad, continuando por un conducto forzado al exterior hasta la casa de máquinas, equipada con dos turbinas Pelton, directamente acoplados a generadores. Finalmente, las aguas turbinadas son descargadas al río Chipaco (río Chipaco se llama hasta la descarga de la quebrada El Carmen, aguas abajo se llama río Monzón).

3.4.1. Toma

La toma está ubicada en la quebrada El Carmen y corresponde a una toma tipo Alpina que se construyó sobre el fondo del cauce.

El caudal de diseño de 4,5 m³/s ingresa mediante una rejilla gruesa de captación, dispuesta sobre el cauce de la quebrada El Carmen y con una inclinación de 11 grados, en forma de permitir el tránsito de los sólidos gruesos hacia aguas abajo. El agua con materiales finos ingresa por gravedad a una poza de recolección que alimenta a un pequeño canal de derivación. El canal colector es de 2,7 m de ancho y con altura variable, al inicio de 1,3 m y al final 2,20 m. Al lado derecho al final del canal colector cuenta con una compuerta de purga. La toma propiamente dicha contara con una compuerta plana de 1,30 m por 1,50 m

que se ubica en el canal de alimentación de 1.30m de ancho que permite el pase del agua hacia el desarenador.

3.4.2. Desarenador

El desarenador se ubica aguas debajo de la estructura de captación y consta de los siguientes componentes:

- Transición de entrada
- Desarenador propiamente dicho
- Sistema de purga de finos
- Conducto de evacuación
- Vertedero de salida

La transición de entrada tiene una longitud de 5,40 m y permite el paso de la sección rectangular en el canal de alimentación a la sección rectangular del desarenador propiamente dicho.

El desarenador propiamente dicho, consta de una nave de 3,80 m de ancho y 2,40 m de altura efectiva y longitud 40 m, que permite la decantación de los sedimentos finos.

El sistema de purga de finos está constituido por un canal de purga, ubicado en el fondo de la parte central de la nave. La limpieza se logra sin vaciar la nave ni parar la operación de la central, abriendo una compuerta suele limpiarse de 1,00 m por 1,20 m.

El conducto de evacuación, se inicia con el oficio de salida del canal de purga con una longitud aproximada de 14 m con alineamiento recto. La sección transversal es rectangular, de 1,00 m de ancho 1,00 m de altura.

Al final de la nave se ubica el vertedero de 32,80 m de ancho, que permitirá el paso del caudal abajo del desarenador.

La limpieza del material depositado se realizará abriendo la compuerta de purga que, con agua con reducido volumen de sedimentos y gran energía, limpiará el material depositado en la nave descargándolo hacia la quebrada EL Carmen.

3.4.3. Cámara de carga

A continuación del vertedero ubicado al final del desarenador se ubica la cámara de carga. La cámara de carga está conformada por una estructura de concreto de 3,80 m de alto y 2,95 m altura y altura máxima de 5,75 m en el inicio del conducto de presión. Antes de la entrada al conducto de baja presión se ha previsto instalar una rejilla. Y al inicio de la tubería de baja presión se ubica una compuerta plana de seguridad de 1,40 m por 1,40 m

el propósito de esta compuerta es cubrir posibles pérdidas y rotura de la tubería eliminando la fuga de grandes cantidades de agua por las laderas.

Los excesos serán evacuados por un vertedero lateral con capacidad igual de $9 \text{ m}^3/\text{s}$ que tiene un desarrollo de 15,00 m. Se ubica al lado izquierdo de la cámara y verterá hacia un canal lateral revestido y sección rectangular de 2,00 m de ancho.

3.4.4. Sistema de conducción

La construyo una conducción a baja presión utilizando tubos GRP que está enterrada y en la zona del salto (tubería forzada) también tubería GRP ubicada en superficie.

3.4.5. Tubería de baja presión

La conducción a baja presión está instalada con tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP), de sección variable a lo largo de su recorrido entre 1,60 m de diámetro (00+000,00 a 1+019,03) a 1,40 m de diámetro (1+019,03 a 1+913) y colocado en zanja excava y rellenada.

El trazo en planta está ubicado bajo el camino de acceso a la toma, el perfil longitudinal de la tubería se encuentra bajo presión permanente en operación normal y durante los transitorios hidráulicos. Su desarrollo hasta la cámara de válvulas posee una diemnsión de 1 913 m.

Está apoyada en su extensión sobre material granular y está cubierto por relleno compactado cuya cobertura mínima no es menor de 1,50 m. A lo largo del desarrollo se construyeron anclajes de concreto en todos los vértices. Se instaló sistema de drenaje paralela a la tubería GRP con tubería perforada a nivel de la rasante y drenaje transversal de descarga.

3.4.6. Chimenea de equilibrio

Constituido por ducto de GRP emplazado sobre el terreno hasta alcanzar la cota altimétrica requerida.

3.4.7. Tubería forzada

La tubería forzada es de tubería GRP de diámetro 1,40 m, para la conducción principal. Hasta inicio de la bifurcación. La tubería está expuesta y apoyada sobre sillars de concreto y anclada bloques de concreto armado. Al final de su desarrollo inicia una bifurcación y tuberías de menor diámetro hasta cada turbina. Embebidas en concreto.

3.4.8. Casa de máquinas

La casa de máquinas está en la superficie, ubicado en la margen derecha del río Chipaco, sobre una plataforma conformada para tal fin, ocupando un área de $1\,165 \text{ m}^2$.

El salto bruto es de 239,10 m y el salto neto para el máximo caudal de 228,1 m, para caudal de 4,5 m³/s se puede producir hasta 8,4 MW.

La casa de máquinas es un edificio con una estructura de acero y cimientos de concreto reforzado. Sus dimensiones son de 8.30 de ancho, 20,0 m de longitud y 9,20 m de alto.

La casa de máquinas está dividida en dos zonas, una donde están emplazados los equipamientos electromecánicos turbina generador y equipamiento asociado y otra en la que están instalado el equipamiento eléctrico, de la subestación y de instrumentación y control, para lo que se dispone una oficina. En el área de montaje y desmontaje de la casa de máquinas, se dispone de un puente grúa de 30 toneladas accionado eléctricamente, para movilizar la maquinaria de la central, soportado por las columnas metálicas. La cubierta de la casa de máquinas está construida por estructura metálica y cubierta por láminas de acero corrugado y techo de dos aguas con el mismo material.

La casa de máquinas alberga dos turbinas Pelton generadoras y conducidas por cables en 22,9 kv hacia el patio de llaves.

3.4.9. Canal de restitución

Las aguas turbinadas son restituidas al río Chipaco mediante canales de descarga que son de concreto armado de sección rectangular de 3,00 m de ancho, 3,60 m de altura y 8,00 m de largo.

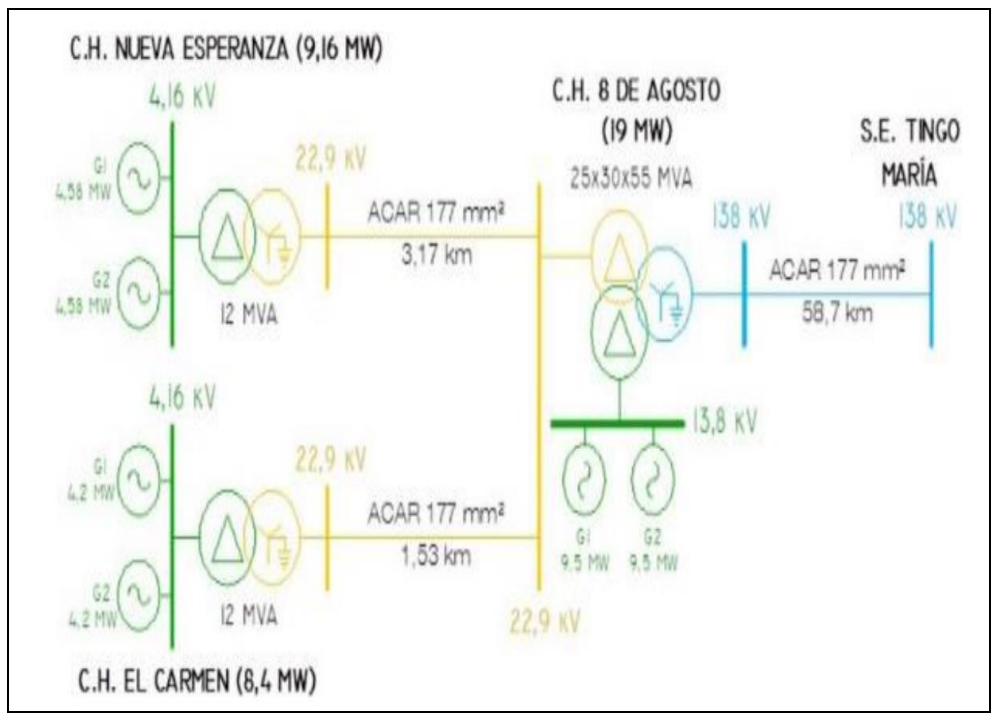


Figura 12. Diagrama unifilar de línea de transmisión de la C.H. 8 de Agosto y C.H. El Carmen (OSINERGMIN, 2022).

3.5. Líneas de transmisión y subestaciones

La energía a producir en las C. H. 8 de Agosto y El Carmen son conducidas mediante una línea de transmisión de aproximadamente 60 km de largo desde la S. E. 8 de Agosto hasta la S. E. Tingo María. Construcción de la Sub-Estación El Carmen y 8 de Agosto (Figura 12).

3.6. Tubería GRP

Las tuberías GRP de enrollamiento de hilos en continuo, fueron construidos con una estructura tipo sándwich. Las materias primas básicas utilizadas en la fabricación de los tubos son la resina, la fibra de vidrio y la arena de sílice. Son tecnologías que brindan mayor desempeño a menor costo. Las tuberías FLOWTITE (Figura 13) tienen bajo peso, resistencia a la corrosión son fabricadas bajo estrictas normas de calidad. La conciencia sobre el ahorro de costos operativos y la superior resistencia a la corrosión que ofrecen las tuberías GRP FLOWTITE.

Están disponibles en más de 6 clases de presión y 3 diferentes clases de rigidez. Se fabrican en diámetros desde 100 mm hasta 3700 mm y en longitudes de hasta 18 m (Flowtite, 2014).

SN 2500											
DN ⁽¹⁾	CL	DE _{Max}	DE _{min}	Espesor de pared WT (mm)						Peso ⁽²⁾ (kg/m)	
				PN 1	PN 6	PN 10	PN 16	PN 20	PN 25		PN 32
300	157	324,50	323,50	4,07	4,07	4,00	3,89	3,89	N.D.	N.D.	8
350	159	376,40	375,40	4,69	4,69	4,52	4,39	4,42	N.D.	N.D.	11
400	161	427,30	426,30	5,32	5,32	5,04	4,87	4,90	N.D.	N.D.	14
450	162	478,20	477,20	5,96	5,96	5,56	5,40	5,38	N.D.	N.D.	18
500	164	530,10	529,10	6,64	6,64	6,09	5,90	5,87	N.D.	N.D.	23
600	167	617,00	616,00	7,75	7,75	6,97	6,72	6,68	N.D.	N.D.	31
700	171	719,00	718,00	8,92	8,92	8,01	7,68	7,63	N.D.	N.D.	42
800	172	821,00	820,00	10,08	10,08	9,07	8,64	8,57	N.D.	N.D.	55
900	172	923,00	922,00	11,26	11,26	10,11	9,59	9,52	N.D.	N.D.	69
1000	172	1025,00	1024,00	12,46	12,46	11,14	10,54	10,46	N.D.	N.D.	86
1100	172	1127,00	1126,00	13,70	13,70	12,20	11,50	11,40	N.D.	N.D.	103
1200	172	1229,00	1228,00	14,78	14,78	13,18	12,45	12,35	N.D.	N.D.	122
1300	172	1331,00	1330,00	15,98	15,98	14,20	13,40	13,29	N.D.	N.D.	144
1400	172	1433,00	1432,00	17,12	17,12	15,23	14,36	14,23	N.D.	N.D.	166
1500	172	1535,00	1534,00	18,20	18,20	16,22	15,31	15,17	N.D.	N.D.	189
1600	172	1637,00	1636,00	19,43	19,43	17,28	16,26	16,11	N.D.	N.D.	216
1700	172	1739,00	1738,00	20,76	20,76	18,29	17,21	17,06	N.D.	N.D.	245
1800	172	1841,00	1840,00	21,91	21,91	19,31	18,17	18,00	N.D.	N.D.	274
1900	172	1943,00	1942,00	23,03	23,03	20,31	19,12	18,94	N.D.	N.D.	304
2000	172	2045,00	2044,00	24,21	24,21	21,36	20,06	19,88	N.D.	N.D.	337
2100	172	2147,00	2146,00	25,37	25,37	22,38	21,02	20,82	N.D.	N.D.	371
2200	172	2249,00	2248,00	26,54	26,54	23,39	21,97	21,76	N.D.	N.D.	407
2300	172	2351,00	2350,00	27,70	27,70	24,43	22,92	22,70	N.D.	N.D.	444
2400	172	2453,00	2452,00	28,86	28,86	25,42	23,87	23,65	N.D.	N.D.	483
2500	172	2555,00	2554,00	29,97	29,97	26,46	24,82	24,58	N.D.	N.D.	523
2600	172	2657,00	2656,00	31,19	31,19	27,48	25,78	25,53	N.D.	N.D.	566
2700	172	2759,00	2758,00	32,35	32,35	28,49	26,72	26,46	N.D.	N.D.	610

Figura 13. Especificaciones técnicas de la tubería GRP, utilizadas en el complejo hidroeléctrico.

3.7. Materiales y equipos

3.7.1. Materiales

Expediente técnico, fichas geodésicas de poligonal primaria, juegos planos de accesos y estructuras hidráulicas, generados con el replanteo, libreta de campo, estacas, pintura.

3.7.2. Equipos

Estación total TOPCON GPT3105, accesorios: trípode, wincha de 5 y 50 metros, prismas, bastones, mini prisma, estacas, pintura, GNSS diferencial TOPCON GR5: controlador, base y rover, nivel automático TOPCON ATB4, accesorios: trípode, mira de 5 metros, Laptop TOSHIBA COSMIO I7 (software: Office y CIVIL 3D 2014), USB, impresora, copiadora.

3.8. Metodología

3.8.1. Realizar el control de las estructuras hidráulicas de la central hidroeléctrica 8 de Agosto y El Carmen

Para cumplir con el primer objetivo se realizaron las siguientes actividades:

- **Replanteo de obra**

Las fases del replanteo topográfico para realizar las labores de las obras fueron son las siguientes:

Estudio previo del proyecto. La primera tarea fue reunir, ordenar y compatibilizar toda la información disponible, tanto la que se encontraba en el terreno como la contenida en los planos de proyecto.

Estudio de los planos del proyecto. Antes de comenzar el replanteo, fue necesario revisar y estudiar los planos de la obra. De no realizarse, se pudieron cometer errores que acarreen graves consecuencias. Existen un sin número de planos que integraban el proyecto, los cuales se encontraban agrupados por especialidad, así que se compilaron, cotejaron, compararon, analizaron y ajustaron, si se corresponden entre ellos, etc. Todo este proceso de los distintos proyectos se tradujo a un único lenguaje geométrico.

Estudio/reconocimiento del terreno. Se realizó mediante el reconocimiento y análisis de la información existente en el terreno, detalles importantes, obstáculos y construcciones existentes que pudieron afectar los trabajos. Las obras de arquitectura o de ingeniería, se encontraban contenidas dentro de un límite de propiedad, y diseñados dentro de estos. Después de revisar bien toda información, pasamos a la comprobación del terreno.

Comprobación del terreno. Inicialmente se verificó la exactitud del levantamiento topográfico existente: la forma, linderos, superficie, ángulos y niveles del terreno en el que se implantó el proyecto.

Para ello se utilizaron herramientas y equipos topográficos y geodésicos GNSS de medición que estaban calibrados y operativos para evitar inexactitudes que traigan problemas futuros. Se verificaron los certificados de operatividad de los equipos GNSS y certificados de calibración de las estaciones totales, nivel automático, niveles electrónicos, tribrach, estado de trípodes, estado de bastones, estados de miras, estado de miniprismas y accesorios. Se verificó y creó los puntos de control de obra.

Verificación de poligonal primaria o geodésica. Estos trabajos se realizaron juntos en coordinación entre el ejecutor SACYR CONSTRUCCION S.A. y nuestra empresa supervisora DESSAU S&Z S.A., utilizando equipos GNSS y software post proceso. Este tipo de poligonales siempre están relacionadas con los enlaces o vinculaciones a los puntos SIRGAS (correcciones a través de NITRIP) del IGM, por lo general, son de grandes extensiones debiendo abarcar la totalidad de la zona de estudio. El instrumental que se utilizó fueron los receptores GNSS, debido a que, las distancias entre los puntos de la poligonal y el punto de enlace, puede llegar hasta los 100 km en el peor de los casos de no existir una referencia en las cercanías (Emlid, 2019).

Creación de poligonal secundaria. Se realizó con el objetivo densificar los puntos de control a partir de la poligonal primaria geodésica, desde donde partieron y cerraron las nuevas mediciones, con el propósito de realizar los levantamientos topográficos y replanteos que fueron previstos en el estudio.

En la obra se utilizaron dos tipos de equipos de precisión, equipo GNSS y estación total para la medición de la nueva poligonal secundaria. De acuerdo con las características de este tipo de poligonal, se abordaron de dos formas para su ejecución, dependiendo del instrumento que se utilizaba.

Con receptores GNSS. Al igual que en la poligonal geodésica se partió desde un punto conocido y cerrar en el mismo o cerrar en otro, trasladándose desde un punto de referencia a otro. Estos equipos nos ofrecen versatilidad y ha ganado territorio en estas labores, debido reducción de los tiempos de medición respecto de la Estación Total. Solo se aceptaron soluciones fijas (datos con precisión milimétrica), en los procesos GNSS. Estos puntos nuevos de la poligonal secundaria se monumentaron y calcularon en áreas de proyección vertical libre.

Con Estación Total. Para este caso, la creación de los puntos de control, de la poligonal secundaria tuvo como referencia inicial una Línea Base, la cual, estuvo constituida por un par de puntos conocidos y visibles entre sí. Como metodología, la poligonal secundaria puede partir desde una línea base y cerrar en la misma o cerrar en otra.

Estos puntos nuevos de la poligonal secundaria se monumentaron y calcularon en áreas donde la proyección vertical no era adecuada para los equipos GNSS, como taludes y vegetación; y los monumentos y cálculos se hicieron con método taquimétrico.

Poligonal terciaria. Este tipo de poligonal, son derivaciones de las poligonales secundarias, de longitudes más pequeñas, las cuales tuvieron un carácter más específico como levantamientos topográficos y replanteos en zonas puntuales. Se utilizó el equipo topográfico Estación Total con método taquimétrico, por factores como vegetación, áreas accidentadas y cerradas de la cuenca. Y la distribución de estos puntos de control se monumentaron y calculaban para cada frente de trabajo. La metodología de trabajo fue idéntica que las poligonales secundarias.

- **Redes de nivelación geométrica de poligonales secundarias y terciarias**

Se realizó con método de nivelación compuesta, método donde se obtiene el desnivel entre dos puntos encadenando varias determinaciones sucesivas para determinar el desnivel entre los dos puntos. Los trabajos de nivelación geométrica se realizaron con nivel automático. Todos los puntos geodésicos de control fueron corregidos en su valor de cota con nivelación geométrica, utilizando nivel automático por parte del ejecutor SACYR CONSTRUCCION S.A. y supervisados la empresa DESSAU S&Z S.A.

- **Actualización de planos**

La actualización de los planos del estudio, fueron muy importantes al inicio de ejecución de las obras, los pasos fueron:

El ejecutor SACYR CONSTRUCCION S.A., utilizando los puntos de control de las poligonales, en el terreno se trazaron y reconocieron los ejes y las áreas, para realizar la limpieza y desbroce de las diferentes estructuras diseñadas para las hidroeléctricas.

Se hizo levantamiento topográfico a detalle para generar curvas de nivel de todas las áreas de influencia de las 2 hidroeléctricas. Información real a detalle que sirvió para recalcular las posiciones X, Y, Z de todos los vértices estructurales de las 2 hidroeléctricas. La supervisión hizo seguimiento a estos trabajos de campo, comprobando los desbroces de vegetación y que los auxiliares de topografía llegaran con los prismas para medir

con estación total el terreno real. La supervisión controlaba los cambios de estación y puntos intercalados del terreno.

Después del estudio previo del proyecto (curvas de nivel) y de la comprobación del terreno, se realizaron la actualización de los planos de replanteo de las 2 obras hidráulicas. Planos que fueron comprobados por la supervisión a detalle, en campo, con equipo topográfico estación total TOPCON GPT3105.

Con los planos de replanteo actualizados se pasó a la siguiente fase de establecimientos de los vértices y ejes de replanteo de la obra.

- **Establecimientos de las áreas y los ejes**

Utilizando los puntos de control de las poligonales, en el terreno se trazaron las áreas corte y relleno, los ejes de las diferentes estructuras diseñadas para las hidroeléctricas.

Para realizar esta labor se utilizó 4 brigadas de topografía del ejecutor empresa SACYR Construcción S.A., 01 brigada de la supervisión. Todos con equipamiento topográfico verificado, con sus respectivos certificados de calibración, certificado de operatividad, y accesorios nuevos.

- **Ejecución de los replanteos**

Los replanteos de ejecución de toda la infraestructura estuvieron a cargo de la empresa ejecutora SACYR Construcción S.A.

La supervisión y verificación de calidad de todas las áreas de servidumbre, accesos, estructuras instaladas y estructuras construidas para posterior valorización económica estuvo a cargo de la empresa supervisora DESSAU S&Z S.A.

El control de las empresas ejecutora SACYR Construcción S.A. y de empresa supervisora DESSAU S&Z S.A., para todos los temas como avance de obras y valorizaciones, lo realizó la empresa dueña de los proyectos Generación Andina S.A.C.

3.8.1.1. Supervisión de estructuras y frentes de obra de la C.H. 8 de Agosto

El siguiente paso, fue ubicar dónde se construirán las diferentes estructuras que conforman la obra, en el transcurso de ejecución.

Por medio de puntos referenciales exteriores, se hace una continua comprobación de replanteo de vértices con estación total y cotas con nivel automático.

- **Construcción de accesos**

- Se supervisaron trabajos de los accesos a todos los frentes de trabajo.

- Acceso a conducción y toma; se controló la construcción desde la progresiva 0+000 a 4+227.
- Acceso a portal de salida del túnel; se controló la construcción de este acceso desde la progresiva 0+000 a 0+453.
- Acceso a chimenea de equilibrio; se controló la construcción de este acceso desde la progresiva 0+000 a 0+959.
- Acceso a casa de máquinas; se controló la construcción de este acceso desde la progresiva 0+000 a 0+270.
- Supervisión desde el trazo y diseño, luego:
- Control corte de taludes, control de relleno grosor de material de capa de rodadura, y control post mantenimiento.
- Control de construcción de canales de drenaje pluvial y alcantarillas.
- Control de derrumbes, deterioro de las vías e informes inmediatos de estos eventos.
- **Presa Derivadora, con Barraje Móvil y Compuerta de Purga**
 - Control y seguimiento de cortes sobre el área de diseño, hasta la subrasante de diseño.
 - Control de taludes. Todos los cortes realizados con maquinaria pesada y voladura.
 - Control y seguimiento de rasantes de diseño, con concreto $f'c=100$ kg/cm² (solado).
 - Control y seguimiento de vértices y verticalidad de acero y encofrados.
 - Control de separación de amarres del acero.
 - Control de verticalidad y cotas de las estructuras construidas.
 - Control de instalación de accesorios, marcos metálicos incrustados en el concreto para posterior instalación del barraje móvil y compuerta de purga.
- **Bocatoma, con Rejilla, Compuerta de Admisión y Desgravador**
 - Control y seguimiento de cortes sobre el área de diseño, hasta la subrasante de diseño.
 - Control de taludes. Todos los cortes realizados con maquinaria pesada y voladura.

- Control y seguimiento de rasantes de diseño, con concreto $f'c=100$ kg/cm² (solado).
- Control y seguimiento de vértices y verticalidad de acero y encofrados.
- Control de separación de amarres del acero.
- Control de instalación de accesorios, marcos metálicos incrustados en el concreto para posterior instalación de la rejilla, compuerta de admisión y desgravador. y compuerta de purga.
- Control de volúmenes de vaciado de concreto, por etapas.
- Control de verticalidad y cotas de las estructuras construidas.
- **Desarenador**
 - Control y seguimiento de cortes sobre el área de diseño, hasta la subrasante de diseño.
 - Control de taludes. Todos los cortes realizados con maquinaria pesada y voladura.
 - Control y seguimiento de rasantes (pendiente) de diseño, con concreto $f'c=100$ kg/cm² (solado).
 - Control y seguimiento de vértices y verticalidad de acero y encofrados.
 - Control de separación de amarres del acero.
 - Control de juntas.
 - Control de volúmenes de vaciado de concreto, por etapas.
 - Control de verticalidad y cotas de las estructuras construidas.
- **Cámara de Carga con Vertedero de Excedencias**
 - Control y seguimiento de cortes sobre el área de diseño, hasta la subrasante de diseño.
 - Control de taludes. Todos los cortes realizados con maquinaria pesada y voladura.
 - Control y seguimiento de rasantes de diseño, con concreto $f'c=100$ kg/cm² (solado).
 - Control de pendientes.
 - Control y seguimiento de vértices y verticalidad de acero y encofrados.
 - Control de separación de amarres del acero.

- Control de juntas.
- Control de volúmenes de vaciado de concreto, por etapas.
- Control de verticalidad y cotas de las estructuras construidas.
- **Conducto en Baja Presión en Tubería GRP**
 - Control de trazos: eje y ancho.
 - Control y seguimiento de cortes hasta subrasante de diseño.
 - Control de rasante: grosor de cama de arena, pendientes de diseño.
 - Control de instalación de tubería GRP DE 2,60 m de diámetro y codos GRP de cambio de ángulos. Desde la progresiva 0+000 a 3+270,50.
 - Control de instalación de junta de reducción para cambio de diámetros de tubería GRP DE 2,60 m a 2,40 m, en la progresiva 1+619,25.
 - Control de instalación de tubería GRP DE 2,40 m de diámetro y codos GRP de cambio de ángulos. Desde la progresiva 1+619,25 a 3+270,50 donde entrega al túnel.
 - Control de instalación de tubos perforados de drenaje derivados a las alcantarillas.
 - Control de juntas entre tubos de 2.60 m y 2.40 m de diámetro. Control de juntas sobre las tolerancias, según manual de instalación del fabricante.
 - Control de instalación de tubos perforados de drenaje derivados a las alcantarillas.
 - Control de subrasante y rasante de concreto para los codos GRP.
 - Control de acero y encofrados de los codos de GRP, según los volúmenes y diseño.
 - Control de relleno de tuberías GRP 2,60 m y 2,40 m de diámetros, rellenos laterales y grosor de capa superior de relleno.
 - Control de calidad: daños y diámetros de tubería posteriores a la compactación y relleno. Con visitas regulares al interior de la tubería instalada. Donde se verifica las tolerancias de deflexión y separación de juntas, según manual del fabricante.
 - Informe de calidad de tuberías instaladas:

- Informes de diagnóstico de calidad positivo, confirmando su correcta instalación.
- Informes de calidad con observaciones leves que están al límite de la tolerancia según manual del fabricante de la tubería GRP.
- Informes de calidad, con observaciones graves, tuberías que necesitan ser extraídas y reinstaladas.
- Control de extracción de tuberías instaladas defectuosas, tubería GRP inventariadas para no volverse a usar, cada tubería GRP cuanta con código único.
- Control de reinstalación de tuberías GRP, en los tramos observado.

- **Túnel**

- Control de construcción de 900 m de túnel, desde progresiva 3+270,50 entrada hasta salida 4+170,51.
- Control de corte de áreas de diseño, hasta la subrasante de diseño de entrada y salida del túnel.
- Control de taludes y construcción del portal de entrada y portal de salida del túnel.
- Control de vértice y cota (coordenada x, y, z) de inicio de túnel.
- Control de vértice y cota (coordenada x, y, z) de fin de túnel.
- Control de alineamiento y secciones de diseño subterráneos del túnel.
- Control de avance diario de corte de sesiones del túnel, en sus dos frentes (entrada y salida).
- Control de subrasante y pendiente del túnel, en sus dos frentes: entrada y salida.
- Control de avance del acero, encofrado, inyección del revestimiento de concreto, en sus dos frentes: entrada y salida.
- Control de instalación de tubería de acero de entrega al túnel y tubería de acero de salida entrega a la tubería forzada.

- **Chimenea de Equilibrio**

- Control de corte del área de diseño y talud de la parte superior de la chimenea.
- Control de ubicación de la coordenada de la chimenea. En la parte interior del túnel y parte superior.

- Control del trazo circular de la parte superior de la chimenea.
- Control de avance diario de corte según diseño de la chimenea.
- Control de revestimiento de la chimenea.
- **Conducto Forzado en Acero**
 - Control de corte de pendiente y sección de bases de soporte de la tubería forzada.
 - Control de acero, encofrado y vaciado de concreto de las bases de soporte de la tubería forzada.
 - Control de entrega del túnel a la tubería forzada metálica, alineamiento, cotas y pendientes.
 - Control de instalación de tubería forzada metálica: alineamiento, cotas y pendientes.
 - Control de estructura de concreto armado, del cruce entre la tubería forzada metálica y la carretera de acceso a Maravillas.
 - Control de pasadores de soporte, de la estructura de concreto armado del cruce entre la tubería metálica y la carretera de acceso a Maravillas.
 - Control de entrega de tubería forzada metálica a la casa de máquinas.
- **Casa de Máquinas con Turbinas Francis**
 - Control y seguimiento de cortes sobre el área de diseño, hasta la subrasante de diseño.
 - Control de taludes. Todos los cortes realizados con maquinaria pesada y voladura.
 - Control y seguimiento de rasantes de diseño, con concreto $f'c=100$ kg/cm² (solado).
 - Control y seguimiento de vértices y verticalidad de acero y encofrados.
 - Control de separación de amarres del acero.
 - Control de verticalidad y cotas de las estructuras construidas.
 - Control de vértices y cotas de las tuberías y accesorios de instalaciones eléctricas.
 - Control de estructura de posición de las dos turbinas Pelton.

- Control de pernos espera de las bases, para las columnas metálicas de la casa de máquinas.
- Control de verticalidad de columnas y estructuras metálicas de la casa de máquinas.
- Control de estructura metálica del puente grúa. Prueba de deflexión de la viga con carga máxima.
- Control de empalme de tubería forzada metálica a dos turbinas Pelton.
- **Canal de restitución al río Monzón**
 - Control y seguimiento de cortes de sección de canales según diseño, hasta la subrasante de diseño. Todos los cortes realizados con maquinaria pesada y voladura.
 - Control y seguimiento de pendientes, rasantes de diseño, con concreto $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ (solado).
 - Control y seguimiento de vértices y verticalidad de acero y encofrados.
 - Control de separación de amarres del acero.
 - Control de verticalidad, cotas y pendientes de las estructuras construidas.
 - Control de defensa con enrocado, sobre margen del río Monzón. Defensa que protege el canal de restitución al río Monzón.

3.8.1.2. Supervisión de estructuras y frentes de obra de la C.H. EL Carmen

Control dónde se construirán las diferentes estructuras que conforman la obra. Por medio de puntos referenciales exteriores se hace una continua comprobación de replanteo de vértices con estación total y cotas con nivel automático.

- **Construcción de accesos**

Construcción acceso a conducción y toma

 - Se controló la construcción desde la progresiva 0+000 a 2+363, control de trazo, control de corte, taludes, control de relleno grosor de agregados de capa de rodadura, y control post mantenimiento.
 - Control de construcción de canales de drenaje y alcantarillas.
 - Construcción de acceso a casa de máquinas.
 - Se controló la construcción de este acceso desde la progresiva 0+000 a 0+462, control de trazo, taludes, control de corte, control

de relleno grosor de agregados de la capa de rodadura, control y post mantenimiento.

- Control de derrumbes, deterioro de las vías y informes inmediatos de estos eventos.
- Control de construcción de canales de drenaje pluvial.

- **Toma de Tipo Alpina**

- Control y seguimiento de cortes sobre el área de diseño, hasta la subrasante de diseño.
- Control de taludes. Todos los cortes realizados con maquinaria pesada y voladura.
- Control y seguimiento de rasantes de diseño, con concreto $f'c=100$ kg/cm² (solado).
- Control y seguimiento de vértices y verticalidad de acero y encofrados.
- Control de separación de amarres del acero.
- Control de verticalidad y cotas de las estructuras construidas.
- Control de instalación de accesorios, marcos metálicos incrustados en el concreto para posterior instalación del barraje móvil y compuerta de purga.

- **Bocatoma, con Rejilla, Compuerta de Admisión y Desgravador**

- Control y seguimiento de cortes sobre el área de diseño, hasta la subrasante de diseño.
- Control de taludes. Todos los cortes realizados con maquinaria pesada y voladura.
- Control y seguimiento de rasantes de diseño, con concreto $f'c=100$ kg/cm² (solado).
- Control y seguimiento de vértices y verticalidad de acero y encofrados.
- Control de separación de amarres del acero.
- Control de instalación de accesorios, marcos metálicos incrustados en el concreto para posterior instalación de la rejilla, compuerta de admisión y desgravador. y compuerta de purga.
- Control de volúmenes de vaciado de concreto, por etapas.
- Control de verticalidad y cotas de las estructuras construidas.

- **Desarenador**

- Control y seguimiento de cortes sobre el área de diseño, hasta la subrasante de diseño.
- Control de taludes. Todos los cortes realizados con maquinaria pesada y voladura.
- Control y seguimiento de rasantes (pendiente) de diseño, con concreto $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ (solado).
- Control y seguimiento de vértices y verticalidad de acero y encofrados.
- Control de separación de amarres del acero.
- Control de juntas.
- Control de volúmenes de vaciado de concreto, por etapas.
- Control de verticalidad y cotas de las estructuras construidas.

- **Cámara de carga con vertedero de excedencias**

- Control y seguimiento de cortes sobre el área de diseño, hasta la subrasante de diseño.
- Control de taludes. Todos los cortes realizados con maquinaria pesada y voladura.
- Control y seguimiento de rasantes de diseño, con concreto $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ (solado).
- Control de pendientes.
- Control y seguimiento de vértices y verticalidad de acero y encofrados.
- Control de separación de amarres del acero.
- Control de juntas.
- Control de volúmenes de vaciado de concreto, por etapas.
- Control de verticalidad y cotas de las estructuras construidas.

- **Conducto en baja presión en tubería GRP**

- Control de trazos: eje y ancho.
- Control y seguimiento de cortes hasta subrasante de diseño.
- Control de rasante: grosor de cama de arena, pendientes de diseño.
- Control de instalación de tubería GRP DE 1,60 m de diámetro y codos GRP de cambio de ángulos. Desde la progresiva 0+000 a 1+874,69.

- Control de instalación de junta de reducción para cambio de diámetros de tubería GRP de 1,60 m a 1,40 m, en la progresiva 1+019,03.
- Control de instalación de tubos perforados de drenaje derivados a las alcantarillas.
- Control de juntas entre tubos de 1,60 m y 1,40 m de diámetro. Control de juntas sobre las tolerancias, según manual de instalación del fabricante.
- Control de instalación de tubos perforados de drenaje derivados a las alcantarillas.
- Control de subrasante y rasante de concreto para los codos GRP.
- Control de acero y encofrados de los codos de GRP, según los volúmenes y diseño.
- Control de relleno de tuberías GRP 1,60 m y 1,40 m de diámetros, rellenos laterales y grosor de capa superior de relleno.
- Control de calidad: daños y diámetros de tubería posteriores a la compactación y relleno. Con visitas regulares al interior de la tubería instalada. Donde se verifica las tolerancias de deflexión y separación de juntas, según manual del fabricante.
- Informe de calidad de tuberías instaladas:
- Informes de diagnóstico de calidad positivo, confirmando su correcta instalación.
- Informes de calidad con observaciones leves que están al límite de la tolerancia según manual del fabricante de la tubería GRP.
- Informes de calidad, con observaciones graves, tuberías que necesitan ser extraídas y reinstaladas.
- Control de extracción de tuberías instaladas defectuosas, tubería GRP inventariadas para no volverse a usar, cada tubería GRP cuanta con código único.
- Control de reinstalación de tuberías GRP, en los tramos observado.
- **Conducto forzado de tubería GRP de grado más resistente**
 - Control de corte de pendiente y sección de bases de soporte de la tubería forzada.

- Control de acero, encofrado y vaciado de concreto de las bases de soporte de la tubería forzada.
- Control de entrega del túnel a la tubería forzada metálica, alineamiento, cotas y pendientes.
- Control de instalación de tubería forzada metálica: alineamiento, cotas y pendientes.
- Control de estructura de concreto armado, del cruce entre la tubería forzada metálica y la carretera de acceso a Maravillas.
- Control de pasadores de soporte, de la estructura de concreto armado del cruce entre la tubería metálica y la carretera de acceso a Maravillas.
- Control de entrega de tubería forzada metálica a la casa de máquinas.
- **Casa de máquinas con turbinas Francis**
 - Control y seguimiento de cortes sobre el área de diseño, hasta la subrasante de diseño.
 - Control de taludes. Todos los cortes realizados con maquinaria pesada y voladura.
 - Control y seguimiento de rasantes de diseño, con concreto $f'c=100$ kg/cm² (solado).
 - Control y seguimiento de vértices y verticalidad de acero y encofrados.
 - Control de separación de amarres del acero.
 - Control de verticalidad y cotas de las estructuras construidas.
 - Control de vértices y cotas de las tuberías y accesorios de instalaciones eléctricas.
 - Control de estructura de posición de las dos turbinas Francis.
 - Control de pernos espera de las bases, para las columnas metálicas de la casa de máquinas.
 - Control de verticalidad de columnas y estructuras metálicas de la casa de máquinas.
 - Control de estructura metálica del puente grúa. Prueba de deflexión de la viga con carga máxima.

- Control de empalme de tubería forzada metálica a dos turbinas Francis.
- Canal de restitución al río El Carmen
- Control y seguimiento de cortes de sección de canales según diseño, hasta la subrasante de diseño. Todos los cortes realizados con maquinaria pesada y voladura.
- Control y seguimiento de pendientes, rasantes de diseño, con concreto $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ (solado).
- Control y seguimiento de vértices y verticalidad de acero y encofrados.
- Control de separación de amarres del acero.
- Control de verticalidad, cotas y pendientes de las estructuras construidas.
- Control de defensa con enrocado, sobre margen del río Monzón. Defensa que protege el canal de restitución al río Monzón.

3.8.2. Valorización de los avances de obras de la central hidroeléctrica 8 de Agosto y El Carmen

Con la finalidad de evaluar el avance de cada sección de obra se efectuaron mediciones, supervisión según especificaciones técnicas por cada actividad.

Para efectos de realizar las valorizaciones, se supervisó (control y verificación de ejecución de estructuras hidráulicas) al inicio y fin de cada periodo mensual, y se computó conforme al avance realizado en ese periodo mensual, por la empresa ejecutora SACYR Construcción S.A.

La empresa supervisora DESSAU S&Z S.A. con la información detallada de avance de obra mensual recolectada (avance de metrados), se contrastaba y verificaba el informe de valorización mensual, presentada por el contratista ejecutor SACYR Construcción S.A. Informe de valorización que era aprobado y/o observado para realizar ajustes, hasta ser aprobado y posteriormente pagado por la empresa dueña del proyecto Generación Andina S.A.C.

El contrato definía que la valorización era a suma alzada. Donde contratista estuvo obligado a culminar cualquier sección de obra así se haya agotado el presupuesto indicado en su propuesta a suma alzada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Control de las estructuras hidráulicas de la central hidroeléctrica 8 de Agosto y El Carmen

4.1.1. Supervisión de obra de C.H. 8 de Agosto y C.H. El Carmen

4.1.1.1. Control de poligonales

Para el control de la red geodésica primaria, distribuidos en las dos obras, se utilizó equipos GNSS y el sistema CORS correcciones a través de NITRIP del IGN. Al respecto IGNPANAMA (2019) explica, en el campo de la Geodesia, las Estaciones de Referencia de Operación Continua (CORS) constituyen una valiosa herramienta para los usuarios de equipos de los sistemas GNSS. Las CORS facilitan el posicionamiento de precisión y al mismo tiempo la inserción al marco de referencia geodésico vigente en el territorio nacional. Una CORS es un conjunto de equipos, entre estos una antena y un receptor de señales de satélites GNSS conectados entre sí; por lo general ligado a un servidor por internet, manejado por un software para tratar y manipular la información recolectada.

Tabla 5. Puntos geodésicos de control de las centrales hidroeléctricas, distribuidos en campo.

Monumento	PSAD - 56		WGS - 84		H. ELIPS.
Basemaravillas	8972514,9690	339804,6373	8972147,88	339579,822	1066,567
Casa8	8971356,6770	340035,1369	8970989,58	339810,322	1104,942
M01	8971852,3550	337572,1792	8971485,26	337347,364	1284,954
M02	8972037,8090	337705,7093	8971670,72	337480,894	1337,062
M03	8972500,5700	338852,5034	8972133,48	338627,688	1103,571
M04	8972503,6430	338753,8413	8972136,55	338529,026	1104,558
M05	8968967,9120	339058,9282	8968600,82	338834,113	1161,305
M06	8968935,1800	339033,0062	8968568,09	338808,191	1163,792
M07	8971536,5590	340048,3393	8971169,47	339823,524	1094,483
M08	8971704,5690	340069,1991	8971337,48	339844,383	1086,751
M09	8972569,5010	340557,7721	8972202,41	340332,956	1047,611
M10	8972562,5690	340634,6730	8972195,48	340409,857	1095,608
M11	8971187,9660	336264,9208	8970820,87	336040,105	1613,886
M12	8971201,9300	336241,8606	8970834,84	336017,045	1615,777
M13	8968750,7070	338810,5186	8968383,61	338585,703	1213,134
Ptemaravilla	8972663,9190	340086,5573	8972296,83	339861,742	1040,589

Se supervisó la búsqueda, y revalidación de estos puntos, con equipos geodésicos GNSS diferencial. Se validaron 13 de los 16 puntos, instalados en fase de estudio. A partir de estos puntos se construyó las redes de poligonales secundarias y poligonales terciarias de control.

La poligonal secundaria y terciaria, se creó a partir de la poligonal primaria, utilizando equipos GNSS (base y rover), estación total y nivel automático (en todos los cálculos de cota). Dependiendo de la ubicación de estos puntos (monumentos), al estar en zonas cerradas por la vegetación, o taludes de la cuenca cerrados se utilizó estación total. Y en los lugares abiertos se utilizaron los equipos GNSS (base y rover). Por su parte EMLID (2019) describe esta tecnología. En el RTK se utilizan dos receptores. Uno de ellos está inmóvil, el otro se mueve libremente. Se llaman estación base y rover. El GNSS BASE RTK se conecta mediante señal UHF (modo radio interno y/o accesorio radio módem externo) que es recibida por el GNSS ROVER RTK mediante su módem interno. Lográndose precisiones milimétricas.

Tabla 6. Puntos geodésicos secundarios y terciarios de C.H. 8 de Agosto.

Nº	Norte	Este	H. ELIPS.	Monumento
1	8968483,45	338635,694	1170,852	E-8A1
2	8971269,02	339855,625	1089,233	E-8A1B
3	8968517,63	338754,596	1167,456	E-8A2
4	8968498,84	338691,194	1169,965	E-8A2A
5	8968553,73	338772,313	1160,123	E-8A3
6	8968603,25	338835,287	1161,123	E-8A3a
7	8968676,76	338879,525	1157,523	E-8A4
8	8968787,45	338928,440	1165,123	E-8A4a
9	8968879,90	338916,219	1155,362	E-8A5
10	8968939,80	338932,52	1161,228	E-8A6
11	8968985,58	338917,902	1158,236	E-8A6a
12	8969146,84	339017,789	1157,333	E-8A7
13	8969203,90	339050,068	1152,367	E-8A7a
14	8969286,68	339048,785	1143,524	E-8A8
15	8969456,72	339084,678	1156,236	E-8A9

Nº	Norte	Este	H. ELIPS.	Monumento
16	8969613,33	339139,191	1132,258	E-8A10
17	8969662,77	339202,368	1136,127	E-8A11
18	8969763,23	339265,707	1133,741	E-8A12
19	8969855,36	339399,151	1136,654	E-8A13
20	8969940,48	339409,143	1112,789	E-8A14
21	8970049,06	339473,310	1115,370	E-8A15
22	8970132,35	339535,557	1124,654	E-8A16
23	8970205,15	339555,207	1111,523	E-8A16A
24	8970339,45	339590,018	1106,369	E-8A17
25	8970430,04	339703,722	1120,753	E-8A18
26	8970688,6	339734,606	1108,347	E-8A118A
27	8970605,78	339725,504	1107,456	E-8A19
28	8970769,57	339751,463	1106,222	E-8A19B
29	8970892,93	339772,150	1105,231	E-8A20
30	8970952,96	339844,067	1114,325	E-8A21
31	8971059,58	339834,166	1103,212	E-8A22
32	8971169,51	339823,431	1094,421	e-8a25
33	8971357,08	339843,198	1083,988	E-8A26
34	8971402,36	339863,812	1089,231	E-8A27
35	8971542,28	339807,265	1089,258	E-8A28A
36	8971696,56	339713,011	1071,852	E-8A28B
37	8971937,28	339680,835	1056,752	E-8A28C
38	8972020,98	339703,218	1054,728	E-8A29
39	8972084,26	340395,226	1143,837	E-8A29A
40	8971971,77	340303,996	1090,321	E-8A29B
41	8972193,63	340303,953	1048,313	E-8A29C
42	8972189,85	340151,944	1048,715	E-8A30
43	8971805,15	339784,371	1133,159	E-8A30A
44	8972195,81	340409,803	1095,608	E-8A31
45	8972208,87	339848,694	1048,715	E-8a34

Tabla 7. Puntos geodésicos secundarios y terciarios de C.H. El Carmen.

Nº	Norte	Este	H. Elips.	Monumento
1	8971386,53	337350,645	1304,774	CA-1
2	8971440,06	337405,395	1291,198	CA2
3	8971496,54	337570,749	1267,399	CA2A
4	8971505,15	337664,996	1263,355	CA2B
5	8971547,23	337746,077	1246,522	CA3
6	8971507,48	337800,978	1256,483	CA3A
7	8971535,69	337918,418	1236,741	CA4
8	8971520,75	338022,032	1241,005	CA5
9	8971644,64	338080,830	1214,664	CA5A
10	8971615,33	338117,643	1220,345	CA6A
11	8971740,01	338289,872	1190,452	CA6
12	8971876,49	338421,781	1258,124	CA7
13	8972026,39	338432,209	1170,199	CA8
14	8971963,24	338568,019	1193,277	CA8A
15	8971929,6	338810,204	1158,591	CA9
16	8971987,86	338902,182	1128,288	CA9A
17	8972110,26	338755,335	1086,325	CA10
18	8972084,22	338866,662	1088,452	CA10A
19	8972155,59	338567,298	1095,678	CA10B
20	8972047,67	339271,996	1093,276	CA12

Todos estos cálculos se realizaron durante toda la ejecución de obra. Se producía pérdida de puntos, por los cortes de material natural y los mismos trabajos de tránsito continuo y cambios de frente de estructuras. Todos estos cálculos fueron hechos de la mano con la empresa ejecutora SACYR Construcción S.A. con equipos geodésicos GNSS TRIMBLE G8 y estación total de marca TOPCON ES105, nivel automático marca TOPCON ATB02. Se realizaron los respectivos cálculos de en campo y gabinete, en gabinete con asesoramiento de los ingenieros de empresa supervisora DESSAU S&Z S.A. y en campo por mi persona. Comprobada con equipo geodésico TOPCON GNSS diferencial GR5, software

TOPCON TOOLS 7.1, estación total TOPCON GPT3105 y nivel automático TOPCON ATB04.

Se explica a detalle el avance de obra por partida, durante el tiempo que labore. Desde el mayo 2015 a marzo del 2016.

4.1.2. Avance Físico por partidas hasta marzo del 2016 de la C.H. 8 de Agosto

Principales avances en C.H. 8 de Agosto

En la construcción de la C. H. 8 de Agosto se realizaron trabajos en los diferentes frentes de trabajo. En la Tabla siguiente se muestra los metrados para C. H. 8 de Agosto de las partidas de Obras Civiles hasta marzo del 2016.

4.1.2.1. Avances en accesos

Los trabajos de movimiento de tierras en los accesos están terminados en todos los frentes, falta por ejecutar trabajos de mantenimiento como perfilado y estabilidad de algunos taludes, construcción de cunetas, obras de drenaje, colocación de la capa de rodadura (afirmado) de acuerdo con los diseños. Se controló la construcción de accesos.

Tabla 8. Avance de accesos C.H. 8 de Agosto.

I Inventario de accesos de C.H. 8 de Agosto		
Tramo N°	Acceso a frente	Long. (m)
1	Toma	4227
2	Portal salida del tunel	453
3	Chimenea de equilibrio	959
4	Casa de máquinas	270
Total		5 909,00

4.1.2.2. Avances en Conducción GRP

La tubería elegida para la conducción de este proyecto es la tubería GRP. Al respecto la marca Flowtite (2014), fue la empresa proveedora de este producto, que ofrece tecnologías que brindan mayor desempeño a menor costo, siendo de bajo peso y también poseen resistencia a las acciones de corrosión debido a que son fabricadas enmarcadas en estrictas normas de excelente calidad. La conciencia sobre el ahorro de los costos operativos y la superior resistencia a la corrosión que ofrecen las tuberías GRP FLOWTITE.

A finales del mes de marzo 2016, los avances acumulados son los siguientes:

Tabla 9. Conducción Instalación de tubería GRP, C.H. 8 de Agosto.

Inventario de tubería GRP C.H. 8 De Agosto			
Tramo	Progres I Va		Long.
N°	De	A	(m)
1	0+012,00	0+851,28	839,28
2	1+145,55	1+508,77	363,22
3	1+518,05	2+346,92	828,87
4	2+350,24	3+215,59	865,35
Total I Ns T.			2 896,72
Total			3 240,56
Falta			343,84
% Avance			89,39

Como se puede ver en el cuadro anterior el avance acumulado a marzo.2016 es de 2 896,72 ml de tubería instalada (89,39%), quedando 343,84 ml (10,61%) por ejecutar. El avance es el mismo desde el mes de diciembre 2015.

Se han verificado daños en la tubería enterrada de diferente origen, los cuales se han venido reparando y cambiando en las zonas observadas del primer tramo de la tubería de conducción (0+012 a 0+865 km). En el mes de marzo se ha realizado la prueba hidrostática del primer tramo de la tubería de conducción con resultados muy satisfactorios.

SACYR ha culminado el estudio para dar solución al problema respecto al deslizamiento de taludes ocurrido en el tramo 1+162,00 - 1+472,00; 1+650,00 - 1+780,00 y estará entregando la solución respectiva ha dicho tramo. A la fecha se vienen resanando los daños de la tubería enterrada en el tercer tramo 2+100 a 3+215, previo a la prueba hidrostática.

4.1.2.3. Avance acumulado dados de anclaje (unidad)

Los datos de anclaje al mes de marzo del 2016 están por culminarse, faltando el dado de anclaje del vértice que entrega al túnel.

Tabla 10. Datos de anclaje ejecutados.

Datos de anclaje							
N°	Progresiva	Cantidad	% Avance	N°	Progresiva	Cantidad	% Avance
1	0+495,211	1	100	14	3+039,451	1	100
2	1+939,951	1	100	15	3+327,903	1	100
3	2+018,722	1	100	16	1+369,24	1	100
4	2+143,749	1	100	17	0+201,01	1	100
5	1+176,965	1	100	18	1+619,25	1	100
6	2+242,232	1	100	19	0+769,19	1	100
7	2+298,553	1	100	20	1+544,82	1	100
8	2+429,26	1	100	21	2+361,25	1	100
9	2+492,271	1	100	22	1+472,98	1	100
10	2+653,930	1	100	23	2+398,51	1	100
11	2+960,673	1	10-0	24	2+564,14	1	100
12	2+779,134	1	100	25	1+135,00	1	100
13	2+797,899	1	100				
		Metrado Total Ejecutado				25	
		Metrado Acumulado Anterior				25	
		Metrado Ejecutado En La Semana				0	
		Metrado Base Total				27	
		Metrado Por Ejecutar				2	
		% Avance				92,59%	

4.1.2.4. Captación

Por su parte Soriano (2015), dentro de infraestructura civil adecuada se encuentran las bocatomas, presas o represas, como parte de la captación se pueden considerar los desarenadores y cámara de carga, que tienen como misión drenar todos los finos en suspensión evitando que estos pasen hacia la sala de máquinas y produzcan efecto de fraccionamiento contra las turbinas instaladas reduciendo así la vida útil de los componentes de estas.

Tabla 11. Captación, avance de estructuras.

Captación	Excavación	Solado	Armadura	Concreto
		Concreto	Encofrado	
Canal De Enlace – Canal Desgravador	100,00%	100,00%	95,00%	93,00%
Desarenador	100,00%	100,00%	100,00%	99,00%
Cámara De Carga – Purga	100,00%	65,00%	70,00%	60,00%
Barraje				
Barraje Móvil	100,00%	100,00%	98,00%	98,00%
Presa Derivadora	60,00%	50,00%	98,00%	98,00%
Cuenca Amortiguador - Base	90,00%	95,00%	93,00%	92,55%
Cuenca Amortiguador – 02 Muros	100,00%	100,00%	50,00%	50,00%
Aleta 01	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Aleta 02	100,00%	100,00%	50,00%	0,00%
Aleta 03	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Aleta 04	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

La captación, al mes de marzo del 2016 tiene un avance de 90%.

4.1.2.5. Avances en túnel

El túnel de conducción excavado desde los 2 frentes (Entrada y Salida), finalizó el 29-04-2015. Según Suarez (2009), explica que estimar el comportamiento mecánico del macizo rocoso puede ser una herramienta útil para administrar el riesgo durante el proceso de excavación de obras subterráneas. Esto debido a que previene al constructor de ciertas amenazas de inestabilidad, ayudan a redefinir las fases de excavación en ciertos sectores; y a definir el tipo, cantidad y oportuna instalación del soporte. En la construcción de este túnel se utilizo

En el proceso de excavación, los cortes subterráneos fueron con explosivos, cortes diseñados de acuerdo con la dureza, tenacidad y abrasividad de la roca. En este proyecto se utilizó la clasificación geomecánica de Bieniawski - Rock Mass Rating (RMR), Abad (2011), explica que esta clasificación consta de un índice de calidad, y permite hacer una clasificación de las rocas 'in situ'. Aflorando en un 61,87% roca tipo III de calidad tipo regular, roca tipo II con 20.64% de calidad buena y roca tipo IV con 17,49% de calidad mala.

En el expediente técnico de propuesta en venta, para la estimación de costos de las obras de conducción en túnel se había previsto en porcentaje los tipos de roca: roca tipo II en 10%, roca tipo III en 60% y roca tipo IV en 30%. El resumen de la excavación se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 12. Excavación de túnel C.H. 8 de Agosto.

Resumen Tunel 8 De Agosto							
Tipo de roca/Soporte	Iv			Iii		Ii	
Frente	Sfr 20 Cm Con Ma	Sfr 20 Cm	Sfr 15 Cm	Sfr 10 Cm Iiia	Sfr 10 Cm Iii	Sfr 2"	Sfr 1"
Entrada	10,10	8,30	19,90	162,40	132,80	101,50	51,60
Salida	45,29	25,2	48,8	87,1	175	32,8	0
Total por tipo de roca	55,39	33,50	68,70	249,50	307,80	134,30	51,60
Total Excavado	900,79						
Longitud Tunel (M)	157,59			557,3		185,9	
% Roca/Soporte	17,49%			61,87%		20,64%	

Tabla 13. Excavación subterránea y revestimiento de concreto piso C.H. 8 de Agosto.

Excavación	Solado	Armadura	Concreto
Subterránea	Concreto	Encofrado	
100,00%	90,00%	81,86%	81,86%

El revestimiento con concreto paredes y bóveda se inició el 22-11-2015 en la progresiva 3+743,74 hacia la entrada terminando en la progresiva 3+270,50 el día 6 de febrero del 2016 con un rendimiento de 6.6 m/día. El revestimiento por la salida se inició el 15 de febrero teniendo a fines de febrero un avance de 60 m revestidos (entre 3+743,74 a 3+803,74) con paredes y bóveda. Los trabajos se han detenido en marzo por la interferencia con la chimenea de equilibrio que realiza trabajos de ensanche. En marzo se ha culminado el montaje de la tubería de blindaje (30 m) desde la entrada del túnel, falta por ejecutar la inyección de concreto y el empalme con el revestimiento del túnel.

4.1.2.6. Avances en chimenea de equilibrio

Igual que en el proceso de excavación del túnel, en la chimenea de equilibrio se utilizó la clasificación geomecánica de Bieniawski - Rock Mass Rating

(RMR). Los trabajos de excavación de la Chimenea de Equilibrio iniciaron el 04-05-2015 en la progresiva 3+922,77 con cota 1 080,40 msnm, teniendo un avance de 101,00 m de excavación en roca tipo III al 29/06/2015.

Tabla 14. Excavación y sostenimiento de chimenea de equilibrio C.H. 8 de Agosto.

Excavación - Sostenimiento				Armadura		Concreto
Sección Ø 8 m (L 19,50m)	Sección Ø 3 m (L 85,280 m)	Tipo roca	Sfr 2" (m ³)	Pernos	Encofrado	
100,00%	100,00%	Iii	46,8034	216	0,00%	0,00%

En noviembre al terminarse los trabajos de excavación de la plataforma en superficie, se realizó la conexión de la chimenea con la superficie. Se ha iniciado el ensanche de la sección a Ø 8,20 m quedando interrumpido desde el 10 de diciembre del 2015 luego de un derrumbe del talud. Los trabajos de excavación se han reiniciado el 11 de febrero del 2016 luego de estabilizada la sección en superficie. En el mes de marzo 2016 se ha culminado el sostenimiento de la chimenea con pernos y shocrete en los diámetros de 8,2 m (20 m) y 3,5 (82 m). El día 26.03.2016 se terminó con los trabajos de montaje de winche en la parte superior de la chimenea para iniciar el revestimiento de la sección Ø 3 m.

4.1.2.7. Tubería forzada – obra civil, tubería metálica y bifurcador

En este proyecto está compuesta por tubería de acero y bloques de anclaje; en su trabajo manual de pequeña hidráulica, Penche (1998) explica que en general las tuberías forzadas en acero se conciben como una serie de tramos rectos, simplemente apoyados en unos pilares, y anclados sólidamente en cada una de sus extremidades, que en general coinciden con cambios de dirección.

Los bloques de anclaje tienen que resistir la componente longitudinal del peso de la tubería llena de agua, más las fuerzas de fricción oportunos a los movimientos de expansión y contracción; por eso se recomienda cimentarlos, siempre que sea posible, sobre roca. La tubería forzada está construida sobre material rocoso.

Tabla 15. Avances tubería forzada C.H. 8 de Agosto.

Excavación	Solado	Armadura	Concreto	Tubería Metálica Instalado - Bifurcador
	Concreto	Encofrado		
81,83%	39,22%	54,00%	53,13%	33,30%

Los trabajos de tubería forzada, se tiene avance de 81.83% del movimiento de tierras, la instalación de la tubería metálica soldadas y pruebas realizadas, el bifurcador está instalado sumando ambas un avance del 33,30%. El conceto armado tiene un avance del 53,13% a la fecha.

4.1.2.8. Avances casa de máquinas 8 de Agosto

En el expediente técnico se formularon el diseño de la casa de máquinas acuerdo al número, tipo y potencia de las turbinas; determinadas por el caudal, altura de salto y la geomorfología del sitio; Vásquez (2018) explica que, existen múltiples diseños de turbina en función a la altura de la tubería forzada y a la potencia que se desea obtener.

La casa de máquinas de la C.H. 8 de Agosto alberga 2 turbinas Francis de potencia nominal 9.5 MW. Al cargar los datos de diseño: caudal nominal (9m³/s) y el salto neto (130 m) sobre el ábaco Hacker (2020) figura 5 de selección de turbinas se interceptan y traslapan en el área de turbina Francis y potencia nominal 9,5 MW, como está instalada en la C.H. 8 de Agosto. Turbinas que funcionan por salto alto y caudal de medio a alto.

En la casa de máquinas se ha concluido las partidas de movimiento de tierras, las obras civiles se concluyeron en el mes de febrero 2016, iniciándose los trabajos de montaje de la estructura metálica el 16 de febrero del 2016.

En el mes de marzo se ha culminado con el montaje de la estructura metálica, a la fecha se viene ejecutando el cerramiento de esta. Asimismo, se ha montado el puente grúa (con observaciones por tratarse de 40 tn y no de 50 tn según expediente técnico).

Tabla 16. Avance de casa de máquinas C.H. 8 de Agosto.

Excavación	Soldado Concreto	Armadura Encofrado	Concreto	Concreto 2da. Fase, Turbinas	Estructura Metálica	Cerramiento
100,00%	100,00%	98,89%	98,75%	0,00%	94,76%	30,00%

4.2. Realizar la valorización de los avances de obras de la central hidroeléctrica 8 de agosto y El Carmen

4.2.1. Valorización y metrados de avance de C.H. 8 de Agosto

Valorización y metrados de avance de obra al mes de marzo del 2016 de la C.H. 8 de Agosto.

Tabla 17. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 01 a 04.02.09.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA 8 DE AGOSTO												
Mar-16				METRADO				PARCIAL (US\$)				
C.H. 8 DE AGOSTO		UNIDAD	METRADO	MES EN CURSO	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	PRECIO (US\$)	EN CURSO	ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE
01	TRABAJOS PRELIMINARES											
0101	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	0.00	0.50	0.50	0.50	336,873.86	0.00	168,436.93	168,436.93	168,436.93
0102	CARTEL DE OBRA (SEGUN DISEÑO)	u	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	3,449.65	0.00	6,899.30	6,899.30	0.00
02	TRABAJOS PROVISIONALES											
02.01	CAMPAMENTOS PROVISIONALES	mes	26.00	1.00	24.00	25.00	1.00	25,157.60	25,157.60	603,782.40	628,940.00	25,157.60
02.02	ALMACENES Y TALLERES EN ZONA DE OBRA	m2	550.00	0.00	550.00	550.00	0.00	331.78	0.00	182,479.00	182,479.00	0.00
02.03	ATAGUÍA DE DESVÍO (8 AGOSTO)	glb	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	92,148.53	0.00	92,148.53	92,148.53	0.00
02.04	ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LA CONSTRUCCIÓN	glb	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	44,393.21	0.00	44,393.21	44,393.21	0.00
03	ACCESOS											
03.01	CONSTRUCCION DE ACCESOS	km	6.40	0.00	6.40	6.40	0.00	132,906.53	0.00	850,601.79	850,601.79	0.00
03.02	MEJORAMIENTO DE ACCESOS EXISTENTES	km	2.50	0.00	2.50	2.50	0.00	57,770.04	0.00	144,425.10	144,425.10	0.00
3.03	MANTENIMIENTO DE ACCESOS	km-mes	45.00	0.00	43.76	43.76	1.24	2,468.06	0.00	108,002.31	108,002.31	3,060.39
4	OBRAS DE CAPTACION											
4.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
04.0101	LIMPIEZA Y DESBROCE DE MALESA	m2	4,320.00	0.00	4,320.00	4,320.00	0.00	1.56	0.00	6,739.20	6,739.20	0.00
04.0102	EXCAVACIÓN CON EQUIPO EN MATERIAL SUELTO	m3	5,110.00	0.00	5,110.00	5,110.00	0.00	2.64	0.00	13,490.40	13,490.40	0.00
04.0103	EXCAVACION EN ROCA FRACTURADA	m3	8,510.00	0.00	8,510.00	8,510.00	0.00	14.79	0.00	125,862.90	125,862.90	0.00
04.0104	EXCAVACION EN ROCA FIJA	m3	3,410.00	0.00	3,410.00	3,410.00	0.00	19.85	0.00	67,688.50	67,688.50	0.00
04.0105	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO C/ MATERIAL PROPIO	m3	2,860.00	0.00	2,477.00	2,477.00	383.00	4.31	0.00	10,675.87	10,675.87	1,650.73
04.0106	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO C/ MATERIAL PRESTAMO	m3	1,910.00	0.00	1,698.00	1,698.00	212.00	7.64	0.00	12,972.72	12,972.72	1,619.68
04.0107	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	21,000.00	0.00	21,000.00	21,000.00	0.00	4.55	0.00	95,550.00	95,550.00	0.00
04.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO											
04.02.01	CONCRETO f'c=100 kg/cm2 (solado)	m2	2,480.00	0.00	2,360.00	2,360.00	120.00	15.11	0.00	35,659.60	35,659.60	1,813.20
04.02.02	CONCRETO CICLOPEO f'c=175 kg/cm2 +70 % P.G.	m3	140.00	0.00	100.00	100.00	40.00	151.86	0.00	15,186.00	15,186.00	6,074.40
04.02.03	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	4,250.00	0.00	4,250.00	4,250.00	0.00	195.56	0.00	831,130.00	831,130.00	0.00
04.02.04	CONCRETO f'c=280 kg/cm2	m3	2,800.00	0.00	1,000.00	1,000.00	1,800.00	227.88	0.00	227,880.00	227,880.00	410,184.00
04.02.05	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO RECTO	m2	10,500.00	0.00	9,850.00	9,850.00	650.00	19.45	0.00	191,582.50	191,582.50	12,642.50
04.02.06	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CURVO	m2	95.00	0.00	95.00	95.00	0.00	26.19	0.00	2,488.05	2,488.05	0.00
04.02.07	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	420,000.00	0.00	414,921.34	414,921.34	5,078.66	2.16	0.00	896,230.09	896,230.09	10,969.91
04.02.08	ENROCADO ASENTADO SOBRE CONCRETO f'c=280kg/cm2	m3	630.00	0.00	630.00	630.00	0.00	134.01	0.00	84,426.30	84,426.30	0.00
04.02.09	ENROCADO ACOMODADO	m3	610.00	0.00	610.00	610.00	0.00	78.58	0.00	47,933.80	47,933.80	0.00

Tabla 18. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 04.03 a 06.01.01.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA 8 DE AGOSTO												
Mar-16				METRADO				PARCIAL (US\$)				
C.H. 8 DE AGOSTO		UNIDAD	METRADO	MES EN CURSO	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	PRECIO (US\$)	EN CURSO	ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE
04.03	MISCELANEOS											
04.03.01	JUNTA DE WATER STOP DE 9"	m	340.00	0.00	340.00	340.00	0.00	7.53	0.00	2,560.20	2,560.20	0.00
04.03.02	FABRIC. E INSTALACION DE BARANDA METALICA	m	115.00	0.00	0.00	0.00	115.00	161.04	0.00	0.00	0.00	18,519.60
05	OBRAS DE CONDUCCIÓN											
05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
05.01.01	EXCAVACIÓN CON EQUIPO EN MATERIAL SUELTO	m3	108,500.00	0.00	108,500.00	108,500.00	0.00	2.64	0.00	286,440.00	286,440.00	0.00
05.01.02	EXCAVACION EN ROCA FRACTURADA	m3	54,200.00	0.00	54,200.00	54,200.00	0.00	13.19	0.00	714,898.00	714,898.00	0.00
05.01.03	EXCAVACION EN ROCA FIJA	m3	18,100.00	0.00	18,100.00	18,100.00	0.00	19.85	0.00	359,285.00	359,285.00	0.00
05.01.04	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO C/ MATERIAL PROPIO	m3	5,700.00	0.00	5,700.00	5,700.00	0.00	4.31	0.00	24,567.00	24,567.00	0.00
05.01.05	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO C/ MATERIAL PRESTAMO	m3	8,550.00	0.00	8,550.00	8,550.00	0.00	7.64	0.00	65,322.00	65,322.00	0.00
05.01.06	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL PRESTAMO	m3	18,650.00	0.00	18,650.00	18,650.00	0.00	15.26	0.00	284,599.00	284,599.00	0.00
05.01.07	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	246,800.00	0.00	246,800.00	246,800.00	0.00	4.29	0.00	1,058,772.00	1,058,772.00	0.00
05.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO											
05.02.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	1,610.00	0.00	1,610.00	1,610.00	0.00	195.56	0.00	314,851.60	314,851.60	0.00
05.02.02	CONCRETO CICLOPEO f'c=175 kg/cm2 +70 % PG.	m3	2,700.00	0.00	2,700.00	2,700.00	0.00	151.86	0.00	410,022.00	410,022.00	0.00
05.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m2	5,650.00	0.00	5,650.00	5,650.00	0.00	19.45	0.00	109,892.50	109,892.50	0.00
05.02.04	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	96,500.00	0.00	96,500.00	96,500.00	0.00	2.16	0.00	208,440.00	208,440.00	0.00
05.02.05	ENROCADO ASENTADO SOBRE CONCRETO f'c=280kg/cm2	m3	860.00	0.00	860.00	860.00	0.00	137.74	0.00	118,456.40	118,456.40	0.00
05.03	MISCELANEOS											
05.03.01	CAMA DE ARENA e=0.10m - 0.15m	m3	1,450.00	0.00	1,305.50	1,305.50	144.50	10.87	0.00	14,190.79	14,190.79	1,570.72
05.03.02	SISTEMA DE DRENAJE	m	3,450.00	0.00	3,290.00	3,290.00	160.00	20.65	0.00	67,938.50	67,938.50	3,304.00
06	TUNEL DE CONDUCCION											
06.01	EXCAVACION EN SUPERFICIE											
06.01.01	PORTAL DE INGRESO AL TUNEL	glb	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	64,661.53	0.00	64,661.53	64,661.53	0.00

Tabla 19. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 06.02 a 06.02.02.10.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA 8 DE AGOSTO												
Mar-16		METRADO						PARCIAL (US\$)				
C.H. 8 DE AGOSTO		UNIDAD	METRADO	MES EN CURSO	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	PRECIO (US\$)	EN CURSO	ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE
06.02	EXCAVACION EN SUBTERRANEO											
06.02.01	TÚNEL DE CONDUCCIÓN EN ROCA TIPO II											
06.02.0101	EXCAVACIÓN EN TÚNEL ROCA TIPO II	ml	95.00	-90.90	185.90	95.00	0.00	1,619.286	-147,193.13	301,025.33	153,832.20	0.00
06.02.0102	ELIMINACIÓN MATERIAL EXCEDENTE	m3	1,320.00	-304.77	1,624.77	1,320.00	0.00	7.36	-2,243.11	11,958.31	9,715.20	0.00
06.02.0103	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO RECTO SUBTERRÁNEO	m2	200.00	-107.65	307.65	200.00	0.00	72.87	-7,844.46	22,418.46	14,574.00	0.00
06.02.0104	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CURVO SUBTERRÁNEO	m2	350.00	-133.26	483.26	350.00	0.00	99.47	-13,255.37	48,069.87	34,814.50	0.00
06.02.0105	CONCRETO Fc= 100 kg/m·SOLADO	m3	290.00	0.00	57.63	57.63	232.37	131.21	0.00	7,561.63	7,561.63	30,489.27
06.02.0106	CONCRETO Fc= 210 kg/m·PISO	m3	60.00	-16.30	76.30	60.00	0.00	580.22	-9,457.59	44,270.79	34,813.20	0.00
06.02.0107	CONCRETO Fc= 210 kg/m·PAREDES Y BÓVEDAS	m3	180.00	-74.61	254.61	180.00	0.00	706.17	-52,687.34	179,797.94	127,110.60	0.00
06.02.0108	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	10,650.00	-10,277.58	20,927.58	10,650.00	0.00	5.47	-56,218.36	114,473.86	58,255.50	0.00
06.02.0109	SHOTCRETE CON FIBRA	m3	25.00	-13.83	38.83	25.00	0.00	971.54	-13,436.40	37,724.90	24,288.50	0.00
06.02.0110	SUMIN. Y COLOC. PERNOS ANCLAJE	und	140.00	-104.00	244.00	140.00	0.00	69.40	-7,217.60	16,933.60	9,716.00	0.00
06.02.02	TÚNEL DE CONDUCCIÓN EN ROCA TIPO III											
06.02.0201	EXCAVACIÓN EN TÚNEL ROCA TIPO III	ml	546.00	-11.30	557.30	546.00	0.00	1,476.95	-16,689.56	823,105.56	806,416.00	0.00
06.02.0202	ELIMINACIÓN MATERIAL EXCEDENTE	m3	8,300.00	0.00	5,099.30	5,099.30	3,200.70	4.81	0.00	24,527.63	24,527.63	15,395.37
06.02.0203	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO RECTO SUBTERRÁNEO	m2	740.00	-99.03	839.03	740.00	0.00	46.89	-4,643.52	39,342.12	34,698.60	0.00
06.02.0204	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CURVO SUBTERRÁNEO	m2	2,100.00	367.95	1,317.94	1,685.89	414.11	64.09	23,581.92	84,466.77	108,048.69	26,540.31
06.02.0205	CONCRETO Fc= 100 kg/m·SOLADO	m3	1,780.00	0.00	172.74	172.74	1,607.26	85.94	0.00	14,845.28	14,845.28	138,127.92
06.02.0206	CONCRETO Fc= 210 kg/m·PISO	m3	370.00	18.18	256.58	274.76	95.24	379.36	6,896.76	97,336.19	104,232.95	36,130.25
06.02.0207	CONCRETO Fc= 210 kg/m·PAREDES Y BÓVEDAS	m3	1,090.00	228.81	819.56	1,048.37	41.63	431.65	98,765.84	353,763.07	452,528.91	17,969.59
06.02.0208	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	64,900.00	-3,278.75	68,178.75	64,900.00	0.00	3.55	-11,639.56	242,034.56	230,395.00	0.00
06.02.0209	SHOTCRETE CON FIBRA	m3	420.00	-25.84	445.84	420.00	0.00	627.09	-16,204.01	279,581.81	263,377.80	0.00
06.02.02.10	SUMIN. Y COLOC. PERNOS ANCLAJE	und	825.00	-87.00	912.00	825.00	0.00	45.24	-3,935.88	41,258.88	37,323.00	0.00

Tabla 20. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 06.02.03 a 08.02.01.05.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA 8 DE AGOSTO												
Mar-16				METRADO				PARCIAL (US\$)				
C.H. 8 DE AGOSTO		UNIDAD	METRADO	MES EN CURSO	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	PRECIO (US\$)	EN CURSO	ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE
06.02.03	TÚNEL DE CONDUCCIÓN EN ROCA TIPO IV											
06.02.03.01	EXCAVACIÓN EN TÚNEL ROCA TIPO IV	ml	275.00	0.00	157.59	157.59	117.41	1,615.36	0.00	254,564.12	254,564.12	189,659.08
06.02.03.02	ELIMINACIÓN MATERIAL EXCEDENTE	m3	4,350.00	0.00	1,508.14	1,508.14	2,841.86	4.84	0.00	7,299.40	7,299.40	13,754.60
06.02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO SUBTERRÁNEO	m2	370.00	50.75	163.50	214.25	155.75	46.89	2,379.67	7,666.52	10,046.18	7,303.12
06.02.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CURVO SUBTERRÁNEO	m2	1,050.00	79.72	256.83	336.55	713.45	64.09	5,109.25	16,460.23	21,569.49	45,725.01
06.02.03.05	CONCRETO Fc= 100 kg/m· SOLADO	m3	910.00	0.00	48.85	48.85	861.15	86.08	0.00	4,205.01	4,205.01	74,127.79
06.02.03.06	CONCRETO Fc= 210 kg/m· PISO	m3	190.00	0.00	84.00	84.00	106.00	379.06	0.00	31,841.04	31,841.04	40,180.36
06.02.03.07	CONCRETO Fc= 210 kg/m· PAREDES Y BÓVEDAS	m3	460.00	57.29	184.56	241.85	218.15	459.42	26,320.17	84,790.56	111,110.73	100,222.47
06.02.03.08	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	27,300.00	-9,564.34	36,864.34	27,300.00	0.00	3.55	-33,953.41	130,868.41	96,915.00	0.00
06.02.03.09	SHOTCRETE CON FIBRA	m3	415.00	0.00	229.48	229.48	185.52	576.37	0.00	132,265.39	132,265.39	106,928.16
06.02.03.10	SUM IN. Y COLOC. PERNOS ANCLAJE	und	430.00	0.00	260.00	260.00	170.00	45.23	0.00	11,759.80	11,759.80	7,689.10
06.02.03.11	CERCHAS METÁLICAS	tn	7.50	0.00	6.30	6.30	1.20	3,224.31	0.00	20,313.15	20,313.15	3,869.17
07	OBRAS DE ARTE											
07.01	OBRAS DE ARTE EN CONDUCCION Y CASA DE MAQUINAS	glb	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	18,308.81	0.00	0.00	0.00	18,308.81
08	CHIMENEA DE EQUILIBRIO											
08.01	EXCAVACIÓN EN SUPERFICIE											
08.01.01	EXCAVACIÓN CON EQUIPO EN MATERIAL SUELTO	m3	570.00	0.00	570.00	570.00	0.00	2.64	0.00	1,504.80	1,504.80	0.00
08.01.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	900.00	0.00	900.00	900.00	0.00	4.54	0.00	4,086.00	4,086.00	0.00
08.02	EXCAVACION EN SUBTERRÁNEO											
08.02.01	PIQUE D=7,50 EN ROCA TIPO III											
08.02.01.01	EXCAVACIÓN EN PIQUE D7,50 M ROCA TIPO III	m3	1,130.00	359.74	708.63	1,068.37	61.63	191.20	68,782.29	135,490.06	204,272.34	11,783.66
08.02.01.02	ELIMINACIÓN MATERIAL EXCEDENTE	m3	1,800.00	968.76	708.63	1,677.39	122.61	4.97	4,814.74	3,521.89	8,336.63	609.37
08.02.01.03	SHOTCRETE CON FIBRA	m3	60.00	48.00	10.30	58.30	1.70	753.51	36,168.48	7,761.15	43,929.63	1,280.97
08.02.01.04	SUM IN. Y COLOC. PERNOS ANCLAJE	und	145.00	105.00	40.00	145.00	0.00	43.50	4,567.50	1,740.00	6,307.50	0.00
08.02.01	PIQUE D=3,00 EN ROCA TIPO III											
08.02.01.01	EXCAVACIÓN EN PIQUE D3,00 M ROCA TIPO III	m3	680.00	80.41	599.59	680.00	0.00	235.79	18,959.87	141,377.33	160,337.20	0.00
08.02.01.02	ELIMINACIÓN MATERIAL EXCEDENTE	m3	1,090.00	488.96	601.04	1,090.00	0.00	4.82	2,356.79	2,897.01	5,253.80	0.00
08.02.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CURVO EN PIQUE	m2	770.00	0.00	0.00	0.00	770.00	112.65	0.00	0.00	0.00	86,740.50
08.02.01.04	CONCRETO Fc=210 kg/cm2 EN PIQUE	m3	250.00	0.00	0.00	0.00	250.00	761.22	0.00	0.00	0.00	190,305.00
08.02.01.05	SHOTCRETE CON FIBRA	m3	85.00	78.90	0.00	78.90	6.10	748.35	59,044.82	0.00	59,044.82	4,564.94

Tabla 21. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 09 a 11.01.04

CENTRAL HIDROELÉCTRICA 8 DE AGOSTO												
Mar-16		METRADO						PARCIAL (US\$)				
C.H. 8 DE AGOSTO		UNIDAD	METRADO	MES EN CURSO	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	PRECIO (US\$)	EN CURSO	ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE
09	CAMARA DE VALVULAS											
09.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
09.0101	EXCAVACIÓN CON EQUIPO EN MATERIAL SUELTO	m3	4,250.00	0.00	4,250.00	4,250.00	0.00	2.57	0.00	10,922.50	10,922.50	0.00
09.0102	EXCAVACION EN ROCA FRACTURADA	m3	4,250.00	0.00	4,250.00	4,250.00	0.00	14.79	0.00	62,857.50	62,857.50	0.00
09.0103	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	11,700.00	0.00	11,700.00	11,700.00	0.00	4.55	0.00	53,235.00	53,235.00	0.00
09.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO											
09.0201	CONCRETO f'c=20 kg/cm2	m3	450.00	0.00	450.00	450.00	0.00	195.56	0.00	88,002.00	88,002.00	0.00
09.0202	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO RECTO	m2	1,800.00	0.00	1,800.00	1,800.00	0.00	19.45	0.00	35,010.00	35,010.00	0.00
09.0203	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	26,600.00	0.00	26,600.00	26,600.00	0.00	2.16	0.00	57,456.00	57,456.00	0.00
09.03	MISCELANEOS											
09.0301	ACABADOS EXTERIOR E INTERIOR	glb	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	28,625.73	0.00	0.00	0.00	28,625.73
10	TUBERIA FORZADA											
10.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
10.0101	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	1,270.00	819.64	450.36	1,270.00	0.00	2.57	2,106.47	1,157.43	3,263.90	0.00
10.0102	EXCAVACION EN ROCA FRACTURADA	m3	510.00	0.00	510.00	510.00	0.00	13.64	0.00	6,956.40	6,956.40	0.00
10.0103	EXCAVACION EN ROCA FIJA	m3	770.00	0.00	770.00	770.00	0.00	19.85	0.00	15,284.50	15,284.50	0.00
10.0104	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2,900.00	386.64	2,513.36	2,900.00	0.00	4.54	1,755.35	11,410.65	13,166.00	0.00
10.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO											
10.0201	CONCRETO f'c=20 kg/cm2	m3	1,180.00	223.00	601.30	824.30	355.70	210.35	46,908.05	126,483.46	173,391.51	74,821.50
10.0202	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO RECTO	m2	780.00	184.00	450.50	634.50	145.50	19.45	3,578.80	8,762.23	12,341.03	2,829.98
10.0203	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	76,200.00	20,325.00	49,112.00	69,437.00	6,763.00	2.16	43,902.00	106,081.92	149,983.92	14,608.08
10.03	MISCELANEOS											
10.0301	CUNETA DE DRENAJE DE CONCRETO	m	95.00	0.00	0.00	0.00	95.00	19.79	0.00	0.00	0.00	1,880.05
11	CASA DE MAQUINAS											
11.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
11.0101	EXCAVACIÓN MASIVA CON EQUIPO EN MATERIAL SUELTO	m3	59,400.00	0.00	59,400.00	59,400.00	0.00	2.64	0.00	156,816.00	156,816.00	0.00
11.0102	EXCAVACION EN ROCA FRACTURADA	m3	14,900.00	0.00	14,900.00	14,900.00	0.00	13.64	0.00	203,236.00	203,236.00	0.00
11.0103	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO C/ MATERIAL PROPIO	m3	620.00	114.20	505.80	620.00	0.00	4.31	492.20	2,180.00	2,672.20	0.00
11.0104	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	98,000.00	0.00	98,000.00	98,000.00	0.00	4.55	0.00	445,900.00	445,900.00	0.00

Tabla 22. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 11.02 a 11.03.03.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA 8 DE AGOSTO												
Mar-16		METRADO						PARCIAL (US\$)				
C.H. 8 DE AGOSTO		UNIDAD	METRADO	MES EN CURSO	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	PRECIO (US\$)	EN CURSO	ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE
11.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO											
11.02.01	CONCRETO f'c=100 kg/cm2 (solado)	m2	1,080.00	0.00	1,080.00	1,080.00	0.00	15.11	0.00	16,318.80	16,318.80	0.00
11.02.02	CONCRETO CICLOPEO f'c=175 kg/cm2 +70 % P.G.	m3	420.00	30.00	390.00	420.00	0.00	151.86	4,555.80	59,225.40	63,781.20	0.00
11.02.03	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	1,850.00	126.44	1,723.56	1,850.00	0.00	195.61	24,732.93	337,145.57	361,878.50	0.00
11.02.04	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO RECTO	m2	4,810.00	100.05	4,709.95	4,810.00	0.00	19.45	1,945.97	91,608.53	93,554.50	0.00
11.02.05	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	156,500.00	1,631.15	154,868.85	156,500.00	0.00	2.16	3,523.28	334,516.72	338,040.00	0.00
11.02.06	ENROCADO ACOMODADO	m3	200.00	0.00	200.00	200.00	0.00	78.58	0.00	15,716.00	15,716.00	0.00
11.03	MISCELANEOS											
11.03.01	CASA DE MAQUINAS Y ACABADOS INTERIOR Y EXTERIOR (8 AGOSTO)	glb	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	76,315.27	0.00	0.00	0.00	76,315.27
11.03.02	ESCALERA METALICA	m	4.00	0.00	0.00	0.00	4.00	292.62	0.00	0.00	0.00	1,170.48
11.03.03	FABRIC. E INSTALACION DE BARANDA METALICA	m	120.00	0.00	0.00	0.00	120.00	161.04	0.00	0.00	0.00	19,324.80

Tabla 23. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 14 a 16.01.

TABLA DE CANTIDADES SUMINISTRO EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS													
CENTRAL HIDROELECTRICA 8 DE AGOSTO													
Mar-16		METRADO						PARCIAL (US\$)					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	P.U (US\$)	PARCIAL (US\$)	MES EN CURSO	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	EN CURSO	ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE
14	SUMINISTRO EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÑICO												
14.01	Suministro turbina Francis de eje horizontal de 9,00 m3/s y 5,20 MW	ud.	2.00	471,395.61	942,791.22	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	942,791.22	942,791.22	0.00
14.02	Suministro válvula de admisión de mariposa de eje horizontal excéntrico de DN 1700mm	ud.	2.00	74,503.42	149,006.83	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	149,006.83	149,006.83	0.00
14.03	Suministro válvula de mariposa de emergencia de DN 2500mm	ud.	1.00		0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14.04	Suministro de Puente grúa de la casa de máquinas de 50 toneladas de capacidad.	ud.	1.00	239,444.51	239,444.51	0.00	0.25	0.25	0.75	0.00	59,861.13	59,861.13	179,583.38
15	SUMINISTRO EQUIPO ELÉCTRICO												
15.01	Suministro de generador trifásico potencia nominal 11.150 kVA	ud.	2.00	681,555.54	1,363,111.08	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	1,363,111.08	1,363,111.08	0.00
16	SUMINISTRO SISTEMA DE CONTROL, AUTOMATIZACIÓN Y TELECONTROL												
16.01	Suministro del sistema de control, automatización y telecontrol de la central.	ud.	1.00	2,567,572.08	2,567,572.08	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	2,567,572.08	2,567,572.08	0.00
SUBTOTAL EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS					5,261,925.72					0.00	5,082,342.34	5,082,342.34	179,583.38

Tabla 25. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. 8 de Agosto: de partida 17.01 a 19.01.

PROYECTO: SUMINISTRO CONSOLIDADO CH 8 DE AGOSTO												
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	METRADO				VALOR UNITARIO (US\$)	PARCIAL (US\$)			
				MES EN CURSO	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE		EN CURSO	ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE
									(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)
17	TUBERIA GRP											
17.01	Tubería GRP DN2500 PN6 SN2500	ml	978.00	0.00	978.00	978.00	0.00	1,063.29	0.00	1,039,900.55	1,039,900.55	0.00
17.02	Acople GRP DN2500 PN6	und	114.00	0.00	114.00	114.00	0.00	787.07	0.00	89,725.56	89,725.56	0.00
17.03	Tubería GRP DN2400 PN6 SN2500	ml	1,055.00	0.00	1,055.00	1,055.00	0.00	961.46	0.00	1,014,341.10	1,014,341.10	0.00
17.04	Acople GRP DN2400 PN6	und	153.00	0.00	153.00	153.00	0.00	680.01	0.00	104,041.53	104,041.53	0.00
17.05	Tubería GRP DN2300 PN6 SN2500	ml	314.00	0.00	314.00	314.00	0.00	875.65	0.00	274,954.01	274,954.01	0.00
17.06	Acople GRP DN2300 PN6	und	51.00	0.00	51.00	51.00	0.00	638.26	0.00	32,551.48	32,551.48	0.00
17.07	Tubería GRP DN2300 PN10 SN2500	ml	793.00	0.00	793.00	793.00	0.00	891.56	0.00	707,005.31	707,005.31	0.00
17.08	Acople GRP DN2300 PN10	und	92.00	0.00	92.00	92.00	0.00	716.14	0.00	65,885.33	65,885.33	0.00
17.09	Codos GRP DN2500 PN6 SN2500 (0 - 30)	und	9.00	0.00	9.00	9.00	0.00	4,853.20	0.00	43,678.79	43,678.79	0.00
17.10	Codos GRP DN2500 PN6 SN2500 (30 - 60)	und	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	9,852.16	0.00	19,704.33	19,704.33	0.00
17.11	Codos GRP DN2400 PN6 SN2500 (0 - 30)	und	21.00	0.00	21.00	21.00	0.00	4,570.31	0.00	95,976.41	95,976.41	0.00
17.12	Codos GRP DN2400 PN6 SN2500 (30 - 60)	und	4.00	0.00	4.00	4.00	0.00	9,068.90	0.00	36,275.59	36,275.59	0.00
17.13	Codos GRP DN2300 PN6 SN2500 (0 - 30)	und	8.00	0.00	8.00	8.00	0.00	4,090.17	0.00	32,721.35	32,721.35	0.00
17.14	Codos GRP DN2300 PN6 SN2500 (30 - 60)	und	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	8,115.51	0.00	16,231.02	16,231.02	0.00
17.15	Codos GRP DN2300 PN10 SN2500 (0 - 30)	und	7.00	0.00	7.00	7.00	0.00	5,459.84	0.00	38,218.91	38,218.91	0.00
17.16	Codos GRP DN2300 PN10 SN2500 (30 - 60)	und	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	10,999.45	0.00	21,998.89	21,998.89	0.00
17.17	Acople con vena cortaflujo GRP DN2500 PN6	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	4,144.45	0.00	4,144.45	4,144.45	0.00
17.18	Reducción GRP DN2500 x DN2400 PN6 SN2500	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	6,545.84	0.00	6,545.84	6,545.84	0.00
17.19	Reducción GRP DN2400 x DN2300 PN6 SN2500	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	6,172.57	0.00	6,172.57	6,172.57	0.00
17.20	MH Biaxial GRP DN2500 x DN800 E.B PN6 SN2500 (Incluye acoples)	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	5,382.83	0.00	5,382.83	5,382.83	0.00
17.21	MH Biaxial GRP DN2400 x DN800 E.B PN6 SN2500 (Incluye acoples)	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	5,058.68	0.00	5,058.68	5,058.68	0.00
17.22	MH Biaxial GRP DN2300 x DN800 E.B PN10 SN2500 (Incluye acoples)	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	7,107.70	0.00	7,107.70	7,107.70	0.00
17.23	Unión Mecánica Tipo Viking Johnson DN2300 PN10 (Conexión con túnel)	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	24,163.82	0.00	24,163.82	24,163.82	0.00
17.24	Tubería GRP DN2500 PN6 SN2500	ml	24.00	0.00	24.00	24.00	0.00	1,063.29	0.00	25,519.03	25,519.03	0.00
17.25	Acople GRP DN2500 PN6	und	3.00	0.00	3.00	3.00	0.00	787.06	0.00	2,361.18	2,361.18	0.00
17.26	Tubería GRP DN2400 PN6 SN2500	ml	24.00	0.00	24.00	24.00	0.00	961.46	0.00	23,075.06	23,075.06	0.00
17.27	Acople GRP DN2400 PN6	und	3.00	0.00	3.00	3.00	0.00	680.01	0.00	2,040.03	2,040.03	0.00
17.28	Tubería GRP DN2300 PN6 SN2500	ml	24.00	0.00	24.00	24.00	0.00	891.56	0.00	21,397.44	21,397.44	0.00
17.29	Acople GRP DN2300 PN6	und	3.00	0.00	3.00	3.00	0.00	716.14	0.00	2,148.42	2,148.42	0.00
17.30	Transporte local	glb	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	366,873.35	0.00	366,873.35	366,873.35	0.00
								TUBERÍA GRP	0.00	4,135,200.57	4,135,200.57	0.00
18	MONTAJE DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO											
18.01	Montaje, prueba y puesta en servicio del equipo mecánico	glb	1.00	0.15	0.00	0.15	0.85	721,033.02	108,154.95	0.00	108,154.95	612,878.07
								MONTAJE DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	108,154.95	0.00	108,154.95	612,878.07
19	MONTAJE DE LAS TUBERIAS Y ACCESORIO GRP											
18.01	Montaje de las tuberías y accesorios GRP	glb	1.00	0.00	0.95	0.95	0.05	587,487.39	0.00	558,113.02	558,113.02	29,374.37

4.2.2. Costo Actualizado Obras a marzo 2016 – Valorización de C.H. 8 de Agosto

Tabla 26. Costo de construcción de C.H. 8 de Agosto.

LINEA DE TRANSMISION 138 KV C.H. 8 DE AGOSTO - SE TINGO MARIA (TRAMO RURAL)

MARZO 2,016				MEDICIÓN			
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	EN CURSO	ANTERIO R	A ORIGEN	PENDIEN TE
SECCION I: SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE MATERIALES							
9	SEÑALIZACION						
9,01	Placa de señalización (secuencia de fases, numeración, aviso de peligro)	und	148	148,00	-	148,00	-
SECCION II: MONTAJE ELECTROMECHANICO							
1,3	TA2: Estructura Tipo Anclaje Angulo Mayor 30° - 60° (incluye la estructura metalica, mensula de fases y cables de guarda, dispositivos antiescalamiento y patas)						
1.3.1	Torre Tipo TA2 ± 0	und	6	-	6,00	6,00	-
1.3.2	Torre Tipo TA2 + 3	und	2	-	2,00	2,00	-
1.3.3	Torre Tipo TA2 + 9	und	1	-2,00	3,00	1,00	-
3	ENSAMBLE DEL CONDUCTOR ACAR 350 MCM						
3,1	Ensamble cadena de aisladores Standard en suspension(ferreteria + cadena)	cjto.	204	19,30	34,46	53,76	150,24
3,2	Ensamble cadena de aisladores Standard en orientación(ferreteria + cadena)	cjto.	22	2,08	3,72	5,80	16,20
3,3	Ensamble cadena de aisladores Standard en anclaje(ferreteria + cadena)	cjto.	480	45,41	81,08	126,49	353,51

En el mes de marzo del año 2016 el contratista ha presentado su valorización número 23. El metrado analizado y aprobado por la supervisión da la valorización de la tabla resumen anterior. Se puede ver que en el mes de marzo 2016 se ha valorizado la suma de US \$ 357 226,65 sin incluir el valor correspondiente al IGV. Tampoco se considera el descuento del adelanto el mismo que se viene amortizando proporcional en cada valorización.

4.3. Avance Físico Por Partidas hasta marzo del 2016 de la C.H. El Carmen

En la construcción de la C. H. El Carmen se realizan trabajos en los diferentes frentes de trabajo. En la Tabla siguiente se muestra los metrados para C. H. El Carmen de las partidas de obras civiles que a la fecha han sido valorizadas.

4.3.1. Avances en accesos

Los accesos en este frente corresponden a los trabajos de movimiento de tierras en los accesos están terminados, por uso y desgaste falta por ejecutar trabajos de mantenimiento como perfilado y estabilización de algunos taludes, construcción de cunetas, obras de drenaje y colocación de la capa de rodadura (afirmado).

Tabla 27. Conducción Instalación de tubería GRP, C.H. El Carmen

Inventario de accesos de C.H. El Carmen		
Tramo N°	Acceso A Frente	Long. (M)
1	Toma	2 363
2	Casa de máquinas	462
Total		2 825,00

4.3.2. Avances en Conducción GRP

La conducción de la C.H. El Carmen, está compuesta por tubería GRP igual a la C.H. 8 de Agosto, de la marca FLOWTITE. De acuerdo a los reportes de Penche (1998), concuerda sobre la tecnología GRP utilizada en estos tipos de proyectos, por las características como su resistencia, el bajo peso, el bajo costo y la versatilidad en campo de este tipo de tubería. Los avances en la conducción con tubería GRP se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 28. Inventario de tubería GRP, C.H. El Carmen

Inventario De tubería Grp C.H. El Carmen			
Tramo	Progresiva		Long.
N°	De	A	(M)
1	0+142,10	0+208,10	66
2	0+291,12	0+420,12	129
3	0+414,44	0+495,84	81,41
4	0+517,75	0+808,06	290,31
5	0+872,86	0+950,06	77,20
6	1+040,33	1+409,64	369,31
7	1+437,33	1+787,05	349,72
8	1+812.64	1+858,13	45,49
Total I Ns T.			1 408.44
Total			1 874,69
Falta			466,25
% Avance			75,13

Como se puede ver, el avance acumulado es de 1 408,44 m de tubería instalada que representa el 75,13%, quedando por ejecutar 466,25 m que llega a representar el 24,87% restante. En el mes que se informa no se ha tenido ningún avance. SACYR ha culminado el estudio de estabilización de talud del tramo 0+020 a 0+400 y estará entregando una solución a la zona afectada. Adicionalmente a lo anterior en la conducción falta la instalación de 10 codos, que no se ejecutan por estar ubicados en zonas estrechas donde se impediría el cruce de vehículos. Cuando los trabajos de la captación terminen se iniciarán los trabajos en los codos.

4.3.3. Avance acumulado dados de anclaje (unidad)

Tabla 29. Datos de anclaje ejecutados

Datos de anclaje							
N°	Progresiva	Cant.	% Avance	N°	Progresiva	Cant.	% Avance
1	1+058,83	1	100	10	0+467,36	1	100
2	1+080,37	1	100	11	0+878,46	1	100
3	1+101,64	1	100	12	0+300,683	1	100
4	1+128,94	1	100	13	0+539,066	1	100
5	1+198,92	1	100	14	0+716,136	1	100
6	1+249,57	1	100	15	0+492,416	1	100
7	1+307,61	1	100	16	0+649,175	1	100
8	1+653,85	1	100	17	0+576,452	1	35
9	1+854,77	1	100	18	0+684,000	1	30
Metrado Total Ejecutado						16	
Metrado Acumulado Anterior						16	
Metrado Ejecutado En La Semana						0	
Metrado Base Total						28	
Metrado Por Ejecutar						12	
% Avance						59%	

En la construcción de datos de anclaje (Tabla 29), se observa que se tiene un avance del 59%, con 02 codos anclaje en proceso y 16 codos anclaje concluidos de un total de 28.

4.3.4. Avances de Captación

La captación fue diseñada de acuerdo con la topografía y el comportamiento de la cuenca El Carme con su caudal y desnivel, Soriano (2015) describe como parte de la captación se pueden considerar los desarenadores que tienen como misión drenar todos los finos en suspensión evitando que estos pasen hacia la sala de máquinas y produzcan efecto de fraccionamiento contra las turbinas reduciendo así la vida útil de los componentes de estas. La supervisión controló todos los avances de las obras civiles ejecutados.

Tabla 30. Captación, avance de estructuras.

Captación	Excavación	Solado	Armadura	Concreto
		Concreto	Encofrado	
Toma Tirolesa	100,00%	100,00%	99,00%	99,00%
Canal de Enlace – Canal Desgravador	100,00%	100,00%	99,00%	99,00%
Desarenador	100,00%	100,00%	99,00%	99,00%
Cámara de Carga – Purga	100,00%	100,00%	91,18%	71,04%

4.3.5. Avances tubería forzada

Para la construcción de la tubería forzada de C.H. El Carmen se utilizó tubería GRP de 1.40m de diámetro, SN 5000 (rigidez N/m^2) y PN25 (presión bar) ver Tabla 6. Especificaciones técnicas, de tubería GRP; al respecto Penche (1998) explica que estas tuberías están ganando progresivamente mercado en Europa, gracias a su elevada resistencia. Su costo es competitivo y su peso es inferior en un 20% al de los tubos de acero, lo que facilita su instalación. Los trabajos de movimiento de tierras en la tubería forzada están concluidos, se verificó que el tramo central se apoyara en roca. La condición anterior es favorable para el mejor anclaje de la cimentación de la tubería. En el mes de diciembre se reiniciaron las actividades en este frente con el concretado de las sillas de apoyo.

Se han detectado en algunas losas de concreto tienen desplazamientos, por problema de estabilidad del terreno de fundación. El contratista propondrá solución. En el mes de marzo se viene realizando la protección de laderas a la entrada de la casa de máquinas. En el mes de marzo.2016 se han culminado los trabajos de concreto del bloque de anclaje del codo 2 y quedó normalizado el tránsito vehicular por esta zona; así mismo se realizó perfilado y estabilidad de los taludes laterales.

Tabla 31. Avances tubería forzada.

Excavación	Solado	Armadura	Concreto	Concreto 2da. Fase Turbinas	Estructura Metálica	Cerramiento
	Concreto	Encofrado				
100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	82,52%	100,00%	100,00%

4.3.6. Avances casa de máquinas

Cada fabricante posee un ábaco en función del caudal y de la caída neta que facilita la selección del tipo de turbina hidráulica, sin embargo, la diferencia entre los ábacos de una u otra determinada marca resulta ser muy reducida. En el caso de utilizar el ábaco de la empresa Hacker (2020) para la selección de turbina, los datos respecto al diseño como: caudal nominal con un valor de 2,25 m³/s y el salto neto con un valor de 228,10 m, se interceptan y traslapan en el área de turbina Pelton y con una potencia nominal 4,2 MW, como está instalada en la C.H. El Carmen. Turbinas que funcionan por salto alto y caudal bajo.

Las obras civiles, montaje y cerramiento de las estructuras metálicas se encuentran concluidas. En el mes de agosto del año 2015, se realizó la instalación del puente grúa.

En el mes de marzo del año 2016 continuaron los trabajos correspondientes al montaje de las turbinas que fueron iniciados el 18 del mes de enero del año 2016. Se ha ejecutado el concreto de 2º fase, y se ha iniciado el montaje de los generadores. Asimismo, se ha iniciado el montaje de canaletas de media tensión y de control de la casa de máquinas.

Tabla 32. Avance de casa de máquinas.

Excavación	Solado	Armadura	Concreto	Concreto 2da. Fase Turbinas	Estructura Metálica	Cerramiento
	concreto	encofrado				
100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	82,52%	100,00%	100,00%

4.3.7. Valorización y metrados de avance de C.H. El Carmen

En la construcción de la CH El Carmen se realizan trabajos en los frentes de trabajo principales, los mismos que corresponden a:

Tabla 33. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. El Carmen: de partida 01 a 04.03.02.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL CARMEN												
marzo-16				METRADO				PARCIAL (US\$)				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	MES EN CURSO	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	PRECIO (US\$)	EN CURSO	ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE
01	TRABAJOS PRELIMINARES											
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	100	0.00	0.50	0.50	0.50	164,974.08	0.00	82,487.04	82,487.04	82,487.04
01.02	CARTEL DE OBRA (SEGUN DISEÑO)	u	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	3,559.62	0.00	7,119.24	7,119.24	0.00
02	TRABAJOS PROVISIONALES											
02.01	CAMPAMENTOS PROVISIONALES	mes	24.00	100	23.00	24.00	0.00	15,037.91	15,037.91	345,871.93	360,909.84	0.00
02.02	ALMACENES Y TALLERES EN ZONA DE OBRA	m2	300.00	0.00	300.00	300.00	0.00	339.11	0.00	101,733.00	101,733.00	0.00
02.03	ATAGUÍA DE DESVÍO	glb	100	0.00	100	100	0.00	105,052.27	0.00	105,052.27	105,052.27	0.00
02.04	ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LA CONSTRUCCIÓN	glb	100	0.00	100	100	0.00	41,939.34	0.00	41,939.34	41,939.34	0.00
03	ACCESOS											
03.01	CONSTRUCCION DE ACCESOS	km	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	39,835.96	0.00	39,835.96	39,835.96	0.00
03.02	MEJORAMIENTO DE ACCESOS EXISTENTES	km	2.50	0.00	2.50	2.50	0.00	14,617.34	0.00	36,543.35	36,543.35	0.00
03.03	MANTENIMIENTO DE ACCESOS	km-mes	15.00	0.30	14.60	14.90	0.10	2,522.59	756.78	36,829.81	37,586.59	252.26
04	OBRAS DE CAPTACION											
04.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
04.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE MALESA	m2	1,040.00	0.00	1,040.00	1,040.00	0.00	160	0.00	1,664.00	1,664.00	0.00
04.01.02	EXCAVACION EN ROCA FRACTURADA	m3	550.00	0.00	550.00	550.00	0.00	13.49	0.00	7,419.50	7,419.50	0.00
04.01.03	EXCAVACION EN ROCA FIJA	m3	1,270.00	83.00	1,187.00	1,270.00	0.00	19.45	1,614.35	23,087.15	24,701.50	0.00
04.01.04	RELLENO COMPACTADO MANUAL C/ MATERIAL PRESTAMO	m3	440.00	220.00	220.00	440.00	0.00	15.60	3,432.00	3,432.00	6,864.00	0.00
04.01.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA <10 KM	m3	2,850.00	30.00	2,820.00	2,850.00	0.00	4.55	136.50	12,831.00	12,967.50	0.00
04.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO											
04.02.01	CONCRETO f'c=100 kg/cm2 (solado)	m2	570.00	24.50	545.50	570.00	0.00	16.47	403.52	8,984.39	9,387.90	0.00
04.02.02	CONCRETO CICLOPEO f'c=175 kg/cm2 +70% P.G.	m3	50.00	0.00	50.00	50.00	0.00	155.22	0.00	7,761.00	7,761.00	0.00
04.02.03	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	850.00	42.00	781.60	823.60	26.40	195.56	8,213.52	152,849.70	161,063.22	5,162.78
04.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m2	2,240.00	198.00	1,961.40	2,159.40	80.60	21.19	4,195.62	41,562.07	45,757.69	1,707.91
04.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CURVO	m2	45.00	0.00	45.00	45.00	0.00	28.55	0.00	1,284.75	1,284.75	0.00
04.02.06	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	50,600.00	0.00	50,600.00	50,600.00	0.00	2.16	0.00	109,296.00	109,296.00	0.00
04.02.07	ENROCADO ASENTADO SOBRE CONCRETO f'c=280kg/cm2	m3	25.00	0.00	25.00	25.00	0.00	146.09	0.00	3,652.25	3,652.25	0.00
04.02.08	ENROCADO ACOMODADO	m3	140.00	65.00	75.00	140.00	0.00	80.31	5,220.15	6,023.25	11,243.40	0.00
04.03	MISCELANEOS											
04.03.01	JUNTA DE WATER STOP DE 9"	m	155.00	28.00	127.00	155.00	0.00	7.70	215.60	977.90	1,193.50	0.00
04.03.02	FABRIC. E INSTALACION DE BARANDA METALICA	m	110.00	0.00	0.00	0.00	110.00	164.60	0.00	0.00	0.00	18,106.00

Tabla 34. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. El Carmen: de partida 06 a 08.03.01.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL CARMEN												
marzo-16				METRADO				PARCIAL (US\$)				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	MES EN CURSO	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	PRECIO (US\$)	EN CURSO	ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE
05	OBRAS DE CONDUCCIÓN											
05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
05.0101	EXCAVACIÓN CON EQUIPO EN MATERIAL SUELTO	m3	18,800.00	0.00	17,448.01	17,448.01	1,351.99	2.65	0.00	46,237.23	46,237.21	3,582.77
05.0102	EXCAVACION EN ROCA FRACTURADA	m3	16,100.00	0.00	14,448.00	14,448.00	1,652.00	13.49	0.00	194,903.52	194,903.52	22,285.48
05.0103	EXCAVACION EN ROCA FIJA	m3	18,800.00	0.00	15,984.00	15,984.00	2,816.00	19.45	0.00	310,888.80	310,888.80	54,771.20
05.0104	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO C/ MATERIAL PROPIO	m3	2,800.00	0.00	1,904.00	1,904.00	896.00	4.41	0.00	8,396.64	8,396.64	3,951.36
05.0105	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO C/ MATERIAL PRESTAMO	m3	3,240.00	0.00	2,780.80	2,780.80	459.20	7.80	0.00	21,690.24	21,690.24	3,581.76
05.0106	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL PRESTAMO	m3	4,560.00	0.00	3,101.20	3,101.20	1,458.80	15.60	0.00	48,378.72	48,378.72	22,757.28
05.0107	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA <10 KM	m3	74,500.00	0.00	70,412.00	70,412.00	4,088.00	4.55	0.00	320,374.60	320,374.60	18,600.40
05.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO											
05.02.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	1610.00	0.00	1267.00	1267.00	343.00	195.56	0.00	247,774.52	247,774.52	67,077.08
05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m2	2,870.00	0.00	2,178.60	2,178.60	691.40	21.19	0.00	46,164.53	46,164.53	14,650.77
05.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	96,500.00	0.00	82,610.00	82,610.00	13,890.00	2.16	0.00	178,437.60	178,437.60	30,002.40
05.03	MISCELANEOS											
05.03.01	CAMA DE ARENA e=0.10m - 0.15m	m3	480.00	0.00	326.00	326.00	154.00	11.11	0.00	3,621.86	3,621.86	1,710.94
05.03.02	SISTEMA DE DRENAJE	m	2,040.00	0.00	1,510.00	1,510.00	530.00	21.11	0.00	31,876.10	31,876.10	11,188.30
06.	OBRAS DE ARTE											
06.01	OBRAS DE ARTE EN CONDUCCION Y CASA DE MAQUINAS	glb	100	0.60	0.20	0.80	0.20	19,397.34	11,638.40	3,879.47	15,517.87	3,879.47
07.	CHIMENEA DE EQUILIBRIO											
07.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
07.0101	EXCAVACIÓN CON EQUIPO EN MATERIAL SUELTO	m3	2,090.00	0.00	2,090.00	2,090.00	0.00	2.63	0.00	5,496.70	5,496.70	0.00
07.0102	EXCAVACION EN ROCA FIJA	m3	3,150.00	0.00	3,150.00	3,150.00	0.00	19.45	0.00	61,267.50	61,267.50	0.00
07.0103	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO C/ MATERIAL PROPIO	m3	920.00	0.00	920.00	920.00	0.00	4.41	0.00	4,057.20	4,057.20	0.00
07.0104	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO C/ MATERIAL PRESTAMO	m3	510.00	0.00	510.00	510.00	0.00	7.79	0.00	3,972.90	3,972.90	0.00
07.0105	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL PRESTAMO	m3	590.00	0.00	590.00	590.00	0.00	15.60	0.00	9,204.00	9,204.00	0.00
07.0106	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA <10 KM	m3	6,160.00	0.00	6,160.00	6,160.00	0.00	4.55	0.00	28,028.00	28,028.00	0.00
07.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO											
07.02.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	1230.00	0.00	1230.00	1230.00	0.00	195.56	0.00	240,538.80	240,538.80	0.00
07.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m2	1270.00	0.00	1270.00	1270.00	0.00	21.19	0.00	26,911.24	26,911.24	0.00
07.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	79,600.00	0.00	79,600.00	79,600.00	0.00	2.16	0.00	171,936.00	171,936.00	0.00
07.03	MISCELANEOS											
07.03.01	CUNETA DE DRENAJE DE CONCRETO	ml	370.00	0.00	370.00	370.00	0.00	21.58	0.00	7,984.60	7,984.60	0.00
08.	CAMARA DE VALVULAS											
08.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
08.0101	EXCAVACIÓN CON EQUIPO EN MATERIAL SUELTO	m3	690.00	0.00	690.00	690.00	0.00	2.63	0.00	1,814.70	1,814.70	0.00
08.0102	EXCAVACION EN ROCA FRACTURADA	m3	690.00	0.00	690.00	690.00	0.00	13.94	0.00	9,618.60	9,618.60	0.00
08.0103	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA <10 KM	m3	1,900.00	0.00	1,900.00	1,900.00	0.00	4.55	0.00	8,645.00	8,645.00	0.00
08.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO											
08.02.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	105.00	0.00	0.00	0.00	105.00	195.56	0.00	0.00	0.00	20,533.80
08.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m2	530.00	0.00	0.00	0.00	530.00	21.19	0.00	0.00	0.00	11,230.70
08.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	7,400.00	0.00	0.00	0.00	7,400.00	2.16	0.00	0.00	0.00	15,984.00
08.03	MISCELANEOS											
08.03.01	ACABADOS EXTERIOR E INTERIOR	glb	100	0.00	0.00	0.00	100	8,575.32	0.00	0.00	0.00	8,575.32

Tabla 35. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. El Carmen: de partida 09 a 10.03.03.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL CARMEN												
marzo-16				METRADO				PARCIAL (US\$)				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	MES EN CURSO	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	PRECIO (US\$)	EN CURSO	ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE
09.	TUBERIA FORZADA											
09.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
09.0101	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	2,090.00	0.00	2,090.00	2,090.00	0.00	2.63	0.00	5,496.70	5,496.70	0.00
09.0102	EXCAVACION EN ROCA FRACTURADA	m3	2,090.00	0.00	2,090.00	2,090.00	0.00	13.94	0.00	29,134.60	29,134.60	0.00
09.0103	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA <10 KM	m3	5,750.00	0.00	5,750.00	5,750.00	0.00	4.55	0.00	26,162.50	26,162.50	0.00
09.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO											
09.0201	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	1,790.00	196.00	1,404.20	1,600.20	189.80	195.56	38,329.76	274,605.35	312,935.11	37,117.29
09.0202	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m2	1,310.00	381.80	722.20	1,104.00	206.00	21.19	8,090.34	15,303.42	23,393.76	4,365.14
09.0203	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	116,000.00	2,950.00	108,154.50	111,104.50	4,895.50	2.16	6,372.00	233,613.72	239,985.72	10,574.28
09.03	MISCELANEOS											
09.0301	CUNETA DE DRENAJE DE CONCRETO	m	370.00	65.00	220.00	285.00	85.00	21.58	1,402.70	4,747.60	6,150.30	1,834.30
10	CASA DE MAQUINAS											
10.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
10.0101	EXCAVACIÓN MASIVA CON EQUIPO EN MATERIAL SUELTO	m3	26,000.00	0.00	26,000.00	26,000.00	0.00	2.70	0.00	70,200.00	70,200.00	0.00
10.0102	EXCAVACION EN ROCA FRACTURADA	m3	11,200.00	0.00	11,200.00	11,200.00	0.00	13.94	0.00	156,128.00	156,128.00	0.00
10.0103	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO C/ MATERIAL PROPIO	m3	430.00	0.00	430.00	430.00	0.00	4.41	0.00	1,896.30	1,896.30	0.00
10.0104	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA <10 KM	m3	49,500.00	0.00	49,500.00	49,500.00	0.00	4.55	0.00	225,225.00	225,225.00	0.00
10.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO											
10.0201	CONCRETO f'c=100 kg/cm2 (solado)	m2	490.00	0.00	490.00	490.00	0.00	16.47	0.00	8,070.30	8,070.30	0.00
10.0202	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	645.00	0.00	645.00	645.00	0.00	195.56	0.00	126,136.20	126,136.20	0.00
10.0203	CONCRETO CICLOPEO f'c=175 kg/cm2 +70 % P.G.	m3	100.00	0.00	100.00	100.00	0.00	155.22	0.00	15,522.00	15,522.00	0.00
10.0204	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO	m2	1,580.00	0.00	1,580.00	1,580.00	0.00	21.19	0.00	33,480.20	33,480.20	0.00
10.0205	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	54,800.00	0.00	54,800.00	54,800.00	0.00	2.16	0.00	118,368.00	118,368.00	0.00
10.03	MISCELANEOS											
10.0301	CASA DE MAQUINAS Y ACABADOS INTERIOR Y EXTERIOR (8 AGOSTO)	glb	1.00	0.25	0.70	0.95	0.05	27,390.18	6,847.55	19,173.13	26,020.67	1,369.51
10.0302	ESCALERA METALICA	m	4.00	0.00	0.10	0.10	3.90	318.97	0.00	3190	3190	1,243.98
10.0303	FABRIC. E INSTALACION DE BARANDA METALICA	m	95.00	0.00	0.00	0.00	95.00	164.60	0.00	0.00	0.00	15,637.00
			TOTAL						\$111,906.69	\$4,583,630.80	\$4,695,537.47	\$494,220.60

Tabla 36. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. El Carmen: de partida 11 a 12.08.

EQUIPOS MENORES																						
Mar-16				SUMINISTRO		TRANSPORTE		MONTAJE		SUMINISTRO				TRANSPORTE				MONTAJE				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	PRECIO (US\$)	PARCIAL (US\$)	PRECIO (US\$)	PARCIAL (US\$)	PRECIO (US\$)	PARCIAL (US\$)	MES EN	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	MES EN	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	MES EN	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	
11	TUBERÍA DE PRESIÓN																					
1101	Tubería de 10 mm x 120 m	ml	40.00	864.79	34,591.44	248.09	9,923.77	335.52	13,420.72	0.00	40.00	40.00	0.00	0.00	40.00	40.00	0.00	40.00	0.00	40.00	40.00	0.00
1102	Tubería de 12 mm x 120 m	ml	2100	1089.14	22,871.93	157.52	3,307.92	423.05	8,884.14	0.00	2100	2100	0.00	0.00	2100	2100	0.00	0.00	2100	2100	0.00	0.00
1103	Tubería de 10 mm x 0,70 m	ml	30.00	519.82	15,594.50	110.26	3,307.92	195.33	5,859.75	0.00	30.00	30.00	0.00	0.00	30.00	30.00	0.00	0.00	30.00	30.00	0.00	0.00
1104	Distribuidor de 16 mm x 120/0,70 m	ud	4.00	3,355.16	13,420.72	472.56	1890.24	1,178.95	4,715.78	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00
1105	Fabricación de soportes	ud	100	2,646.34	2,646.34	567.07	567.07	389.87	389.87	0.00	100	100	0.00	0.00	100	100	0.00	0.00	100	100	0.00	0.00
					89,124.94		8,996.94		33,270.26													
12	HIDROMECAÑICOS																					
12.01	Reja gruesa	ud	100	13,704.26	13,704.26	1,701.22	1,701.22	3,307.92	3,307.92	0.00	100	100	0.00	0.00	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100
12.02	Compuerta desripadora	ud	100	13,704.26	13,704.26	756.10	756.10	2,268.29	2,268.29	0.00	100	100	0.00	0.00	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100
12.03	Compuerta de admisión	ud	100	9,923.77	9,923.77	756.10	756.10	1,701.22	1,701.22	0.00	100	100	0.00	0.00	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	100	100
12.04	Compuerta purga desarenador	ud	100	8,317.07	8,317.07	756.10	756.10	1,370.43	1,370.43	0.00	100	100	0.00	0.00	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100
12.05	Rejas finas	ud	100	6,615.85	6,615.85	567.07	567.07	1,512.19	1,512.19	0.00	100	100	0.00	0.00	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100
12.06	Compuerta de salida	ud	100	9,640.24	9,640.24	1,134.15	1,134.15	1,984.75	1,984.75	0.00	100	100	0.00	0.00	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100
12.07	Unidad Hidráulica	ud	100	26,463.40	26,463.40	1,134.15	1,134.15	4,631.09	4,631.09	0.00	100	100	0.00	0.00	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100
12.08	Válvula de seguridad de 13 m	ud	100	70,884.10	70,884.10	2,362.80	2,362.80	8,978.65	8,978.65	0.00	100	100	0.00	0.00	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100
					169,252.93		9,676.88		25,754.55													

Tabla 37. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. El Carmen: de partida 13 a 15.01

TABLA DE CANTIDADES													
CENTRAL HIDROELECTRICA EL CARMEN													
marzo-16				METRADO				PARCIAL (US\$)					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	P.U (US\$)	PARCIAL (US\$)	MES EN CURSO	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	EN CURSO	ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE
13	SUM INSIITRO EQUIPO MECÁNICO												
13.01	Suministro turbina Pelton o Francis de eje vertical de 2,25 m3/s y 4,30 MW.	ud.	2.00	544,815.67	1,089,631.34	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	1,089,631.34	1,089,631.34	0.00
13.02	Suministro válvula de admisión de mariposa de eje horizontal ex céntrico de DN 900mm	ud.	2.00	56,136.78	112,273.56	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	112,273.56	112,273.56	0.00
13.03	Suministro válvula de mariposa de emergencia de DN 1300mm	ud.	100	74,959.95	74,959.95	0.00	100	100	0.00	0.00	74,959.95	74,959.95	0.00
13.04	Suministro de Puente grúa de la casa de máquinas de 30 toneladas de	ud.	100	236,970.16	236,970.16	0.00	0.87	0.87	0.13	0.00	206,164.04	206,164.04	30,806.12
14	SUM INIISTRO EQUIPO ELÉCTRICO												
14.01	Suministro de generador trifásico potencia nominal 5.500 kVA	ud.	2.00	570,807.91	1,141,615.82	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	1,141,615.82	1,141,615.82	0.00
15	SUM INIISTRO SISTEMA DE CONTROL, AUTOMATIZACIÓN												
15.01	Suministro del sistema de control, automatización y telecontrol de la	ud.	100	1,320,705.29	1,320,705.29	0.01	0.99	100	0.00	13,207.05	1,307,498.24	1,320,705.29	0.00
					TOTAL:					13,207.05	3,932,142.95	3,945,350.00	30,806.12

Tabla 38. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. El Carmen: de partida 16 a 16.25.

PROYECTO: SUMINISTRO TUBERÍA GRP Y MONTAJES													
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	METRADO				VALOR UNITARIO (US\$)	PARCIAL (US\$)				
				MES EN CURSO	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE		EN CURSO	ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	
									(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)
16	TUBERÍA GRP												
16.01	Tubería GRP DN1400 PN6 SN2500	ml	589.00	0.00	589.00	589.00	0.00	400.23	0.00	235,735.47	235,735.47	0.00	
16.02	Acople GRP DN1400 PN6	und	163.00	0.00	163.00	163.00	0.00	317.24	0.00	51,709.46	51,709.46	0.00	
16.03	Tubería GRP DN1400 PN10 SN2500	ml	63.00	0.00	63.00	63.00	0.00	419.08	0.00	26,402.09	26,402.09	0.00	
16.04	Acople GRP DN1400 PN10	und	24.00	0.00	24.00	24.00	0.00	366.84	0.00	8,804.28	8,804.28	0.00	
16.05	Tubería GRP DN1300 PN10 SN2500	ml	545.00	0.00	545.00	545.00	0.00	379.55	0.00	206,856.88	206,856.88	0.00	
16.06	Acople GRP DN1300 PN10	und	160.00	0.00	160.00	160.00	0.00	332.42	0.00	53,187.20	53,187.20	0.00	
16.07	Tubería GRP DN1300 PN16 SN2500	ml	599.00	0.00	599.00	599.00	0.00	390.15	0.00	233,697.76	233,697.76	0.00	
16.08	Acople GRP DN1300 PN16	und	119.00	0.00	119.00	119.00	0.00	343.04	0.00	40,822.25	40,822.25	0.00	
16.09	Tubería GRP DN1200 PN25 SN5000 (instalación aérea)	und	162.00	0.00	162.00	162.00	0.00	422.32	0.00	68,416.27	68,416.27	0.00	
16.1	Acople GRP DN1200 PN25	und	36.00	0.00	36.00	36.00	0.00	471.44	0.00	16,971.84	16,971.84	0.00	
16.11	Codos GRP DN1400 PN6 SN2500 (0 - 30)	und	36.00	0.00	36.00	36.00	0.00	1,304.63	0.00	46,966.50	46,966.50	0.00	
16.12	Codos GRP DN1400 PN6 SN2500 (30 - 60)	und	6.00	0.00	6.00	6.00	0.00	2,417.99	0.00	14,507.91	14,507.91	0.00	
16.13	Codos GRP DN1400 PN10 SN2500 (0 - 30)	und	6.00	0.00	6.00	6.00	0.00	2,048.52	0.00	12,291.12	12,291.12	0.00	
16.14	Codos GRP DN1300 PN10 SN2500 (0 - 30)	und	28.00	0.00	28.00	28.00	0.00	1,667.08	0.00	46,678.13	46,678.13	0.00	
16.15	Codos GRP DN1300 PN10 SN2500 (30 - 60)	und	14.00	0.00	14.00	14.00	0.00	3,174.53	0.00	44,443.35	44,443.35	0.00	
16.16	Codos GRP DN1300 PN10 SN2500 (60 - 90)	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	4,755.91	0.00	4,755.91	4,755.91	0.00	
16.17	Codos GRP DN1300 PN16 SN2500 (0 - 30)	und	21.00	0.00	21.00	21.00	0.00	2,654.71	0.00	55,748.81	55,748.81	0.00	
16.15	Codos GRP DN1300 PN16 SN2500 (30 - 60)	und	3.00	0.00	3.00	3.00	0.00	5,236.61	0.00	15,709.82	15,709.82	0.00	
16.16	Codos GRP DN1300 PN16 SN2500 (60 - 90)	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	7,995.11	0.00	7,995.11	7,995.11	0.00	
16.17	Codos GRP DN1200 PN25 SN2500 (0 - 30) (instalación aérea)	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	2,477.54	0.00	2,477.54	2,477.54	0.00	
16.15	Codos GRP DN1200 PN25 SN2500 (30 - 60) (instalación aérea)	und	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	4,922.35	0.00	9,844.69	9,844.69	0.00	
16.16	Codos GRP DN1200 PN25 SN2500 (60 - 90) (instalación aérea)	und	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	7,473.26	0.00	14,946.51	14,946.51	0.00	
16.17	Niple GRP con venas cortafalujos DN 1400 PN6 SN2500 (L=2.0m)	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	2,426.16	0.00	2,426.16	2,426.16	0.00	
16.18	Reducción Concéntrica GRP DN1400 x DN1300 PN10 SN2500	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	3,314.72	0.00	3,314.72	3,314.72	0.00	
16.18	Tee GRP Extremos Lisos para chimenea DN1300 x DN1100 PN16 SN2500	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	22,685.19	0.00	22,685.19	22,685.19	0.00	
16.19	Niple GRP EB DN1400 PN16 SN2500 (L=1.0m)	und	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	3,617.69	0.00	7,235.37	7,235.37	0.00	
16.19	Reducción Concéntrica GRP DN1300 x DN1200 PN16 SN2500	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	4,689.43	0.00	4,689.43	4,689.43	0.00	
16.2	MH Biaxial GRP DN1400 x DN800 E.B PN10 SN2500 (No incluye la Brida Ciega)	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	6,009.89	0.00	6,009.89	6,009.89	0.00	
16.21	MH Biaxial GRP DN1300 x DN800 E.B PN16 SN2500 (No incluye la Brida Ciega)	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	7,567.77	0.00	7,567.77	7,567.77	0.00	
16.22	MH Biaxial GRP DN1200 x DN800 E.B PN25 SN2500 (No incluye la Brida Ciega)	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	15,827.35	0.00	15,827.35	15,827.35	0.00	
16.23	Unión Mecánica Tipo Viking Johnson DN1200 PN25 (Conexión con túnel)	und	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	15,420.41	0.00	15,420.41	15,420.41	0.00	
16.24	Tubería GRP DN1400 PN10 SN2500	ml	24.00	0.00	24.00	24.00	0.00	419.08	0.00	10,057.94	10,057.94	0.00	
16.25	Acople GRP DN1400 PN10	und	3.00	0.00	3.00	3.00	0.00	366.84	0.00	1,100.53	1,100.53	0.00	

Tabla 39. Valorización y metrados de avance de obra de la C.H. El Carmen: de partida 16.26 a 18.01

PROYECTO: SUMINISTRO TUBERÍA GRP Y MONTAJES													
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	METRADO				VALOR UNITARIO (US\$)	PARCIAL (US\$)				
				MES EN CURSO	MES ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE		EN CURSO	ANTERIOR	ORIGEN	PENDIENTE	
				(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)		(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)	
16.26	Tubería GRP DN1300 PN16 SN2500	ml	24.00	0.00	24.00	24.00	0.00	390.15	0.00	9,363.60	9,363.60	0.00	
16.27	Acople GRP DN1300 PN16	und	3.00	0.00	3.00	3.00	0.00	343.04	0.00	1,029.13	1,029.13	0.00	
16.28	Tubería GRP DN1200 PN25 SN5000	ml	24.00	0.00	24.00	24.00	0.00	422.33	0.00	10,135.92	10,135.92	0.00	
16.29	Acople GRP DN1200 PN25	und	3.00	0.00	3.00	3.00	0.00	471.45	0.00	1,414.35	1,414.35	0.00	
16.3	Transporte local	glb	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	115,661.70	0.00	115,661.70	115,661.70	0.00	
TUBERÍA GRP								0.00	1,452,908.30	1,452,908.30	0.00		
17	MONTAJE DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO												
17.01	Montaje, prueba y puesta en servicio del equipo mecánico	glb	1.00	0.10	0.50	0.60	0.40	560,551.43	56,055.14	280,275.72	336,330.86	224,220.57	
MONTAJE DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO								56,055.14	280,275.72	336,330.86	224,220.57		
18	MONTAJE DE LAS TUBERÍAS Y ACCESORIO GRP												
18.01	Montaje de las tuberías y accesorios GRP	glb	1.00	0.00	0.82	0.82	0.18	206,414.49	0.00	169,259.88	169,259.88	37,154.61	
MONTAJE DE LAS TUBERÍAS Y ACCESORIO GRP								0.00	169,259.88	169,259.88	37,154.61		

4.3.8. Costo Construcción de C. H. El Carmen

En el mes de marzo 2016 el metrado analizado y aprobado por la supervisión da la valorización de la tabla anterior. Se puede ver que en el mes de marzo 2016 se ha valorizado la suma de US \$ 252,876.54 sin incluir el IGV. Tampoco se considera el descuento del adelanto el mismo que se viene amortizando proporcionalmente en cada valorización.

Tabla 40. Costo de construcción de C.H. El Carmen

RESUMEN CAP			
C. H. DEL CARMEN			
MARZO 2,016		IMPORTE	
ITEM	DESCRIPCIÓN	EN CURSO	ANTERIOR
1	TRABAJOS PRELIMINARES	-	89.606,28
2	TRABAJOS PROVISIONALES	15.037,91	594.596,54
3	ACCESOS	756,78	113.209,12
4	OBRAS DE CAPTACION	23.431,26	380.824,95
5	OBRAS DE CONDUCCIÓN	-	1.458.744,36
6	OBRAS DE ARTE	11.638,40	3.879,47
7	CHIMENEA DE EQUILIBRIO	-	559.396,94
8	CAMARA DE VALVULAS	-	20.078,30
9	TUBERIA FORZADA	54.194,80	589.063,89
10	CASA DE MAQUINAS	6.847,55	774.231,02
11	TUBERÍA DE PRESIÓN	13.420,72	127.971,41
12	HIDROMECAÑICOS	-	170.121,83
13	SUMINISTRO EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÑICO	-	1.483.028,88
14	SUMINISTRO EQUIPO ELÉCTRICO	-	1.141.615,82
15	SUMINISTRO SISTEMA DE CONTROL, AUTOMATIZACIÓN Y TELECONTROL	13.207,05	1.307.498,24
16	TUBERÍA GRP	-	1.452.908,30
17	MONTAJE DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÑICO, PRUEBA Y PUESTA EN SERVICIO PRUEBA Y PUESTA EN SERVICIO	56.055,14	280.275,72
18	MONTAJE DE LAS TUBERÍAS Y ACCESORIOS GRP	-	169.259,88
19	INGENIERÍA DE DETALLE Y COORDINACIÓN GENERAL DE LAS OBRAS	-	364.947,82
	TOTAL COSTO DIRECTO	194.589,61	11.081.258,76
	COSTOS INDIRECTOS	45.909,69	2.614.410,87
	GASTOS GENERALES	12.155,67	692.226,86
	SEGURO T.R.C.		
	UTILIDADES	9.729,48	554.062,94
	Coeficiente de Baja (Dto.) = 0.963763428856093	-9.507,91	-541.445,38
	COSTO TOTAL	252.876,54	14.400.514,05

V. CONCLUSIONES

1. Las estructuras hidráulicas de la C.H. 8 de Agosto y C.H. El Carmen fueron ejecutadas paralelamente por la empresa SACYR Construcción S.A., ajustadas en su diseño, rediseñadas en base a los replanteos topográficos más precisos de ejecución, que los levantados en su estudio de los proyectos. Se realizaron nuevos cálculos de las estructuras hidráulicas, que fueron ajustadas sin alejarse del diseño del expediente técnico propuesto. Teniendo en cuenta que la empresa gano la ejecución con valorización a suma alzada, y tuvo que ejecutar el proyecto calculado en tiempo y presupuesto.
2. La supervisión de las obras se realizó exigiendo y siguiendo los expedientes técnicos. La empresa ejecutora SACYR Construcción S.A, utilizó equipos geodésicos y topográficos de alta gama y precisión (equipos geodésicos GNSS, estaciones totales y niveles automático) para la ejecución. Las ejecuciones de campo fueron supervisadas por la empresa DESSAU S&Z S.A. con equipos similares de alta gama y precisión (geodésicos GNSS TOPCON GR5 y topográficos estación total TOPCON GPT3105 y nivel automático TOPCON ATB4).
3. Las valorizaciones de avance de obras de las centrales hidroeléctricas 8 de agosto y el Carmen, se realizaron a suma alzada tal como se firmó en contrato de ejecución de obras.
4. Al mes de marzo 2016 en la C.H. 8 de Agosto se valorizó la suma de US \$ 357 226,65, sin incluir IGV. Con acumulado a marzo del 2016 total de valorización de US \$ 31 952 091,31 (89,17% pagado) de los US \$ 35'832 603,18 del costo total de obra, faltando valorizar US \$ 3 880 511,87 (10,83%).
5. Al mes de marzo 2016 en la C.H. El Carmen se valorizo la suma de US \$ 252 876,54 sin incluir el IGV. Con acumulado a marzo del 2016 total de valorización de US \$ 14 653 390,59 (93,01% pagado) de los US \$ 15 753 201,11 del costo total de obra, faltando valorizar US \$ 1 099 810,52 (6,99%).

VI. PROPUESTA A FUTURO

1. Instalar una estación de rastreo permanente en la Universidad Nacional Agraria de la Selva en convenio con el Instituto Geográfico Nacional, ya que esta institución del estado acepta instalar estas estaciones ERP en convenio con entidades del estado y empresas privadas serias. Instituciones que faciliten acceso de una mínima parte de su infraestructura, para instalar y capacitar el manejo de los equipos de ERP. En nuestra universidad se están adquiriendo equipos GNSS en las facultades de ingeniería.
2. Con esta ERP, los alumnos estarían capacitados para creación de puntos de control certificados.
3. Se tendría más GNSS rover, disponible para los alumnos, ya que los GNSS base pueden funcionar como rover, solo se compraría un controlador para este equipo.
4. ERP que contribuiría con beneficio económico a la institución, como servicio a la comunidad, ya que actualmente para los trabajos de saneamiento físico legal las instituciones MINAGRI y SUNARP exigen en sus normas la data nativa de los equipos GNSS amarrados a una ERP.
5. Exigir el cuidado extremo con los equipos topográficos a los alumnos. Para que otros trabajos futuros salgan con precisión.

VII. REFERENCIAS

- Abad, A. C., y Huisa, F. R. (2011). *Procedimientos de excavación y sostenimiento de túneles proyecto derivación Huascacocha – Rímac* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio institucional URP. https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/169/abad_ac-huisa_fr.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- ArcGIS Pro. (2022). *GNSS y dispositivos de ubicación*. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/mapping/device-location/gnss-and-location-devices.htm>
- ARCMAP. (2020). *Sistemas de coordenadas geográficas*. USA. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/map/projections/about-geographic-coordinate-systems.htm>
- Aristasur. (2020). *Coordenadas UTM*. <https://www.aristasur.com/contenido/sistema-de-coordenadas-geograficas-utm>.
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2015). *Informe Técnico N° 265 -2015-ANA-DARH-ORDA*. ANA. <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4337/ANA0002676.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calderón, D. N. (2011). *Diseño y optimización de una hoja de cálculo para el dimensionamiento de chimenea de equilibrio* [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio institucional EPN. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4483/1/CD-4093.pdf>
- Dolores, J. (1992). *Centrales hidroeléctricas*. Arnacalli Editores S. A.
- ENEL. (2022). *Centrales hidroeléctricas*. <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-hidroelectrica/central-hidroelectrica>
- ESRI. (2009). *Sistema de Información Geografía*. <https://www.esri.es/es-es/descubre-los-gis/qu-es-sig/que-es-sig>
- FLOWTITE. (2014). *Guía de producto – tubería GRP*. www.flowtite.com.co
- Gámez, M. W. (2013). *Autoformativo de topografía general*. Universidad Nacional Agraria.
- García, F. M. (2015). *Diagnóstico de las potencialidades hidráulicas de los canales del trasvase para la generación de energía eléctrica* [Tesis de pregrado, Universidad de Holguín]. Repositorio Digital Institucional UH. <https://repositorio.uho.edu.cu/xmlui/bitstream/handle/uho/5516/Tesis%20MAR%c3%8dA%20DEL%20ROSARIO%20ARC%c3%8dA%20FERN%c3%81NDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gonzales, J. C. (2007). *Topografía para ingenieros civiles*. Universidad de Quindío.
- González, N. S. S. (2020). *Verificación del comportamiento hidráulico del Desarenador de la C.H. Quioz mediante Ansys CFX*. Piura.

- HACKER. (2020). *Empresa HACKER, fabricante en equipos hidráulicos y mecánicos*.
https://hacker.ind.br/produtos_turbinas_hidraulicas.php
- Holdridge, L. (1993). *Ecología basada en zonas de vida* (3 ed.). Servicio Editorial IICA.
- INSITEL. (2020). *Receptores GNSS. Perú*. <https://insitel.pe/instrumentacion-geodesica/receptores-gnss/>
- Instituto Geográfico Nacional de Panamá [IGN]. (2019). *Red Nacional de Estaciones de Referencia de Operación Continua (CORS), Panama*. <https://ignpanama.anati.gob.pa/index.php/cors>
- Instituto Geográfico Nacional del Perú [IGN]. (2011). *Especificaciones técnicas para la producción de Cartografía Básica Escala 1:1 000, Perú*. https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/86/PLAN_86_2014_escala_de_1_1000.pdf
- Instituto Geográfico Nacional del Perú [IGN]. (2015). *Especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global*. IGN.
- Instituto Geográfico Nacional del Perú [IGN]. (2020). *Resolución Jefatural N° 087 – 2020/IGN/DIG/SDNGC, Perú*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1487428/RJ%20N%C2%B0087%20Marco%20referencia%20REGOMOC...%5BR%5D%5BR%5D%5BR%5D%5BR%5D%5BR%5D%5BR%5D%5BR%5D.pdf>
- La Contraloría General de la República del Perú. (2019). *Obras públicas*. https://doc.contraloria.gob.pe/PACK_anticorrupcion/documentos/7_OBRAS_PUBLI_CAS_2019.pdf
- Mendoza, D. J. (2019). *Topografía y Geodesia*. Ediciones Maraucano E.I.R.L.
- Ministerio Agricultura [CNR]. (2015). *Manual de procedimientos geodésicos y topográficos*. <https://www.cnr.gob.cl/wpcontent/uploads/2019/03/ManualdeProcedimientosGeodesicosyTopograficosdelaCNRv2015.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas Perú. (2022). *Anuario estadístico de electricidad 2022, capítulo 3 generación eléctrica*. <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Capitulo%203%20Generacion%20electronica%202022.pdf>
- Moya, Z. J., y Cedeño, M. B. (2017). *Conceptos básicos en Geodesia Como insumo para un tratamiento adecuado de la información geoespacial*. *Revista Geográfica de América Central*, 58, 1-73.
- Nasimba, M. V. F. (2020). *Introducción a las líneas de transmisión*. Editorial Grupo Compás. <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/718/1/Vi%CC%81ctor%20F.%2030-%2010-2020%20.pdf>

- OSCE. (2020). *La contratación de obra*. https://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/Capacidades/Capacitacion/Virtual/curso_contratacion_obras/ppt_cap2_obras.pdf
- OSINERGMIN. (2021). *Supervisión de contratos de proyectos de generación y transmisión de energía eléctrica. División de supervisión de electricidad*. <https://www.osinergmin.gob.pe/newweb/uploads/Publico/MapaSEIN/informes/proyectos/construccion/202107.pdf>
- OSINERGMIN. (2022). *Fichas técnicas proyectos de generación y transmisión de energía eléctrica en operación*.
- Penche, C. (1998). *Manual de pequeña hidráulica*. DG XVII Comisión Europea. https://www.ingenieros.es/files/proyectos/Manual_pequena_hidraulica.pdf
- Resolución Directoral. R.D. N° 073-2010/VIVIENDA/VMCS-DNC (2010). *Norma Técnica; Metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- SENACE. (2017). *Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Central Hidroeléctrica Chaglla*. <http://ceropapel.senace.gob.pe/share/s/IIQ3hIVJSciLLNgwQqWkqw>
- SENAMHI. (2022). *Mapa climático del Perú*. Ministerio del Ambiente Perú. <https://www.senamhi.gob.pe/servicios/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Soriano, A. H. (2015). *Gestión de un proyecto hidroeléctrico en el Perú* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/592700/Tesis%20MDCIII_Horacio%20Soriano%20Alava.pdf
- Suarez, L. (2009). *Ingeniería de rocas en el túnel de conducción superior del proyecto hidroeléctrico Porce III, Colombia*. <http://www.scielo.org.co/pdf/bcdt/n26/n26a08.pdf>
- TOPODATA. (2019). *Manual topografía y planimetría. Levantamientos Topográficos*. <https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/8-Topografi%CC%81a-Plana-CAP7.pdf>
- Torres, N. A., y Villate, B. E. (2000). *Topografía* (4ª ed.). Edición, Escuela Colombiana de Ingeniería.
- UNAVCO. (2021). *Earth Gravitational Model*. <https://www.unavco.org/software/geodetic-utilities/geoid-height-calculator/geoid-height-calculator.html>
- Valles, J. M. (2015). *Manual de topografía práctica*. Valls. BELLISCO.

- Vásquez, D. R. (2018). *Optimización del diámetro, diseño preliminar y simulación fluido dinámico de la tubería forzada de la minicentral hidroeléctrica HYDRIKA4* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional PUCP. [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12393/VASQUEZ_ORTEGA_OPTIMIZACION_DIAMETRO_DISE%
c3%91O_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12393/VASQUEZ_ORTEGA_OPTIMIZACION_DIAMETRO_DISE%c3%91O_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- VOLCAN. (2016). *Estudio de aprovechamiento hídrico del río Baños Ampliación Central Hidroeléctrica Tingo*. https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/PAD%20CH%20Tingo%20p1_compressed-601-880-1-140.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico

Figura 14. Trazo y corte según diseño de acceso a captación de C.H. 8 DE Agosto, 3+370.



Figura 15. Topógrafo de IESA, en portal de salida de túnel de C.H. 8 de Agosto.



Figura 16. Cota de vértices y solado en casa de máquinas de C.H. El Carmen.



Figura 17. Instalación de tubo GRP 2+893 a 2+899 conducción de C.H. 8 de Agosto.

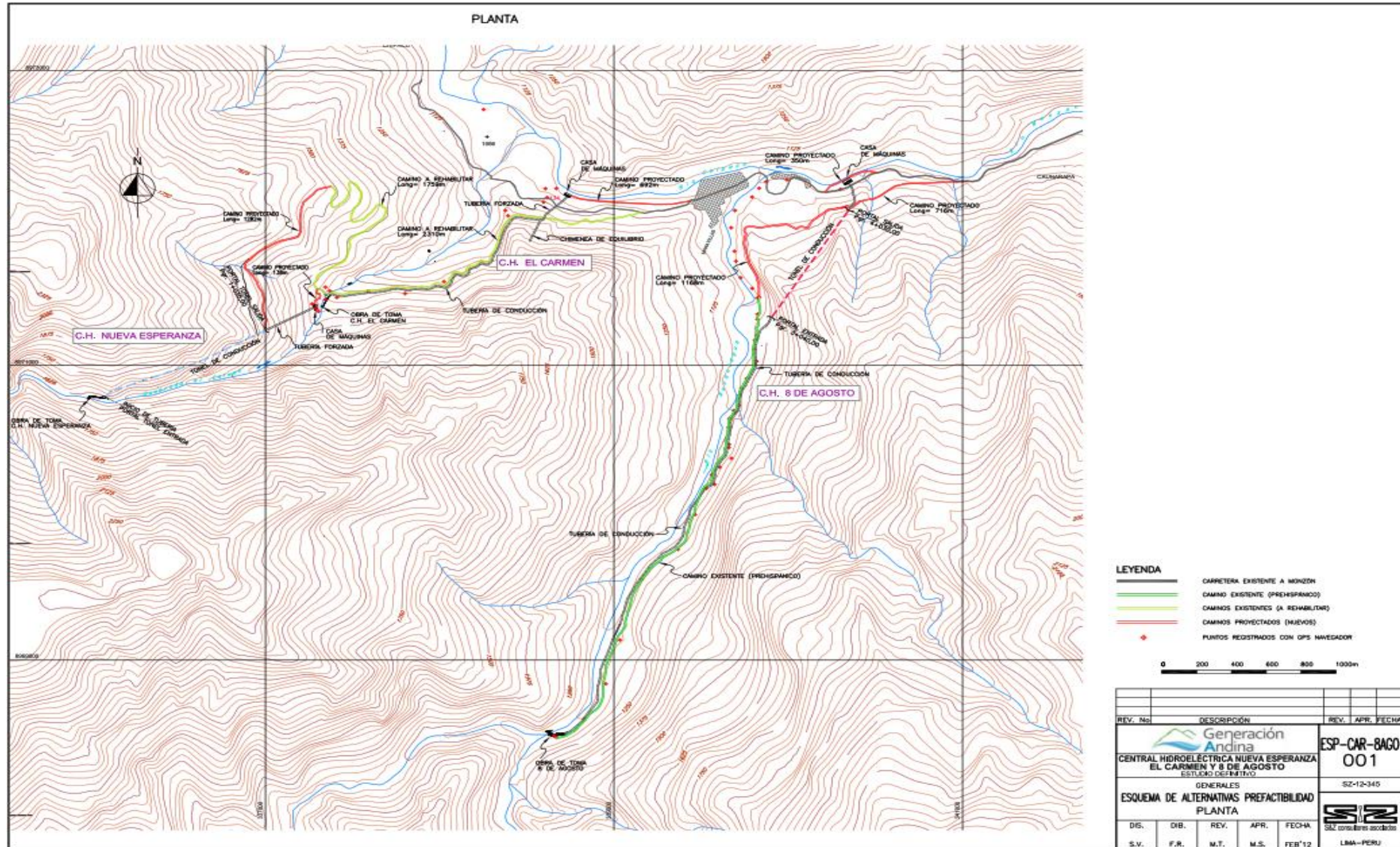


Figura 18. Trabajos en casa de máquinas de C.H. El Carmen.



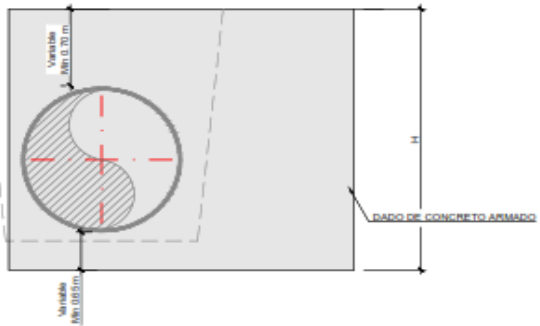
Figura 19. Verificaciones topográficas de solados (pañes intercalados) de tubería forzada; tramo 0+096,70 a 0+102,20, 0+107,70 a 0+132,20, 0+118,70 a 0+124,20; en C.H. El Carmen.

ANEXO 2. Planos de obra de C.H. 8 de Agosto y C.H. El Carmen.

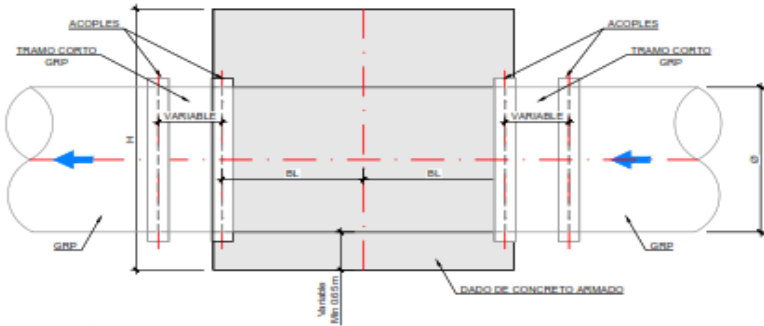




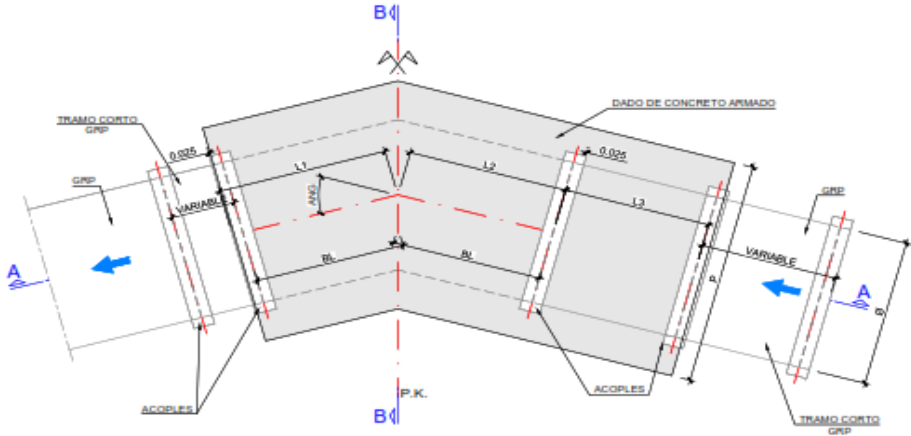
PROPIEDAD:	EMPRESA CONSTRUCTORA:	EMPRESA CONSULTORA:	TÍTULO DEL PROYECTO:	ESCALA:	NOMBRE DEL PLANO:	FECHA:	NÚMERO:
			CENTRAL HIDROELÉCTRICA 8 DE AGOSTO	1:10000 	CONDUCCIÓN PLANTA DE IMPLANTACIÓN	OCTUBRE 2015	CO 1 DE 1
						CH-SAGO-CO-PL-REV5-01	



SECCIÓN BB, TIPO DE ZANJA+MACIZO ASIMETRICO
ESCALA 1:75

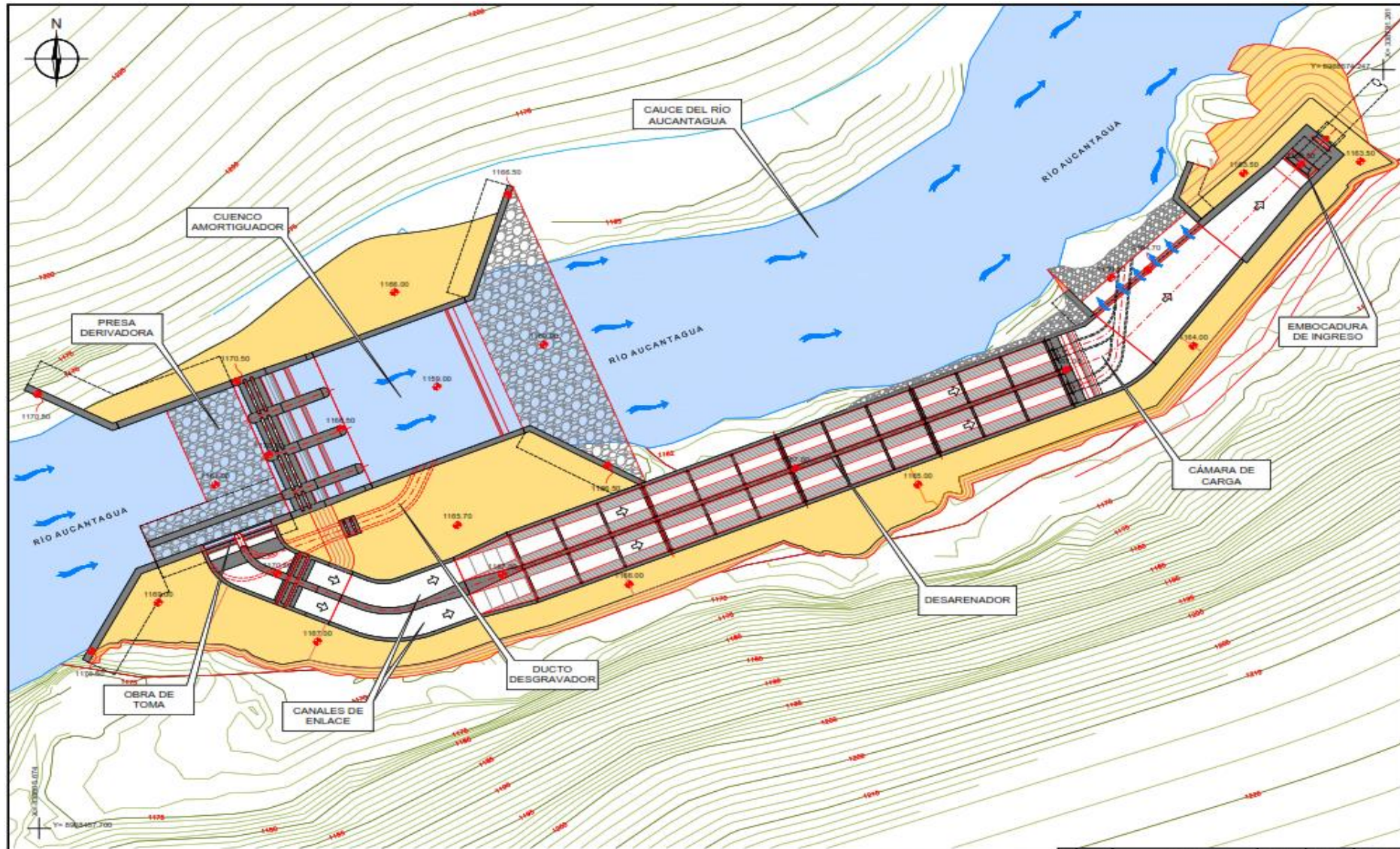


SECCIÓN AA, TIPO DE ZANJA+MACIZO ASIMETRICO
ESCALA 1:75

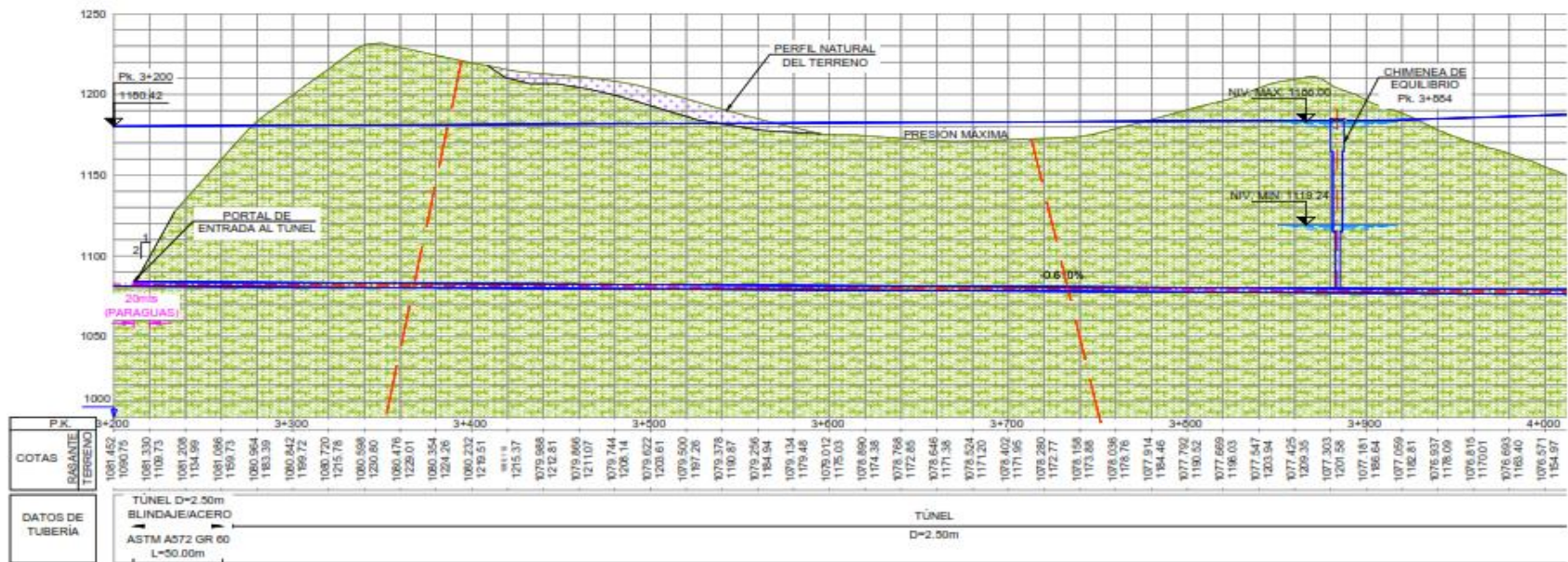


CODO EN PLANTA ASIMETRICO
ESCALA 1:75

p.k.	accesorios	PI 3/16	Q	Angulo real (°)	RL (A arriba) m	RL (A abajo) m	B1 m	B2 m	P m	P1 m	P2 m	H m	Vol total m³	Vol hormigon m³
0+203.030	code	6	2.6	43.46	1.70	1.70	2.07	8.44	8.00	2.00	6.00	5.80	243.79	225.74
0+495.210	code	6	2.6	26.41	1.00	1.00	1.16	4.45	7.00	1.90	5.30	6.00	117.82	107.30
0+765.230	code	6	2.8	21.05	1.00	1.00	1.19	4.28	7.20	2.00	5.20	5.50	107.96	97.55
0+968.940	code	6	2.6	15.34	0.90	0.90	1.43	3.35	7.50	1.50	6.00	5.00	89.65	80.09
1+134.200	code	6	2.6	22.56	1.00	1.00	1.25	4.01	7.00	2.00	5.00	6.50	119.65	109.04
1+369.240	code	6	2.6	14.42	1.70	1.70	2.79	4.06	5.00	2.50	2.50	4.80	82.35	64.20
1+472.980	code	6	2.6	33.64	1.70	1.70	2.28	6.63	7.25	2.90	4.95	6.20	195.34	177.29
1+472.980	Min	6	2.6	0.00	2.10	2.10	2.10	2.10						
1+544.820	code	6	2.6	5.48	0.70	0.70	1.40	1.40	3.60	1.80	1.80	4.50	22.68	15.25
1+819.290	Reduccion	6	2.8	0.00	0.85	0.85	1.70	1.70	5.20	2.60	2.60	4.80	42.45	35.41
1+997.950	code	10	2.4	21.32	1.50	1.50	2.38	5.02	7.02	1.79	4.80	6.00	145.80	132.02
2+018.720	code	10	2.4	29.94	1.50	1.50	2.10	7.20	9.70	1.88	7.82	6.00	274.48	260.91
2+143.750	code	10	2.4	27.10	1.80	1.80							188.29	172.00
2+176.970	code	10	2.4	19.53	0.80	0.80	1.06	3.92	8.31	1.64	6.67	6.00	124.23	116.99
2+242.230	code	10	2.4	15.72	1.50	1.50	2.56	4.21	5.98	1.69	4.29	6.00	121.60	108.03
2+298.550	code	10	2.4	15.60	1.90	1.90	2.87	4.34	5.45	3.56	1.89	5.70	111.32	94.13
2+363.250	code	10	2.4	68.01	3.60	3.60	2.61	15.57	8.60	4.50	5.30	7.00	610.86	578.29
2+598.510	code	10	2.4	10.08	0.70	0.70	1.40	1.40	3.80	1.80	1.80	4.50	22.68	16.55
2+598.510	lee parga	10	2.4	0.00	1.90	1.90	1.90	1.90						
2+425.250	code	10	2.4	32.22	2.00	2.00	3.02	7.55	8.00	2.00	6.00	6.00	253.89	235.80
2+492.270	code	10	2.4	22.26	1.50	1.50	2.96	5.01	7.60	1.90	5.70	7.00	165.74	152.17
2+564.140	code	10	2.4	9.10	0.70	0.70	1.50	4.20	4.62	1.96	2.46	5.00	99.00	87.24
2+564.140	Min	10	2.4	0.00	2.20	2.20	2.20	2.20						
2+673.930	code	10	2.4	16.93	1.50	1.50	2.52	4.69	7.32	1.72	5.60	6.00	157.23	143.05
2+779.130	code	10	2.4	22.94	1.50	1.50							165.01	151.64
2+797.900	code	10	2.4	15.88	0.80	0.80							92.81	85.07
2+960.670	code	10	2.4	15.59	1.50	1.50	2.48	4.43	7.10	2.00	5.30	5.80	142.22	128.05
3+039.450	code	10	2.4	3.77	0.70	0.70	1.40	1.40	5.00	2.50	2.50	4.95	22.68	16.35
3+127.900	code	10	2.4	14.52	0.80	0.80							81.11	73.87
3+223.930	code	10	2.4	45.55	2.10	2.10	2.37	10.18	9.30	2.60	6.70	7.00	406.60	389.60



PROPIEDAD:	EMPRESA CONSTRUCTORA:	EMPRESA CONSULTORA:	TÍTULO DEL PROYECTO:	ESCALA:	NOMBRE DEL PLANO:	FECHA:	REALIZADO:	REVISADO:	VERIFICADO:
			CENTRAL HIDROELÉCTRICA 8 DE AGOSTO	1:500 	OBRAS DE CAPTACIÓN PLANTA GENERAL IMPLANTACIÓN	NOVIEMBRE 2014			
						NOMBRE PLANO: CH-8AGO-CAP-GN-PL-REV1-01			NÚMERO CAP-GN: FOLIO 1 DE 1



P.K.	3+200	3+300	3+400	3+500	3+600	3+700	3+800	3+900	4+000
COTAS PASANTE	1081.462	1081.330	1081.208	1081.086	1080.964	1080.842	1080.720	1080.598	1080.476
COTAS TERRENO	1100.42	1100.73	1134.99	1150.73	1160.564	1169.72	1215.76	1230.80	1229.01
COTAS TUNEL	1081.462	1081.330	1081.208	1081.086	1080.964	1080.842	1080.720	1080.598	1080.476

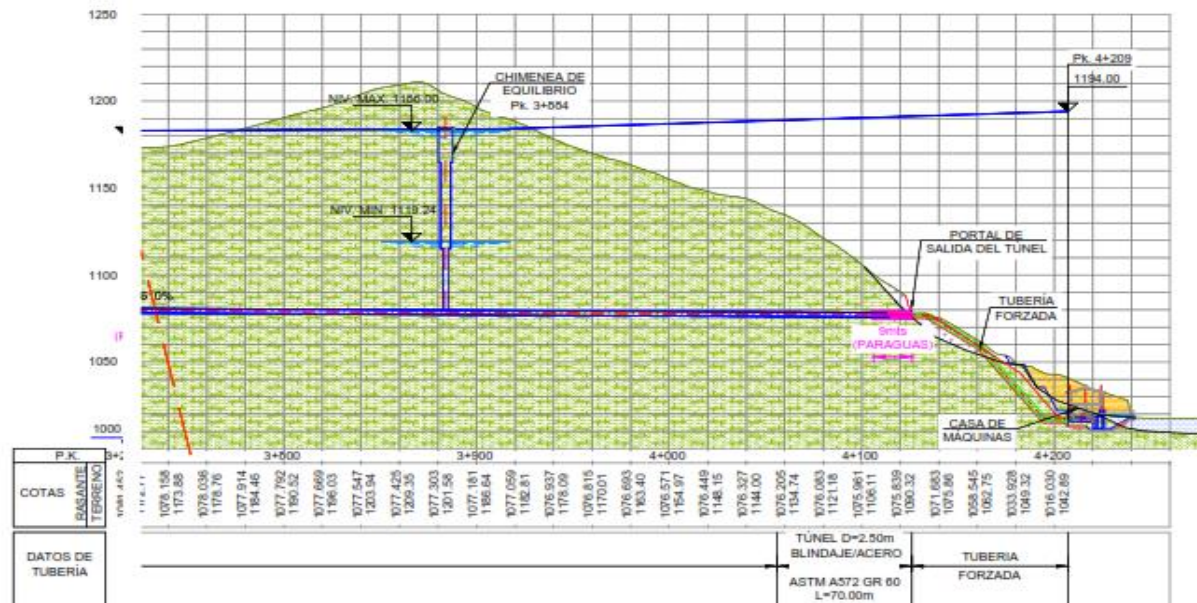
RECORRIMIENTO S/Pasante	28.4	146	155	145	140	135	90-115	85	80	85	125	128	75
LITOLOGIA	NG-34	NG-30	NG-30	NG-34	NG-30	NG-30	NG-30	NG-34	NG-30	NG-30	NG-30	NG-30	NG-30
SECCION DE TUNEL	TUNEL DE PRESION	TUNEL DE PRESION	TUNEL DE PRESION	TUNEL DE PRESION	TUNEL DE PRESION	TUNEL DE PRESION	TUNEL DE PRESION	TUNEL DE PRESION	TUNEL DE PRESION	TUNEL DE PRESION	TUNEL DE PRESION	TUNEL DE PRESION	TUNEL DE PRESION
SECCION TIPO SOSTENIMIENTO	38-40	38-40	38-40	38-40	38-40	38-40	38-40	38-40	38-40	38-40	38-40	38-40	38-40
LONGITUD DEL TRAMO (m.)	1	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
BASE DE AVANCE (m.)	4.5-5.5	1.0	1.0	1.0	4.5-5.5	3.5-4.5	1.0	1.0	1.0	3.5-4.5	4.5-5.5	3.5-4.5	3.5-4.5
QUINTA HP-28 (SELLADO + SOSTENIMIENTO) (cm.)	8*11	8*12	8*11	8*11	8*11	8*11	8*11	8*11	8*11	8*11	8*11	8*11	8*11
BULONES	25	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
REVESTIMIENTO (TIPO)	A	B	B	B	B	A	A	B	B	B	A	A	A

LEYENDA

- COLLUVIAL
- ESQUISTO
- TERRAZA
- ALUVIAL
- FALLA

PROY.	INICIA	DESCRIPCION	FECHA	REALIZADO	REVISADO	VERIFICADO
-------	--------	-------------	-------	-----------	----------	------------

			TITULO DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA 8 DE AGOSTO	ESCALA INDICADAS 	NOMBRE DEL PLANO TUNEL LONGITUDINAL TUNEL CON SOSTENIMIENTO	FECHA OCTUBRE 2014 NOMBRE PLANO LONGITUDINAL 1	HOJA 1 DE 2
--	--	--	---	--------------------------------	--	---	-----------------------



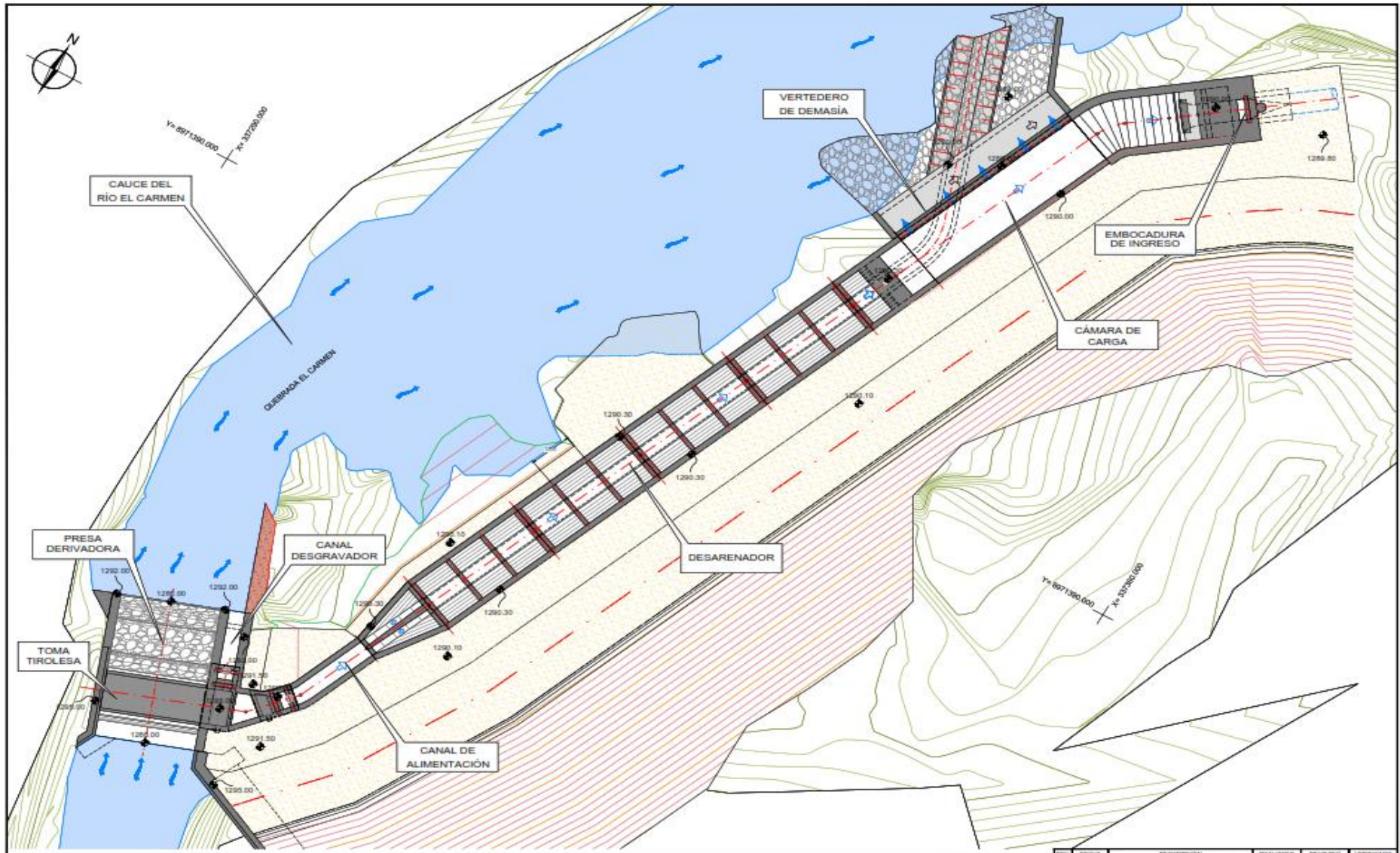
RECURRIMIENTO S/Rasante	80	100	125	150	200	250	300
LITOLOGIA	S-3A	NG-3B	NG-3C	NG-3D	NG-3E	NG-3F	NG-3A
SECCION DE TUNEL	TUNEL DE PRESION						
QSI	30-40	40-50	50-60	60-80	80-100	100-120	120-150
SECCION TIPO SOSTENIMIENTO	IV	III	II	I	0	0	0
LONGITUD DEL TRAMO (m.)	30	70	100	80	80	80	80
PASE DE AVANCE (m.)	1.0	1.2	3.0-4.0	4.0-5.0	3.0-4.0	1.0	1.0
GRUNTA HP-30 (SELLADO + SOSTENIMIENTO)(cm.)	Ø18	Ø18	Ø13	Ø13	Ø13	Ø14	Ø15
BULONES	Capacidad (Tn)	40	40	25	40	40	25
	Módulo (kn)	1,5x2.0	1,5x2.0	1,5x2.0	1,5x2.0	1,5x2.0	1,5x2.0
	Longitud (m)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
REVESTIMIENTO (TIPO)	B	B	A	A	A	B	B

LEYENDA

- COLUMNAL
- ESQUISTO
- TERRAZA
- ALLUVIAL
- FALLA



PROPIEDAD:	EMPRESA CONSTRUCTORA:	EMPRESA CONSULTORA:	TÍTULO DEL PROYECTO:	ESCALA:	NOMBRE DEL PLANO:	FECHA:	REALIZADO:	REVISADO:	VERIFICADO:
			CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL CARMEN	1:5000 FORMATO ORIGINAL: A3	CONDUCCIÓN PLANTA DE IMPLANTACIÓN	AGOSTO 2015			
						NÚMERO CO	HOJA: 1 DE 1		
						NOMBRE PLANO:	CH-ELCA-CO-PL-REV01		



PROPIEDAD:
 Generación Andina

EMPRESA CONSTRUCTORA:
 Socyr

EMPRESA CONSULTORA:
 INCISA
 INGENIERÍA Y CONSULTORÍA
 S.A.S. - CUCUTA

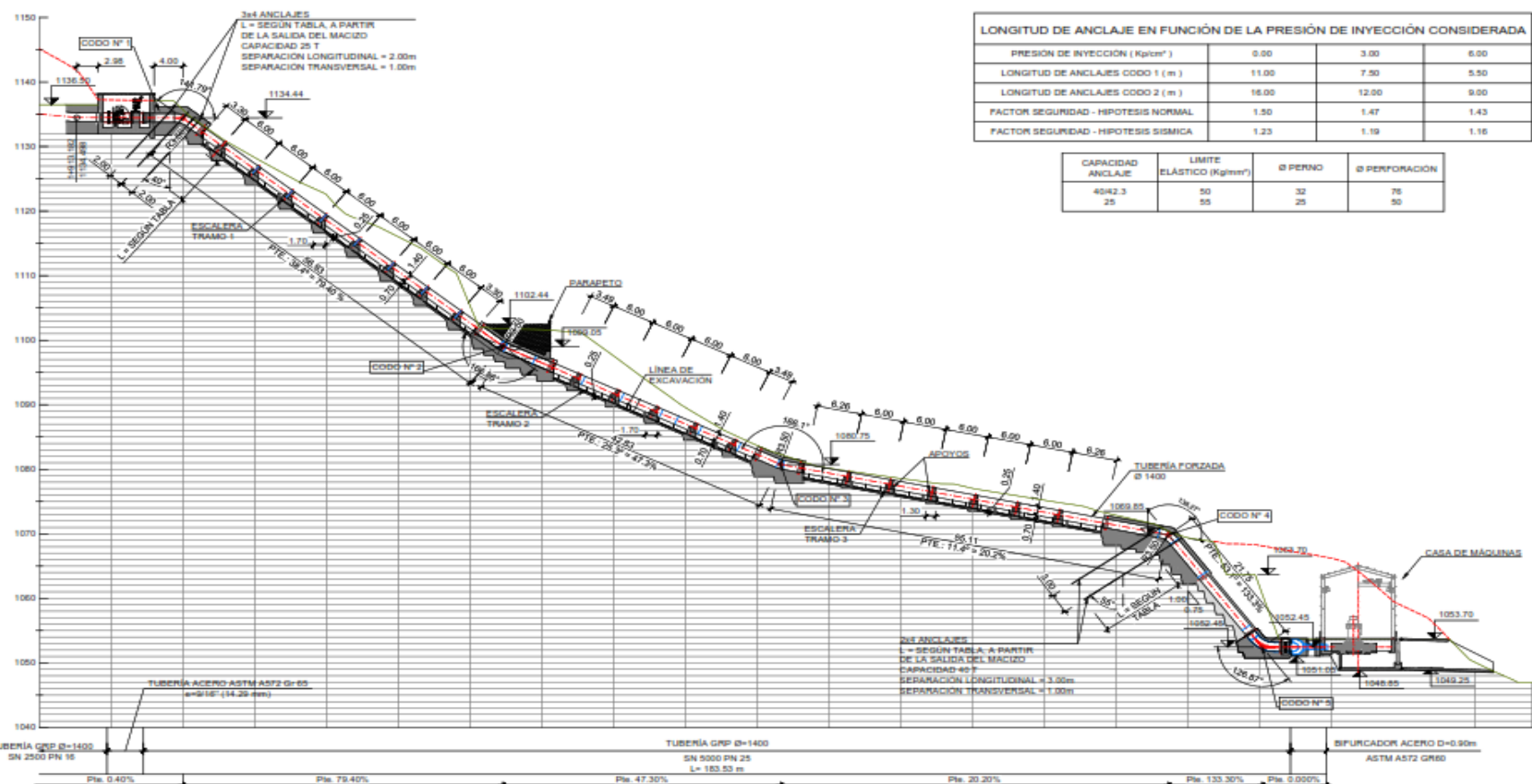
TÍTULO DEL PROYECTO:
CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL CARMEN

ESCALA:
 1:250

 0 10m
 FORMATO: ORIGINAL A3

NOMBRE DEL PLANO:
OBRAS DE CAPTACIÓN PLANTA GENERAL IMPLANTACIÓN

PROY.	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	VERIFICADO
	MARZO 2015				
NOMBRE PLANO: CH-ELCA-CAP-06-PL-REV3-01					
NÚMERO CAP-06 HOJA: 1 DE 1					



LONGITUD DE ANCLAJE EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN DE INYECCIÓN CONSIDERADA

PRESIÓN DE INYECCIÓN (Kg/cm ²)	0.00	3.00	6.00
LONGITUD DE ANCLAJES CODO 1 (m)	11.00	7.50	5.50
LONGITUD DE ANCLAJES CODO 2 (m)	16.00	12.00	9.00
FACTOR SEGURIDAD - HIPOTESIS NORMAL	1.50	1.47	1.43
FACTOR SEGURIDAD - HIPOTESIS SISMICA	1.23	1.19	1.16

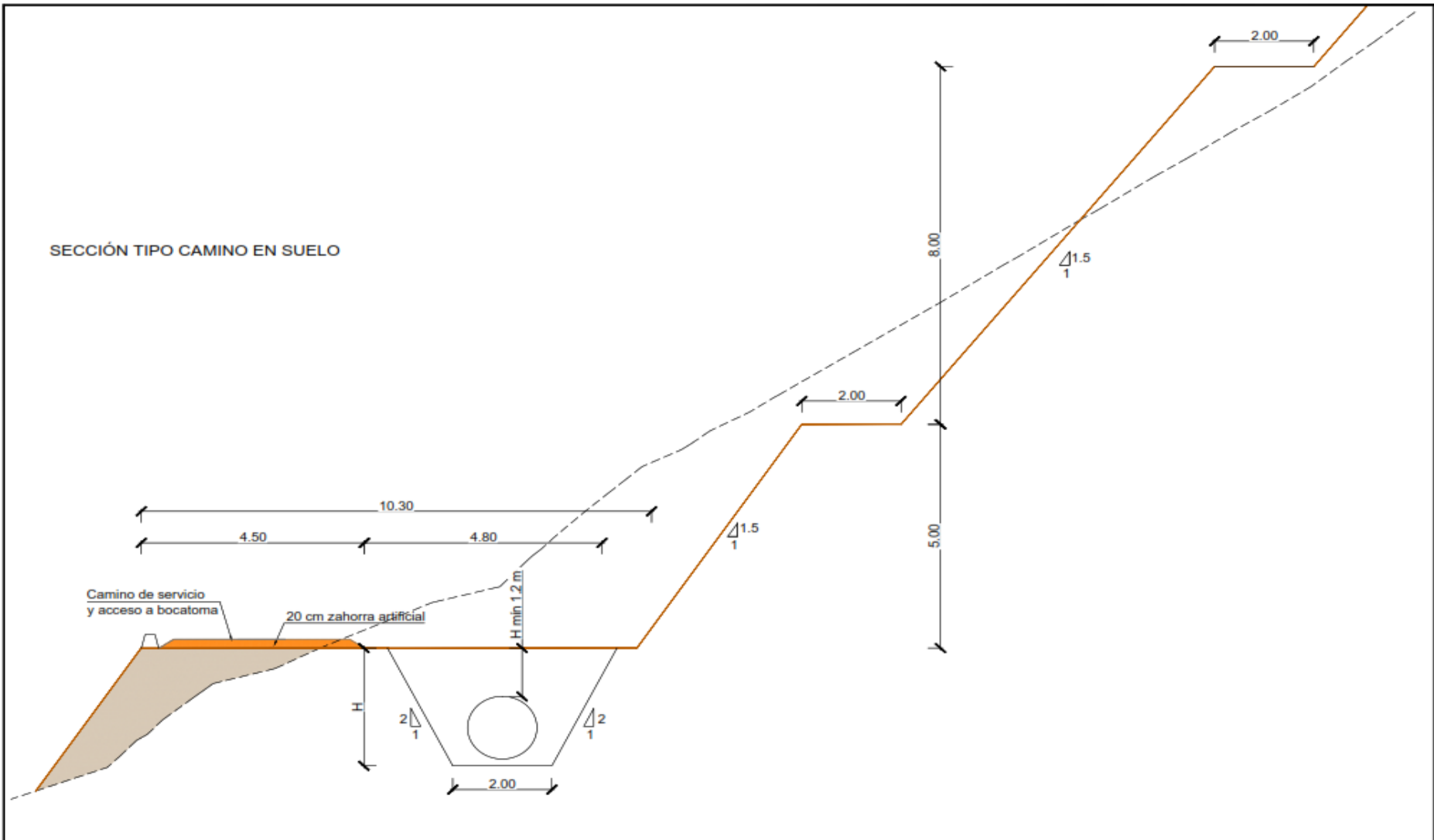
CAPACIDAD ANCLAJE	LIMITE ELÁSTICO (Kg/mm ²)	Ø PERNO	Ø PERFORACION
4042.3	50	32	76
25	55	25	50

P.K.	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180
COTA DE TERRENO	1133.65	1133.65	1133.7	1132.5	1131.0	1129.5	1128.0	1126.5	1125.0	1123.5
COTA DE RASANTE	1133.65	1133.65	1133.7	1132.5	1131.0	1129.5	1128.0	1126.5	1125.0	1123.5
COTA EJE CONDUCCION	1133.65	1133.65	1133.7	1132.5	1131.0	1129.5	1128.0	1126.5	1125.0	1123.5

PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA 1:800

PROPIEDAD: 	EMPRESA CONSTRUCTORA: 	EMPRESA CONSULTORA: 	TÍTULO DEL PROYECTO: CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL CARMEN	ESCALA: 0 1:800 2400 FORSETO ORIGINAL A.3	NOMBRE DEL PLANO: TUBERÍA FORZADA PERFIL LONGITUDINAL	FECHA: MARZO 2015	NÚMERO TP: HOJA: 1 DE 2
----------------	---------------------------	-------------------------	---	---	---	-----------------------------	----------------------------

SECCIÓN TIPO CAMINO EN SUELO



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	VERIFICADO
1	20.06.2014			J.A. REVILLANO	J.A. REVILLANO
2					
3					