CONTRATO DG-106 DE 2024
INFORME DE MODIFICACIONES TÉCNICAS PROYECTO BARRANCO MINAS
(216 USUARIOS)

Contenido

INTRODOCUCCION 3
OBJETIVO 4
1. MODIFICACIONES PROPUESTAS 5
PRESUPUESTO GENERAL 6
ITEM 1 6
ITEM 61 7
ITEM 71 9
1. SISTEMAS INDIVIDUALES 14
ITEM 213 17
ITEM 214 22
ITEM 2.2.1 24
CONCLUSIÓN GENERAL 25
ITEM 2.3.1 25
Justificación Detallada de Materiales – Ítem 2.3.1 26
1. MICRORED TIPO 2 27
ITEM 4 SSFV Microred 16U INICIAL 28
ITEM 4 SSFV Microred 16U FINAL 28
ITEM 4.1.1 29
ITEM 4.1.2 31
ITEM 4.1.3 33
ITEM 4.1.4 38
ITEM 4.1.5 40
ITEM 4.1.6 47
ITEM 4.1.7 49
ITEM 4.1.8 51
ITEM 4.1.9 56
ITEM 4.1.10 56
ITEM 4.1.12 60
ITEM 4.1.13 60

27 DE JUNIO DEL 2025

ITEM 4.2.3 63
ITEM 4.2.6 63
ITEM 4.2.7 65
ITEM 4.2.9 66
ITEM 4.3.1 70
ITEM 4.4.3 74
APU DE REDES AÉREAS INCORPORADOS 77
2. MICRORED TIPO 3 81
ITEM 5 SSFV Microred 24U INICIAL 81
ITEM 5 SSFV Microred 24U FINAL 82
ITEM 5.12 83
ITEM 5.13 85
ITEM 5.15 88
ITEM 5.16 91
ITEM 5.18 93
ITEM 5.1.10 96
ITEM 5.1.13 99
CONCLUSIÓN GENERAL: 104
ANEXOS 108

CONTRATO DG-106 DE 2024
INFORME DE MODIFICACIONES TÉCNICAS PROYECTO BARRANCO MINAS
(216 USUARIOS)

INTRODOCUCCION

El presente informe tiene como finalidad documentar las modificaciones realizadas al presupuesto del proyecto de implementación de soluciones energéticas sostenibles en el municipio de Barranco minas, departamento de Guainía, bajo el contrato de obra **DG-106-2024**. Estas modificaciones se derivan de ajustes técnicos en los diseños de los tres tipos de microrredes contemplados originalmente, los cuales afectan los Análisis de Precios Unitarios (APU) asociados. El proyecto en Barranco Minas contempla **inicialmente** la instalación de 59 soluciones individuales y 12 microrredes distribuidas de la siguiente manera; 1 microrred para 8 usuarios máximo, 7 microrredes para 16 usuarios máximo, 4 microrredes de 24 usuarios máximo, para brindar acceso confiable y sostenible al servicio eléctrico a comunidades rurales no interconectadas.

27 DE JUNIO DEL 2025

CONSORCIO SES Guainía

CONTRATO DG-106 DE 2024
INFORME DE MODIFICACIONES TÉCNICAS PROYECTO BARRANCO MINAS (216 USUARIOS)

OBJETIVO

El Contrato de referencia del presente informe, está basado en un proyecto de infraestructura eléctrica para Zonas No Interconectadas (ZNI) autorizado por parte del Ministerio de Minas y Energía y el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas.

El presente informe tiene como objetivo presentar de manera técnica y detallada las modificaciones realizadas al presupuesto del proyecto, derivadas de los ajustes efectuados sobre los diseños iniciales. Durante la etapa de replanteo se identificaron condiciones particulares del terreno que motivaron la propuesta de cambio del sistema de distribución eléctrica, pasando de una configuración subterránea a una aérea. Esta decisión se sustentó en factores críticos como la alta densidad de vegetación, la complejidad geográfica del terreno, la elevada humedad del suelo, entre otras consideraciones técnicas que afectan la viabilidad constructiva y operativa del sistema.

Adicionalmente, se incorporaron modificaciones en la estructura civil del envolvente, así como correcciones en ítems que inicialmente no contemplaban ciertos materiales o cantidades necesarias para una ejecución adecuada. A lo largo de este informe se detallan cada uno de estos ajustes, acompañados de sus respectivas comparaciones técnico-económicas y justificaciones, sustentadas en los nuevos análisis de precios unitarios (APU) y en los criterios técnicos identificados en campo.

27 DE JUNIO DEL 2025

1. MODIFICACIONES PROPUESTAS

Durante la revisión técnica del diseño por parte del consorcio, se identificaron observaciones en el dimensionamiento de las protecciones y conductores, las cuales fueron presentadas a la interventoría y al contratante. En consecuencia, se realizaron ajustes para garantizar que el sistema fotovoltaico cumpla con las normativas vigentes (norma técnica 20.50 y reglamento RETIE). A partir de estos ajustes y la validación técnica, se procedió a rediseñar el sistema, determinando el material necesario y adecuando los elementos a las especificaciones correctas.

En el presupuesto final que se anexa al presente informe, se incluye una hoja específica denominada “Materiales”, la cual consolida de manera detallada todos los insumos utilizados en la estructuración de este presupuesto.

Los valores de cada uno de los materiales registrados fueron tomados a partir de dos fuentes principales:

- **Proyecto Barranco minas**
- **Proyecto Inírida 2**

En aquellos casos donde el material requerido no se encontraba contemplado en ninguno de los dos proyectos, se procedió a realizar un estudio de mercado, registrando un valor de referencia obtenido de plataformas comerciales en línea. Estos materiales están debidamente identificados en la hoja con la observación “Estudio de mercado”, y se incluye además el enlace web correspondiente que respalda el valor comercial utilizado.

Este procedimiento garantiza la trazabilidad, consistencia y respaldo técnico-económico de cada uno de los materiales que conforman el presupuesto final del proyecto.

A continuación, se presentan las modificaciones presupuestales consolidadas, clasificadas por tipo de solución energética, con base en los Análisis de Precios Unitarios (APU) revisados. Las modificaciones responden a ajustes técnicos derivados de cambios en diseño, especificaciones constructivas, cantidades de obra y condiciones de campo identificadas

durante la etapa de replanteo. Cada ítem modificado se acompaña de su respectiva justificación técnica y económica, sustentando su pertinencia y necesidad dentro del alcance del proyecto.

PRESUPUESTO GENERAL

ITEM 1

1. DISEÑO INICIAL:

Localización y replanteo.

2. DISEÑO FINAL:

Localización y replanteo.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				VR. UNITARIO	VR. PARCIAL
1	Localización y replanteo	UN	193	$ 233.000,0	$ 44.969.000,0

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
1	$ 188.000,00	$ 233.000,00	$ 45.000,00	AUMENTÓ

JUSTIFICACION:

Equipo y herramienta: No se modificaron los equipos utilizados ni sus rendimientos. La diferencia en el subtotal corresponde exclusivamente a una corrección en la fórmula de cálculo, ya que en el APU inicial no se estaba sumando el valor del primer ítem (PDA, Ayudante personal digital...), lo que generaba un subtotal incorrecto.

CONCLUSIÓN:

El aumento de $45.000 en el costo directo no se debe a un cambio en los insumos o

requerimientos técnicos, sino a una corrección en la fórmula de suma del subtotal de equipos y herramientas, lo cual permite reflejar correctamente el valor real del APU conforme a lo especificado desde el inicio.

Adicionalmente el ajuste en el número de usuarios replanteados, de 228 a 193, obedece a una depuración del listado inicial y a la verificación técnica en campo. Este cambio se ve reflejado en el presupuesto general y en el APU de localización y replanteo, asegurando una mayor coherencia entre lo proyectado y lo efectivamente ejecutado.

ITEM 61

61. DISEÑO INICIAL:

Sistema de gestión y recaudo central.

61. DISEÑO FINAL:

Sistema de gestión y recaudo central.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
61	$ 80.635.054,70	$ 96.525.965	$ 15.890.910	AUMENTO

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA – Ajuste de materiales (Ítem 6.1: Sistema de gestión y recaudo central)

Durante la elaboración del presupuesto inicial se había definido una estructura de materiales basada en un escenario preliminar, que proyectaba la instalación de ocho sistemas de gestión y recaudo. Sin embargo, tras el replanteo realizado en terreno y el análisis técnico con los usuarios, se determinó que la estructura inicialmente planteada no coincidía con la verdadera cantidad de sistemas requeridos para la ejecución real del proyecto.

Como resultado de este replanteo, se identificaron once comunidades que cumplían con las condiciones necesarias para la instalación de microredes, lo cual obligó a realizar un ajuste en las cantidades de materiales incluidos en este ítem, de manera coherente.

Uno de los cambios más relevantes fue el del **Aplicativo Captura Datalogger (Datasol)**, el cual pasó de ocho (8) a nueve (11) unidades. Este incremento se debe a que cada sistema de gestión necesita contar con su propia licencia individual del aplicativo para funcionar de forma autónoma y garantizar la trazabilidad de los datos en cada comunidad. Por tanto, el ajuste refleja con precisión la nueva proyección de microredes a instalar, asegurando que cada punto de operación cuente con los recursos tecnológicos requeridos.

Este cambio no solo responde a una actualización técnica fundamentada en el replanteo, sino que además corrige la desalineación existente entre la estructura original del presupuesto y las necesidades reales del proyecto, mejorando así la coherencia entre el diseño técnico, el suministro de materiales y la ejecución en campo.

La proyección inicial contemplaba dos (2) unidades tanto de servidor como de UPS, bajo un esquema descentralizado que no se ajusta al diseño final. Tras el replanteo técnico, se adoptó un modelo centralizado que permite gestionar los nueve sistemas con un solo servidor maestro. Por tanto, se ajustó a una (1) unidad de servidor y una (1) unidad de UPS, dando coherencia al presupuesto con la infraestructura real que se instalará, optimizando recursos y reduciendo costos innecesarios.

Justificación técnica – Componente de transporte (Ítem 6.1: Sistema de gestión y recaudo central)

En el presupuesto inicial de este ítem, el transporte se calculó con base en un peso total de 70 **kilogramos**, derivado de una estimación general de los materiales proyectados. No obstante, este valor no correspondía a una formulación precisa que integrara la suma real de los pesos unitarios de cada componente.

Para el nuevo presupuesto, se implementó una **formulación automatizada**, en la que el peso total del ítem se calcula a partir de la **sumatoria directa de los pesos individuales de cada material**, mejorando la coherencia técnica del APU. Además, se identificó que **varios materiales presentaban pesos diferentes en distintos APU**, por lo que se estableció un **único valor estándar de peso para cada ítem**, utilizando como referencia el valor más alto registrado. Esto garantizó uniformidad y transparencia en todos los análisis.

Adicionalmente, se realizaron **ajustes importantes en los materiales**, lo cual también afectó el peso total a transportar. Por ejemplo:

- El número de unidades del servidor y la UPS se redujo de 2 a 1, por implementación de una arquitectura centralizada.

- Se aumentó la cantidad del aplicativo Datalogger de 8 a 9 unidades, aunque este no aporta peso logístico.

Como resultado, el peso total a transportar se redujo de **70 kg a 35 kg**, y el costo de transporte se ajustó proporcionalmente, pasando de **$253.330** en el APU inicial a **$126.665** en el APU final.

Por último, se realizó una **corrección técnica en la descripción del segundo tramo de transporte**. En el APU inicial, se indicaba como "**Carga terrestre Barranco minas – Comunidades**", lo cual es impreciso, ya que las condiciones geográficas de la zona requieren transporte fluvial. Por ello, en el APU final se actualizó correctamente a "**Carga fluvial Barranco minas – Comunidades**". Esta modificación **no alteró el valor económico**, sino que respondió exclusivamente a la necesidad de reflejar las condiciones logísticas reales del proyecto.

CONCLUSIÓN

Luego del replanteo técnico y de la verificación en terreno, se identificó que la estructura del APU inicial no reflejaba con precisión la realidad del proyecto. Por tal motivo, se realizó un ajuste en los materiales y en la configuración del sistema, alineando el diseño con lo que efectivamente se instalará en las comunidades que cumplieron los requisitos para la implementación.

Los principales cambios se centraron en el aumento de una unidad del aplicativo Datalogger (de 8 a 9), y la reducción del servidor y la UPS de 2 a 1 unidad cada uno, debido a la implementación de un modelo centralizado. Estos ajustes permitieron mejorar la eficiencia técnica y evitar duplicidad de equipos.

Como resultado, el valor total del costo directo del ítem **disminuyó de $80.635.054,70 a $80.631.516,75**, lo que representa una **reducción de $3.537,95**. Esta leve disminución refleja una optimización efectiva de los recursos, manteniendo la funcionalidad del sistema sin incrementar los costos del proyecto.

ITEM 71

71. DISEÑO INICIAL:

INSTALACIONES INTERNAS

71. DISEÑO FINAL:

INSTALACIONES INTERNAS

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
71	$ 622.271,90	$ 674.884,03	$ 52.612,13	AUMENTÓ

JUSTIFICACION:

En el APU correspondiente al ítem 7.1 – "Instalación interna domiciliaria en AC", se realizó la eliminación del material "Barraje de cobre tropical izado de 30 A para 6 conexiones", inicialmente contemplado con un valor unitario de **$8.074**.

Este ajuste responde a una **optimización técnica del diseño**, resultado de una revisión detallada del sistema de distribución monofásica de cuatro circuitos que conforma esta instalación. Durante el desarrollo de la ingeniería de detalle, se determinó que el **tablero de distribución 3H de 4 circuitos incluido** en el mismo APU (código 118) **ya contempla internamente las barras colectoras necesarias para la conexión de los interruptores automáticos**. Por lo tanto, la adición de un barraje externo resulta **redundante y no funcional** en este tipo de configuración.

Desde el punto de vista normativo, esta decisión **no afecta la seguridad eléctrica ni el cumplimiento del RETIE**, ya que el tablero utilizado cumple con los requisitos técnicos exigidos, incluyendo su capacidad de canalización de corriente y sus protecciones internas preinstaladas.

Por otro lado, la **no inclusión del barraje adicional** permitió **reducir costos innecesarios**, haciendo más eficiente la utilización del presupuesto sin comprometer la funcionalidad ni la calidad del sistema.

En la reformulación del análisis de precios unitarios del ítem 7.1, correspondiente a la instalación interna domiciliaria, se mantuvieron los principales dispositivos y elementos eléctricos básicos, sin embargo, se realizaron ajustes y complementos con el objetivo de mejorar la especificidad, funcionalidad y estandarización del sistema.

- Se **eliminaron unidades sobrantes** de cajas eléctricas tipo PVC 4"x4". En el APU inicial se habían considerado seis (6) unidades, mientras que en el nuevo diseño se ajustó a dos (2) unidades, lo cual se alinea con el uso racional de dispositivos, sin afectar el funcionamiento del sistema.
- Se mantuvo la cantidad de cableado de cobre THHN calibre 12 AWG, pero se revisó y ajustó el peso total a 4,5 kg (anteriormente 2,72 kg), estandarizando el valor según otros APU relacionados, con el fin de unificar criterios de carga y transporte.
- Se ajustó la cantidad de tubería conduit PVC SCH 40 de 1/2" de 30 ml a 20 ml, tras una revisión detallada del diseño eléctrico real de las viviendas tipo, evidenciando que el metraje previsto inicialmente era excedente.
- Se incluyeron nuevos elementos necesarios, como bombillos LED de 8.5W (4 unidades), tornillos drywall y de lámina para mejor instalación de accesorios, y cinta naranja de marcación, los cuales no estaban contemplados originalmente, pero que son indispensables para una correcta ejecución técnica del sistema eléctrico según normativas de instalación y seguridad.

  La selección de bombillos LED de baja potencia (8.5 W) responde a criterios de eficiencia energética y control de cargas. Estos elementos permiten mantener la demanda dentro de los límites establecidos en los cálculos eléctricos, evitando sobrecargas que puedan comprometer la estabilidad del sistema.

  En ausencia de un suministro controlado de luminarias, existe el riesgo de que las comunidades instalen bombillos de mayor potencia (ej. incandescentes o LED de alta intensidad), lo que podría ocasionar sobrecarga en los sistemas individuales, afectando el desempeño de los equipos instalados (inversores, baterías, sistemas de protección, etc.).

  Esta medida contribuye a orientar a las comunidades hacia el uso responsable de la energía, promoviendo hábitos de consumo coherentes con las condiciones técnicas del sistema. Así mismo, contribuye a prolongar la vida útil del sistema de electrificación instalado.

  El suministro de bombillos como parte del proyecto evita que los usuarios deban incurrir en gastos adicionales, y permite asegurar la homogeneidad y calidad de los

componentes del sistema, reduciendo los riesgos asociados a instalaciones inadecuadas o de baja calidad técnica.

- Se ajustaron algunas cantidades de elementos como uniones y curvas PVC (de 40 a 44 unidades), debido a la precisión obtenida en el rediseño detallado del trazado de canalizaciones eléctricas.

III. TRANSPORTE

En el APU inicial se contempló únicamente el trayecto terrestre desde Barranco minas hasta las comunidades. En el nuevo análisis se realizó una estructuración completa del sistema logístico, integrando:

- Transporte terrestre desde Bogotá hasta san José del Guaviare, estimado en 22 m^3, a una tarifa de \$3.250/m^3.
- Transporte fluvial desde San José del Guaviare hasta Barranco minas, con tarifa de \$369/m^3.

Este ajuste refleja de forma más precisa la cadena de suministro real para materiales y equipos, lo que justifica el incremento en este componente.

Los valores de peso utilizados en este análisis fueron ajustados con base en la revisión detallada de los materiales incluidos en el ítem. En el presupuesto inicial no se había formulado la sumatoria precisa de los pesos unitarios de cada material, y adicionalmente se evidenció que algunos insumos presentaban valores de peso inconsistentes entre diferentes APU. Con el fin de estructurar correctamente el ítem de transporte, se adoptó como referencia el **peso mayor identificado por unidad de material** en los distintos análisis, y se procedió a realizar la **sumatoria completa del peso correspondiente a cada uno de los materiales incluidos en el ítem**, obteniendo así un valor total más preciso, coherente con la logística de transporte real y alineado con las condiciones técnicas del proyecto.

IV. MANO DE OBRA

Se presentó un aumento en el valor total de la mano de obra, principalmente debido a:

- Reducción del rendimiento estimado de 12 a 8 unidades, por equipo de trabajo, debido a ajustes en el diseño de instalación y condiciones particulares del terreno en Barranco minas.
- Este cambio implicó mayor tiempo de ejecución por parte del electricista y ayudante, lo cual se refleja en el aumento proporcional del costo de este capítulo.

Inicialmente, el rendimiento estimado en el APU fue calculado de forma genérica, sin considerar la realidad técnica de la instalación ni las condiciones operativas específicas.
Tras la revisión técnica por parte del equipo de ingeniería teniendo en cuenta la experiencia en instalaciones internas domiciliarias, se evidenció que el alcance de cada instalación requería mayor dedicación de personal técnico debido a:

- La cantidad de puntos de alumbrado y tomas.
- El trazado interno de canalización y la complejidad de acceso en algunas viviendas.
- La necesidad de ejecutar pruebas de funcionamiento y conexión con el tablero de distribución.

Por tanto, el ajuste a **8 unidades** por trabajador representa un valor coherente con el rendimiento real observado durante la ejecución preliminar del sistema, garantizando una correcta ejecución técnica sin subestimar el tiempo ni el recurso humano necesario.

CONCLUSIÓN:

El nuevo análisis técnico y económico del ítem 7.1 presenta un incremento en el valor total del APU, pasando de **$622.272** a **$675.831**, con una variación de **$53.559**, equivalente a un **aumento del 8,6%** respecto al valor inicial.

Este incremento se justifica plenamente por:

- La inclusión de materiales faltantes indispensables para el funcionamiento completo del sistema eléctrico domiciliario.
- El ajuste de cantidades y pesos unitarios de los materiales para unificar criterios con otros APU del mismo sistema.
- La incorporación de una estructura logística realista para transporte, contemplando todos los trayectos necesarios desde origen hasta sitio de instalación.
- La actualización de rendimientos de mano de obra conforme a condiciones de campo del proyecto Barranco minas.

27 DE JUNIO DEL 2025

1. SISTEMAS INDIVIDUALES

En el desarrollo del proyecto Barranco Minas, se contemplaron inicialmente 59 soluciones individuales de generación eléctrica para atender a usuarios ubicados en las zonas no interconectadas del departamento del Guainía, específicamente en los municipios de Barranco minas.

Durante la etapa de revisión técnica, se determinó la necesidad de realizar un replanteo completo de estas soluciones. A partir de esta revisión, se realizaron ajustes al diseño original con el fin de garantizar y mejorar el funcionamiento del sistema de generación proyectado. Como resultado, se actualizaron los planos eléctricos, las memorias de cálculo y los presupuestos asociados a cada sistema individual.

A continuación, se presentan las modificaciones aplicadas a los Análisis de Precios Unitarios (APU), reflejando los cambios efectuados en cada ítem. Estos ajustes responden al rediseño técnico implementado y tienen como objetivo asegurar la operatividad y eficiencia de cada una de las 59 soluciones.

Los diseños actualizados, planos eléctricos, memorias de cálculo y el informe técnico correspondiente se encuentran anexos al final del presente documento para su debida consulta.

2.11. DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de Panel Solar de 550 W Mono PERC incluido en TIER-1 incluye, cable solar XLPE 4mm2, par de conectores MC4 y caja de conexión IP68 con diodos de paso con las siguientes características: $\eta \geq 20\%$; tolerancia +3% condiciones STC. Garantía de producción a 12 años $\geq 90\%$ y $\geq 80\%$ a 25 años, temperatura de trabajo de -40°C +80°C, IEC61205. Certificación de conformidad de producto RETIE

2.11. DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de Panel Solar de 550 W Mono PERC incluido en TIER-1 incluye, cable solar XLPE 4mm2, par de conectores MC4 y caja de conexión IP68 con diodos de paso con las siguientes características: $\eta \geq 20\%$; tolerancia +3% condiciones STC. Garantía de

producción a 12 años ≥ 90% y ≥ 80% a 25 años, temperatura de trabajo de -40°C +80°C, IEC61205. Certificación de conformidad de producto RETIE

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
211	$ 1.712.311,87	$ 1.711.587,69	-$ 724,18	DISMINUYÓ

JUSTIFICACION:

Durante la revisión técnica del sistema fotovoltaico SSFVI y su correspondiente análisis de rediseño aprobado por la interventoría, se evaluó el APU correspondiente al suministro, transporte e instalación de cableado solar.

Material inicialmente considerado:

· Cable Cu solar XLPE 6 mm 1 kV 90 °C – 1,47 ML

Material final ajustado tras rediseño:

· Cable Cu solar XLPE 4 mm 1 kV 120 °C – 1,47 ML

Este cambio se fundamenta en las nuevas especificaciones técnicas definidas en las memorias de cálculo SSFVI (Anexo 9) y el plano eléctrico del sistema SSFVI (Anexo 10), donde se determinó que el calibre 4 mm² con aislamiento para 120 °C cumple satisfactoriamente los requisitos de corriente, caída de tensión y temperatura, sin comprometer el desempeño del sistema.

Motivo del cambio:

1. Cumplimiento normativo – Protección acorde al calibre (RETIE): Según el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE 2023, Artículo 2.3.10. Conductores y cables (Protección de los conductores), "todo conductor debe

estar protegido contra sobre corrientes mediante un dispositivo de protección cuya corriente nominal no exceda la capacidad del conductor".

- El conductor de 6 mm² requiere protección superior a 25 A.
- El conductor de 4 mm² puede protegerse adecuadamente con protecciones de 20 A, cumpliendo plenamente con RETIE, además de adaptarse mejor al diseño de baja corriente del sistema.

2. **Balance económico positivo:**

Aunque ambos conductores cumplen técnicamente con la capacidad de transporte de corriente en este sistema, el cable de 6 mm² exigía el uso de interruptores de 2P 25 A B 500 VDC, los cuales tienen mayor costo unitario y menor disponibilidad en el mercado nacional. En cambio, el cable 4 mm² permite utilizar interruptores de 2x20 A, que son más económicos y disponibles, reduciendo el costo total de materiales sin comprometer la seguridad ni el rendimiento.

3. **Optimización del diseño para evitar sobrecostos innecesarios:**

El rediseño del sistema busca eficiencia técnica y económica, manteniendo la funcionalidad y confiabilidad del sistema con una reducción del valor del APU, en lugar de incurrir en sobrecostos injustificados. o El cable de 4 mm², al ser certificado y apto para condiciones ambientales exigentes (UV, alta temperatura, 1 kV), representa una solución más económica sin sacrificar la calidad.

ETAPA 1 - CABLE SOLAR A TABLERO DE CONEXIONES			
Distancia Panel FV a caja de conexiones (m)	12	Calibre de conductor solar (mm2)	4,0
Resistencia máxima a 20 °C (ohm/km)	5,09	Regulación de tensión	0,86%
Corriente de corto circuito del panel FV (A)	14,00	Número de conductores por tramo	2

Características de construcción y dimensiones
Construction characteristics and dimensions

Código Code	Calibre Size mm²	Diámetro exterior External Diameter mm	Clase de cableado Stranding Type	Masa total Total Weight kg/km	Radio mínimo de curvatura Minimum bending radius mm	Resistencia máxima del conductor Max. Conductor Resistance Ω/km	Capacidad de Corriente* Ampacity A
31399000601	4	5.6	Flexible	65	22	5.09	44
31399000701	6	6.8	Flexible	85	27	3.39	57
31399000801	10	7.9	Flexible	140	32	1.95	80

Para consultar el detalle de la oferta económica con estos ajustes, ver Anexo 5 – Libro Material I.

CONCLUSIÓN:

Se actualiza el APU cambiando el cable solar de XLPE 6mm² a XLPE 4mm², manteniendo las demás especificaciones técnicas del sistema. Esta modificación representa una ligera optimización en el costo del ítem. El **costo directo inicial** era de **$1.712.312**, mientras que el **costo directo final** es de **$1.711.588**, con una reducción de **$724**.

ITEM 213

213. DISEÑO INICIAL:

Suministro e instalación de gabinete autosoportado en lámina galvanizada de 598 mm de ancho x 840 mm de alto x 460 mm de fondo en lámina CR calibre 16, con pintura electrostática gris rall 70-32, accesorios, conexionado, cableado, canalización, fijación y protecciones eléctricas incluye DPS de BT, para el alojamiento de equipos y accesorios, tipo interior. Todas las puertas deberán abrir únicamente en sentido lateral mínimo 120° respecto a la sección horizontal superior del armario, deben poseer una agarradera que facilite su accionamiento y las bisagras deben ser galvanizadas, cromadas, niqueladas o en acero inoxidable, bronce o aluminio suficientemente fuertes para asegurar rígidamente la puerta de la estructura e instaladas sin que pierdan el recubrimiento protector IP 30.

El encerramiento metálico deberá estar debidamente marcado y cumplir con los requerimientos mínimos de seguridad definidos por el RETIE numeral 20.23.

213. DISEÑO FINAL:

Suministro e instalación de gabinete auto soportado en lámina galvanizada de 598 mm de ancho x 840 mm de alto x 460 mm de fondo en lámina CR calibre 16, con pintura electrostática gris rall 70-32, accesorios, conexionado, cableado, canalización, fijación y protecciones eléctricas incluye DPS de BT, para el alojamiento de equipos y accesorios, tipo interior. Todas las puertas deberán abrir únicamente en sentido lateral mínimo 120° respecto a la sección horizontal superior del armario, deben poseer una agarradera que facilite su accionamiento y las bisagras deben ser galvanizadas, cromadas, niqueladas o en acero inoxidable, bronce o aluminio suficientemente fuertes para asegurar rígidamente la puerta de la estructura e instaladas sin que pierdan el recubrimiento protector IP 30.
El encerramiento metálico deberá estar debidamente marcado y cumplir con los requerimientos mínimos de seguridad definidos por el RETIE numeral 20.23.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
213	$ 1.976.958,11	$ 2.602.203,20	$ 625.245,10	AUMENTÓ

JUSTIFICACION:

Durante el proceso de verificación técnica y rediseño del APU denominado “Suministro e instalación de gabinete auto soportado en lámina de las instalaciones sistemas solar fotovoltaicos individuales (SSFVI)”, el equipo de ingeniería del proyecto, en coordinación con la interventoría, identificó la necesidad de ajustar los materiales inicialmente contemplados. Esta decisión se basa en la revisión de los nuevos diseños eléctricos y las actualizadas especificaciones operativas del sistema SSFVI, las cuales están debidamente documentadas en las Memorias de Cálculo (Anexo 9) y el Plano Eléctrico del sistema SSFVI (Anexo 10).

Los materiales inicialmente previstos no corresponden a las condiciones técnicas reales ni al dimensionamiento actualizado del sistema. Estos elementos, aunque funcionales en otro contexto, no son adecuados para el nuevo esquema de operación, ya que el rediseño ha

optimizado tanto los niveles de tensión como los requerimientos de protección, derivando en una nueva configuración más precisa y eficiente.

Materiales inicialmente contemplados (excluidos):

- DPS Tipo 2 500 Uc Up 2,5 kV 18-40 kA – 1 unidad
- Interruptor termomagnético 25A 2P 500 VDC 6 Ka – 1 unidad
- Interruptor termomagnético 80A 2P 500 VDC 6 Ka – 3 unidades
- Cable Cu Soldador 2 AWG – 2,94 ml
- Cable Cu SGT 2 AWG – 1,26 ml

Materiales ajustados conforme al nuevo diseño:

- Interruptor termomagnético 20A 2P 125 VDC – 1 unidad
- Interruptor termomagnético 63A 2P 250 VDC – 3 unidades
- DPS DC Tipo 2 2P 125 VDC 40 kA (Cirprotec PSM2-40/150 ELV) – 1 unidad
- Cable Cu SGT 6 AWG – 2,94 ml
- Cable Cu THHN 6 AWG – 6,00 ml
- Cable Cu THHN 8 AWG – 4,00 ml

Este nuevo listado responde a un esquema más racionalizado de protección y conducción eléctrica, con elementos seleccionados específicamente para operar a los niveles reales de tensión continua (DC) del sistema, cumpliendo con los requisitos de seguridad y eficiencia establecidos en la normativa RETIE y en los criterios del fabricante de los inversores y módulos solares.

Motivo del cambio

Ajuste de niveles de tensión y corriente reales:

- Los nuevos interruptores y protecciones están dimensionados

específicamente para operar a los niveles reales de tensión continua del sistema (<250 VDC), conforme a las especificaciones de los inversores y módulos FV instalados.

- Se elimina la sobredimensión innecesaria de dispositivos de 500 VDC y 80 A, que superaban los requerimientos reales del sistema.

Cumplimiento normativo – RETIE:

- Según el RETIE (Resolución 90708 de 2013), – Protección contra sobre corriente, "Todo conductor debe estar protegido contra sobre corrientes mediante un dispositivo de protección cuya corriente nominal no exceda la capacidad del conductor."
- Por tanto, los nuevos calibres de conductores (6 AWG y 8 AWG) fueron seleccionados con base en la capacidad térmica permitida y su correspondiente protección.
- Las protecciones iniciales exigían conductores de mayor calibre sin justificación técnica dentro del diseño real, lo cual no se ajustaba al principio de proporcionalidad exigido en RETIE.

Optimización técnica:

- Se reemplaza el conductor soldador y SGT de 2 AWG por opciones más flexibles, ligeras y de fácil instalación, conservando la sección adecuada para las corrientes esperadas.
- El nuevo DPS de 125 VDC de Cirprotec es específicamente diseñado para sistemas FV en rangos inferiores a 150 V, siendo más eficiente, seguro y económico.

Adicionalmente, los precios de los nuevos materiales han sido debidamente justificados con base en el Estudio de Mercado incluido en el Anexo 5, garantizando transparencia en la selección y ajuste del presupuesto. Se destaca que, si bien algunos materiales sustituidos presentan un menor valor unitario, el cambio integral no solo mantiene la funcionalidad del sistema, sino que también representa una optimización técnica y presupuestal adecuada a las condiciones reales del proyecto.

Es importante señalar que la sustitución de estos materiales también implica una variación

en el peso total del conjunto del gabinete, lo que incide directamente en las condiciones

logísticas de transporte y manipulación en terreno. Esta modificación ha sido considerada en los análisis técnicos del proyecto y se ajusta a las capacidades de carga y desplazamiento definidas para la implementación en campo, especialmente en zonas rurales de difícil acceso.

Por lo anterior, el cambio de materiales ha sido técnicamente evaluado, verificado por el equipo de ingeniería y aprobado formalmente por la interventoría, asegurando la correcta ejecución y funcionamiento del sistema bajo los nuevos parámetros establecidos.

Para consultar el detalle de la oferta económica con estos ajustes, ver **Anexo 5 – Libro Material I.**

Justificación Detallada de Materiales – Ítem 2.1.3

En el APU modificado correspondiente al suministro e instalación de gabinete autosoportado en lámina galvanizada, se realizaron ajustes en los materiales conforme al nuevo rediseño aprobado en el replanteo, adaptando las protecciones, conductores y componentes a las condiciones reales del proyecto y a los cálculos técnicos actualizados.

Gabinete Metálico

El gabinete metálico conserva sus dimensiones y características generales, pero se ajustó la disposición interna para optimizar el alojamiento de nuevos dispositivos, facilitando la canalización, la organización de conductores y el acceso a protecciones según el diseño replanteado.

Dispositivos de Protección (DPS e Interruptores)

Se sustituyó el DPS originalmente especificado por un DPS DC tipo 2 para 125 VDC y capacidad de 40 kA, seleccionado para cumplir con los valores de tensión y corriente establecidos en el rediseño.

Los interruptores termomagnéticos fueron reemplazados por modelos de 20A y 63A en DC, en lugar de las referencias iniciales, para garantizar la protección adecuada de los circuitos según el nuevo dimensionamiento eléctrico y los cálculos de cortocircuito actualizados.

Conductores Eléctricos

El cableado interno se ajustó conforme al rediseño eléctrico y a la nueva configuración de equipos:

- Se reemplazaron calibres iniciales por cables SGT 6 AWG y THHN 6 AWG y 8 AWG, adecuados a las corrientes y caídas de tensión definidas en el replanteo.
- Estos ajustes garantizan seguridad, eficiencia en conducción y cumplimiento normativo.

4. Otros Componentes

Los accesorios de montaje (barra bornera, barra de cobre, canaleta, riel DIN, marcadores, tornillería) se mantuvieron en especificaciones funcionales, asegurando compatibilidad con el nuevo esquema de instalación y permitiendo una adecuada conexión y fijación de todos los elementos.

CONCLUSIÓN:

El costo directo del ítem 213 presentó un aumento de $625.245,10, pasando de $1.976.958,11 en su versión inicial a $2.602.203,20 en el nuevo análisis. Esta variación se debe principalmente a la actualización de cantidades y la incorporación de materiales que no estaban contemplados en el APU original, según el rediseño técnico, lo cual permitió estandarizar y complementar el alcance del sistema para su correcta operación.

Para consultar la oferta económica actualizada y verificar si los materiales fueron tomados del inventario inicial, nuevo o Barranco Minas, véase el **Anexo 5 – PRESUPUESTO BARRANCO MINAS_REPLANTEO_V2, específicamente en el libro MATERIAL I.**

ITEM 214

214. DISEÑO INICIAL:

Suministro e instalación de controlador de carga, 50 A, 48 VDC MPPT Solar; eficiencia mínima del 98%, apto para cargar baterías tipo LiFePO4. Con todas las protecciones eléctricas necesarias en caso de sobrecarga, cortocircuito, advertencia de alto voltaje.

214. DISEÑO FINAL:

Suministro e instalación de controlador de carga, 60 A, 48 VDC MPPT Solar; eficiencia mínima del 98%, apto para cargar baterías tipo LiFePO4. Con todas las protecciones eléctricas necesarias en caso de sobrecarga, cortocircuito, advertencia de alto voltaje.

JUSTIFICACION:

Durante el proceso de revisión técnica del ítem denominado "Suministro e instalación de controlador de carga, 50 A, 48 VDC MPPT Solar", el equipo de ingeniería y diseños, determinó la necesidad de ajustar el equipo inicialmente contemplado, como parte de la estandarización tecnológica del sistema solar fotovoltaico individual (SSFVI).

Condición inicial del APU:

- Controlador MPPT 50 A, 48 VDC

Condición ajustada:

- Controlador MPPT 60 A, 48 VDC

El cambio se justifica en que, tras el análisis de mercado realizado por el equipo técnico, se identificó que el proveedor oficial para el proyecto dispone de controladores MPPT de 60 A, no siendo posible adquirir el modelo de 50 A sin afectar la cadena de suministro.

Para garantizar la homologación de los equipos, compatibilidad entre componentes, facilidad en la gestión de garantías y soporte técnico integral, se definió unificar los sistemas bajo un solo proveedor, asegurando mayor confiabilidad operativa y eficiencia logística. Cabe resaltar que, aunque el equipo incorporado es de mayor capacidad, el precio de referencia utilizado en el APU se mantiene inalterado respecto al controlador de 50 A, evitando impactos presupuestales.

El incremento también obedece al ajuste en el valor del controlador de 50 A, material nuevo que fue referenciado conforme al precio establecido en el proyecto Inírida II. Este valor se conservó en el presente análisis, y puede ser consultado en detalle en el **Anexo 5 – PRESUPUESTO BARRANCO MINAS_REPLANTEO_V2**, específicamente en el libro **MATERIAL I**."

CONCLUSIÓN:

El valor total del APU correspondiente al ítem 2.1.4 tuvo un incremento de **$100.000**, pasando de **$1.106.086** en el presupuesto inicial a **$1.206.086** en el APU final. Este aumento se debe **exclusivamente al cambio del controlador de carga**, el cual fue actualizado de una capacidad de **50 A** a **60 A**, con el fin de mejorar la eficiencia y capacidad del sistema fotovoltaico.

Dado que este equipo representa un **material nuevo dentro del rediseño**, su valor no se basó en la oferta inicial, sino que se **adoptó el precio ofertado en el proyecto Inírida 2**, el cual corresponde a un valor más ajustado al costo comercial real del mercado. Por tanto, el incremento está justificado únicamente por esta actualización técnica y económica, manteniéndose el resto de los componentes del APU sin variaciones.

ITEM 2.2.1

2.2.1 DISEÑO INICIAL:

Suministro e instalación de poste metálico poligonal de 3 m, 150kgf, galvanizado en caliente. contiene: pernos de anclaje, plantilla, soporte fijo para 2 paneles solares y dado de cimentación de 0,4 x 0,4 x 0,8 m.

2.2.1 DISEÑO FINAL:

Suministro e instalación de poste metálico poligonal de 3 m, 150kgf, galvanizado en caliente. contiene: pernos de anclaje, plantilla, soporte fijo para 2 paneles solares y dado de cimentación de 0,4 x 0,4 x 0,8 m.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
221	$ 1.437.623,63	$ 1.566.100,69	$ 128.477,06	AUMENTÓ

CONCLUSIÓN GENERAL

El **costo directo total del ítem 2.2.1** presentó un **incremento de $128.477**, pasando de **$1.437.624** en el análisis inicial a **$1.566.101** en el análisis ajustado.

Este aumento obedece a la **corrección en la estructuración del componente de transporte**, en la cual se **revisaron y ajustaron los pesos asignados a cada tramo**. En esta actualización se **acomodó la sumatoria de los pesos transportados**, con base en lo que **realmente será movilizado en cada fase logística del proyecto**, garantizando que los costos reflejen con mayor precisión las condiciones operativas.

No se evidenciaron cambios en los capítulos de materiales, herramientas ni mano de obra, ya que el diseño técnico y los rendimientos permanecen constantes. Con esta actualización, el APU se alinea a la realidad del transporte en campo, asegurando una valoración coherente con las cantidades efectivas por movilizar.

ITEM 2.3.1

2.3.1 DISEÑO INICIAL:

Medidor de energía monofásico bifilar 5 (80) A, 120 V, calibrado. Incluye sistema de gestión

2.3.1 DISEÑO FINAL:

Medidor de energía monofásico bifilar 5 (80) A, 120 V, calibrado. Incluye sistema de gestión

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
231	$ 1.159.937,63	$ 1.799.826,85	$ 639.889,22	AUMENTÓ

JUSTIFICACION:

En este APU se incorporaron elementos adicionales requeridos para completar la estructuración del sistema de medición monofásico para soluciones individuales, tales como el módulo externo 3G/4G y el cableado de comunicación, necesarios para garantizar la funcionalidad del sistema conforme al diseño final.

27 DE JUNIO DEL 2025

Además, se realizó un ajuste en la forma de representar ciertos componentes que son compartidos entre todas las soluciones individuales, como el servidor, pantalla, teclado, mouse, UPS, datáfono, software y las capacitaciones asociadas. Inicialmente, estos elementos estaban proyectados como una unidad por usuario, pero al tratarse de componentes de uso común para todo el sistema, se redistribuyó su valor en proporción al total de soluciones (59 usuarios), ajustando sus cantidades y valores unitarios para que el APU refleje correctamente su participación.

Este ajuste permite que el APU final esté alineado con la cantidad real de equipos a instalar, sin alterar el valor consolidado del sistema ya corregido.

Justificación Detallada de Materiales – Ítem 2.3.1

En el APU correspondiente al suministro e instalación de medidor de energía monofásico bifilar 5 (80) A, 120 V, calibrado e integración al sistema de gestión, se efectuaron ajustes en materiales y cantidades derivados del rediseño aprobado en el replanteo.

El **cable encauchetado 2x22 AWG** fue incorporado en el APU final como resultado del ajuste técnico al sistema de medición prepago, siendo necesario para establecer la comunicación entre el medidor y el módulo externo 3G/4G. Este tipo de cable, utilizado para transmisión de señales a bajo voltaje, ofrece además una capa de protección mecánica y ambiental que lo hace adecuado para condiciones rurales como las de Barranco minas.

Aunque no fue considerado en el diseño inicial, su inclusión es esencial para garantizar la operación completa del sistema de gestión y monitoreo remoto. Se estimó una cantidad de **2 metros por punto de medición**, suficiente para la conexión entre los dispositivos involucrados.

El **valor unitario registrado en el APU corresponde al precio comercial suministrado en la cotización anexada como soporte**, específicamente en el **anexo 4** del presente informe.

Ajuste de Cantidades de Materiales

En el diseño inicial, los equipos asociados al sistema de gestión (plataforma de recaudo, datáfonos, servidor, UPS y capacitaciones) se cotizaron como una unidad completa dentro de cada APU, generando una duplicidad en el costo al replicarse en cada solución. En el replanteo, estos elementos se consolidaron como recursos comunes para el conjunto de 59 soluciones individuales. Por tanto, en el APU final se ajustaron las cantidades a valores

fraccionados (0,02 unidades aprox.), equivalentes a la participación proporcional de cada solución en el costo total del sistema de gestión centralizado.

Inclusión de Nuevos Componentes

Se adiciona un módulo externo 3G/4G por medidor, elemento requerido para permitir la comunicación remota y en tiempo real con la plataforma de gestión, optimizando el control y seguimiento de consumo.
Asimismo, se incorpora cable encauchetado 2x22 AWG, utilizado para la conexión segura del módulo de comunicación al medidor, garantizando integridad en transmisión de datos y resistencia mecánica.

Equipos y Accesorios sin Cambio de Especificaciones

El medidor prepago conserva sus características técnicas iniciales (120 V, 5-80 A, calibrado), manteniendo cantidad de 1 unidad por solución.
Los dispositivos asociados a la gestión de pagos y administración (plataforma de recaudo, datáfono local, datáfono viajero, servidor, UPS y capacitaciones) mantienen las mismas especificaciones técnicas, ajustando únicamente la cantidad imputada a cada solución individual conforme al nuevo esquema de distribución.

1. MICRORED TIPO 2

La implementación de microrredes de esta tipología fue inicialmente prevista para siete (7) comunidades, con base en un diseño que contemplaba un máximo de dieciséis (16) usuarios por sistema. Sin embargo, durante la etapa de replanteo técnico, se identificó que la comunidad de laguna curvina originalmente clasificada como Tipo 1, con capacidad proyectada para ocho (8) usuarios, superaba este límite. En consecuencia, fue reclasificada y se proyectó una microrred de 16 usuarios bajo esta tipología.

Adicionalmente, se estableció que la comunidad de Pueblo Nuevo ya contaba con servicio de energía eléctrica, por lo que las tres microrredes proyectadas en esta comunidad no cumplían con los criterios técnicos para ser beneficiaria del proyecto. En razón de ello, esta comunidad fue excluida del alcance, consolidándose finalmente seis (6) microrredes de este tipo.

Estas microrredes cuentan con un sistema de generación fotovoltaica de 17,6 kWp, compuesto por 32 módulos solares de 550 Wp, cuatro (4) controladores de carga, dos (2) inversores, y un autotransformador de 10 kVA, complementados con redes de distribución en baja tensión para asegurar una prestación del servicio eléctrica eficiente y continua.

Las comunidades que recibirán esta solución son:

1. Chigüiro
2. Laguna Curvina
3. Murciélago Altamira
4. Arrecifal (Sapuara 1)
5. Arrecifal (Sapuara 2)
6. San Juan de Miniciare (Sapuara 3)
7. Miro lindo

De acuerdo con el presupuesto inicial establecido para el Tipo de Sistema 2, la estructuración de costos se contempló de la siguiente manera:

ITEM 4 SSFV Microred 16U INICIAL

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
4.1	Sistema de generación de 17600 Wp	UN	7
4.2	Estructura de soporte y obras civiles para 32 paneles solares	UN	7
4.3	Sistema de control, medición y monitoreo	UN	7
4.4	Acometida, SPT y monitoreo domiciliario	UN	87
4.5	Red de distribución	UN	7

ITEM 4 SSFV Microred 16U FINAL

4	SSFV Microred Tipo 2		
4,1	Sistema de generación de 17600 Wp	UN	6
4,2	Estructura de soporte y obras civiles para 32 paneles solares	UN	6
4,3	Sistema de control, medición y monitoreo	UN	6
4,4	Acometida, SPT y monitoreo domiciliario	UN	74

8-1, 8-2, 8-3, 8-4, 8-5, 8-6	Red de distribución aérea BT	UN	1

De esta estructuración se modificó o se realizó algún ajuste a lo siguiente:

4.1 Sistema de generación de 17600 Wp

ITEM 4.1.1

4.1.1 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de Panel Solar de 550 W Mono PERC incluido en TIER-1 incluye, cable solar XLPE 6mm2, par de conectores MC4 y caja de conexión IP68 con diodos de paso con las siguientes características: $\eta \geq 20\%$; tolerancia +3% condiciones STC. Garantía de producción a 12 años ≥ 90% y ≥ 80% a 25 años, temperatura de trabajo de -40°C +80°C, IEC61205. Certificación de conformidad de producto RETIE

4.1.1 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de Panel Solar de 550 W Mono PERC incluido en TIER-1 incluye, cable solar XLPE 4mm2, par de conectores MC4 y caja de conexión IP68 con diodos de paso con las siguientes características: $\eta \geq 20\%$; tolerancia +3% condiciones STC. Garantía de producción a 12 años ≥ 90% y ≥ 80% a 25 años, temperatura de trabajo de -40°C +80°C, IEC61205. Certificación de conformidad de producto RETIE

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
411-511	$ 1.712.311,87	$ 880.703,59	-$ 831.608,28	DISMINUYÓ

JUSTIFICACION:

Se ajustó la cantidad de módulos solares en el APU. En el presupuesto inicial, se contemplaba 2 módulos por APU, lo que llevaba a una sobreestimación del costo total. El APU final ahora refleja

correctamente el costo por 1 módulo solar de 550 Wp, que corresponde a la cantidad real de 32 módulos solares para el diseño total del sistema.

Este ajuste asegura que el cálculo de los módulos solares se haga correctamente, lo que evita un sobrecosto innecesario.

Como resultado de esta modificación, se evidenció una variación en el valor del transporte, debido a la disminución del peso total (kg) de los materiales.

Otro cambio representativo de ese APU es el cambio del ajuste del conductor solar ya que inicialmente el diseño contemplaba el uso del Cable Cu solar XLPE 6 mm² 1 kV 90 °C, protegido por interruptores unipolares de 20 A. No obstante, al revisar la relación entre calibre y protección bajo los lineamientos del RETIE – Sección (Protección contra sobre corriente), se establece que:

"Todo conductor debe estar protegido contra sobre corrientes mediante un dispositivo de protección cuya corriente nominal no exceda la capacidad del conductor."

Conforme a la NTC 2050 y RETIE, el conductor de 6 mm² posee una capacidad de conducción de corriente de entre 47 A y 57 A (dependiendo de las condiciones de instalación). Por tanto, protegerlo con un dispositivo de 20 A representa una subutilización del conductor, generando un sobrecosto innecesario sin beneficio técnico.

Tras el rediseño, se optó por el Cable Cu solar XLPE 4 mm² 1 kV 120 °C, el cual posee una capacidad térmica adecuada para una protección de 20 A en corriente continua (DC), cumpliendo con lo establecido por el RETIE y ajustándose de forma óptima a las condiciones reales de carga, aislamiento térmico y distancia en campo.

Reconfiguración del sistema – Strings y protecciones

El diseño inicial consideraba una arquitectura de 8 strings independientes, cada uno protegido con interruptores de 1x20 A, lo que implicaba el uso de 8 protecciones y mayor cantidad de conductores, ferretería y espacio en tableros. Como parte del rediseño, se adoptó una arquitectura más eficiente: 4 strings con configuración cada uno con 4 en serie – 2 en paralelo, lo que permite:

- Reducir el número de strings a la mitad.
- Usar solo 4 protecciones de 2x32 A, mejor alineadas con la corriente combinada de los

módulos.

• Disminuir la cantidad de canalizaciones, conexiones, peines y elementos auxiliares.

• Optimizar costos sin comprometer la protección del sistema.

Esta modificación cumple plenamente con las recomendaciones de diseño del fabricante de los módulos e inversores, además de los criterios normativos vigentes. Este ajuste evidencia el compromiso técnico del equipo con la precisión en el diseño, la logística y la manipulación en campo, teniendo en cuenta las limitaciones físicas en zonas rurales de difícil acceso, como es el caso de muchas comunidades del Guainía.

La reducción en la cantidad de módulos solares se traduce en una disminución del valor del APU, impactando tanto el componente de materiales como el de transporte, debido a la menor cantidad y peso a movilizar. El precio del conductor solar se mantiene conforme a lo ofertado inicialmente.

ITEM 4.1.2

4.1.2 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de acometida solar para 8 lazos fotovoltaicos. Incluye cable bajante de los lazos fotovoltaicos Cu solar FV calibre 10 AWG hasta la caja combinadora FV y tubería LiquidTight para ingreso al envolvente, con accesorios.

4.1.2 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de acometida solar para 8 lazos fotovoltaicos. Incluye cable bajante de los lazos fotovoltaicos Cu solar FV calibre 10 AWG hasta la caja combinadora FV y tubería LiquidTight para ingreso al envolvente, con accesorios.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
412	$ 677.560,70	$ 974.895,76	$ 297.335,06	AUMENTÓ

JUSTIFICACION:

Como resultado de los rediseños técnicos realizados al sistema fotovoltaico del proyecto

Barranco Minas, se identificó la necesidad de incluir dentro del ítem expuesto el conductor Cable Cu THHN 8 AWG, el cual no se encontraba contemplado en el diseño inicial.

A partir del análisis actualizado y la revisión de los requerimientos normativos y de seguridad eléctrica, se estableció que este conductor es indispensable para realizar la conexión equipotencial de las estructuras metálicas de los paneles solares al sistema de puesta a tierra. Según el rediseño aprobado, se definió una cantidad de 1,5 metros por cada módulo fotovoltaico, lo que corresponde a un total de 48 metros lineales para el conjunto del sistema.

Esta medida fue adoptada en cumplimiento de los requerimientos establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 2050, específicamente en los artículos 250-122 y 690-47, que regulan la protección a tierra de partes metálicas expuestas en instalaciones solares fotovoltaicas.

La inclusión del Cable Cu THHN 8 AWG garantiza la seguridad operativa del sistema, reduciendo los riesgos asociados a descargas eléctricas y atmosféricas, y fortaleciendo la integridad del sistema de puesta a tierra conforme a los estándares técnicos vigentes.

Justificación técnica – Incremento del peso del APU por inclusión de conductor Cu THHN 8 AWG

Durante el proceso de actualización y replanteo técnico del proyecto, se identificó la necesidad de incluir el conductor Cu THHN 8 AWG, el cual no se encontraba contemplado en el diseño inicial del sistema fotovoltaico. Este material fue incorporado con el fin de garantizar la conexión equipotencial entre las estructuras metálicas de soporte de los módulos solares y el sistema de puesta a tierra, conforme a los requerimientos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE y otros estándares de seguridad eléctrica.

La inclusión de este conductor generó un impacto directo y considerable en el peso total del APU, el cual pasó de 10 kg a 28 kg, es decir, un incremento de 18 kg, directamente atribuible a los 48 metros lineales de conductor requeridos para la instalación. Este peso adicional incide en los análisis logísticos y de transporte, especialmente en contextos geográficos como Barranco minas, donde la limitada accesibilidad y las restricciones de carga imponen condiciones particulares sobre la movilización de materiales.

Dado que el peso es un parámetro clave en la determinación de los costos de transporte terrestre y fluvial, así como en la planificación de la ejecución en campo, este ajuste fue incorporado en la actualización del APU correspondiente. El conductor THHN 8 AWG está debidamente ofertado como material base, y puede ser consultado en el Libro de Materiales del archivo anexo a este informe.

Por tanto, el incremento en el valor del APU es una consecuencia técnica justificada del aumento de peso del ítem, lo cual fue contemplado en el análisis técnico y presupuestal del proyecto, garantizando la coherencia con las condiciones reales de ejecución, la viabilidad logística y el cumplimiento normativo exigido por el Contrato DG-106-2024.

CONCLUSIÓN:

El APU pasó de tener un costo directo inicial de $ 677.561 a un costo final de $ 974.896, representando un incremento de $ 297.335. Este incremento fue necesario y justificado desde el punto de vista técnico y normativo, garantizando que el sistema cumpla con las condiciones de seguridad exigidas y que la instalación fotovoltaica se ajuste a las normas eléctricas nacionales aplicables. La actualización incluye la incorporación de materiales adicionales como el conductor de puesta a tierra Cable Cu THHN 8 AWG, que no estaba contemplado en el diseño inicial, pero cuya inclusión es obligatoria según la NTC 2050, artículos 250-122 y 690-47.

La incorporación de este material, además de mejorar la seguridad operativa, implica un aumento en el peso total del ítem, generando una variación en las condiciones logísticas de transporte, aspecto considerado y validado en el análisis técnico y económico.

Para ampliar, validar y corroborar los rediseños implementados en el sistema de generación SSFV, se recomienda consultar los documentos anexos al informe.

ITEM 4.1.3

4.1.3 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de caja combinadora FV. Incluye gabinete eléctrico con cumplimiento RETIE y tapa traslucida, de dimensiones 630x530x180 mm; protecciones, barrajes y DPS Tipo 2.

4.1.3 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de caja combinadora FV. Incluye gabinete eléctrico con cumplimiento RETIE y tapa traslucida, de dimensiones 630x530x180 mm; protecciones, barrajes y DPS Tipo 1+2.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
413	$ 2.150.722,16	$ 3.325.831,88	$ 1.175.109,72	AUMENTÓ

JUSTIFICACIÓN:

Como resultado de la revisión técnica detallada y la validación de los planos eléctricos iniciales del proyecto, se identificó la necesidad de ajustar tanto las cantidades como la especificación de materiales eléctricos incluidos originalmente en el ítem correspondiente al sistema de protecciones del sistema solar fotovoltaico.

Los ajustes implementados fueron necesarios debido a que el rediseño técnico del sistema, respaldado por las Memorias de Cálculo y el Plano Eléctrico actualizado, evidenció que los componentes inicialmente previstos no se ajustaban a las condiciones reales de operación, ni garantizaban una protección adecuada ni una eficiencia energética conforme a los requerimientos actuales del proyecto.

Materiales inicialmente contemplados:

- Interruptor termomagnético 25A 2P 500 VDC 6 kA
- Interruptor termomagnético 50A 2P 120/240 VAC 10 kA
- Interruptor termomagnético 125A 2P 500 VDC 6 kA
- DPS Tipo 1+2 500 Uc Up 2,5 kV 18-40 kA
- Cable Cu THHN 1/0 AWG

Tras la actualización del diseño, se estableció que estos materiales ya no son requeridos, dado que el sistema ha sido redimensionado eléctricamente, tanto en niveles de tensión como en corrientes nominales.

En consecuencia, estos elementos fueron eliminados del APU y reemplazados por componentes que sí se ajustan al nuevo diseño técnico y cumplen con los criterios establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 2050, así como con las mejores prácticas en seguridad eléctrica.

Materiales ajustados e incluidos según rediseño:

- Interruptor termomagnético 32A 2P 250 VDC 4 UNID
- DPS Tipo 1+2 250 Uc Up 2,5 kV 18-40 kA 4 UNID
- Cable Cu THHN 8 AWG 4 ML

Estos componentes fueron seleccionados tras una revisión exhaustiva de las condiciones reales de instalación, considerando:

- La capacidad de interrupción requerida por cada circuito.
- El nivel de tensión continua (DC) real del sistema.
- La caída de tensión admisible conforme a distancias de tendido.
- Las corrientes de operación bajo carga nominal.

Además, fue necesario realizar un ajuste en las cantidades de estos materiales para que se correspondieran con el nuevo esquema de instalación. Dichos ajustes permiten reflejar con mayor precisión las necesidades constructivas y técnicas del sistema solar fotovoltaico, eliminando cualquier sobredimensionamiento o subestimación en el diseño original.

Justificación Técnica:

1. **Optimización de Strings:**

   Se pasó de un sistema con 8 strings individuales (con 8 protecciones independientes) a una configuración de 4 strings con ramales en paralelo (4 strings – 4 protecciones). Esto eliminó la necesidad de un barraje central y redujo la cantidad de interruptores requeridos, sin comprometer la funcionalidad ni la seguridad del sistema.

2. **Compatibilidad de Protecciones:** El interruptor termomagnético de 32A 2P 250 VDC fue seleccionado en reemplazo del de 25A 500 VDC, al ajustarse a los nuevos parámetros eléctricos de corriente nominal y tensión del rediseño. Este cambio mejora la compatibilidad con los controladores utilizados y mantiene la capacidad de corte requerida según las condiciones del sistema.

3. **Adecuación del Sistema de Puesta a Tierra:**

   se incluyó cable Cu THHN 8 AWG como salida para tierra, dimensionado conforme a las corrientes de falla presumibles y la normatividad aplicable (NTC 2050, sección 250-122).

4. **Distribución y Protección por Controlador:**

   El DPS Tipo 1+2 500 VDC fue reemplazado por cuatro unidades DPS Tipo 1+2 250 VDC, instalados individualmente para cada uno de los 4 controladores. Esta decisión se alinea con las recomendaciones del fabricante y con lo estipulado en la NTC 2050 – Artículo 285-53, que establece la necesidad de proteger individualmente los equipos ante sobretensiones transitorias.

5. **Reducción de peso:**

   El peso total del conjunto eléctrico del APU se redujo de 22 kg a 21 kg, generando una ligera mejora en los aspectos logísticos de transporte y manipulación, lo cual tiene impacto directo en costos de operación, especialmente en regiones de difícil acceso.

Los precios de los nuevos materiales fueron debidamente ofertados con base en un estudio de mercado, el cual puede consultarse en el Anexo 5 – PRESUPUESTO BARRANCO MINAS_REPLANTEO_V2, específicamente en el libro MATERIAL I, donde se encuentran registradas las fuentes, valores unitarios y su procedencia (inventario inicial, adquisición nueva o Inírida 2).

Con estos cambios, el sistema queda técnicamente optimizado, cumpliendo con los requisitos de seguridad, eficiencia y sostenibilidad presupuestal definidos en el Contrato DG-106-2024. Todos los ajustes han sido validados por el equipo de ingeniería del proyecto.

En el análisis del ítem 4.1.3 se realizaron ajustes en la estructura de materiales asociados a la caja combinadora FV, conforme al rediseño técnico del sistema de 10 kVA validado en los planos unifilares actualizados (*Sistema_10 kVA.pdf*).

Se eliminaron los materiales:

- Interruptor termomagnético 50 A 2P 120/240 VAC 10kA
- Interruptor termomagnético 125A 2P 500 VDC 6kA
- Cable Cu THHN 1/0 AWG

- Cable Cu Desnudo 8 AWG

Lo anterior, debido a que en el diseño final no se requiere el uso de esos componentes, ya que fueron reemplazados por nuevos elementos técnicos más acordes con la topología del sistema actualizado. En su lugar se incluyeron interruptores termomagnéticos de 32 A 2P para 250 VDC y DPS Tipo 1+2 con mayor capacidad de protección, según se puede observar en el *diagrama unifilar del sistema 10 kVA* (ver diseño final).

Adicionalmente, el sistema fue reorganizado de forma que se optimizó la cantidad de conductores, eliminando referencias innecesarias y adecuando las protecciones a las especificaciones reales del sistema, lo cual generó una variación en los valores del APU.

Estas modificaciones incrementaron el valor del ítem de **$2.150.722** a **$3.325.832**, siendo este aumento resultado exclusivo de la actualización de componentes eléctricos y protecciones que reflejan el diseño técnico final aprobado, sin alterar el alcance funcional del sistema.

CONCLUSIÓN:

Como resultado de los ajustes realizados a partir de los rediseños eléctricos y la validación técnica del sistema, se determinó que era necesario modificar las protecciones, descargadores de sobretensión (DPS) y calibres de los conductores eléctricos originalmente contemplados. Estas modificaciones se fundamentan en las memorias de cálculo detalladas, con el objetivo de garantizar el cumplimiento de las exigencias establecidas en la Norma Técnica Colombiana NTC 2050, así como la correcta operación del sistema bajo las condiciones reales de carga y tensión.

El incremento en el costo responde directamente a la incorporación de materiales más robustos y técnicamente adecuados según los nuevos requerimientos eléctricos del sistema, así como a la necesidad de asegurar una correcta protección contra sobretensiones y sobre corrientes en cada uno de los subsistemas involucrados.

Estos cambios permiten mejorar la confiabilidad, durabilidad y seguridad del sistema fotovoltaico, adecuándolo al entorno operativo del proyecto Inírida y sus condiciones reales de implementación. Para ampliar, validar y corroborar los rediseños implementados en el sistema de generación SSFV, se recomienda consultar los siguientes documentos:

- Anexo 1 – Memorias de Cálculo del Sistema de 10 kVA
- Anexo 2 – Plano Eléctrico del Sistema de 10 kVA

• Anexo 5 – PRESUPUESTO BARRANCO MINAS_REPLANTEO_V2, libro MATERIAL I, donde se detallan los ítems ofertados inicialmente y los ajustes realizados conforme al análisis técnico validado por el equipo de ingeniería.

ITEM 4.1.4

4.1.4 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de controlador MPPT 250/70A, tensiones de trabajo a 48V, con bluetooth y VE.CAN incorporado para configuración y monitorización de histórico, eficiencia de conversión 99%, función de trabajo en paralelo. Incluye cableado de entrada en calibre 10 AWG, cableado de salida en 2 AWG y cableado de comunicaciones VE.CAN

4.1.4 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de controlador MPPT 250/85A, tensiones de trabajo a 48V, con bluetooth y VE.CAN incorporado para configuración y monitorización de histórico, eficiencia de conversión 99%, función de trabajo en paralelo. Incluye cableado de entrada en calibre 4 mm2, cableado de salida en 2 AWG y cableado de comunicaciones VE.CAN.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
414	$ 2.741.741,90	$ 4.377.285,10	$ 1.635.543,20	AUMENTÓ

JUSTIFICACION:

controlador solar MPPT

El diseño original contemplaba un controlador MPPT 250/70A, sin embargo, tras el análisis de las memorias de cálculo (Anexo 1) y la verificación de los parámetros eléctricos reales del sistema, se evidenció que dicho controlador no ofrecía un margen adecuado de operación frente a la corriente generada por el campo fotovoltaico. Por tal motivo, se definió la necesidad de incorporar un controlador MPPT 250/85A, el cual presenta una mayor capacidad de regulación de corriente (85 amperios), lo que permite:

• Aumentar la eficiencia de carga.
• Reducir el riesgo de sobrecarga y fallos prematuros.

• Garantizar la confiabilidad operativa del sistema en condiciones exigentes.

Su valor corresponde al precio previamente ofertado en el presupuesto del proyecto Inírida II, y se mantiene como base de referencia válida, considerando que se trata de un material nuevo incorporado en el rediseño técnico.

Durante el proceso de replanteo y rediseño del sistema de controladores MPPT 250/85A, se revisaron detalladamente las especificaciones técnicas y los requerimientos reales de cableado para la instalación. En esta revisión, se concluyó que el **cable Cu THHN 12 AWG inicialmente incluido no es necesario** para el correcto funcionamiento del sistema propuesto.

El rediseño contempla un **aumento en la capacidad del controlador** (de 70A a 85A) y, por lo tanto, **se ajustaron los calibres de los conductores** para cumplir con los requisitos eléctricos y de seguridad asociados. En ese sentido, el cableado final se estructuró utilizando conductores de mayor sección como el **THHN 8 AWG**, el **Cu Solar XLPE 4 mm²** y el **THHN 2 AWG**, los cuales aseguran una conducción más eficiente y segura para la corriente a manejar.

Por esta razón técnica y funcional, se eliminó el **cable Cu THHN 12 AWG** del APU final, ya que su uso era redundante o innecesario frente al nuevo esquema de instalación. Este ajuste se hizo garantizando la coherencia con el diseño actualizado del sistema, sin comprometer su operatividad ni los estándares normativos aplicables.

Sustitución de conductores

De manera complementaria, el conductor Cable Cu THHN 10 AWG (3,15 mL) fue reemplazado por el conductor Cable Cu solar XLPE 4 mm² 1 kV 120 °C (3,15 mL). Este último, además de ser específicamente diseñado para instalaciones solares, ofrece mayor resistencia térmica, protección UV y durabilidad en ambientes expuestos, alineándose con las condiciones reales del sitio de instalación.

Inclusión de puesta a tierra – Cable Cu THHN 8 AWG

También se incorporó al APU el Cable Cu THHN 8 AWG en una cantidad de 3,15 metros lineales, requerido para asegurar la puesta a tierra de los componentes metálicos del sistema, en cumplimiento de la Norma Técnica Colombiana NTC 2050, artículos 250-122 y 690-47. Este conductor garantiza la continuidad de la conexión equipotencial y la protección contra descargas atmosféricas o fallos eléctricos.

Impacto en el peso y transporte

Estos ajustes, aunque técnicamente necesarios, han tenido un impacto en el peso total del ítem, lo cual genera una variación logística en términos de transporte y manipulación de los materiales. Este aspecto ha sido considerado dentro de la actualización del APU, conforme a los principios de eficiencia operativa y cumplimiento contractual.

CONCLUSIÓN:

El incremento en el valor del APU se debe a la actualización del modelo del controlador MPPT, cuya referencia y precio se tomaron del presupuesto del proyecto Inírida II, y al cambio del conductor por cable solar XLPE de mejor desempeño. El aumento en el peso total también generó una variación en el componente de transporte, sin que se modificaran los costos de mano de obra ni herramienta.

ITEM 4.1.5

4.1.5 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de tablero principal en DC con cumplimiento RETIE, dimensiones 820x620x300, incluye barrajes de 300 A, protecciones de 80, 100 y 320 A 500VDC y cableado hacia arreglos de baterías e inversores.

4.1.5 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de tablero principal en DC con cumplimiento RETIE, dimensiones 820x620x300, incluye barrajes de 500 A, protecciones de 85, 125 y cableado hacia arreglos de baterías e inversores.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
415	$ 5.210.032,62	$ 4.737.339,59	-$ 472.693,03	DISMINUYÓ

JUSTIFICACION:

Como resultado del proceso de revisión técnica integral realizado sobre el sistema solar fotovoltaico del Proyecto Barraco minas, se concluyó que varios materiales inicialmente

contemplados en el APU no se ajustaban a los requerimientos eléctricos, operacionales y normativos definidos en el diseño final aprobado y validado por la interventoría.
A partir de un análisis detallado basado en las memorias de cálculo, los planos eléctricos actualizados y el cumplimiento de las normas técnicas vigentes (RETIE y NTC 2050), se determinó que los materiales originalmente previstos en el APU estaban sobredimensionados o eran técnicamente incompatibles con la nueva topología y configuración de cargas del sistema.

En el análisis de precios unitarios del ítem 4.1.5 se realizaron ajustes técnicos en la selección de materiales, con el fin de garantizar la funcionalidad y compatibilidad del tablero principal en corriente directa (DC) frente a las nuevas condiciones de diseño del sistema. En consecuencia:

- **Se eliminó el cable Cu Desnudo 8 AWG** y **el cable Cu THHN 4 AWG**, dado que estos elementos ya no son necesarios en la arquitectura final del tablero. Su inclusión en el diseño inicial respondía a una configuración preliminar que fue replanteada tras realizar una validación más precisa de las trayectorias, calibres y protecciones requeridas.
- **Se incorporó el cable Cu THHN 6 AWG**, el cual se ajusta mejor al nuevo diseño eléctrico del sistema, especialmente para las conexiones secundarias internas. Este cable garantiza la adecuada conducción de corriente con las condiciones térmicas y de carga definidas en el sistema de 10 kVA. Su selección técnica responde al cumplimiento del RETIE y las recomendaciones del fabricante de los componentes.

Este cambio obedece a la optimización y actualización del diseño, garantizando seguridad, eficiencia operativa y coherencia entre los materiales adquiridos y lo efectivamente instalado. La modificación también tiene impacto directo en el peso total transportado, lo cual fue reflejado de forma proporcional en el componente de transporte, sin alterar los costos unitarios ofertados inicialmente.

Materiales eliminados por incompatibilidad con el diseño final:

- Barraje de cobre tropical izado de 300 A para 16 conexiones
- Interruptor termomagnético 80A 2P 500 VDC 6 Ka
- Interruptor termomagnético 100A 2P 500 VDC 6 Ka
- Interruptor termomagnético 320A 2P 500 VDC 6 Ka
- Cable Cu THHN 350 MCM

Materiales incorporados según nuevos requerimientos técnicos:

- Barraje de cobre tropicalizado de 500 A para 16 conexiones
- Interruptor termomagnético 85A 2P 72–500 VDC 6 Ka
- Interruptor termomagnético 125A 2P 72–500 VDC 6 Ka
- Fusible tipo MEGA de 200ª
- Cable Cu THHN 2/0 AWG
- Cable Cu THHN 6 AWG
- Bandeja tipo malla 60×200×3000 mm, incluyendo accesorios de sujeción

Estos nuevos componentes fueron definidos tras un estudio exhaustivo de:

- Curvas de protección de los equipos
- Niveles de cortocircuito esperados
- Configuración de subsistemas
- Criterios de caídas de tensión y compatibilidad entre protecciones

JUSTIFICACIÓN DE CAMBIOS DE MATERIALES

1. **Barraje de cobre tropicalizado**

- **Cambio realizado:**

  - De: Barraje de cobre tropicalizado de 300 A para 16 conexiones (2 unidades, peso 2 kg)

  - A: Barraje de cobre tropicalizado de 500 A para 16 conexiones (2 unidades, peso 6,4 kg)

- **Justificación:**

El cambio se debe a un aumento en la corriente del controlador principal, que pasó de 75 A a 85 A. El barraje anterior de 300 A ya no ofrece un margen de seguridad adecuado. Comercialmente, el siguiente calibre disponible es el barraje de 500 A, el cual garantiza una capacidad de conducción de corriente segura y adecuada para el nuevo diseño del sistema.

2. **Interruptor termomagnético 80 A**

- **Cambio realizado:**

  - De: Interruptor termomagnético 80 A 2P 500 VDC 6 kA (4 unidades)

- A: Interruptor termomagnético 85 A 2P 72–500 VDC 6 kA (4 unidades)

JUSTIFICACIÓN:

Inicialmente, el controlador requería una protección de 80 A, pero tras el rediseño, su corriente aumentó a 85 A, por lo tanto, se requiere un interruptor que se ajuste a esta nueva carga. El nuevo interruptor de 85 A cumple con esta necesidad, respetando el nivel de tensión y el poder de corte (6 kA).

3. Cable Cu THHN 350 MCM

- **Cambio realizado:**
  - De: Cable Cu THHN 350 MCM (4,62 m, peso 8 kg)
  - A: Cable Cu THHN 2/0 AWG (18,4 m, peso 12,91 kg)
- **Justificación:**

El cable 350 MCM se usaba para una única línea de alimentación al banco de baterías. En el rediseño se optó por dividir en dos circuitos independientes, lo cual mejora la distribución de corriente y la redundancia. Además, el cable 2/0 AWG proporciona mayor flexibilidad para el tendido físico, siendo más manejable. El cambio fue verificado y respaldado mediante memorias de cálculo conforme a la normativa vigente.

4. Cable de puesta a tierra

- **Material nuevo**
  - Cable Cu THHN 6 AWG (6,62 m, peso 2,3 kg)

Justificación:

Este material no estaba considerado inicialmente. La norma NTC 2050 establece la necesidad de conductor de puesta a tierra para la seguridad del sistema y del personal. El calibre 6 AWG es adecuado para la capacidad del sistema y su inclusión obedece al

cumplimiento normativo.

5. Interruptor termomagnético 100 A

- **Cambio realizado:**
  - De: Interruptor termomagnético 100 A 2P 500 VDC 6 kA (2 unidades)
  - A: Interruptor termomagnético 125 A 2P 72–500 VDC (2 unidades, peso 0,24 kg)

Justificación:
La protección de 100 A no es compatible con el nuevo calibre 1/0 AWG. La normativa técnica exige que el interruptor proteja al conductor sin sobredimensionarlo. Por lo tanto, el interruptor de 125 A fue seleccionado para brindar una protección adecuada y segura.

6. Interruptor termomagnético 320 A

- **Eliminado:**
  - Interruptor termomagnético 320 A 2P 500 VDC 6 kA (1 unidad, peso 0,4 kg)

Justificación:
Este interruptor estaba previsto para una única línea al banco de baterías. Dado el nuevo diseño con dos circuitos separados, este interruptor ya no es necesario. Las protecciones individuales y adecuadas a cada circuito hacen que este material sea redundante y se elimine del diseño.

7. Fusible MEGA 200 A

- **Material nuevo:**
  - Fusible MEGA 200 A (2 unidades, peso 0,02 kg)

Justificación:
Se incorpora como protección adicional específica para el sistema de baterías, proporcionando una respuesta más rápida ante cortocircuitos severos. Este tipo de fusible es estándar en instalaciones de baterías de potencia y cumple un rol crítico en la seguridad del sistema.

8. **Bandeja tipo malla**

- **Material nuevo:**
  - Bandeja tipo malla 60×200×3000 mm con accesorios de sujeción (2 unidades, peso 4,8 kg)
- **Justificación:**
  La nueva configuración de cableado requiere un soporte adecuado para el tendido y la organización de los conductores. La bandeja tipo malla asegura ventilación, accesibilidad y cumplimiento normativo, además de brindar soporte físico al peso del cableado.

Resumen final del impacto

- La modificación en el controlador (de 75 A a 85 A) implicó una **cascada de ajustes técnicos** en protecciones, barrajes y conductores.
- El nuevo diseño permite **mayor seguridad, redundancia y cumplimiento normativo**.
- El peso del sistema pasó de **39 kg a 55 kg**, reflejando la incorporación de materiales adicionales necesarios para el rediseño estructural y eléctrico.

La selección final de materiales fue realizada con base en criterios técnicos actualizados y fundamentada en un estudio de mercado que valida los precios ofertados. Dicho estudio se encuentra debidamente documentado en el Anexo 5 – PRESUPUESTO BARRANCO MINAS_REPLANTEO_V2, específicamente en el libro MATERIAL I, donde se incluyen costos unitarios, origen (inventario inicial, adquisición nueva o Inírida 2) y trazabilidad de cada ítem incluido.

Justificación del impacto en el peso

Como consecuencia directa de estas modificaciones, el peso total del conjunto de materiales aumentó de 39 kg a 55 kg, reflejando la incorporación de equipos de mayor

capacidad y elementos estructurales más robustos. Este incremento no solo obedece a la especificación técnica requerida, sino que también impacta de manera directa en la logística de transporte y manipulación, aspectos críticos en zonas de difícil acceso como lo es el departamento del Guainía.

En conjunto, todos estos ajustes fueron necesarios para garantizar la operación segura, eficiente y normativamente conforme del sistema fotovoltaico, y forman parte de la estrategia de actualización técnica del proyecto conforme a las realidades del territorio y los estándares del contrato DG-106-2024.

CONCLUSIÓN:

A partir de la revisión técnica, el replanteo en campo y el análisis detallado de los rediseños eléctricos, el APU en mención fue ajustado en función de las condiciones operativas reales, la normatividad vigente y los principios de eficiencia técnica y económica. Como resultado de este proceso, se realizó una sustitución de materiales sobredimensionados o improcedentes, incorporando componentes que cumplen plenamente con los nuevos requerimientos del sistema, tanto en términos de seguridad como de funcionalidad.

El valor inicial del APU era de $5.210.032,62 (cinco millones doscientos diez mil treinta y dos pesos con sesenta y dos centavos m/cte), y el valor final ajustado fue de $4.737.339,59 (cuatro millones setecientos treinta y siete mil trescientos treinta y nueve pesos con cincuenta y nueve centavos m/cte), lo cual representa una disminución de $472.693,03 (cuatrocientos setenta y dos mil seiscientos noventa y tres pesos con tres centavos m/cte) respecto al valor inicial.

Esta reducción fue posible gracias a la optimización técnica de componentes, garantizando una solución más eficiente, segura y acorde a los nuevos diseños aprobados, sin comprometer la calidad del sistema. Aunque se incorporaron nuevos materiales con mayor capacidad y se registró un incremento en el peso total del ítem, se logró una mejora general en términos de desempeño, durabilidad y adaptación a las condiciones del entorno.

Para ampliar, validar y corroborar los rediseños implementados en el sistema de generación SSFV, se recomienda consultar los siguientes documentos:

- **Anexo 1** – Memorias de Cálculo del Sistema de 10 kVA
- **Anexo 2** – Plano Eléctrico del Sistema de 10 kVA

27 DE JUNIO DEL 2025

- **Anexo 5** – PRESUPUESTO BARRANCO MINAS_REPLANTEO_V2, libro **MATERIAL I**, donde se detallan los ítems ofertados inicialmente, los materiales eliminados y los nuevos elementos incorporados con su respectiva trazabilidad y justificación técnica- económica.

ITEM 4.1.6

4.1.6 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de banco de baterías de 48800 Wh a 51,2 V. Incluye rack de baterías, cables de interconexión y conexión al sistema de moniteoreo mediante protocolo CAN-BUS

4.1.6 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de banco de baterías de 48800 Wh a 51,2 V. Incluye rack de baterías, cables de interconexión y conexión al sistema de monitoreo mediante protocolo CAN-BUS.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
416	$ 53.310.162,60	$ 53.582.083,09	$ 271.920,49	AUMENTÓ

JUSTIFICACIÓN:

Como resultado del rediseño integral del sistema de generación, sustentado en memorias de cálculo actualizadas y alineado con los nuevos criterios de configuración eléctrica establecidos en los planos revisados, se evidenció la necesidad de modificar parte de los materiales inicialmente contemplados en el Análisis de Precios Unitarios (APU).
Inicialmente, se había considerado un desconectador de baterías de 600 A; sin embargo, tras la revisión técnica y con base en el rediseño aprobado, se determinó que dicho elemento debía ser sustituido por dos desconectadores de 275 A, en concordancia con la configuración de dos circuitos de baterías independientes planteada en los nuevos planos eléctricos. Esta modificación permite un seccionamiento más eficiente y seguro del sistema de almacenamiento, mejorando su operación y mantenimiento, y garantizando la adecuada

protección de los componentes.

Adicional a lo anterior, se incorporó el Cable Cu THHN 8 AWG, indispensable para la correcta puesta a tierra del sistema de baterías, en cumplimiento con lo establecido en la NTC 4552 y el RETIE, normativas que exigen que todos los elementos de un sistema fotovoltaico cuenten con conexión efectiva a tierra para garantizar la protección de personas y equipos ante fallas eléctricas o descargas atmosféricas.

Como consecuencia de estos ajustes, se presentó un ligero incremento en el peso total del sistema, pasando de 384 kg a 387 kg, debido a la adición de materiales requeridos para cumplir con las nuevas especificaciones técnicas.

CONCLUSIÓN

El APU evaluado inicialmente tenía un valor ofertado de $53.310.162,60 (cincuenta y tres millones trescientos diez mil ciento sesenta y dos pesos con sesenta centavos m/cte). Tras la revisión técnica y los ajustes derivados del rediseño del sistema fotovoltaico, el valor final fue ajustado a $53.582.083,09 (cincuenta y tres millones quinientos ochenta y dos mil ochenta y tres pesos con nueve centavos m/cte), lo que representa un incremento de $271.920,49 (doscientos setenta y un mil novecientos veinte pesos con cuarenta y nueve centavos m/cte). Este valor corresponde al nuevo APU definido para la ejecución del sistema.

Este ajuste económico se encuentra plenamente justificado desde el punto de vista técnico y normativo, ya que responde a la necesidad de adecuar los materiales y componentes del sistema a las condiciones reales de operación, diseño y seguridad eléctrica exigidas por la normativa vigente, en particular el RETIE y la NTC 2050. Los cambios realizados permiten optimizar el desempeño del sistema, mejorar su confiabilidad y asegurar su correcta funcionalidad bajo las condiciones del entorno operativo.

Adicionalmente, los precios de los materiales nuevos fueron definidos con base en un estudio de mercado, cuyas referencias y trazabilidad se encuentran documentadas en el Anexo 5 – PRESUPUESTO BARRANCO MINAS_REPLANTEO_V2, libro MATERIAL I.

Para validar y profundizar en los aspectos técnicos de los rediseños implementados, se recomienda consultar:

- Anexo 1 – Memorias de Cálculo del Sistema de 10 kVA
- Anexo 2 – Plano Eléctrico del Sistema de 10 kVA
- Anexo 5 – PRESUPUESTO BARRANCO MINAS_REPLANTEO_V2, libro MATERIAL I,

donde se reflejan los ítems modificados, eliminados o incorporados conforme al análisis técnico- económico validado por el equipo de ingeniería y la interventoría.

ITEM 4.1.7

4.1.7 DISEÑO INICIAL:

Suministro e instalación de inversor de onda pura de 5000 VA 120V, FP 0.8, eficiencia del 94% y función de trabajo en paralelo. Incluye cable de salida en calibre 6 AWG.

4.1.7 DISEÑO FINAL:

Suministro e instalación de inversor de onda pura de 5000 VA 120V, FP 0.8, eficiencia del 94% y función de trabajo en paralelo. Incluye cable de salida en calibre 8 AWG.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
417	$ 9.324.609,97	$ 9.292.973,92	-$ 31.636,05	DISMINUYÓ

JUSTIFICACION:

Durante el proceso de revisión técnica y validación de los rediseños eléctricos del sistema fotovoltaico del Proyecto Inírida, se identificó una inconsistencia importante entre el diseño gráfico inicial (planos eléctricos) y el contenido del APU correspondiente a la salida del inversor de onda pura de 5000 VA – 120V.

En el diseño original, se representaba la presencia de un conductor de puesta a tierra en calibre 12 AWG, sin embargo, este conductor no fue incluido en el APU inicial como parte del suministro de materiales. Además, luego del análisis técnico basado en las Memorias de Cálculo del Sistema de 10 kVA (ver Anexo 1) y en los criterios normativos establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 2050, se determinó que el calibre 12 AWG no es adecuado para cumplir con los requisitos de protección y equipotencialidad exigidos para este tipo de sistemas.

Por lo anterior, se definió la inclusión de un conductor de Cable Cu THHN 8 AWG para la línea de tierra, ajustando así la instalación a una topología trifilar: fase, neutro y tierra, todos en calibre 8 AWG, con aislamiento y capacidad acorde a las condiciones térmicas, mecánicas y operativas del sistema. Este cambio también implicó un aumento en el metraje total, añadiéndose 2,1

metros lineales correspondientes exclusivamente al nuevo conductor de puesta a tierra.
La inclusión del conductor en calibre 8 AWG garantiza:

- Cumplimiento normativo con los artículos 250-122 y 250-95 de la NTC 2050
- Protección efectiva contra sobre corrientes y fallas a tierra
- Continuidad del sistema de equipotencialidad
- Seguridad para los usuarios y longevidad del sistema

Este ajuste, además de mejorar la confiabilidad y seguridad de la instalación, corrige un vacío técnico del APU original, en el cual no se consideraba este elemento esencial, pese a estar indicado en los planos iniciales. La actualización fue validada por el equipo técnico e interventoría, y sus impactos económicos y de peso se encuentran debidamente justificados en el Anexo 5 – PRESUPUESTO BARRANCO MINAS_REPLANTEO_V2, libro MATERIAL I.
El APU evaluado inicialmente tenía un valor ofertado de $9.324.609,97 (nueve millones trescientos veinticuatro mil seiscientos nueve pesos con noventa y siete centavos m/cte). Luego de los ajustes técnicos y la optimización de componentes en el sistema fotovoltaico, el valor final fue ajustado a $9.292.973,92 (nueve millones doscientos noventa y dos mil novecientos setenta y tres pesos con noventa y dos centavos m/cte), lo que representa una disminución de $31.636,05 (treinta y un mil seiscientos treinta y seis pesos con cinco centavos m/cte). Este valor corresponde al nuevo APU definido para la ejecución del sistema.

Esta reducción es el resultado del ajuste técnico efectuado en la salida del inversor de 5000 VA – 120V, donde se reemplazó el conductor THHN 6 AWG por THHN 8 AWG, garantizando el cumplimiento de los parámetros eléctricos, la normativa vigente (NTC 2050) y una operación segura del sistema. Adicionalmente, se incorporó el conductor de puesta a tierra en calibre 8 AWG, el cual, si bien estaba representado en el plano original (con calibre 12 AWG), no se encontraba contemplado en el APU inicial y no cumplía con la normativa.

Durante el desarrollo de la ingeniería de detalle y conforme al análisis eléctrico final del sistema, se reevaluó la sección de los conductores utilizados a la salida del inversor de onda pura de 5000 VA, el cual opera con una tensión de salida de 120 VCA y una corriente nominal de operación cercana a los 42 A. Inicialmente, se había considerado el uso de cable Cu THHN 6 AWG, sin embargo, en la versión definitiva del diseño se sustituyó por **cable Cu THHN 8 AWG**, decisión soportada en cálculos técnicos y normativos.

Dichos cálculos —incluidos en los **anexos técnicos del informe**— consideraron los siguientes factores:

- **Corriente de diseño** del inversor: I= P/V ; 41.7 A
- **Distancia del conductor** desde el inversor hasta el punto de conexión similar a 5 metros.
- **Capacidad de conducción de corriente** del conductor Cu THHN 8 AWG según la NTC 2050 (equivalente a NEC): 55 A en condiciones normales de instalación y temperatura ambiente inferior a 30 °C.
- **Caída de tensión estimada** para 5 metros con conductor 8 AWG y carga máxima: inferior al 2%, cumpliendo con el límite permitido por el RETIE (máximo 3% para ramales alimentadores).

Con base en estos resultados, se concluyó que el **calibre 6 AWG se encontraba sobredimensionado para las condiciones reales de carga, longitud e instalación**, por lo que se eliminó del análisis de precios unitarios, garantizando un diseño más eficiente, sin comprometer la seguridad ni el desempeño del sistema.

Esta modificación fue implementada únicamente a nivel de conductor, **sin alterar los demás componentes eléctricos ni el valor del inversor**, ni representar riesgo alguno de sobrecalentamiento o caída excesiva de tensión. Por el contrario, se optimizó el uso del material y el peso a transportar, reflejándose también en un ajuste leve del valor final del APU.

Este ajuste mejora la eficiencia del diseño y asegura la correcta operación y protección del sistema sin generar sobrecostos significativos. Los detalles técnicos y económicos del cambio se encuentran disponibles en el Anexo 1 – Memorias de Cálculo del Sistema de 10 kVA, Anexo 2 – Plano Eléctrico del Sistema de 10 kVA y Anexo 5 – PRESUPUESTO BARRANCO MINAS_REPLANTEO_V2, libro MATERIAL I.

ITEM 4.1.8

4.1.8 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de tablero de inversores en AC con cumplimiento retie, dimensiones 420x320x200 mm, incluye barrajes de 125 A, protecciones de 50 A y 100 A 120 Vac, y cableado de salida a autotransformador.

4.1.8 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de tablero de inversores en AC con cumplimiento retie, dimensiones 420x320x200 mm, incluye barrajes de 125 A, protecciones de 40 A y 100 A 120 Vac, y cableado de salida a autotransformador.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
418	$ 1.217.223,04	$ 1.181.916,60	-$ 35.306,44	DISMINUYÓ

JUSTIFICACION:

Como resultado de la revisión técnica integral del diseño final del sistema eléctrico, y con base en los análisis detallados contenidos en las Memorias de Cálculo del Sistema de 10 kVA (Anexo 1) y los Planos Eléctricos actualizados (Anexo 2), se identificó la necesidad de ajustar ciertos materiales contemplados inicialmente en el APU del tablero de inversores en corriente alterna (AC).

1. **Interruptor termomagnético 50 A 2P 500 VDC 6 kA**

Cambio realizado:

- De: Interruptor termomagnético 50 A 2P 500 VDC 6 kA – UN 2,0
- A: Interruptor termomagnético 40 A 1P 120/240 VAC 10 kA – UN 2,0

Motivo del cambio:

El material ofertado inicialmente no es coherente con el diseño original, que contemplaba un interruptor 1P 50 A, no 2P. Al realizar la validación técnica con base en las condiciones reales del inversor y los parámetros eléctricos de operación, se determinó que la protección adecuada es de 40 A monofásica en AC. Esto fue sustentado con memorias de cálculo eléctricas, las cuales evidencian que una protección de 40 A permite un funcionamiento seguro y eficiente, acorde a la corriente nominal de salida del inversor y el calibre del conductor. Además, se corrige el tipo de tensión de la protección: el modelo original era para DC (corriente continua), pero esta sección corresponde a AC (corriente alterna).

2. **Cable Cu THHN 1/0 AWG**

Cambio realizado:

- De: Cable Cu THHN 1/0 AWG – ML 3,2
- A: Cable Cu THHN 2 AWG – ML 3,2

Motivo del cambio:

El conductor 1/0 AWG fue inicialmente sobredimensionado respecto a las corrientes reales del sistema. Al realizar los cálculos eléctricos precisos conforme a los datos de operación del inversor (corriente nominal, caída de tensión permitida, longitud del

tramo y método de instalación), se determinó que el cable 2 AWG es suficiente para cumplir con los requisitos técnicos y normativos de conducción y seguridad, además de optimizar el uso de materiales y el peso del sistema.

Los valores de estos materiales pueden ser consultados en el presupuesto anexo libro materiales l del presente informe.

3. **Interruptor termomagnético 100 A 2P 500 VDC 6 kA**

Cambio realizado:

- De: Interruptor termomagnético 100 A 2P 500 VDC 6 kA – UN 1,0
- A: Interruptor termomagnético 100 A 1P 120/240 VAC 10 kA – UN 1,0

Motivo del cambio:

El equipo ofertado originalmente era de tipo DC, lo cual no corresponde al sistema en el cual será instalado, ya que este tramo opera en corriente alterna (AC). Por lo tanto, se reemplaza por un interruptor 1P para 120/240 VAC, con igual capacidad de corriente nominal y un poder de corte adecuado (10 kA), garantizando así una protección correcta y segura para el tipo de tensión del sistema.

Esta modificación se sustenta en la normativa técnica vigente, específicamente en lo

dispuesto por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE y la NTC 2050, las cuales exigen una correcta protección contra sobre corrientes, adecuada selección del calibre del conductor, y condiciones seguras de operación en instalaciones con equipos inversores.

Asimismo, se aclara que el ajuste también responde a la necesidad de garantizar compatibilidad entre protecciones, distancias reales de instalación, y cargas efectivas, conforme al diseño aprobado y validado por la interventoría.

El cambio del conductor **Cable Cu THHN 1/0 AWG** por el **Cable Cu THHN 2 AWG** en el ítem 4.1.8 obedece a una optimización del diseño eléctrico con base en los requerimientos reales de corriente del sistema. Inicialmente, el conductor 1/0 AWG fue considerado como una medida preventiva general, sin embargo, tras una revisión detallada del flujo de corriente y la configuración del tablero de inversores, se concluyó que este conductor se encontraba **sobredimensionado** para las protecciones y cargas instaladas.

El conductor 2 AWG, con una capacidad de conducción de corriente adecuada para los niveles de carga establecidos, **cumple con la norma NTC 2050** y garantiza el correcto funcionamiento del sistema, sin comprometer la seguridad ni la eficiencia operativa. Además, su elección permite una mayor racionalidad en el uso de materiales, ajustando el diseño a criterios técnicos y económicos más coherentes con la realidad del proyecto.

Este cambio está soportado en los cálculos de diseño eléctrico (capacidad de conducción, caída de tensión, longitud del ramal) que se incluyen en los **anexos técnicos**, y ha sido validado dentro del marco normativo vigente y las condiciones específicas del sistema a implementar.

Justificación técnica del cambio de peso por sustitución de materiales

Durante el proceso de optimización técnica y económica del proyecto, se realizó un ajuste en los materiales inicialmente contemplados en el análisis de precios unitarios (APU). En la propuesta original, se incluían dos (2) unidades de Interruptor termomagnético de 50A, 2 polos, 500 VDC, 6 kA, con un peso individual de 0,48 kg, y 3,2 metros lineales de cable Cu THHN 1/0 AWG, con un peso total de 2 kg.

Estos elementos fueron sustituidos por otros con características más acordes a la configuración definitiva del sistema: dos (2) unidades de Interruptor termomagnético de 40A, 1 polo, 120/240 VAC, 10 kA, con un peso individual de 0,96 kg, y 3,2 metros lineales de cable Cu

THHN 2 AWG, con un peso total de 1.5 kg teniendo en cuenta los pesos ofertados del material inicial.

Adicionalmente, se ajustó la estructura del componente de transporte incorporando en la casilla de peso la sumatoria individual de los materiales, mediante una formulación que no se contemplaba en la estructura inicial del presupuesto.

Los valores de peso de cada uno de los materiales involucrados están debidamente respaldados y justificados.

Para mayor detalle sobre los materiales ajustados, precios, pesos y su justificación, se recomienda consultar el Anexo 5 – PRESUPUESTO INÍRIDA_REPLANTEO_V2, libro MATERIAL I, donde se encuentra registrada la información económica actualizada.

CONCLUSIÓN:

El APU evaluado inicialmente tenía un valor ofertado de **$1.217.223,04** (un millón doscientos diecisiete mil doscientos veintitrés pesos con cuatro centavos m/cte). Luego de la revisión técnica y ajustes en los componentes del sistema, el valor final fue ajustado a **$1.181.916,60** (un millón ciento ochenta y un mil novecientos dieciséis pesos con sesenta centavos m/cte), lo que representa una **disminución de $35.306,44** (treinta y cinco mil trescientos seis pesos con cuarenta y cuatro centavos m/cte). Este valor corresponde al nuevo APU definido para la ejecución del sistema.

Esta reducción responde a la optimización técnica derivada del rediseño final del sistema, mediante el cual se ajustaron componentes originalmente sobredimensionados por materiales más adecuados en términos eléctricos y normativos, sin afectar la funcionalidad, seguridad ni eficiencia operativa del sistema. El cambio fue fundamentado en los resultados de las Memorias de Cálculo del Sistema de 10 kVA (Anexo 1) y el Plano Eléctrico actualizado (Anexo 2), conforme a los criterios establecidos en la NTC 2050 y el RETIE.

Para la validación económica y revisión del peso total ajustado, se recomienda consultar el Anexo 5 – PRESUPUESTO BARRANCO MINAS_REPLANTEO_V2, libro MATERIAL I, donde se encuentran registrados los materiales iniciales, los nuevos ítems incorporados y sus precios

según estudio de mercado.

ITEM 4.1.9

4.1.9 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de autotransformador tipo SPLIT de 100 A 120/240 V

ITEM 4.1.10

4.1.10 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de tablero de distribución en AC, para 6 circuitos. Incluye barrajes de 80 A para sistema monofásico trifilar, DPS tipo 2, protección de entrada de 50 A 120 VAC y protecciones de circuitos de 40 A y 16 A.

4.1.10 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de tablero de distribución en AC, para 6 circuitos. Incluye barrajes de 100 A para sistema monofásico trifilar, DPS tipo 1+ 2, protección de entrada de 50 A 120 VAC y protecciones de circuitos de 50 A y 16 A.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
4110	$ 1.531.877,56	$ 1.444.040,93	-$ 87.836,63	DISMINUYÓ

JUSTIFICACION:

1. **Cambio del interruptor termomagnético de 40 A 2P por interruptor de 32 A 2P:**

El diseño inicial contemplaba cinco (5) interruptores termomagnéticos de 40 A, 2 polos, cuya capacidad de protección resultó ser superior a la requerida para las cargas reales. Luego del análisis eléctrico y revisión del plano de distribución, se identificó que solo se requiere una protección puntual de 32 A, 2 polos, suficiente para el equipo a alimentar.

Esta optimización responde a los cálculos de corrientes máximas admisibles y protección de cargas individuales, los cuales están debidamente sustentados en los anexos técnicos del

rediseño eléctrico. Con esto se evita la sobredimensión y se ajusta la especificación a la necesidad real del sistema, mejorando la seguridad y eficiencia del tablero.

2. **Sustitución del DPS Tipo 2 (2P, 150 V) por DPS Tipo 1+2 (2P, 275 V):**

El cambio se fundamenta en los nuevos requerimientos normativos para zonas con mayor exposición a sobretensiones por descargas atmosféricas o redes expuestas.

El DPS Tipo 1+2 (275 V, 20–40 kA) ofrece una protección combinada ante sobretensiones de origen externo (tipo 1) e interno (tipo 2), con mejor capacidad de descarga y nivel de tensión más compatible con el sistema de distribución en 120/240 V. Este ajuste mejora la confiabilidad y el cumplimiento del RETIE y NTC 4552-1 en ambientes críticos. Aunque el valor unitario es el mismo, la mejora técnica es sustancial.

3. **Eliminación del cable Cu THHN 4 AWG:**

Durante la revisión del diseño del tablero y la reorganización del sistema de protecciones, se determinó que el conductor en calibre 4 AWG ya no es necesario para la conexión de los elementos actuales, dado que no hay cargas ni trayectos que requieran ese calibre según los nuevos cálculos de caída de tensión y capacidad de corriente.

Este cambio optimiza el uso de materiales, reduce peso de instalación y simplifica la disposición interna del tablero sin afectar su funcionalidad ni seguridad eléctrica.

4. **Inclusión del cable Cu THHN 10 AWG (12 metros):**

Se incorporó este conductor en el nuevo diseño para alimentar circuitos secundarios y auxiliares, en cumplimiento con la normatividad de dimensionamiento de conductores según el tipo de carga. El calibre 10 AWG es suficiente para distancias cortas y cargas menores (como tomacorrientes de servicios generales), y fue definido conforme a las tablas de capacidad de corriente del RETIE y la NTC 2050.

5. **Inclusión del interruptor termomagnético 30 A 1P:**

Este interruptor se incorporó como protección exclusiva de un circuito auxiliar adicional incluido en la reorganización del tablero, específicamente para una salida de alimentación de menor capacidad. Su valor de 30 A se ajusta a los cálculos de carga previstos para dicho ramal y su instalación es obligatoria para cumplir con la protección individual por circuito, según RETIE.

Como resultado del rediseño del sistema eléctrico y con base en los documentos técnicos de soporte (Anexo 1: Memorias de Cálculo del Sistema de 10 kVA, Anexo 2: Plano Eléctrico del Sistema de 10 kVA), se estableció la necesidad de realizar modificaciones en los elementos inicialmente contemplados para la instalación del tablero de distribución en corriente alterna (AC), diseñado para seis (6) circuitos.

Inicialmente, el diseño incluía cinco (5) interruptores termomagnéticos de 40 A 2P 120/240 VAC 10 kA. Sin embargo, tras el análisis técnico, se determinó que no cumplían con los requerimientos eléctricos del sistema rediseñado. Por tanto, se efectuaron los siguientes ajustes:

Dos (2) interruptores termomagnéticos de 50 A 2P 120/240 VAC 10 kA, destinados como protecciones generales de entrada.

Un (1) interruptor termomagnético de 32 A 2P 120/240 VAC 10 kA, el cual cumple la función de protección para el dispositivo de protección contra sobretensiones (DPS).

Un (1) interruptor termomagnético de 30 A 1P 120/240 VAC 10 kA, destinado a la protección del sistema auxiliar.

En cuanto al DPS, aunque ya estaba contemplado en el diseño original, se realizó una actualización de su capacidad, dejando como definitivo un (1) dispositivo de protección contra sobretensiones con señalización tipo 1+2P 275 VAC 20-40 kA, cumpliendo con las especificaciones establecidas por la NTC 2050 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

Justificación técnica por cambio de barraje de cobre tropicalizado

En la propuesta inicial del sistema, se contemplaba la utilización de tres (3) unidades de barraje de cobre tropicalizado de 80 A para 16 conexiones, como elemento de interconexión y distribución eléctrica dentro del sistema de generación fotovoltaica. Sin embargo, tras la actualización del diseño del sistema —basado en nuevas configuraciones, cálculos de carga, corrientes máximas esperadas y requerimientos normativos— se determinó la necesidad de sustituir dichos barrajes por unidades de mayor capacidad, específicamente:

- Barraje de cobre tropicalizado de 100 A para 16 conexiones – 3 unidades.

Este cambio responde a la necesidad de garantizar una mayor capacidad de conducción de corriente, adecuada a la nueva configuración del sistema, asegurando así la seguridad eléctrica, la durabilidad del equipo y el cumplimiento con las normas técnicas aplicables. La capacidad de 100 amperios permite manejar de forma segura la corriente máxima del sistema

rediseñado, evitando sobrecalentamientos y pérdidas eléctricas.
Cabe aclarar que este material ya se encuentra ofertado inicialmente en el Libro de Materiales, por lo cual no representa una inclusión extemporánea sino una reconfiguración dentro del marco técnico del proyecto. La selección fue realizada con base en estudios técnicos y validación del equipo de ingeniería, garantizando que la modificación obedece estrictamente a criterios funcionales y de seguridad.
Adicionalmente, se incorporaron conductores necesarios para la funcionalidad y seguridad del sistema:
Cable Cu THHN 8 AWG, destinado a la puesta a tierra del sistema, requerido por la normativa RETIE para garantizar la protección de personas y equipos eléctricos.
Cable Cu THHN 10 AWG, utilizado en el sistema auxiliar, en conjunto con la protección de 30 A previamente mencionada.
Estos cambios también generaron un incremento en el peso total de los materiales, pasando de 24 kg en la estructuración inicial a 26 kg en la versión ajustada, reflejando una adecuación más precisa a las exigencias normativas y técnicas del sistema.

CONCLUSIÓN:

El APU evaluado inicialmente tenía un valor ofertado de $1.531.877,56 (un millón quinientos treinta y un mil ochocientos setenta y siete pesos con cincuenta y seis centavos m/cte). Tras los ajustes realizados en campo y la revisión técnica de los elementos del sistema, el valor final fue ajustado a $1.444.040,93 (un millón cuatrocientos cuarenta y cuatro mil cuarenta pesos con noventa y tres centavos m/cte), lo que representa una disminución de $87.836,63 (ochenta y siete mil ochocientos treinta y seis pesos con sesenta y tres centavos m/cte). Este valor corresponde al nuevo APU definido para la ejecución del sistema.

Este ajuste se fundamenta en los rediseños eléctricos aprobados, donde fue necesario modificar las protecciones y conductores inicialmente considerados, con el objetivo de garantizar la correcta operación del sistema bajo condiciones reales de carga y en cumplimiento con los estándares exigidos por el RETIE y la NTC 2050. Las modificaciones fueron realizadas con base en los resultados técnicos presentados en las Memorias de Cálculo (Anexo 1) y los Planos Eléctricos del Sistema de 10 kVA (Anexo 2).

Desde el punto de vista económico, esta optimización técnica permitió ajustar el costo del APU

sin comprometer la calidad ni la seguridad del sistema. Para consultar los detalles de los materiales incluidos y su justificación económica y de peso, se recomienda revisar el Anexo 5 – PRESUPUESTO BARRANCO MINAS_REPLANTEO_V2, libro MATERIAL I.

ITEM 4.1.12

4.1.12 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de sistemas auxiliares y de emergencia.

ITEM 4.1.13

4.1.13 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de sistema puesta a tierra con cuatro varillas de cobre 5/8" x 2,4m bajante en cable de cobre desnudo calibre 2 AWG con soldadura exotérmica. Incluye barraje de puesta a tierra principal, suelo mejorado, cableado de equipotenciación de equipos y estructuras, bajante y electrodos.

4.1.13 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de sistema puesta a tierra con cuatro varillas de cobre 5/8" x 2,4m bajante en cable de cobre desnudo calibre 2 AWG con soldadura exotérmica. Incluye barraje de puesta a tierra principal, suelo mejorado, cableado de equipotenciación de equipos y estructuras, bajante y electrodos.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
4113	$ 5.538.589,55	$ 5.652.667,98	$ 114.078,42	AUMENTÓ

JUSTIFICACION:

Para este APU se incrementó la cantidad de cable de cobre desnudo 2 AWG de 35 a 40 metros, en concordancia con lo establecido en el diseño del proyecto Inírida 2. Asimismo, se ajustaron los pesos en el listado de material para quedar formulado en cada APU. Estas modificaciones,

sumadas a ligeros ajustes en pesos individuales de materiales, explican el aumento en el costo directo.

Justificación técnica – Componente de transporte (Ítem 4.1.13)

En el presupuesto inicial del ítem 4.1.13, el cálculo del transporte no contaba con una formulación estructurada para la sumatoria de los pesos de los materiales. Cada ítem incluía un valor de peso de forma independiente, sin integrarse en una fórmula consolidada dentro del APU. Esta situación generaba diferencias en los totales, ya que **cada material presentaba valores distintos de peso según el APU en el que aparecía**, lo cual se evidenció durante la revisión técnica del presupuesto.

Para corregir esta situación, en el nuevo presupuesto se implementó una **formulación general y automatizada**, que permite sumar de forma coherente los pesos unitarios de todos los materiales que componen el APU. A su vez, se **homologaron los valores de peso por material**, es decir, se definió un único valor estándar para cada uno, aplicable en todos los APU donde ese material aparece. Este ajuste genera **una variación en el peso total del ítem**, que pasó de **557 kg en el APU inicial a 562 kg en el APU final**, con su respectiva actualización en el cálculo del transporte.

Adicionalmente, se realizó una **corrección en la descripción del transporte**, ya que en el APU inicial se indicaba erróneamente el tramo **"Barrancominas – Comunidades" como transporte terrestre**, cuando en realidad se trata de **transporte fluvial**, dada la naturaleza geográfica y las vías de acceso reales del territorio. Esta descripción fue actualizada en el APU final para reflejar correctamente la logística del proyecto.

Es importante aclarar que, aunque se ajustaron tanto los pesos como la descripción del transporte, **el valor ofertado del ítem no fue alterado**, manteniéndose dentro de los rangos previstos, pero con mayor precisión técnica y coherencia con las condiciones reales de ejecución.

4.2 Estructura de soporte y obras civiles para 32 paneles solares

Corrección en la formulación del ítem 3.2, 4.2 – 5.2 – Estructura de soporte y obras civiles para 16, 32 y 48 paneles solares

CONTRATO DG-106 DE 2024

INFORME DE MODIFICACIONES TÉCNICAS PROYECTO BARRANCO MINAS (216 USUARIOS)

Durante la revisión técnica del presupuesto inicial se identificó que, para los tres sistemas proyectados (de 8, 16 y 24 usuarios), el ítem correspondiente a "Estructura de soporte y obras civiles para paneles solares" presentaba una formulación incompleta en su estructuración. Específicamente, no se estaban sumando los valores parciales correspondientes a los componentes de materiales, equipo y herramienta, transporte y mano de obra en los siguientes subítems:

- Localización y replanteo civil
- Desmonte y limpieza del terreno (incluye retiro de material sobrante)

Este error afectó el valor consolidado del presupuesto inicial, el cual fue reportado como $7.699.209.723,00, cuando el valor correcto, incluyendo los rubros omitidos, debió ser $7.732.623.694,00. La diferencia asciende a $33.413.971,00, y corresponde exclusivamente a los valores no contabilizados inicialmente en los ítems mencionados.

Esta corrección fue aplicada en el presupuesto final, ajustando de manera adecuada la sumatoria de todos los componentes. Los soportes detallados y las celdas corregidas se muestran de color amarillo y se anexan a continuación al presente informe para consulta y validación.

				VALOR UNITARIO				
				MATERIALES	EQ. & HERRAM.	TRANSPORTE	MANO DE OBRA	VR. UNITARIO
1	**Localización y replanteo**	UN	228	$ 0,0	$ 48.000,0	$ 100.000,0	$ 40.000,0	$ 188.000,0
2	**Sistema Individual Solar Fotovoltaíco**							
2,1	Sistema de generación de 1100 Wp	UN	59	$ 15.306.666,5	$ 83.599,1	$ 886.655,0	$ 561.533,0	$ 16.838.453,6
2,2	Estructura de soporte para 2 paneles solares	UN	59	$ 998.177,6	$ 42.291,0	$ 293.850,0	$ 128.418,0	$ 1.462.736,6
2,3	Sistema de control, medición y monitoreo	UN	59	$ 1.027.821,0	$ 3.785,6	$ 90.475,0	$ 37.856,0	$ 1.159.937,6
3	**SSFV Microred 8U**							
3,1	Sistema de generación de 8800 Wp	UN	1	$ 74.563.138,6	$ 207.043,5	$ 6.872.481,0	$ 1.402.007,0	$ 83.044.670,0
3,2	Estructura de soporte y obras civiles para 16 paneles solares	UN	1	$ 28.917.483,5	$ 2.583.829,0	$ 15.680.932,7	$ 2.815.264,2	$ 49.997.509,3
3,3	Sistema de control, medición y monitoreo	UN	1	$ 1.386.075,9	$ 7.455,5	$ 54.285,0	$ 149.109,0	$ 1.596.925,4
3,4	Acometida, SPT y monitoreo domiciliario	UN	7	$ 1.629.980,6	$ 37.477,8	$ 137.522,0	$ 234.709,0	$ 2.039.689,4
3,5	Red de distribución	UN	1	$ 43.627.484,9	$ 5.603.927,2	$ 4.806.732,0	$ 12.121.955,3	$ 66.160.099,3
4	**SSFV Microred 16U**							
4,1	Sistema de generación de 17600 Wp	UN	7	$ 138.365.586,7	$ 284.735,9	$ 11.153.758,0	$ 2.013.576,0	$ 151.817.656,5
4,2	Estructura de soporte y obras civiles para 32 paneles solares	UN	7	$ 42.890.898,7	$ 4.847.192,3	$ 22.078.329,5	$ 5.072.970,9	$ 74.889.391,5
4,3	Sistema de control, medición y monitoreo	UN	7	$ 1.386.075,9	$ 7.455,5	$ 54.285,0	$ 149.109,0	$ 1.596.925,4
4,4	Acometida, SPT y monitoreo domiciliario	UN	87	$ 1.629.980,6	$ 37.477,8	$ 137.522,0	$ 234.709,0	$ 2.039.689,4
4,5	Red de distribución	UN	7	$ 62.747.416,0	$ 7.673.623,1	$ 7.204.269,3	$ 16.562.749,4	$ 94.188.057,9
5	**SSFV Microred 24U**							
5,1	Sistema de generación de 26400 Wp	UN	4	$ 214.270.928,0	$ 307.769,5	$ 16.093.693,0	$ 2.165.357,0	$ 232.837.747,5
5,2	Estructura de soporte y obras civiles para 48 paneles solares	UN	4	$ 53.375.080,1	$ 7.048.127,1	$ 27.121.515,7	$ 7.253.883,8	$ 94.798.606,8
5,3	Sistema de control, medición y monitoreo	UN	4	$ 1.386.075,9	$ 7.455,5	$ 54.285,0	$ 149.109,0	$ 1.596.925,4
5,4	Acometida, SPT y monitoreo domiciliario	UN	75	$ 1.629.980,6	$ 37.477,8	$ 137.522,0	$ 234.709,0	$ 2.039.689,4
5,5	Red de distribución	UN	4	$ 80.326.673,4	$ 9.734.954,1	$ 9.552.465,1	$ 20.982.245,3	$ 120.596.337,9

27 DE JUNIO DEL 2025

ITEM 4.2.3

4.2.3 DISEÑO INICIAL:

Excavación manual (incluye retiro)

4.2.3 DISEÑO FINAL:

Excavación manual (incluye retiro)

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
423	$ 40.503,75	$ 28.503,75	-$ 12.000,00	DISMINUYÓ

JUSTIFICACION:

En este APU se eliminó el costo asociado al uso de volqueta, ya que para este proyecto no se contempla su utilización debido a las condiciones de difícil acceso en el terreno, por tal motivo se disminuye el costo del APU final.

ITEM 4.2.6

4.2.6 DISEÑO INICIAL:

Concreto simple resistencia 2000 psi – Mezcla in situ para solado de cimentación

4.2.6 DISEÑO FINAL:

Concreto simple resistencia 2000 psi - Mezcla in situ para solado de cimentación

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
426	$ 617.179,29	$ 1.383.499,29	$ 766.320,00	AUMENTÓ

JUSTIFICACION:

Durante la etapa de validación técnica y replanteo en campo, se revisaron las condiciones logísticas para el suministro de materiales requeridos en la ejecución del APU

correspondiente a la conformación de concreto simple de resistencia 2000 psi mediante mezcla in situ, destinado al solado de cimentación.
Inicialmente, el transporte de los materiales estaba proyectado de la siguiente manera: Carga terrestre Barranco minas – Comunidades: Cemento hidráulico tipo UG y agua, con un peso total
de 390 kg.

Carga terrestre Cantera Pétrea – Comunidades: Agregados finos y gruesos (arena y grava), con un peso de 2.480 kg.

Sin embargo, tras el levantamiento técnico en las comunidades intervenidas, se evidenció la inexistencia de vías de acceso terrestre que permitan el ingreso de maquinaria o transporte por carretera. Asimismo, se confirmó que no existen fuentes locales de materiales pétreos como canteras o depósitos habilitados, lo que imposibilita la obtención de agregados en la zona.

Dadas estas condiciones, fue necesario reformular completamente la estrategia de transporte, centralizando el acopio de todos los insumos en Barranco minas y gestionando su traslado mediante vía fluvial hacia las comunidades. En consecuencia, el nuevo peso total consolidado bajo esta modalidad asciende a 2.870 kg, lo que representa la suma completa de todos los componentes necesarios para la elaboración del concreto, ahora movilizados desde un único punto de origen.

Este ajuste garantiza la viabilidad operativa de la actividad constructiva en las zonas de intervención, considerando la geografía, accesibilidad y ausencia de recursos locales, lo que permite una ejecución realista y técnicamente sustentada.

Ver ANEXO 12. CERTIFICADO DE NO CANTERAS PETREA, el cual certifica las condicional actuales.

CONCLUSIÓN:

El costo directo total inicialmente contemplado para este APU era de seiscientos diecisiete mil ciento setenta y nueve pesos m/cte ($617.179,29). Luego de los ajustes técnicos realizados en el proyecto Barranco Minas, incluyendo la actualización del volumen de transporte, el rediseño del sistema y la incorporación de nuevas condiciones logísticas, el valor final asciende a un millón trescientos ochenta y tres mil cuatrocientos noventa y nueve pesos

m/cte ($1.383.499,29), lo que representa un incremento de $766.320,00 (setecientos sesenta y seis mil trescientos veinte pesos m/cte).

ITEM 4.2.7

4.2.7 DISEÑO INICIAL:

Concreto simple resistencia 3000 psi – Mezcla in situ para cimentación de envolvente, incluye formaleta de madera

4.2.7 DISEÑO FINAL:

Concreto simple resistencia 3000 psi – Mezcla in situ para cimentación de envolvente, incluye formaleta de madera

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
427	$ 760.910,30	$ 1.505.831,30	$ 744.921,00	AUMENTÓ

JUSTIFICACION:

Durante la revisión técnica y el replanteo efectuado en campo, se evidenció la necesidad de ajustar la estrategia logística inicialmente propuesta para el suministro de materiales. Originalmente, el APU contemplaba dos rutas de transporte diferenciadas:
Carga terrestre Barranco minas – Comunidades, para el traslado de agua y cemento hidráulico NTC 121 tipo UG, con un peso estimado de 500 kg y un costo por kilogramo de doscientos noventa y cuatro pesos m/cte ($369/kg).
Carga terrestre Cantera Pétrea – Comunidades, para el transporte de agregado fino (arena natural o triturada) y agregado grueso (grava o piedra triturada), con un peso de 2.400 kg y un costo por kilogramo de sesenta pesos m/cte ($60/kg).
Adicional Formaleta de madera para concreto con peso de 9kg no se estaba teniendo contemplado inicialmente en la suma de pesos, por ende, se ajusta la formulación y se suma todo el material requerido.

No obstante, tras el análisis de campo y el replanteo físico en las comunidades indígenas, se confirmó que no existen canteras pétreas locales, ni condiciones logísticas para el uso de transporte terrestre con maquinaria pesada. Esto obliga a modificar el esquema logístico, centralizando la provisión de materiales en Barranco minas y utilizando únicamente transporte fluvial.

De esta manera, se ajusta el sistema de transporte a un nuevo valor consolidado:

Carga fluvial Barranco minas – Comunidades, con un peso total actualizado de 2.909 kg, incluyendo todos los materiales del APU, y adaptado a las condiciones reales de acceso y suministro.

Ver ANEXO 12. CERTIFICADO DE NO CANTERAS PETREA, el cual certifica las condicional actuales.

ITEM 4.2.9

4.2.9 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de envolvente para equipos (B=3.26 m, L=4.26 m, H=2.3-2.5 m), en estructura interlocking de WPC, puerta de acceso metálica con pintura electrostática, teja termo acústica en PVC acanalada blanca por ambas caras 2.5 mm de espesor con caballetes.

4.2.9 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de caseta para equipos 3x3.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
429	$ 1.374.793,00	$ 4.299.811,89	$ 2.925.018,89	AUMENTÓ

JUSTIFICACION:

Como resultado del proceso de validación técnica realizado en campo y del replanteo físico de las condiciones reales de instalación en las comunidades, se evidenció que el diseño inicial del envolvente para equipos eléctricos presentaba limitaciones constructivas y funcionales que afectaban su adaptabilidad y resistencia en el entorno previsto. Las condiciones climáticas adversas, como las altas temperaturas, la humedad constante, la exposición solar directa y la imposibilidad de acceso por transporte convencional, demandan una solución estructural más

robusta y duradera.

Inicialmente, el APU contemplaba la construcción de una estructura de envolvente en interlocking de WPC, con dimensiones B=3.0 m, L=4.0 m, H=2.3-2.85 m, techo en teja termoacústica en PVC acanalada blanca por ambas caras (espesor de 2,5 mm), y puerta metálica con pintura electrostática. Sin embargo, tras el análisis técnico conjunto con el ente encargado del proyecto (IPSE), se llevaron a cabo mesas de trabajo y coordinaciones técnicas que dieron como resultado el suministro de un nuevo diseño de envolvente por parte de esta entidad.

Este nuevo diseño, documentado en los anexos de este informe, contempla mejoras sustanciales en términos de resistencia estructural, funcionalidad de instalación, protección de equipos y cumplimiento con normativas de seguridad y mantenimiento. Como consecuencia, la oferta inicial dejó de ser aplicable y fue necesario formular una nueva propuesta técnica y económica, basada en especificaciones actualizadas y materiales acordes con las condiciones reales del proyecto.

El nuevo APU incorpora elementos estructurales, especificaciones técnicas y acabados que garantizan mayor durabilidad, facilidad de montaje en sitios de difícil acceso y protección efectiva frente a la exposición ambiental, aspectos validados con soporte en los anexos de este informe: Estudio de mercado del nuevo envolvente, donde se presentan las opciones evaluadas y seleccionadas conforme a criterios de costo-beneficio, resistencia técnica y disponibilidad en el mercado.

El incremento en el peso de la estructura para soporte de los paneles se debe al rediseño de las casetas, que ahora deben elevarse 60 cm adicionales. Este ajuste implica un aumento en la longitud de las columnas de soporte, lo que representa un peso adicional estimado de 120 kg por cada estructura que soporta 16 o 48 paneles según la tipología. Este cambio estructural fue incorporado en el cálculo del APU 4.2.10 – 5.2.10 del presupuesto general por sistema y justifica el aumento en la cantidad de acero considerado en el ítem.

Justificación técnica del cambio en los ítems de "Equipo y Herramienta" y "Mano de Obra" – Ítem 4.2.9, 5.2.9

1. **Cambio en el ítem: Equipo y Herramienta**

En el APU inicial, se estimaba un valor genérico para "Herramienta menor" con un costo simbólico de **$64**, sin asociar ningún rendimiento a este recurso al tipo de labores constructivas específicas que demanda la instalación de la envolvente. Dado que el nuevo diseño de la caseta fue desagregado por elementos y materiales se identificó la necesidad de herramientas especializadas para **armado de estructuras metálicas, perforación, sujeción y fijación de anclajes**, propias del sistema constructivo en acero galvanizado.

Por lo anterior, se incluyó un nuevo ítem denominado **"Herramientas armado"**, con una tarifa diaria más representativa (**$148.000**) y un rendimiento de 2 unidades, lo cual refleja de manera más precisa el requerimiento de herramientas técnicas y profesionales en obra para este tipo de montaje modular. Esta herramienta no solo contempla el uso de taladros, sierras, equipos de sujeción, sino también insumos consumibles, calibradores y herramientas para ajustes de precisión.

2. Cambio en el ítem: Mano de Obra

En la versión inicial, el análisis de rendimiento en mano de obra fue subestimado, asignando rendimientos de **250 m²/jornal**, lo cual no se ajusta al tipo de actividad que involucra **armado estructural, anclajes, corte de perfiles, instalación de paneles WPC, acabados y detalles de ventilación y sellado**, entre otros.

En la versión actualizada del APU, el rendimiento fue recalculado con base en experiencias previas de construcción modular y estándares de instalación para estructuras prefabricadas, estableciendo un rendimiento realista de **0,5 m²/jornal por trabajador**, lo cual se justifica debido a:

- El alto nivel de precisión que requiere el ensamblaje de las estructuras metálicas.
- Las labores complementarias de instalación de puertas, sellos, paneles de cubierta y remates.
- La manipulación y anclaje de elementos pesados y preformados (ver detalle de pesos en ítems de transporte).
- Las condiciones geográficas y de accesibilidad del lugar de intervención, que afectan el ritmo operativo.

En total, se incluyeron:

- **1 oficial de obra** con experiencia en estructuras metálicas.
- **2 ayudantes de obra** para soporte en manipulación, posicionamiento, fijación y acabados.

Este ajuste permite reflejar fielmente los tiempos reales de ejecución y evitar sobreestimaciones de productividad que comprometan la calidad de la instalación.

Conclusión:

La modificación de los ítems de **equipo y mano de obra** responde a una **redefinición técnica y detallada del diseño constructivo de la caseta**, con base en un sistema de piezas metálicas, platinas, perfiles, paneles tipo sándwich, acabados en PVC-WPC y elementos de fijación. El nuevo APU, sustentado en cantidades reales y rendimientos técnicos, garantiza una valoración coherente con el alcance constructivo del proyecto y mejora la trazabilidad del presupuesto.

1. Adaptación a Condiciones de Inundabilidad y Terreno Blando

El rediseño incorpora una estructura elevada con perfiles metálicos y placa de piso en lámina alfajor, lo cual garantiza que los equipos queden por encima del nivel del terreno natural. Esta adaptación es fundamental en una región como Barrancominas, donde la presencia de suelos blandos y eventos periódicos de inundación exige soluciones elevadas para evitar daños por humedad, encharcamientos o ingreso de fauna. El sistema inicial en WPC no ofrecía esta protección ni capacidad estructural para resistir tales condiciones.

2. Mejora en la Estabilidad y Vida Útil de la Estructura

El nuevo diseño reemplaza el sistema liviano de WPC y cubierta en PVC por un sistema mixto metálico con envolventes en WPC reforzado, panel termoacústico Kingroof y piso metálico de alta resistencia. Esta combinación de materiales ofrece mayor estabilidad estructural, mayor resistencia a esfuerzos dinámicos y una vida útil considerablemente superior, reduciendo la frecuencia de mantenimientos correctivos, especialmente en zonas con alta humedad relativa.

3. Aumento de Volumen y Peso, pero con Mejora Logística en Armado

Aunque el peso total transportado aumentó de 94 kg a 141 kg (incremento del 50%), el sistema fue diseñado de forma modular para facilitar su transporte y ensamblaje en sitio. El incremento en materiales metálicos y elementos estructurales se compensa con un armado más seguro y rápido, gracias al uso de pernos A325 y sistemas prefabricados que mejoran el rendimiento de la instalación.

4. Mejor Integración de Dispositivos y Acabados Funcionales

El nuevo sistema incluye puerta de aluminio con pintura horneada, rejillas de ventilación, mosquitero y sellado con espumas y siliconas especiales, lo que permite una mejor instalación y protección de los equipos. Esto representa una mejora frente al sistema anterior, más básico, que no ofrecía detalles constructivos pensados para ambientes húmedos y con alta presencia de insectos.

5. Análisis Económico y Valor Agregado

El valor del nuevo APU ($4.299.812) representa un incremento del 213% respecto al inicial ($1.374.793). Sin embargo, este aumento se justifica ampliamente por la mejora en resistencia estructural, durabilidad frente a condiciones climáticas extremas y reducción del riesgo de deterioro prematuro. La inversión protege los equipos, reduce intervenciones futuras y asegura continuidad operativa en zonas críticas del sistema eléctrico o de telecomunicaciones.

4.3 Sistema de control, medición y monitoreo

ITEM 4.3.1

4.3.1 DISEÑO INICIAL:

Suministro e Instalación de sistema centralizado de control y monitoreo de sistema de generación de energía solar fotovoltaico y baterías de almacenamiento, dentro de caja de protección IP65. – Incluye: sistema con pantalla tactil de monitoreo central del sistema, modem 4G para monitoreo remoto del sistema con antena exterior y cable coaxial.

4.3.1 DISEÑO FINAL:

Suministro e Instalación de sistema centralizado de control y monitoreo de sistema de generación de energía solar fotovoltaico y baterías de almacenamiento, dentro de caja de proteccion IP65. – Incluye: sistema con pantalla tactil de monitoreo central del sistema, modem 4G para monitoreo remoto del sistema con antena exterior y cable coaxial.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
431	$ 1.596.925,38	$ 4.821.586,18	$ 3.224.660,80	AUMENTÓ

JUSTIFICACION:

El APU inicialmente estructurado para este ítem no contemplaba materiales compatibles con los elementos tecnológicos del sistema real de generación y almacenamiento. La configuración anterior incluía equipos orientados a soluciones comerciales tipo AMI, recaudo, datáfonos y plataformas de facturación, los cuales no cumplen con la función técnica requerida para el monitoreo centralizado de un sistema fotovoltaico autónomo en zonas no interconectadas.
En consecuencia, se realizó una reestructuración completa del APU, adoptando el modelo definido en el proyecto Inírida II, el cual cuenta con especificaciones validadas y funcionales para garantizar la supervisión remota del sistema, incluyendo el uso de una pantalla táctil de monitoreo central, módem celular 4G con GPS, antena exterior, cableado estructurado (UTP, coaxial) y accesorios de protección adecuados para ambientes exteriores.
Esta nueva estructuración asegura el cumplimiento de los objetivos técnicos del sistema de monitoreo, permitiendo la integración con inversores, controladores y bancos de baterías mediante plataformas abiertas, conectividad local y remota, y protocolos de comunicación actualizados. Los precios unitarios utilizados en este APU se encuentran referenciados en el Libro de Materiales I del presupuesto anexo, disponible en el Anexo 5, lo cual respalda la trazabilidad técnica y económica de la modificación.

Justificación técnica – Componente de transporte (Ítem 3.3.1, 4.3.1, 5.3.1)

En el presupuesto inicial, el cálculo del transporte se basaba en una estimación fija de 15 kilogramos para todo el conjunto de materiales del sistema centralizado de monitoreo. Sin embargo, este valor no respondía ni a una formulación automática ni a una sumatoria estructurada del peso real de los materiales incorporados en el APU. Además, algunos materiales compartidos entre distintos APU tenían asignados pesos diferentes, generando inconsistencias presupuestales y de carga.

En el nuevo presupuesto, se aplicó una **revisión completa del componente logístico**, implementando una **formulación automatizada** que permite sumar directamente el peso de cada uno de los materiales que conforman el APU. Esta mejora metodológica garantiza que el valor total refleje con mayor precisión la carga que debe ser transportada.

Además, es importante aclarar que **hubo cambios en la composición de los materiales entre el presupuesto inicial y el final**. En el nuevo diseño del sistema, se eliminaron algunos componentes del sistema anterior (como el servidor, UPS, plataforma HES AMI y Starlink) y se

incorporaron otros equipos más robustos y completos, como el **equipo de monitoreo integrado**, cables de red, conectores y accesorios de montaje. Estos cambios en la estructura de materiales afectaron directamente el peso total a transportar.

Como resultado, el peso global del APU **se redujo de 15 kg a 8 kg**, reflejando no solo el ajuste por fórmula, sino también por la naturaleza y número de materiales realmente incluidos en el nuevo diseño.

Por último, se **corrigió la descripción del segundo tramo de transporte**, que en el APU inicial aparecía erróneamente como "carga terrestre Barranco minas – Comunidades". Esta descripción fue actualizada a **"carga fluvial Barranco minas – comunidades"**, dado que el acceso a las veredas se realiza exclusivamente por vía fluvial. Esta corrección técnica se realizó sin modificar el valor ofertado, respetando los costos proyectados inicialmente y mejorando la coherencia entre el análisis presupuestal y las condiciones logísticas reales del proyecto.

Justificación Detallada de Materiales – Ítem 3.3.1, 4.3.1, 5.3.1

En el APU correspondiente al suministro e instalación del sistema centralizado de control y monitoreo para la generación fotovoltaica y almacenamiento, se realizó un ajuste integral en materiales derivado del rediseño aprobado en el replanteo. El nuevo diseño optimiza la compatibilidad y confiabilidad del monitoreo, incorporando componentes específicos para la integración directa con los equipos instalados.

Sustitución del Sistema de Monitoreo

El esquema inicial compuesto por medidor AMI, plataforma HES, concentrador, gabinete, servicio y equipo de internet satelital Starlink fue reemplazado por un equipo de monitorización único compatible con inversores, controladores y baterías, con conectividad WiFi, Ethernet y Bluetooth, firmware gratuito y plataforma abierta.

- Valor inicial de conjunto AMI + Starlink: $1.386.076
- Valor nuevo equipo centralizado: $2.833.841

El nuevo equipo elimina la necesidad de varios dispositivos intermedios y garantiza integración total del sistema, aunque representa un mayor costo unitario debido a su tecnología específica y capacidades ampliadas.

Incorporación de Módem Celular con GPS

Se adiciona **módem celular 3G/LTE 4G con GPS integrado**, que permite comunicación remota robusta sin depender de internet satelital. Este componente asegura transmisión de datos en tiempo real y ubicación precisa de la instalación.

- Valor: $1.475.796

Cableado y Accesorios de Conexión

Para la correcta instalación se incluyó cableado estructurado y elementos de conexión:

- **Cable UTP Cat5e (5 ml) y UTP Cat6 (5 ml)**: $23.335
- **Conectores RJ45 y patchcore hembra**: $28.234
  Estos materiales permiten la interconexión confiable entre equipo de monitoreo, módem y red local.

Elementos de Protección y Montaje

Se adicionaron componentes para protección física e instalación:

- Coraza flexible Liquid Tight (5 ml) + conector recto: $54.042
- Caja de protección IP65 adaptada para pantalla: $79.772
- Cable coaxial y antena exterior: $142.244

Estos elementos garantizan la durabilidad del sistema y su funcionamiento seguro en condiciones ambientales adversas.

CONCLUSIÓN:

El incremento en el valor del APU se debe a la sustitución de componentes que no cumplían con los requerimientos técnicos del sistema, por materiales especializados que garantizan una correcta operación del sistema de monitoreo. Esta actualización incluye equipos con mayores prestaciones, como el módem 4G con GPS, cableado estructurado y caja de protección IP65 adecuada, lo que representa un aumento en el costo de materiales. Sin embargo, los precios utilizados están sustentados en el Libro de Materiales I del presupuesto anexo (Anexo 5), garantizando su trazabilidad y justificación técnica.

4.4 Acometida, SPT y monitoreo domiciliario

ITEM 4.4.3

4.4.3 DISEÑO INICIAL:

Sistema de medición con comunicación central al generador

4.4.3 DISEÑO FINAL:

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
443	$ 1.110.223,08	$ 1.278.520,44	$ 168.297,36	AUMENTÓ

JUSTIFICACION:

La variación en el costo del APU se debe a la actualización del medidor AMI, el cual fue ajustado para cumplir con los estándares del proyecto, este ajuste corresponde al otro valor del medidor ofertado inicialmente. Aunque no se introdujeron nuevos elementos, el valor unitario del medidor se actualizó según el precio referenciado en el Libro de Materiales I del Anexo 5, generando un incremento justificado en el componente de materiales. El resto de los componentes y costos (mano de obra, herramienta y transporte) se mantuvieron sin cambios.

Justificación Detallada de Materiales – Ítem 3.4.3, 4.4.3, 5.4.3

En el APU correspondiente al sistema de medición con comunicación central al generador, los ajustes de materiales se enfocaron en la actualización del equipo principal de medición, manteniendo sin variación los elementos de conexión y protección.

1. Actualización del Medidor de Energía

En el diseño inicial se contemplaba un medidor AMI monofásico bifilar de 5(80)A, 120V. En el replanteo, este equipo fue sustituido por un **medidor prepago AMI 120V 5-80A** que incorpora:

- Función de medición avanzada con registro de consumos en tiempo real.
- Interfaz de prepago compatible con la plataforma centralizada.
- Protocolos de comunicación integrados para enlace directo con el módulo 3G/4G.

El cambio de referencia y especificaciones se traduce en un incremento del valor unitario:

- Valor inicial: $253.201
- Valor final: $421.498
  Incremento justificado por las mejoras tecnológicas y de funcionalidad requeridas para la integración con el sistema centralizado.

2. Materiales de Conexión y Protección Sin Cambios de Especificación

- Módulo externo 3G/4G: Mantiene cantidad (1 unidad) y valor ($633.002).
- Tubería conduit IMC 3/4" (2 ml), caja de policarbonato y accesorios IMC (4 unidades) se conservan en mismas cantidades y precios.

4.5 Red de distribución

En el marco de la ejecución del Contrato DG-106-2024, correspondiente a la implementación de soluciones energéticas sostenibles en zonas rurales del municipio de Barranco minas (Departamento del Guainía), se llevó a cabo la etapa de replanteo técnico y georreferenciación en campo, de conformidad con las comunidades asignadas contractualmente. Esta actividad permitió evidenciar una serie de problemáticas que imposibilitan técnicamente la implementación de redes de distribución subterráneas, inicialmente contempladas en la estructuración del proyecto.

Durante este proceso de verificación, se identificaron las siguientes limitantes técnicas y ambientales:

- Problemas de georreferenciación: Se detectó que las ubicaciones reales de los usuarios no coinciden con las coordenadas previstas en los planos originales del proyecto. Esto genera incompatibilidad con el diseño inicial de distribución subterránea, requiriendo un rediseño completo ajustado a las condiciones reales de la comunidad.
- Condiciones topográficas y climáticas adversas: El terreno presenta alta saturación de humedad, dada su ubicación en zona de selva amazónica. Esto ha evidenciado nivel freático elevado, presencia de suelos ácidos, vegetación densa y zonas de difícil acceso. Estas características hacen inviable técnica y económicamente la ejecución de canalizaciones subterráneas, por el riesgo elevado de fallas prematuras, corrosión acelerada del cableado y obstrucciones en ductos.
- Restricciones logísticas y de transporte: La imposibilidad de ingreso de maquinaria amarilla por la inexistencia de vías adecuadas, el predominio de rutas fluviales, y el

riesgo de decomisos por condiciones de orden público, hacen inviable la excavación profunda necesaria para las redes subterráneas.

- Factores operativos y de mantenimiento: Las comunidades presentan condiciones particulares como viviendas palafíticas (sobre pilotes), y su entorno natural presenta riesgo biológico por presencia de fauna (roedores, ranas, serpientes) que puede afectar las cajas subterráneas. Bajo este contexto, se propuso la migración a redes de distribución aéreas, lo cual facilita la inspección, mantenimiento y reposición ante fallas.

Dado lo anterior, se elevó formalmente la solicitud de cambio del sistema de distribución mediante el radicado ING-2024-CON-SES-014, en el cual se planteó la modificación de la solución técnica de redes subterráneas por redes aéreas de baja tensión, de conformidad con las normas CENS, RETIE y NTC 2050. Este ajuste fue realizado respetando la normativa técnica vigente y considerando la seguridad operativa, durabilidad de la infraestructura y la sostenibilidad del sistema.

A continuación, anexo registros fotográficos como soporte a lo mencionado anteriormente.

	





APU DE REDES AÉREAS INCORPORADOS

El proyecto Barranco Minas, en su planteamiento inicial, no contemplaba microrredes con redes de distribución aérea dentro de su alcance. Por esta razón, se tomó como referencia técnica una de las microrredes del proyecto Inírida 2, la cual sí incorporaba esta tipología. A partir de este modelo, se adaptaron y mejoraron los Análisis de Precios Unitarios (APU), incorporando los materiales, equipos y especificaciones necesarios para garantizar la funcionalidad del sistema. Este proceso permitió definir de forma clara y técnica cada uno de los APU asociados a las redes aéreas, asegurando su correcta estructuración conforme a los requerimientos del proyecto.

Para dar cumplimiento a este rediseño técnico, se estructuraron nuevos Análisis de Precios Unitarios (APU) que incorporan los materiales y actividades requeridas para la implementación de redes aéreas de baja tensión, adecuadas a las condiciones reales del terreno y del entorno.

Estos APU fueron desarrollados conforme a los lineamientos establecidos en los capítulos 2 y 3 de la Norma Técnica CENS, los cuales definen los criterios de diseño para redes de media y baja

tensión, incluyendo especificaciones para estructuras, conductores, distancias mínimas, accesorios y configuraciones de red.

Los nuevos ítems formulados aplican para los tres tipos de sistemas de generación proyectados en el marco del contrato DG-106-2024, es decir, para sistemas de capacidad 05 KVA 10 kVA y 15 kVA, respectivamente.

Para referencia técnica completa, la Norma CENS utilizada como base para este rediseño se anexa al final del presente informe.

- **8.1 – 9.1** Replanteo red de baja tensión.
- **8.2** – **9.2** Suministro, transporte e instalación de poste en fibra de vidrio de 8 m x 750 kgf.
- **8.3 - 9.3** Suministro, transporte e instalación de estructura 628 – Estructura de terminal.
- **8.4** - **9.4** Suministro, transporte e instalación de estructura 629 – Estructura de retención.
- **8.5N - 8.5 N2** Suministro, transporte e instalación de cable Trenzado.
- **8.6 -9.6** Suministro, transporte e instalación de retenida BT.
- **8.7 – 9.7** Suministro, transporte e instalación de sistema de puesta a tierra BT.
- **8.8** Suministro, transporte e instalación de acometida aérea monofásica.
- **8.9** Suministro, transporte e instalación de caja de acometida bifásica en policarbonato.
- **8.10 – 9.10** Suministro, transporte e instalación de salida de subestación al P0.
- **9.5** Suministro, transporte e instalación cable Cuádruplex 3x2/0 +1/0
- **9.9** Suministro, transporte e instalación de caja de acometida trifásica en policarbonato**.**

Estos nuevos ítems reemplazan integralmente los APU originalmente diseñados para redes subterráneas, los cuales fueron eliminados del presupuesto final debido a su inviabilidad técnica. Los APU eliminados son:

- Excavación mecánica para zanjas y cajas de inspección.
- Geotextil para separación de suelos de subrasante y capas granulares.
- Relleno en arena de peña tamizada (90% tamaños < 6 mm).
- Canalización subterránea en tuberías tipo PVC 2x2" con cableado THWN-2 #1/0 y #2 AWG, incluyendo poliuretano expansivo y soldadura PVC.
- Relleno y compactación con material de sitio.
- Caja de inspección de baja tensión, Norma CS274-1.

Con el propósito de brindar soporte técnico y presupuestal a la modificación del sistema de distribución originalmente proyectado como subterráneo, se adjunta al presente informe el

conjunto completo de documentación técnica que sustenta la viabilidad, coherencia y trazabilidad de la solución implementada mediante redes aéreas.

La documentación anexa incluye:

- Presupuesto final actualizado, con la incorporación de los nuevos APU específicos para redes aéreas.
- Planos eléctricos revisados, ajustados a las condiciones topográficas y de acceso reales en campo.
- Memorias de cálculo, que respaldan técnica y normativamente la propuesta de rediseño.
- Archivos en formato KMZ, con la georreferenciación corregida de los usuarios y trazado de redes.
- Listado completo de materiales, detallando cantidades, descripciones técnicas, códigos de identificación y observaciones.

Adicional a esto tal como se indicó al inicio del presente informe, en el presupuesto final anexado se especifica claramente la procedencia del valor de cada material utilizado. Esta información se encuentra detallada en la hoja denominada “Materiales I”, donde se indica si el valor corresponde al proyecto Barranco minas, al proyecto Inírida 2, o si ha sido definido mediante estudio de mercado, incluyendo en este último caso un enlace de referencia comercial.

4.4.1 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de acometida domiciliaria subterránea desde caja de conexiones hasta medidor domiciliario, en cable de aluminio antifraude 2x No 6 AWG y tubería PVC 3/4"

8.8 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de acometida aérea monofásica.

	ITEM: 8.8, 98				
	Suministro, transporte e instalación de acometida aérea monofásica.				
	I. MATERIALES				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Peso**	**Vr. Unitario**
309	CINTA BANDIT 5/8"	ml	5	0,25	$ 3.541
310	HEBILLA DE ACERO INOXIDABLE 5/8"	UN	5	0,25	$ 789
334	TUBERIA IMC 3/4" X 3M	UN	1,0	1	$ 67.421

333	CAPACETE GALVANIZADO PARA TUBERÍA GALVANIZADA 3/4"	UN	1,0	0,1	$ 4.046
357	L CON DOBLE PERFORACION PARA PINZA	UN	1,0	0,02	$ 2.307
358	PINZA DE ANCLAJE ACOMETIDA DOMICILIARIA	UN	1,0	0,05	$ 875
359	PERCHA PARA ACOMETIDA TIPO LIVIANA	UN	1,0	0,5	$ 11.286
318	CABLE MONOFÁSICO CONCENTRICO 1X8+8 CU	ml	20,0	0	$ 13.553
313	AISLADOR TIPO CARRETE	UN	1,0	1	$ 3.828
33	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 30 A 1P 120/240 VAC 10KA	UN	1,0	0,24	$ 26.569
					SUBTOTAL:
	II. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Código	**Descripción**	**Tipo**	**Tarifa/día**		**Rendimiento**
1	Herramienta menor	UN	$ 24.840		2
	III. TRANSPORTE				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Peso**		**Tarifa / Kg**
1	Carga terrestre Bogotá - Barranco minas	KG	3		$ 3.250
13	Carga fluvial Barranco minas - comunidades	KG	3		$ 369
	IV. MANO DE OBRA				
Código	**Descripción**	**Jornal**	**Fac. Pres.**		**Rendimiento**
1	Electricista	$ 76.534	1,60		5
2	Ayudante	$ 65.427	1,60		5

JUSTIFICACION:

En el marco de la ejecución del proyecto y con base en el replanteo técnico realizado en campo, se identificaron diversas condiciones del terreno que afectan significativamente la viabilidad de la solución inicialmente prevista para la acometida domiciliaria, la cual contemplaba una instalación subterránea (ítem 4.4.1).

Durante la verificación física se evidenció lo siguiente:

- Alta densidad de vegetación y presencia de raíces superficiales y profundas, que obstaculizan las labores de excavación manual o mecanizada.
- Condiciones de humedad excesiva del suelo, derivadas de la cercanía a fuentes hídricas y el tipo de suelo predominante, lo cual representa un riesgo para la durabilidad de los ductos y la seguridad de la instalación.
- Topografía desfavorable, con presencia de pendientes, terrenos inestables y escasa accesibilidad, que incrementa los riesgos y costos asociados a la instalación subterránea.

En atención a estas condiciones y con el fin de garantizar la continuidad técnica del proyecto, se propone reformular el tipo de acometida a una solución aérea monofásica (ítem 8.8). Esta decisión se basa en criterios de seguridad, funcionalidad, sostenibilidad y eficiencia operativa.

La solución aérea ofrece múltiples ventajas:

- **Facilita el mantenimiento preventivo y correctivo** al permitir inspección visual directa.
- **Reduce riesgos asociados a inundaciones, obstrucciones o deterioro prematuro de ductos** subterráneos.
- **Simplifica y acelera el proceso de instalación**, especialmente en zonas rurales o de difícil acceso.
- **Optimiza los costos operativos y de instalación**, aunque presenta un cambio en las cantidades de materiales y valores unitarios.

Es importante destacar que el cambio en la solución técnica afecta directamente el APU correspondiente, tanto en composición como en costo, debido a la naturaleza diferente de los materiales, accesorios y procedimientos de instalación. Sin embargo, este ajuste es estrictamente necesario y justificado para garantizar la viabilidad, calidad y sostenibilidad del sistema eléctrico en las condiciones reales del terreno.

La selección de los materiales contemplados en el APU correspondiente a la acometida aérea se realizó conforme a los lineamientos técnicos exigidos por la norma CENS, garantizando su compatibilidad con el sistema de distribución, así como el cumplimiento de los requisitos de seguridad, confiabilidad y estandarización definidos por la normativa vigente.

A continuación, se presentan los Análisis de Precios Unitarios (APU) correspondientes, junto con su respectiva justificación técnica, donde se relaciona la necesidad de cada material, equipo y actividad requerida para garantizar la correcta ejecución, seguridad y operatividad del sistema eléctrico propuesto.

8.1- 9.1 DISEÑO FINAL:

	ITEM: 8.1, 91				
	Replanteo red de baja tensión.				
	I. MATERIALES				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Peso**	**Vr. Unitario**
			0		$ -
					SUBTOTAL:
	II. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Código	**Descripción**	**Tipo**	**Tarifa/m3**		**Rendimiento**
2	GPS	UN	$ 30.000		3
4	Cámara y comunicaciones	UN	$ 18.333		3
					SUBTOTAL:
	III. TRANSPORTE				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Volumen**		**Tarifa / Kg**
1	Carga terrestre Bogotá - Barranco minas	m3	1		$ 3.250
13	Carga fluvial Barranco minas - comunidades	m3	1		$ 369
					SUBTOTAL:
	IV. MANO DE OBRA				
Código	**Descripción**	**Jornal**	**Fac. Pres.**		**Rendimiento**
2	Ayudante	$ 65.427	1,60		0,10
3	Topógrafo	$ 103.543	1,60		0,10

JUSTIFICACION:

El replanteo de la red de baja tensión es indispensable para definir en campo la localización exacta de los elementos de la red aérea, garantizando que la construcción se ejecute conforme a los diseños, condiciones topográficas y normativas vigentes. Esta actividad asegura la precisión en la instalación de postes, conductores y accesorios, evitando interferencias con otras infraestructuras y optimizando el uso de materiales y mano de obra.

8.2 - 9.2 DISEÑO FINAL:

	ITEM: 8.2, 92				
	Suministro, transporte e instalación de poste en fibra de vidrio de 8 m x 750kgf.				
	I. MATERIALES				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Peso**	**Vr. Unitario**
335	POSTE EN FIBRA DE VIDRIO 8M 750KGF	UN	1	199	$ 1.475.787
209	CONCRETO SIMPLE RESISTENCIA 3000 PSI - MEZCLA IN SITU PARA CIMENTACIÓN DE CERRAMIENTO, INCLUYE FORMALETA DE MADERA	m3	0,40	58,00	$ 383.414
					SUBTOTAL:
	II. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Código	**Descripción**	**Tipo**	**Tarifa/día**		**Rendimiento**
1	Herramienta menor	UN	$ 24.840		1
					SUBTOTAL:
	III. TRANSPORTE				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Peso**		**Tarifa / Kg**
1	Carga terrestre Bogotá - Barranco minas	KG	257		$ 3.250
13	Carga fluvial Barranco minas - comunidades	KG	257		$ 369
					SUBTOTAL:
	IV. MANO DE OBRA				
Código	**Descripción**	**Jornal**	**Fac. Pres.**		**Rendimiento**
1	Electricista	$ 76.534	1,60		1
2	Ayudante	$ 65.427	1,60		1

JUSTIFICACION:

La instalación de postes en fibra de vidrio de 8 m es necesaria para el soporte estructural de la red de distribución aérea, garantizando resistencia mecánica, durabilidad y seguridad frente a las condiciones ambientales de la zona. Estos postes, junto con su cimentación en concreto, aseguran la estabilidad de los conductores y equipos eléctricos, permitiendo el cumplimiento de la normatividad técnica y la continuidad del servicio en comunidades apartadas.

8.3 - 9.3 DISEÑO FINAL:

	ITEM: 8.3, 93				
	Suministro, transporte e instalación de estructura 628 Estructura de Terminal				
	I. MATERIALES				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Peso**	**Vr. Unitario**
313	AISLADOR TIPO CARRETE	UN	1	1	$ 3.828
383	PERNO DE 5/8" X 10" GALVANIZADO EN CALIENTE CON ARANDELA Y TUERCA	UN	1	0,2	$ 8.152
355	ALAMBRE 12 AWG COBRE AISLADO THHN/THWN 90ØC 600 V	ML	1	0,04	$ 2.068
356	ALAMBRE GALVANIZADO CAL 10	KG	0,2	0,2	$ 15.397
315	PERCHA TIPO PESADO DE 1 PUESTOS	UN	1	1	$ 8.631
					SUBTOTAL:
	II. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Código	**Descripción**	**Tipo**	**Tarifa/día**		**Rendimiento**
1	Herramienta menor	UN	$ 24.840		5
					SUBTOTAL:
	III. TRANSPORTE				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Peso**		**Tarifa / Kg**
1	Carga terrestre Bogotá - Barranco minas	KG	2,4		$ 3.250
13	Carga fluvial Barranco minas - comunidades	KG	2,4		$ 369
					SUBTOTAL:
	IV. MANO DE OBRA				
Código	**Descripción**	**Jornal**	**Fac. Pres.**		**Rendimiento**
1	Electricista	$ 76.534	1,60		2
2	Ayudante	$ 65.427	1,60		2

JUSTIFICACION:

La estructura 628 terminal, es esencial para el adecuado remate y sujeción de los conductores en redes aéreas de baja tensión. Este conjunto de elementos —aisladores, pernos, alambres y perchas— garantiza el soporte mecánico y el aislamiento eléctrico necesarios en los puntos de finalización o derivación de la red. Su implementación asegura la correcta transición de los conductores, evitando esfuerzos indebidos y pérdidas de servicio, además de cumplir con las especificaciones técnicas para una operación confiable y segura.

8.4 - 9.4 DISEÑO FINAL:

	ITEM: 8.4				
	Suministro, transporte e instalación de estructura 629 Estructura Retención				
	I. MATERIALES				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Peso**	**Vr. Unitario**
313	AISLADOR TIPO CARRETE	UN	2	2	$ 3.828
356	ALAMBRE GALVANIZADO CAL 10	KG	0,4	0,4	$ 15.397
355	ALAMBRE 12 AWG COBRE AISLADO THHN/THWN 90ØC 600 V	ML	2	0,08	$ 2.068
383	PERNO DE 5/8" X 10" GALVANIZADO EN CALIENTE CON ARANDELA Y TUERCA	UN	1	0,2	$ 8.152
342	CONECTOR DE PENETRACION PRINCIPAL 25-95 DERIVACION 25-95 REF DP7E	UN	6	0,9	$ 25.476
315	PERCHA TIPO PESADO DE 1 PUESTOS	UN	2	2	$ 8.631
					SUBTOTAL:
	II. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Código	**Descripción**	**Tipo**	**Tarifa/día**		**Rendimiento**
1	Herramienta menor	UN	$ 24.840		5
					SUBTOTAL:
	III. TRANSPORTE				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Peso**		**Tarifa / Kg**
1	Carga terrestre Bogotá - Barranco minas	KG	6		$ 3.250
13	Carga fluvial Barranco minas - comunidades	KG	6		$ 369
					SUBTOTAL:
	IV. MANO DE OBRA				
Código	**Descripción**	**Jornal**	**Fac. Pres.**		**Rendimiento**
1	Electricista	$ 76.534	1,60		2
2	Ayudante	$ 65.427	1,60		2

JUSTIFICACION:

La estructura 629 de retención es indispensable para garantizar la estabilidad mecánica de los conductores en tramos de la red aérea donde se presentan cambios de dirección, derivaciones o finalización de vanos. Los elementos que la componen —aisladores, perchas, pernos, conectores y alambres de amarre— permiten soportar los esfuerzos de tensión de los conductores, evitando desplazamientos o daños que comprometan la seguridad del sistema. Su implementación asegura la confiabilidad de la red, el cumplimiento de normas técnicas y la durabilidad de la infraestructura eléctrica.

8.5 N - 8.5 N2 - 9.5 DISEÑO FINAL:

	ITEM: 8.5				
	Suministro, transporte e instalación cable Trenzado (2x2+2.); (2x/20+1/0); (3x2/0+1/0) AWG AL				
	I. MATERIALES				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Peso**	**Vr. Unitario**
113	CABLE AL MULTIPLEX	ML	1	0,64	$ 12.355
					SUBTOTAL:
	II. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Código	**Descripción**	**Tipo**	**Tarifa/día**		**Rendimiento**
1	Herramienta menor	UN	$ 24.840		100
					SUBTOTAL:
	III. TRANSPORTE				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Peso**		**Tarifa / Kg**
1	Carga terrestre Bogotá - Barranco minas	KG	0,80		$ 3.250
13	Carga fluvial Barranco minas - comunidades	KG	0,80		$ 369
					SUBTOTAL:
	IV. MANO DE OBRA				
Código	**Descripción**	**Jornal**	**Fac. Pres.**		**Rendimiento**
1	Electricista	$ 76.534	1,60		20
2	Ayudante	$ 65.427	1,60		20

JUSTIFICACION:

La selección e instalación de conductor trenzado de aluminio multiplex es fundamental para la conformación de las redes aéreas de baja tensión, garantizando la capacidad de transporte de energía y la reducción de pérdidas de potencia, conforme a los cálculos eléctricos y a los lineamientos establecidos por la Norma CREG y CENS. Este APU contempla tres tipos de conductores trenzados, seleccionados según la capacidad de carga de cada

sistema: 5 kVA, 10 kVA y 15 kVA, asegurando la adecuada operación, la eficiencia energética y el cumplimiento normativo en la distribución de energía a las comunidades beneficiarias.

8.6 - 9.6 DISEÑO FINAL:

	ITEM: 8.6, 96				
	Suministro, transporte e instalación de retenida BT.				
	I. MATERIALES				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Peso**	**Vr. Unitario**
301	AISLADOR TIPO TENSOR 4/1/4"	UN	1	0,25	$ 8.838
302	GRAPA PRENSORA 3 PERNOS PARA CABLE 3/8"	UN	4	0,48	$ 12.839
303	GUARDACABO PARA CABLE 3/8"	UN	1	0,1	$ 1.804
304	ARANDELA CUADRADA PLANO 4 X 4 X 5/8 "	UN	1	0,01	$ 4.961
305	VARILLA DE ANCLAJE 1.8 M X 5/8"	UN	1	1	$ 32.137
306	BLOQUE DE ANCLAJE EN CONCRETO	UN	1	5	$ 24.556
356	ALAMBRE GALVANIZADO CAL 10	KG	1	1	$ 15.397
385	TUERCA HEXAGONAL 5/8" ASTM-A- 194 GRADO 2H	UN	1	0,1	$ 2.548
307	CABLE GALVANIZADO 3/8"	ml	10	5	$ 3.859
					SUBTOTAL:
	II. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Código	**Descripción**	**Tipo**	**Tarifa/día**		**Rendimiento**
1	Herramienta menor	UN	$ 24.840		2
					SUBTOTAL:
	III. TRANSPORTE				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Peso**		**Tarifa / Kg**
1	Carga terrestre Bogotá - Barranco minas	KG	13		$ 3.250
13	Carga fluvial Barranco minas - comunidades	KG	13		$ 369
					SUBTOTAL:
	IV. MANO DE OBRA				
Código	**Descripción**	**Jornal**	**Fac. Pres.**		**Rendimiento**
1	Electricista	$ 76.534	1,60		2
2	Ayudante	$ 65.427	1,60		2

JUSTIFICACION:

La instalación de retenidas en baja tensión es indispensable para garantizar la estabilidad estructural de los postes y la red aérea en tramos donde los conductores ejercen esfuerzos de tracción significativos, como en cambios de dirección, empalmes o finales de línea. Los elementos que la componen —varillas, bloques de anclaje, aisladores, grapas, guardacabo y cable galvanizado— permiten absorber las tensiones mecánicas, evitando inclinaciones o colapsos de la infraestructura. Su implementación asegura la confiabilidad, seguridad y durabilidad del sistema de distribución, en cumplimiento de la normatividad técnica vigente.

8.7 - 9.7 DISEÑO FINAL:

	ITEM: 8.7, 97				
	Suministro, transporte e instalación de SPT BT.				
	I. MATERIALES				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Peso**	**Vr. Unitario**
68	VARILLA DE COBRE 5/8 X 2.4 M	UN	1,00	3,50	$ 173.254
237	CABLE CU THHN 4 AWG	ML	8,00	1,88	$ 12.449
69	SOLDADURA EXOTERMINA 90 GR	UN	1,00	0,20	$ 28.876
245	BENTONITA MEJORADA	BULTO	1,00	25,00	$ 65.000
71	TERMINAL DOBLE OJO #2 AWG	UN	1,00	0,01	$ 4.406
309	CINTA BANDIT 5/8"	ml	2,00	0,10	$ 3.541
387	EMPALME DE DERIVACION EN GEL	UN	1,00	0,04	$ 46.802
310	HEBILLA DE ACERO INOXIDABLE 5/8"	UN	2,00	0,10	$ 789
386	TUBERIA CONDUIT IMC 1/2" X 3M	UN	1,00	3,03	$ 54.801
					SUBTOTAL:
	II. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Código	**Descripción**	**Tipo**	**Tarifa/día**		**Rendimiento**
1	Herramienta menor	UN	$ 24.840		2
					SUBTOTAL:
	III. TRANSPORTE				
Código	**Descripción**	**Unidad**	**Peso**		**Tarifa / Kg**
1	Carga terrestre Bogotá - Barranco minas	KG	34		$ 3.250
13	Carga fluvial Barranco minas - comunidades	KG	34		$ 369
					SUBTOTAL:

	IV. MANO DE OBRA				
Código	Descripción	Jornal	Fac. Pres.		Rendimiento
1	Electricista	$ 76.534	1,60		2
2	Ayudante	$ 65.427	1,60		2

JUSTIFICACION:

El sistema de puesta a tierra (SPT) en baja tensión es fundamental para garantizar la seguridad de las instalaciones eléctricas y de los usuarios, ya que permite la correcta disipación de corrientes de falla y descargas atmosféricas hacia el terreno. Los materiales que lo conforman —varilla de cobre, cable de cobre, soldadura exotérmica, bentonita mejorada y accesorios de conexión— aseguran una baja resistencia de puesta a tierra y una conexión confiable y duradera. Su implementación cumple con la normativa técnica vigente y es indispensable para proteger equipos, infraestructura y personas frente a riesgos eléctricos.

8.9 - 9.9 DISEÑO FINAL:

	ITEM: 8.9				
	Suministro, transporte e instalación de caja acometida bifásica y trifásica en policarbonato				
	I. MATERIALES				
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Peso	Vr. Unitario
74	CABLE DE ALUMINIO SERIE 8000 THHN. 2 AWG	ML	6,0	2,136	$ 5.200
336	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE CAJA ACOMETIDA EN POLICARBONATO	UN	1,0	3	$ 291.238
355	ALAMBRE 12 AWG COBRE AISLADO THHN/THWN 90ØC 600 V	ML	3,0	0,12	$ 2.068
388	CONECTOR DE PENETRACION PRINCIPAL 16-95 DERIVACION 4-35 REF DP5/6E	UN	3,0	0,45	$ 26.783
309	CINTA BANDIT 5/8"	ml	2,0	0,1	$ 3.541
389	CINTA AISLANTE VARIOS COLORES	ML	6,0	0,06	$ 484
310	HEBILLA DE ACERO INOXIDABLE 5/8"	UN	2,0	0,1	$ 789
					SUBTOTAL:
	II. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Código	Descripción	Tipo	Tarifa/día		Rendimiento
1	Herramienta menor	UN	$ 5.679		3
					SUBTOTAL:

	III. TRANSPORTE				
Código	Descripción	Unidad	Peso		Tarifa / Kg
1	Carga terrestre Bogotá - Barranco minas	KG	6		$ 3.250
13	Carga fluvial Barranco minas - comunidades	KG	6		$ 369
					SUBTOTAL:
	IV. MANO DE OBRA				
Código	Descripción	Jornal	Fac. Pres.		Rendimiento
1	Electricista	$ 76.534	1,60		4
2	Ayudante	$ 65.427	1,60		4

JUSTIFICACION:

La instalación de cajas de acometida en policarbonato es indispensable para garantizar la conexión segura y estandarizada entre la red de distribución aérea y las instalaciones internas de los usuarios. Se emplean dos tipos de acometidas de acuerdo con la capacidad del sistema: cajas bifásicas para suministros de 5 kVA y 10 kVA, y cajas trifásicas para suministros de 15 kVA. El material en policarbonato ofrece alta resistencia mecánica, aislamiento eléctrico y durabilidad frente a condiciones ambientales, además de cumplir con los requerimientos normativos de seguridad y calidad. Estos equipos aseguran la correcta derivación, protección y medición de la energía, contribuyendo a la confiabilidad y continuidad del servicio eléctrico en las comunidades beneficiarias.

8.10 - 9.10 DISEÑO FINAL:

	ITEM: 8.10, 910				
	Suministro transporte e instalación de salida de subestación al p0				
	I. MATERIALES				
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Peso	Vr. Unitario
364	TUBERIA PVC CONDUIT 3"	ML	20,0	23,2	$ 12.341
107	SOLDADURA PVC	UN	0,5	0,4	$ 63.461
365	CURVA PVC CONDUIT 3"	UN	4,0	1,2	$ 17.128
366	UNION PVC CONDUIT 3"	UN	4,0	0,6	$ 6.267
342	CONECTOR DE PENETRACION PRINCIPAL 25-95 DERIVACION 25-95 REF DP7E	UN	8,0	1,2	$ 25.476
360	TUBERIA IMC 3"X 3	UN	2,0	51,0	$ 444.393
361	CAPACETE IMC 3"	UN	1,0	0,7	$ 85.516
340	CINTA BANDIN3/4"	ML	4,0	0,8	$ 4.016
341	HEBILLA DE ACERO INOXIDABLE 3/4"	UN	3,0	0,0	$ 1.169

362	UNION IMC 3"	UN	1,0	2,8	$	26.778
390	TERMINAL PVC TIPO A 3"	UN	8,0	0,0	$	7.530
114	CAJA DE INSPECCIÓN DE BT, NORMA CENS CS274-1. INCLUYE REJILLA PARA DRENAJE, TUBERÍA DE DESAGÜE, SELLANTES, MARCO METÁLICO EN ÁNGULO DE (2 1/2" X 2 1/2" X 3/16") Y TAPA EN CONCRETO REFORZADO.	UN	2,0	310,0	$	700.228
389	CINTA AISLANTE VARIOS COLORES	ML	20,0	0,2	$	484
117	SELLADOR ELÁSTICO CORTAFUEGO DE SILICONA	ML	12,0	0,5	$	1.165

JUSTIFICACION:

La salida de subestación al P0 constituye el tramo inicial de la red de distribución en baja tensión, por lo cual requiere una instalación que asegure la protección mecánica, eléctrica y ambiental de los conductores. Para ello, se emplean tuberías PVC e IMC de 3", curvas, uniones y accesorios que garantizan el adecuado direccionamiento de los cables, evitando daños por esfuerzos mecánicos, humedad o agentes externos.

Adicionalmente, se incluyen conectores de penetración que aseguran una conexión confiable y segura entre los conductores principales y las derivaciones, así como cajas de inspección que permiten accesibilidad para el mantenimiento y la verificación de la instalación. Los selladores cortafuego y la cinta aislante proporcionan una mayor protección frente a riesgos eléctricos y ambientales.

Este conjunto de materiales y accesorios garantiza que la transición desde la subestación hasta el primer poste cumpla con las normas técnicas vigentes, ofreciendo seguridad operativa, facilidad de mantenimiento y continuidad en el suministro de energía eléctrica a los usuarios.

2. MICRORED TIPO 3

La implementación de microrredes de esta tipología fue inicialmente prevista para cuatro (4) comunidades, con base en un diseño que contemplaba un máximo de dieciséis (24) usuarios por sistema.

Adicionalmente, durante la etapa de replanteo y verificación en campo, se identificó que la comunidad de Pueblo Nuevo ya contaba con servicio de energía eléctrica activo. Los usuarios de esta comunidad se encontraban ubicados a distancias inferiores al umbral técnico establecido para considerar la instalación de una nueva microrred, ya que tenían acceso a un punto de conexión existente, el cual está interconectado a través de un sistema de distribución consolidado proveniente de la comunidad de Laguna Colorada.

Debido a estas condiciones, los usuarios de Pueblo Nuevo no cumplían con los criterios técnicos establecidos para ser beneficiarios del proyecto bajo esta tipología de solución energética. En consecuencia, se excluyó a dicha comunidad del alcance del proyecto, consolidándose finalmente un total de tres (3) microrredes de este tipo para las comunidades que sí cumplían con los requisitos técnicos y operativos exigidos.

Estas microrredes cuentan con un sistema de generación fotovoltaica de 26,4 kWp, compuesto por 48 módulos solares de 550 Wp, seis (6) controladores de carga, tres (3) inversores, complementados con redes de distribución en baja tensión para asegurar una prestación del servicio eléctrica eficiente y continua.

Las comunidades que recibirán esta solución son:

1. Barranco picure
2. Laguna Cumaral
3. Sapuara

De acuerdo con el presupuesto inicial establecido para el Tipo de Sistema 3, la estructuración de costos se contempló de la siguiente manera:

ITEM 5 SSFV Microred 24U INICIAL

5	**SSFV Microred 24U**		
5,1	Sistema de generación de 26400 Wp	UN	4
5,2	Estructura de soporte y obras civiles para 48 paneles solares	UN	4
5,3	Sistema de control, medición y monitoreo	UN	4
5,4	Acometida, SPT y monitoreo domiciliario	UN	75
5,5	Red de distribución	UN	4

ITEM 5 SSFV Microred 24U FINAL

5	**SSFV Microred Tipo 3**		
5,1	Sistema de generación de 26400 Wp	UN	3
5,2	Estructura de soporte y obras civiles para 48 paneles solares	UN	3
5,3	Sistema de control, medición y monitoreo	UN	3
5,4	Acometida, SPT y monitoreo domiciliario	UN	60
5,5	Red de distribución	UN	1

Durante la revisión y estructuración técnica del sistema tipo 3, se identificó que varias de las actividades, materiales y procesos constructivos son comunes al sistema tipo 2. En este sentido, y con base en los análisis previamente realizados, se adoptaron algunos de los Análisis de Precios Unitarios (APU) ajustados para el sistema tipo 2, ya que presentan coincidencia en su aplicación técnica, constructiva y normativa con los requerimientos del sistema tipo 3.

Estos APU fueron formulados conforme a las especificaciones establecidas en la norma CENS (capítulos 2 y 3), el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y la norma NTC 2050, garantizando su compatibilidad con el diseño eléctrico exigido y su cumplimiento regulatorio.

A continuación, se presentan los APU correspondientes al sistema tipo 2 que fueron adoptados también en el sistema tipo 3, sin necesidad de modificación adicional:

ITEM	
TIPO 2	**TIPO 3**
411	511
414	514
417	517

4112	5112
421	521
422	522
423	523
424	524
425	525
426	526
427	527
428	528
429	529
4210	5210
431	531
442	542
443	543

Posteriormente, se detallarán los APU específicos del sistema tipo 3, los cuales fueron ajustados o creados de acuerdo con las particularidades técnicas, operativas o de diseño propias de esta tipología:

ITEM 5.12

5.1.2 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de acometida solar para 12 lazos fotovoltaicos. Incluye cable bajante de los lazos fotovoltaicos Cu solar FV calibre 10 AWG hasta la caja combinadora FV y tubería LiquidTight para ingreso al envolvente, con accesorios.

5.1.2 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de acometida solar para 12 lazos fotovoltaicos. Incluye cable bajante de los lazos fotovoltaicos Cu solar FV calibre 10 AWG hasta la caja combinadora FV y tubería LiquidTight para ingreso al envolvente, con accesorios.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
512	$ 990.667,10	$ 1.451.000,93	$ 460.333,83	AUMENTÓ

CONTRATO DG-106 DE 2024
INFORME DE MODIFICACIONES TÉCNICAS PROYECTO BARRANCO MINAS
(216 USUARIOS)

JUSTIFICACION:

Durante la revisión y ajuste técnico del APU correspondiente al ítem 5.1.2, se identificó la necesidad de incorporar elementos adicionales no contemplados en la versión inicial, con el fin de garantizar el cumplimiento normativo y la correcta operatividad del sistema fotovoltaico proyectado.

La estructura inicial incluía los materiales básicos para la acometida solar desde los módulos fotovoltaicos hasta la caja combinadora, mediante cableado tipo Cu solar XLPE calibre 10 AWG y elementos de canalización tipo LiquidTight. Sin embargo, en el proceso de diseño detallado y análisis de las condiciones de instalación, se estableció que era necesario complementar esta configuración con cable de cobre THHN 8 AWG, para garantizar la adecuada conexión entre componentes, cumpliendo con las especificaciones técnicas y la normatividad vigente (RETIE y NTC 2050).

Durante el proceso de actualización y replanteo técnico del proyecto, se identificó la necesidad de incluir el conductor Cu THHN 8 AWG, el cual no se encontraba contemplado en el diseño inicial del sistema fotovoltaico. Este material fue incorporado con el fin de garantizar la conexión equipotencial entre las estructuras metálicas de soporte de los módulos solares y el sistema de puesta a tierra, conforme a los requerimientos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE y otros estándares de seguridad eléctrica.

La inclusión de este conductor generó un impacto directo y considerable en el peso total del APU, el cual pasó de 14 kg a 45 kg, es decir, un incremento de 31 kg, directamente atribuible a los 72 metros lineales de conductor requeridos para la instalación. Este peso adicional incide en los análisis logísticos y de transporte, especialmente en contextos geográficos como Barranco minas, donde la limitada accesibilidad y las restricciones de carga imponen condiciones particulares sobre la movilización de materiales.

Dado que el peso es un parámetro clave en la determinación de los costos de transporte terrestre y fluvial, así como en la planificación de la ejecución en campo, este ajuste fue incorporado en la actualización del APU correspondiente. El conductor THHN 8 AWG está debidamente ofertado como material base, y puede ser consultado en el Libro de Materiales del archivo PRESUPUESTO BARRANCO MINAS_REPLANTEO_V2.

27 DE JUNIO DEL 2025

CONCLUSIÓN:

El costo directo total inicialmente contemplado para este APU era de novecientos noventa mil seiscientos sesenta y siete pesos con diez centavos m/cte ($990.667,10). Tras la actualización del diseño, la inclusión de cantidades adicionales y las condiciones particulares del proyecto Barranco Minas, el valor final asciende a un millón cuatrocientos cincuenta y un mil pesos con noventa y tres centavos m/cte ($1.451.000,93), lo que representa un incremento de $460.333,83 (cuatrocientos sesenta mil trescientos treinta y tres pesos con ochenta y tres centavos m/cte).

Este incremento fue necesario y justificado desde el punto de vista técnico y normativo, garantizando que el sistema cumpla con las condiciones de seguridad exigidas y que la instalación fotovoltaica se ajuste a las normas eléctricas nacionales aplicables. La actualización incluye la incorporación de materiales adicionales como el conductor de puesta a tierra Cable Cu THHN 8 AWG, que no estaba contemplado en el diseño inicial, pero cuya inclusión es obligatoria según la NTC 2050, artículos 250-122 y 690-47.

La incorporación de este material, además de mejorar la seguridad operativa, implica un aumento en el peso total del ítem, generando una variación en las condiciones logísticas de transporte, aspecto considerado y validado en el análisis técnico y económico.

ITEM 5.13

5.1.3 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de caja combinadora FV. Incluye gabinete eléctrico con cumplimiento RETIE y tapa traslucida, de dimensiones 630x530x180 mm; protecciones, barrajes y DPS Tipo 2.

5.1.3 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de caja combinadora FV. Incluye gabinete eléctrico con cumplimiento RETIE y tapa traslucida, de dimensiones 630x530x180 mm; protecciones, barrajes y DPS Tipo 1 + 2.

CONTRATO DG-106 DE 2024
INFORME DE MODIFICACIONES TÉCNICAS PROYECTO BARRANCO MINAS (216 USUARIOS)

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
513	$ 3.020.585,10	$ 4.512.193,57	$ 1.491.608,48	AUMENTÓ

JUSTIFICACION:

Como resultado de la revisión técnica detallada y la validación de los planos eléctricos iniciales del proyecto, se identificó la necesidad de ajustar tanto las cantidades como la especificación de materiales eléctricos incluidos originalmente en el ítem correspondiente al sistema de protecciones del sistema solar fotovoltaico.
Los ajustes implementados fueron necesarios debido a que el rediseño técnico del sistema, respaldado por las Memorias de Cálculo (Anexo 1) y el Plano Eléctrico actualizado (Anexo 2), evidenció que los componentes inicialmente previstos no se ajustaban a las condiciones reales de operación, ni garantizaban una protección adecuada ni una eficiencia energética conforme a los requerimientos actuales del proyecto.
Materiales inicialmente contemplados:

- Interruptor termomagnético 25A 2P 500 VDC 6 kA
- Interruptor termomagnético 50A 2P 120/240 VAC 10 kA
- Interruptor termomagnético 250A 2P 500 VDC 6 kA
- DPS Tipo 1+2 500 Uc Up 2,5 kV 18-40 kA
- Cable Cu THHN 250 MCM
- Cable Cu THHN 6 AWG

Tras la actualización del diseño, se estableció que estos materiales ya no son requeridos, dado que el sistema ha sido redimensionado eléctricamente, tanto en niveles de tensión como en corrientes nominales. En consecuencia, estos elementos fueron eliminados del APU y reemplazados por componentes que sí se ajustan al nuevo diseño técnico y cumplen con los criterios establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 2050, así como con las mejores prácticas en seguridad eléctrica.

Materiales ajustados e incluidos según rediseño:

- Interruptor termomagnético 32A 2P 250 VDC 6 UNID
- DPS Tipo 1+2 250 Uc Up 2,5 kV 18-40 kA 6 UNID

Estos componentes fueron seleccionados tras una revisión exhaustiva de las condiciones reales de instalación, considerando:

- La capacidad de interrupción requerida por cada circuito.
- El nivel de tensión continua (DC) real del sistema.
- La caída de tensión admisible conforme a distancias de tendido.
- Las corrientes de operación bajo carga nominal.

Además, fue necesario realizar un ajuste en las cantidades de estos materiales para que se correspondieran con el nuevo esquema de instalación. Dichos ajustes permiten reflejar con mayor precisión las necesidades constructivas y técnicas del sistema solar fotovoltaico, eliminando cualquier sobredimensionamiento o subestimación en el diseño original.

CONCLUSIÓN:

El costo directo total inicialmente contemplado para este APU era de tres millones veinte mil quinientos ochenta y cinco pesos con diez centavos m/cte ($3.020.585,10). Como resultado de la actualización del diseño, el incremento en cantidades de obra y los requerimientos técnicos específicos del proyecto Barranco Minas, el valor final asciende a cuatro millones quinientos doce mil ciento noventa y tres pesos con cincuenta y siete centavos m/cte ($4.512.193,57), lo que representa un incremento de $1.491.608,48 (un millón cuatrocientos noventa y un mil seiscientos ocho pesos con cuarenta y ocho centavos m/cte).

El incremento en el valor del APU se debe principalmente a la actualización de los componentes de protección (DPS y termomagnéticos), ajustados a las condiciones operativas del sistema rediseñado. Adicionalmente, se eliminaron materiales innecesarios del APU inicial y se incorporaron elementos específicos que no habían sido considerados. Estos cambios permitieron mejorar la funcionalidad técnica del sistema y garantizar el cumplimiento normativo, con precios justificados según el Libro de Materiales I del Anexo 5.

ITEM 5.15

5.1.5 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de tablero principal en DC con cumplimiento RETIE, dimensiones 820x620x300, incluye barrajes de 500 A, protecciones de 80, 100 y 630 A 500VDC y cableado hacia arreglos de baterías e inversores.

5.1.5 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de tablero principal en DC con cumplimiento RETIE, dimensiones 820x620x300, incluye barrajes de 500 A, protecciones de 85, 125 A 500VDC y cableado hacia arreglos de baterías e inversores.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
515	$ 11.036.452,50	$ 5.733.312,80	-$ 5.303.139,70	DISMINUYÓ

JUSTIFICACION:

El diseño inicial del APU contemplaba el Suministro, transporte e instalación de tablero principal en DC con cumplimiento RETIE, dimensiones 820x620x300, incluye barrajes de 500 A, protecciones de 80, 100 y 630 A 500VDC y cableado hacia arreglos de baterías e inversores.

Los materiales inicialmente previstos fueron los siguientes:

Materiales iniciales:

- Gabinete eléctrico metálico con revestimiento eléctrostatico de dimensiones 820x620x300 IP66 Doble fondo: 1 unidad, peso de 20 Kg
- Barraje de cobre tropicalizado de 500 A para 16 conexiones: 2 unidades, peso total 6.4 kg
- Interruptor termomagnético 80A 2P 500 VDC: 6 unidades, peso total 1,8 kg
- Interruptor termomagnético 100A 2P 500 VDC: 3 unidades, peso total 1,2 kg

- Interruptor termomagnético 630A 2P 500 VDC: 1 unidad, peso 1,5 kg
- Cable Cu THHN 1/0 AWG: 13,86 m, peso 8 kg
- Cable Cu THHN 350 MCM: 9,24 m, peso 15 kg
- Bornas para ponchar varios calibres: 32 unidades, peso 0,256 kg
- Tubo termoencogible (varios calibres y colores): 32 unidades, peso 0,256 kg
- Marcador tipo anillo ar2 (L, N, +, -, T): 3 juegos, peso 0,03 kg
- Riel DIN 35 mm x 7.5 mm: 1 unidad, peso 0.3 kg
- Cable Cu Desnudo 8 AWG: 1 unidad, peso 0.075 kg
- Cable Cu THHN 1/0 AWG: 1 unidad, peso 0.548 kg

Con un peso total de los materiales de **55.36 kg**

Materiales propuestos (Diseño actualizado):

- Gabinete eléctrico metálico con revestimiento eléctrostatico de dimensiones 820x620x300 ip66 doble fondo.
- Barraje de cobre tropicalizado de 500 a para 16 conexiones
- Interruptor termomagnético 85a 2p 72 -500 vdc 6 ka
- Cable cu thhn 1/0 awg
- Cable cu thhn 2/0 awg
- Interruptor termomagnético 125a 2p 160vcd
- Cable cu thhn 2/0 awg
- Borna para ponchar varios calibres y terminales
- Bandeja tipo malla 60*200*3000mm incluye accesorios de sujetacion
- Tubo termoencogible. Distintos calibres, distintos colores
- Marcador tipo anillo ar2 (+, -, l, n,t) x 20 piezas
- Fusible mega 275a
- Cable cu thhn 6 awg
- Riel din 35 mm x 7.5 mm

Con un peso de 60 kg para este nuevo APU.

Motivo del cambio:

Reconfiguración de interruptores termomagnéticos:

Los interruptores de 80 A, 100 A y 320 A fueron reemplazados por nuevos interruptores de 85 A y 125 A, mejor adaptados a la topología actual del sistema y con mayor compatibilidad frente a las nuevas protecciones y configuraciones en paralelo.

Cambio en calibres y longitudes de cables:

Se aumentó el metraje y se incorporaron calibres mayores (2/0 AWG y 6 AWG), lo cual fue necesario para reducir pérdidas y soportar mayor corriente continua entre baterías e inversores.

Inclusión de fusibles MEGA 275A:

Se añadieron estos elementos de protección para cubrir adecuadamente los tramos de mayor carga, brindando mayor seguridad contra cortocircuitos.

Incorporación de bandejas tipo malla:

Dadas las nuevas rutas de cableado y por requerimientos de orden y seguridad, se incluyeron dos bandejas porta cables tipo malla con sus respectivos accesorios.

Incremento de peso total:

El peso pasó de 55.36 kg a 60 kg, lo cual influye en aspectos logísticos, de instalación y soporte estructural.

CONCLUSIÓN:

El costo directo total inicialmente contemplado para este APU era de once millones treinta y seis mil cuatrocientos cincuenta y dos pesos con cincuenta centavos m/cte ($11.036.452,50). Luego de los ajustes técnicos realizados en el proyecto Barranco Minas, que incluyeron la optimización de cantidades y la adecuación del diseño original, el valor final fue reducido a cinco millones setecientos treinta y tres mil trescientos doce pesos con ochenta centavos m/cte ($5.733.312,80), lo que representa una disminución de $5.303.139,70 (cinco millones trescientos tres mil ciento treinta y nueve pesos con setenta centavos m/cte).

Toda la información detallada sobre cantidades, precios unitarios y rendimientos se

encuentra en el ANEXO 5 – PRESUPUESTO BARRANCO MINAS_REPLANTEO_V2 Libro MATERIALES I.

ITEM 5.16

5.1.6 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de banco de baterías de 73200 Wh a 51,2 V. Incluye rack de baterías, cables de interconexión y conexión al sistema de moniteoreo mediante protocolo CAN-BUS

5.1.6 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de banco de baterías de 73200 Wh a 51,2 V. Incluye rack de baterías, cables de interconexión y conexión al sistema de monitoreo mediante protocolo CAN-BUS

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
516	$ 78.439.684,24	$ 80.903.592,54	$ 2.463.908,30	AUMENTÓ

JUSTIFICACION:

En este APU se presentaron ajustes en la cantidad y tipo de materiales, derivados del rediseño del sistema realizado. En la nueva versión, se duplicó la cantidad de gabinetes de piso (de 1 a 2 unidades), con el fin de mejorar la distribución, seguridad mecánica y ventilación de las baterías dentro del recinto técnico, conforme a las recomendaciones del diseño actualizado.
También se reemplazó el desconectador de 600A por dos desconectadores de 275A, lo cual responde a la reorganización de los bancos de baterías y a los requerimientos de protección definidos en la memoria de cálculo, en cumplimiento con la normatividad vigente (RETIE y NTC 2050). Se ajustó además la longitud de los conductores y se precisaron los pesos reales de los equipos, lo que impactó en la tarifa de transporte.
Todos estos cambios se realizaron como resultado del rediseño técnico del sistema, aprobado por la interventoría, con el objetivo de garantizar un montaje más seguro, eficiente y conforme a la normatividad aplicable. La memoria de cálculo, los planos eléctricos y los documentos técnicos de soporte se encuentran anexos al presente informe para su consulta por las

entidades gubernamentales correspondientes.

Justificación técnica – Componente de transporte (Ítem 5.1.6)

En el análisis de precios unitarios correspondiente al ítem 5.1.6, se evidenció que el componente de transporte requería ajustes tanto por criterios metodológicos como técnicos. En el presupuesto inicial, el cálculo del transporte estaba asociado a un peso estimado de **567 kilogramos**, sin una formulación precisa que integrara la sumatoria real del peso de todos los materiales incluidos en el ítem.

Para el nuevo presupuesto, se implementó una **formulación organizada y automatizada**, en la que se suman los pesos unitarios de todos los materiales relacionados en el APU. Este ajuste permite reflejar con mayor precisión la carga real a transportar, eliminando las estimaciones manuales y no estructuradas del análisis anterior.

Adicionalmente, se realizaron **cambios en la composición de los materiales**, lo cual tuvo un impacto directo en el peso total a transportar. En el nuevo diseño del sistema, por ejemplo:

Se **aumentó de uno (1) a dos (2)** la cantidad de gabinetes de piso para las baterías.

Se ajustaron las referencias técnicas del desconectador de batería y del cableado.

Se recalcularon los pesos de algunos elementos con base en valores estandarizados, ya que inicialmente los mismos materiales presentaban diferentes pesos en distintos APU del proyecto.

Como consecuencia de estas actualizaciones, el peso total del ítem se incrementó de **567 kg a 599 kg**, y el costo del transporte se ajustó proporcionalmente, pasando de **$2.051.973** a **$2.166.307**. Esta variación obedece tanto a la mejora en la formulación como a los cambios técnicos en la estructura del sistema a instalar.

Por último, se **corrigió la descripción del segundo tramo de transporte**, el cual inicialmente figuraba como **“carga terrestre Barranco minas – Comunidades”**. Esta descripción no corresponde a la realidad geográfica y logística del proyecto, dado que el acceso a las comunidades beneficiarias se realiza exclusivamente por **vía fluvial**. En el APU final se modificó correctamente a **“carga fluvial Barranco minas – comunidades”**, sin alterar los valores económicos ofertados, únicamente con el propósito de mejorar la precisión técnica del documento.

Cambio en el tipo y cantidad de desconectadores:

El desconectador inicial de 600 A fue reemplazado por dos unidades de 275 A, una para cada bloque de baterías, a fin de permitir seccionamiento independiente, facilitar mantenimientos y mantener el nivel de seguridad requerido.

Aumento de peso total: El peso del APU pasó de 567 kg a 599 kg lo cual implica una logística de instalación más compleja y el refuerzo de las superficies de apoyo y estructuras de montaje.

Conclusión:

El costo directo total inicialmente contemplado para este APU era de setenta y ocho millones cuatrocientos treinta y nueve mil seiscientos ochenta y cuatro pesos con veinticuatro centavos m/cte ($78.439.684,24). Como resultado del rediseño del sistema, la incorporación de nuevos materiales y las condiciones técnicas del proyecto Barranco Minas, el valor final asciende a ochenta millones novecientos tres mil quinientos noventa y dos pesos con cincuenta y cuatro centavos m/cte ($80.903.592,54), lo que representa un incremento de $2.463.908,30 (dos millones cuatrocientos sesenta y tres mil novecientos ocho pesos con treinta centavos m/cte).

El incremento en el costo total del APU se debe principalmente a la incorporación de un segundo gabinete de baterías, así como al ajuste en el tipo y cantidad de desconectadores requeridos por el nuevo diseño. Estas modificaciones, junto con el aumento del peso total transportado, generaron una variación en el componente de materiales y en los costos de transporte, manteniéndose constantes los valores de mano de obra y herramientas. Todos los precios están debidamente justificados según el Libro de Materiales I del Anexo 5.

ITEM 5.18

5.1.8 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de tablero de inversores en AC con cumplimiento retie, dimensiones 420x320x200 mm, incluye barrajes de 200 A, protecciones de 50 A y 160 A 120 Vac, y cableado de salida a autotransformador

5.1.8 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de tablero de inversores en AC con cumplimiento retie, dimensiones 420x320x200 mm, incluye barrajes de 200 A, protecciones de 50 A y 160 A 120 Vac, y

cableado de salida a autotransformador.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
518	$ 1.382.624,49	$ 1.183.751,44	-$ 198.873,05	DISMINUYÓ

JUSTIFICACION:

Este APU presenta una disminución en el costo directo respecto al valor inicial, resultado de los ajustes en materiales y protecciones definidos en el rediseño del sistema. En esta nueva versión, las protecciones de 50A fueron sustituidas por interruptores de 40A en 120/240 Vac, en concordancia con los nuevos niveles de corriente definidos en los cálculos eléctricos, realizados conforme a la normativa vigente (RETIE y NTC 2050).
Adicionalmente, el conductor 2/0 AWG fue reemplazado por cable THHN 8 AWG, ya que el nuevo diseño determinó una menor demanda de corriente para la salida hacia el sistema AC. Todos los componentes fueron seleccionados de acuerdo con el rediseño aprobado, mejorando la compatibilidad eléctrica y reduciendo el costo de materiales.

Incremento de peso:

El ajuste realizado en el peso total de los materiales transportados, pasando de **19 kg** en el APU inicial a **22 kg** en el APU actualizado, obedece a un proceso de revisión técnica y estructuración más precisa de los insumos y componentes incluidos en el análisis.

En el presupuesto inicial no se había efectuado la **sumatoria completa ni exacta de los pesos unitarios reales** de cada uno de los materiales. Además, se identificaron **inconsistencias en el peso asignado a ciertos materiales** (como el gabinete metálico, los barrajes de cobre, interruptores y conductores eléctricos), donde algunos de ellos figuraban con pesos menores a los que efectivamente corresponden según sus características técnicas o en comparación con otros APU similares dentro del mismo proyecto.

Durante la revisión se estandarizaron los pesos de cada ítem con base en fichas técnicas, catálogos de fabricantes y experiencia operativa, aplicando el criterio de **adoptar el peso más representativo** para garantizar que el costo de transporte refleje con mayor precisión la **logística real del proyecto**.

Adicionalmente, se tuvo en cuenta que **el recorrido logístico definitivo desde Bogotá hasta las comunidades rurales en Barranco minas incluye transporte fluvial**, lo cual **no fue contemplado adecuadamente en la primera versión**. Por tanto, se ajustó el modelo para considerar el peso completo de la carga y así estructurar de forma correcta y realista los costos de traslado.

Los valores actualizados pueden ser consultados en el Libro de Materiales I del Anexo 5.

CONCLUSIÓN:

El costo directo total inicialmente contemplado para este APU era de un millón trescientos ochenta y dos mil seiscientos veinticuatro pesos con cuarenta y nueve centavos m/cte ($1.382.624,49). Tras la revisión técnica y la actualización de cantidades y pesos de materiales, el valor final fue ajustado a un millón ciento ochenta y tres mil setecientos cincuenta y un pesos con cuarenta y cuatro centavos m/cte ($1.183.751,44), lo que representa una disminución de $198.873,05 (ciento noventa y ocho mil ochocientos setenta y tres pesos con cinco centavos m/cte). Este valor corresponde al nuevo APU definido para la ejecución del sistema.

5.1.19 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de autotransformador trifásico 15 kVA, eficiencia 96%, Envolvente IP40, conexión Y/Y 120/208 V

Justificación

Como resultado del nuevo rediseño del sistema fotovoltaico para el proyecto Barranco Minas, se realizó una revisión técnica integral de los componentes inicialmente contemplados. En este proceso, se identificó que el autotransformador trifásico de 15 kVA ya no es necesario, dado que el nuevo esquema de configuración eléctrica permite que cada inversor genere directamente un sistema trifásico 120/208 V, lo cual elimina la necesidad de transformar la salida mediante un autotransformador adicional.
Este ajuste responde a una optimización del diseño eléctrico, en la cual se priorizó la eficiencia operativa y la reducción de elementos intermedios sin afectar la funcionalidad del sistema. La

eliminación de este componente permite, además, una reducción significativa en costos asociados a suministro, transporte, instalación y operación.
Por tanto, el APU correspondiente al suministro e instalación del autotransformador ha sido excluido en el presupuesto actualizado, reflejando una mejora técnica y económica en el diseño final del sistema.

CONCLUSIÓN:

El APU correspondiente al suministro e instalación del autotransformador trifásico, con un valor inicial de $10.861.635 m/cte, fue eliminado tras el rediseño del sistema, al no ser necesario este componente en la nueva configuración trifásica generada directamente por los inversores.

ITEM 5.1.10

5.1.10 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de tablero de distribución en AC, para 6 circuitos. Incluye barrajes de 100 A para sistema trifásico tetrafilar, DPS tipo 2, protección de entrada de 25 A 120 VAC y protecciones de circuitos de 20 A y 16 A.

5.1.10 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de tablero de distribución en AC, para 6 circuitos. Incluye barrajes de 200 A para sistema trifásico tetrafilar, DPS tipo 2, protección de entrada de 25 A 120 VAC y protecciones de circuitos de 20 A y 40 A.

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
5110	$ 1.917.480,40	$ 1.619.139,54	-$ 298.340,87	DISMINUYÓ

JUSTIFICACION:

El diseño inicial contemplaba el suministro, transporte e instalación de tablero de distribución en AC, para 6 circuitos. Incluye barrajes de 100 A para sistema trifásico tetrafilar, DPS tipo 2, protección de entrada de 25 A 120 VAC y protecciones de circuitos de 20 A y 16 A.

Materiales iniciales:

- Gabinete eléctrico metálico – 1 unidad – 15 Kg
- Barraje de cobre tropicalizado de 100 A para 16 conexiones – 4 unidades – 2 kg
- Cable Cu THHN 12 AWG – 4,2 m – 0,1428 kg
- Interruptor termomagnético 50 A 3P 208 VAC – 1 unidad – 0,45 kg
- Interruptor termomagnético 40 A 3P 208 VAC – 5 unidades – 2,25 kg
- Interruptor termomagnético 16 A 1P 120/240 VAC – 1 unidad – 0,24 kg
- Borna para ponchar – 29 unidades – 0,25 kg
- Tubo termoencogible – 29 unidades – 0,25 kg
- DPS señalización tipo 2 3P 250 Uc – 1 unidad – 0,24 kg
- Riel DIN 35 mm x 7.5 mm – 2 m – 0,6 kg
- Cable Cu THHN 6 AWG – 8,5 m – 3 kg
- Cable Cu THHN 4 AWG – 2 m – 0.47 kg
- Cable Cu THHN 10 AWG – 1 m – 0.059 kg

Peso total estimado (final): **25** kg

Materiales propuestos (replanteo):

- Barraje de cobre tropicalizado de 200 A para 16 conexiones – 4 unidades – 4,8 kg
- Cable Cu THHN 12 AWG – 4,2 m – 0,21kg
- Interruptor termomagnético 30 A 1P 120/240 VAC – 1 unidad – 0,24 kg
- Interruptor termomagnético 40 A 3P 208 VAC – 2 unidades – 0,9 kg
- Interruptor termomagnético 16 A 1P 120/240 VAC – 1 unidad – 0,24 kg
- Interruptor termomagnético 32 A 2P 120/240 VAC – 1 unidad – 1,3 kg
- Borna para ponchar – 29 unidades – 0,25 kg

- Tubo termoencogible – 29 unidades – 0,25 kg
- DPS tipo 2 3P 250 Uc – 1 unidad – 0,24 kg
- Riel DIN 35 mm x 7.5 mm – 2 m – 0,6 kg
- Cable Cu THHN 10 AWG – 12 m – 1,4286 kg
- Cable Cu THHN 8 AWG – 8,5 m – 3,145 kg

Peso total estimado (final): 28 kg

Motivo del cambio:

Sustitución y reconfiguración de materiales

El incremento de la capacidad de los barrajes de 100 A a 200 A obedece a la necesidad de mejorar la confiabilidad del sistema ante corrientes más elevadas, considerando la posible ampliación o demanda adicional de los circuitos alimentados desde este tablero. Esta mejora asegura menor calentamiento y mejor distribución de carga.

Los interruptores termomagnéticos, se eliminó el interruptor de 50 A – 3 polos y se redujo la cantidad de interruptores de 40 A – 3 polos de cinco a dos unidades. Adicionalmente, se incluyeron nuevos interruptores con valores nominales más adecuados al sistema rediseñado: un interruptor de 30 A – 1 polo y uno de 32 A – 2 polos, ajustados a las nuevas cargas y configuraciones internas del tablero. Este cambio permitió optimizar la protección sin sobredimensionamientos, evitando sobrecostos innecesarios.

También se realizaron ajustes en los conductores eléctricos. Se eliminó el cable THHN 4 AWG y se reemplazó por cable 8 AWG, lo cual fue posible gracias a la nueva configuración interna del sistema que permitió reducir calibres sin comprometer seguridad o capacidad de conducción. Asimismo, se incrementó la cantidad de cable 10 AWG, debido a la nueva distribución interna del tablero y al ajuste de protecciones.

Los elementos auxiliares como borneras, tubos termoencogibles, riel DIN y el DPS tipo 2 se mantuvieron sin cambios en cantidad ni especificaciones técnicas, ya que siguen siendo necesarios para garantizar la correcta instalación, protección y conexión del sistema.

En general, los cambios realizados en los materiales permitieron optimizar recursos, ajustar

especificaciones técnicas a las verdaderas necesidades del sistema, y reducir el costo total de los materiales de $1.806.184 a $1.497.539, generando un ahorro directo de $308.645.

CONCLUSIÓN:

El peso total del sistema aumentó levemente (de 25 kg a 28 kg) debido a los nuevos componentes (barrajes más robustos y nuevos interruptores). Sin embargo, este cambio no generó un aumento significativo en los costos de transporte. La diferencia se compensa en el total general del APU.

El rediseño del tablero de distribución AC permitió optimizar el uso de materiales y componentes eléctricos, ajustando las protecciones al dimensionamiento real del sistema. Se eliminaron elementos sobredimensionados, se adecuaron los calibres de conductores, y se incorporaron nuevos interruptores más acordes con la carga prevista, sin comprometer la funcionalidad ni la seguridad. Estas modificaciones permitieron una reducción en el valor total del APU de $1.917.480 a $1.619.140, representando un ahorro de $298.340 en el costo directo.

ITEM 5.1.13

5.1.13 DISEÑO INICIAL:

Suministro, transporte e instalación de sistema puesta a tierra con cuatro varillas de cobre 5/8" x 2,4m bajante en cable de cobre desnudo calibre 2 AWG con soldadura exotérmica. Incluye barraje de puesta a tierra principal, suelo mejorado, cableado de equipotenciación de equipos y estructuras, bajante y electrodos.

5.1.13 DISEÑO FINAL:

Suministro, transporte e instalación de sistema puesta a tierra con cuatro varillas de cobre 5/8" x 2,4m bajante en cable de cobre desnudo calibre 2 AWG con soldadura exotérmica. Incluye barraje de puesta a tierra principal, suelo mejorado, cableado de equipotenciación de equipos y estructuras, bajante y electrodos.

CONTRATO DG-106 DE 2024
INFORME DE MODIFICACIONES TÉCNICAS PROYECTO BARRANCO MINAS
(216 USUARIOS)

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
5113	$ 5.773.676,70	$ 5.907.599,13	$ 133.922,43	AUMENTÓ

JUSTIFICACION:

En el rediseño del sistema de puesta a tierra, se mantuvieron los componentes esenciales especificados en el diseño original: varillas de cobre de 5/8" x 2,4 m, cable de cobre desnudo calibre 2 AWG, soldadura exotérmica, bentonita mejorada, barraje de puesta a tierra, caja de inspección, y cable de equipotenciación Cu THHN 1/0 AWG.

Sin embargo, se realizó un ajuste en la cantidad del cable de cobre desnudo calibre 2 AWG, incrementando de 35 a 40 metros lineales. Este cambio obedece a la necesidad de homologar las cantidades del proyecto Barranco Minas respecto al proyecto Inírida II, dado que en este último se había definido con mayor claridad la distancia requerida para la correcta instalación de bajantes y mallas de equipotencialización. La decisión de unificar los metros responde a una estrategia de organización y coherencia técnica entre ambos proyectos.

Asimismo, se hizo una revisión completa del peso de cada elemento incluido en este APU. Durante el análisis de estructuración del nuevo presupuesto para Barranco Minas, se detectó que el mismo material aparecía con pesos distintos en diferentes APU, lo cual generaba inconsistencias y posibles errores en el cálculo del transporte. Por lo tanto, se estableció un peso unitario único por material, conservando el valor mayor registrado en la base de datos, con el fin de unificar criterios técnicos y operativos en el cálculo logístico.

Este ajuste en los pesos no representa una variación en la cantidad de unidades de materiales, pero sí impacta directamente en el peso total del APU, y por ende, en los costos de transporte.

El resto de materiales se mantuvo con las mismas cantidades y precios unitarios, sin modificaciones en la naturaleza de los componentes ofertados. El valor total de materiales aumentó de $3.716.162 a $3.810.572, principalmente por la adición de 5 metros lineales de cable de cobre desnudo.

27 DE JUNIO DEL 2025

Justificación Detallada – Materiales (Item 5.1.13)

En el análisis de materiales del sistema de puesta a tierra se realizaron ajustes de cantidades con el fin de unificar criterios técnicos y asegurar la correcta funcionalidad del sistema en las condiciones reales de instalación:

- **Cable de cobre desnudo calibre 2 AWG**:

  La cantidad inicial considerada (35 m) fue incrementada a **40 m** con el fin de garantizar la continuidad de las conexiones a todos los electrodos y elementos de equipotenciación, ajustándose a las distancias reales de instalación y al diseño definitivo aprobado en replanteo.

- **Varilla de cobre 5/8" x 2,4 m**:

  Se mantiene la cantidad de 4 unidades, sin cambios respecto al diseño inicial, pero con ajuste de peso para unificarlo con el valor estandarizado para todos los APU.

- **Soldadura exotérmica 90 g**:

  Se conserva la cantidad de **16 unidades**, sin variaciones, ajustándose únicamente el peso para estandarizarlo en todos los registros.

- **Caja de inspección 30x30 cm con tapa**:

  Mantiene la cantidad de **1 unidad**, con ajuste en peso para unificarlo con el estándar aplicado al resto de los APU.

- **Cable Cu THHN 1/0 AWG**:

  La cantidad (12,08 m) permanece sin cambios, sin embargo, su peso fue actualizado para corresponder al valor estandarizado por referencia.

Ajuste en pesos de materiales

- En el presupuesto inicial, los pesos de un mismo material variaban entre diferentes APU. Para el replanteo, se estableció un **único peso por cada material**, tomando como referencia el valor más alto registrado.

- En el presupuesto inicial, los pesos considerados para el ítem de transporte no se calculaban como **sumatoria de los pesos de cada material**, sino que se asignaba un valor directo. En el presupuesto de replanteo, se aplicó la **fórmula de sumatoria de pesos de todos los materiales** de cada APU, lo que permite obtener un valor de transporte más preciso y consistente.

Validación de información

- Todos estos ajustes en cantidades y pesos están documentados y pueden ser verificados en el **Anexo 14 (Material inicial según APU)**, donde se observa la variación en pesos y la actualización a valores estandarizados.

Justificación técnica – Componente de transporte (Ítem 5.1.13)

En el presupuesto inicial del ítem 5.1.13, el cálculo del transporte se basaba en un peso total de **561 kilogramos**, resultado de una suma no automatizada de los pesos individuales de los materiales, y sin un criterio técnico unificado. Adicionalmente, cada material presentaba diferentes valores de peso en distintos APU del proyecto, lo que generaba inconsistencias y dificultaba una estimación real del volumen de carga.

Para el nuevo presupuesto, se implementó una **formulación estructurada**, en la cual los pesos unitarios de todos los materiales fueron estandarizados. Es decir, se asignó a cada material un único valor de peso, tomando como referencia el valor mayor registrado en los diferentes análisis previos, con el fin de unificar los criterios en todo el presupuesto general.

Esta formulación permitió una **sumatoria automática del peso total del APU**, lo que garantiza que el componente de transporte esté ajustado a la carga real a movilizar. En consecuencia, el peso total del ítem pasó de **561 kg a 572 kg**, debido tanto a la estandarización de los valores de peso como a **variaciones en las cantidades de materiales**, como por ejemplo:

- El **cable de cobre desnudo 2 AWG** se incrementó de 35 mL a 40 mL.
- Se ajustó el peso de la **soldadura exotérmica** y el **cable THHN 1/0 AWG**, con base en los valores más precisos y conservadores registrados en los anexos técnicos.

Por otro lado, se realizó una **corrección técnica en la descripción del segundo tramo del transporte**. En el APU inicial, se indicaba erróneamente "**Carga terrestre Barranco minas – Comunidades**", cuando en realidad las condiciones geográficas de la zona exigen que este tramo se realice **por vía fluvial**. Por esta razón, en el APU final se actualizó correctamente a

"**Carga fluvial Barranco minas – comunidades**", sin modificar el valor económico asignado al transporte.

Este ajuste general en el componente logístico permitió pasar de un costo de transporte de **$2.030.259** a **$2.069.771**, lo cual refleja tanto la actualización del peso como la mejora metodológica en la forma de calcular este rubro dentro del APU.

CONCLUSIÓN:

El ajuste en este APU responde a la necesidad de estandarizar la cantidad de materiales y pesos unitarios, en función de las definiciones técnicas del proyecto Inírida II y su aplicación al proyecto Barranco Minas. La unificación de criterios para el cable de cobre desnudo calibre 2 AWG, así como la adopción del peso mayor por elemento en todos los APU, permitió organizar y estructurar correctamente el nuevo presupuesto, garantizando coherencia técnica, trazabilidad de cantidades, y precisión en los cálculos de transporte.

Como resultado de estos ajustes, el valor total del APU pasó de $5.773.677 a $5.907.599, con un incremento de $133.922, correspondiente principalmente al aumento en los materiales y transporte, sin que ello implique cambios en el tipo de tecnología utilizada ni en la calidad del sistema diseñado.

CONSORCIO SES Guainía

CONTRATO DG-106 DE 2024
INFORME DE MODIFICACIONES TÉCNICAS PROYECTO BARRANCO MINAS (216 USUARIOS)

CONCLUSIÓN GENERAL:

Como resultado del proceso de replanteo técnico y presupuestal del Proyecto Barranco Minas, se realizaron ajustes significativos al diseño original, contemplando el cambio de redes de distribución subterráneas por redes aéreas en las microredes de las comunidades indígenas. Esta modificación fue necesaria debido a las condiciones topográficas y ambientales del terreno, particularmente por la presencia de zonas propensas a inundaciones. En consecuencia, también se rediseñó el sistema envolvente de los equipos de generación, elevando su altura para garantizar la protección de los componentes críticos del sistema.

Adicionalmente, se incorporaron todas las modificaciones técnicas y constructivas aprobadas en el nuevo diseño, lo que generó una variación en el alcance del proyecto. El número de usuarios previstos se redujo de 228 a 216 en el diseño final, dado que algunas comunidades inicialmente contempladas no cumplían con las condiciones mínimas requeridas para la implementación del sistema. En su lugar, se incluyeron las comunidades de Mabako y Miro Lindo, con el propósito de mantener la cobertura proyectada y acercarnos a la meta inicialmente establecida.

No obstante, con los cambios implementados se estructuró el presupuesto de manera que no se generaran variaciones frente a lo inicialmente ofertado, evitando así ajustes económicos y priorizando alternativas que permitan culminar adecuadamente la etapa de replanteo sin afectar el valor contractual.

Asimismo, se realizó una depuración completa del archivo presupuestal, dejando todo correctamente formulado, ya que en su versión inicial no se encontraba en condiciones adecuadas. Se unificó el peso de los materiales en todo el documento, y se corrigieron errores detectados en la estructuración. Todos estos ajustes se encuentran debidamente soportados en los anexos técnicos y listados de materiales actualizados.

Las modificaciones presentadas en las justificaciones obedecen a diversos factores detectados durante el replanteo en sitio, el análisis de compatibilidad de equipos, la validación normativa y la consolidación de criterios de diseño por parte del equipo técnico e interventoría. Entre los aspectos claves abordados se destacan:

- La actualización de materiales para adecuarlos a los nuevos planos y memorias de cálculo revisadas.

- La optimización del transporte, con base en el ajuste real del peso de los materiales, impactando directamente en la logística fluvial y terrestre.
- La sustitución o reformulación de equipos por versiones más compatibles, disponibles en el mercado y alineadas con los objetivos funcionales del sistema (como medidores, controladores, interruptores y cableado específico).

Todos los ajustes fueron realizados sin comprometer la calidad ni el cumplimiento de los requisitos técnicos del proyecto, respetando los precios ofertados cuando fue posible, y siempre respaldados por los documentos técnicos correspondientes (planos, memorias, fichas técnicas y presupuestos).

Este trabajo de revisión técnica integral no solo fortalece la transparencia en la ejecución del contrato, sino que también refleja un compromiso institucional con la optimización de recursos, la sostenibilidad técnica y la entrega de soluciones adecuadas a las condiciones reales del territorio.

A continuación, se presenta el comparativo entre los sistemas de distribución, indicando la cantidad de usuarios inicialmente proyectados y los usuarios finalmente replanteados. El análisis se detalla para cada tipo de sistema y cada usuario asociado, con el fin de reflejar de manera precisa los ajustes realizados en la planeación y garantizar la coherencia técnica del proyecto.

INICIAL			
TIPO DE SISTEMA	**CANTIDAD DE SISTEMAS**	**NUMERO DE USUARIOS**	**POTENCIA DEL SISTEMA**
SSFI	59	59	1,1 Kwp
MICRORED	1	7	8,8 Kwp
MICRORED	7	87	17,6 Kwp
MICRORED	4	75	26,4 Kwp
TOTAL, NUMERO DE USUARIOS		228	

REPLANTEO			
TIPO DE SISTEMA	**CANTIDAD DE SISTEMAS**	**NUMERO DE USUARIOS**	**POTENCIA DEL SISTEMA**
SSFI	59	59	1,1 Kwp
MICRORED	1	7	8,8 Kwp
MICRORED	7	90	17,6 Kwp
MICRORED	3	60	26,4 Kwp
TOTAL, NUMERO DE USUARIOS		216	

CONSORCIO SES Guainía

CONTRATO DG-106 DE 2024
INFORME DE MODIFICACIONES TÉCNICAS PROYECTO BARRANCO MINAS
(216 USUARIOS)

REPLANTEO		
COMUNIDAD	**POTENCIA DEL SISTEMA**	**NUMERO DE USUARIOS**
CHIGUIRO	17.6 KWP	12
BARRANCO PICURE	26.4 KWP	24
MURCIELAGO ALTAMIRA	17.6 KWP	15
LAGUNA CURVINA	17.6 KWP	10
LAGUNA CURVINA SAPUARA	26.4 KWP	17
SAN JUAN DE MINICIARE (SAPUARA 3)	17.6 KWP	16
ARRECIFAL LOMA LINDA (SAPUARA 1)	17.6 KWP	9
ARRECIFAL BELLO HORIZONTE (SAPUARA 2)	17.6 KWP	14
CUMARAL GUAMUCO	26.4 KWP	19
MIRO LINDO	17.6 KWP	14
MABAKO	8.8 KWP	7
SISTEMAS INDIVIDUALES	1.1 KWP	59
TOTAL, NUMERO DE USUARIOS		216

RESUMEN FINANCIERO

En cumplimiento de los requerimientos establecidos por la interventoría, se presenta a continuación un resumen financiero que evidencia las modificaciones aplicadas a los Análisis de Precios Unitarios (APU) del proyecto. Estas modificaciones responden a ajustes técnicos, recalculo de cantidades, actualización de materiales y adecuación a condiciones reales de ejecución en terreno.

La siguiente tabla consolida los cambios realizados, comparando el valor **inicial** y el **valor final** de cada APU, destacando la diferencia económica y su resultado (incremento o disminución):

ITEM	TOTAL, COSTO DIRECTO APU		DIFERENCIA	RESULTADO
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL		
1	$ 188.000,00	$ 233.000,00	$ 45.000,00	AUMENTÓ
411-511	$ 1.712.311,87	$ 880.703,59	-$ 831.608,28	DISMINUYÓ
412	$ 677.560,70	$ 974.895,76	$ 297.335,06	AUMENTÓ
413	$ 2.150.722,16	$ 3.325.831,88	$ 1.175.109,72	AUMENTÓ
414	$ 2.741.741,90	$ 4.377.285,10	$ 1.635.543,20	AUMENTÓ
415	$ 5.210.032,62	$ 4.737.339,59	-$ 472.693,03	DISMINUYÓ
416	$ 53.310.162,60	$ 53.582.083,09	$ 271.920,49	AUMENTÓ

27 DE JUNIO DEL 2025

417	$ 9.324.609,97	$ 9.292.973,92	-$ 31.636,05	DISMINUYÓ
418	$ 1.217.223,04	$ 1.181.916,60	-$ 35.306,44	DISMINUYÓ
419	$ 2.366.719,56	$ 2.367.443,36	$ 723,80	AUMENTÓ
4110	$ 1.531.877,56	$ 1.444.040,93	-$ 87.836,63	DISMINUYÓ
4113	$ 5.538.589,55	$ 5.652.667,98	$ 114.078,42	AUMENTÓ
423	$ 40.503,75	$ 28.503,75	-$ 12.000,00	DISMINUYÓ
426	$ 617.179,29	$ 1.383.499,29	$ 766.320,00	AUMENTÓ
429	$ 1.374.793,00	$ 4.013.826,94	$ 2.639.033,94	AUMENTÓ
431	$ 1.596.925,38	$ 4.821.586,18	$ 3.224.660,80	AUMENTÓ
443	$ 1.110.223,08	$ 1.278.520,44	$ 168.297,36	AUMENTÓ
512	$ 990.667,10	$ 1.451.000,93	$ 460.333,83	AUMENTÓ
513	$ 3.020.585,10	$ 4.512.193,57	$ 1.491.608,48	AUMENTÓ
515	$ 11.036.452,50	$ 5.733.312,80	- $ 5.303.139,70	DISMINUYÓ
516	$ 78.439.684,24	$ 80.903.592,54	$ 2.463.908,30	AUMENTÓ
518	$ 1.382.624,49	$ 1.183.751,44	-$ 198.873,05	DISMINUYÓ
5110	$ 1.917.480,40	$ 1.619.139,54	-$ 298.340,87	DISMINUYÓ
5113	$ 5.773.676,70	$ 5.907.599,13	$ 133.922,43	AUMENTÓ
71	$ 622.271,90	$ 674.884,03	$ 52.612,13	AUMENTÓ
211	$ 1.712.311,87	$ 1.711.587,69	-$ 724,18	DISMINUYÓ
213	$ 1.976.958,11	$ 2.602.203,20	$ 625.245,10	AUMENTÓ
214	$ 1.106.085,80	$ 1.206.085,80	$ 100.000,00	AUMENTÓ
221	$ 1.437.623,63	$ 1.566.100,69	$ 128.477,06	AUMENTÓ
231	$ 1.159.937,63	$ 1.799.826,85	$ 639.889,22	AUMENTÓ
429	$ 1.374.793,00	$ 4.299.811,89	$ 2.925.018,89	AUMENTÓ
61	$ 80.635.054,70	$ 96.525.965	$ 15.890.910	AUMENTO
211	$ 1.712.311,87	$ 1.711.587,69	-$ 724,18	DISMINUYÓ

Con el fin de facilitar el análisis financiero general por parte de la interventoría, se **adjunta de manera resumida el presupuesto final de replanteo**, el cual consolida todos los ítems actualizados, proporcionando una visión clara y completa del impacto económico total del ajuste presupuestal.

Adicionalmente, con el objetivo de facilitar el análisis integral del proyecto, se **anexa de manera resumida el presupuesto final consolidado**, en el cual se reflejan todos los costos directos, indirectos, administrativos y técnicos derivados del replanteo. Este resumen permite evaluar de forma clara y objetiva el impacto total del proceso de revisión.

27 DE JUNIO DEL 2025

CONSORCIO SES Guainía

CONTRATO DG-106 DE 2024
INFORME DE MODIFICACIONES TÉCNICAS PROYECTO BARRANCO MINAS
(216 USUARIOS)

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO VR. UNITARIO	VALOR PARCIAL VR. PARCIAL
1	**Localización y replanteo**	UN	216	$ 233.000,0	**$ 50.328.000,0**
2	**Sistema Individual Solar Fotovoltaíco**				**$ 1.096.378.042,0**
2,1	Sistema de generación de 1100 Wp	UN	59	$ 15.191.638,1	$ 896.306.650,0
2,2	Estructura de soporte para 2 paneles solares	UN	59	$ 1.591.213,7	$ 93.881.608,0
2,3	Sistema de control, medición y monitoreo	UN	59	$ 1.799.826,9	$ 106.189.784,0
3	**SSFV Microred 8U**				**$ 198.016.991,1**
3,1	Sistema de generación de 8800 Wp	UN	1	$ 77.508.336,6	$ 77.508.336,6
3,2	Estructura de soporte y obras civiles para 16 paneles solares	UN	1	$ 71.733.667,2	$ 71.733.667,2
3,3	Sistema de control, medición y monitoreo	UN	1	$ 4.821.586,2	$ 4.821.586,2
3,4	Acometida, SPT y monitoreo domiciliario	UN	7	$ 1.737.019,4	$ 12.159.135,7
3,5	Red de distribución	UN	1	$ 31.794.265,5	$ 31.794.265,5
4	**SSFV Microred Tipo 2**				**$ 2.720.017.887,0**
4,1	Sistema de generación de 17600 Wp	UN	7	$ 137.762.794,9	$ 964.339.564,0
4,2,0	Estructura de soporte y obras civiles para 32 paneles solares	UN	5	$ 117.182.030,6	$ 585.910.153,0
4,2,1	Estructura de soporte y obras civiles para 32 paneles solares	UN	2	$ 140.891.532,0	$ 281.783.064,0
4,3	Sistema de control, medición y monitoreo	UN	7	$ 4.821.586,2	$ 33.751.103,0
4,4	Acometida, SPT y monitoreo domiciliario	UN	90	$ 1.737.019,4	$ 156.331.744,0
4,5	Red de distribución aerea BT	UN	1	$ 697.902.259,1	$ 697.902.259,0
5	**SSFV Microred Tipo 3**				**$ 1.711.185.999,0**
5,1	Sistema de generación de 26400 Wp	UN	3	$ 209.355.437,3	$ 628.066.312,0
5,2	Estructura de soporte y obras civiles para 48 paneles solares	UN	3	$ 145.398.684,5	$ 436.196.054,0
5,3	Sistema de control, medición y monitoreo	UN	3	$ 4.821.586,2	$ 14.464.759,0
5,4	Acometida, SPT y monitoreo domiciliario	UN	60	$ 1.737.019,4	$ 104.221.163,0
5,5	Red de distribución	UN	1	$ 528.237.710,8	$ 528.237.711,0
6	**Sistema de monitoreo y control central**				**$ 96.739.699,0**
6.1	Sistema de gestión y recaudo central	GB	1	$ 96.739.698,8	**$ 96.739.699,0**
7	**Instalaciones internas domiciliarias**				**$ 145.774.951,0**

27 DE JUNIO DEL 2025

7.1.	Suministro, transporte e instalación de instalación interna domiciliaria en AC, comprende los siguientes elementos: - Tablero de distribución monofásico de cuatro circuitos. - Dos (2) interruptores automáticos monopolares tipo enchufable de 20 A. - Cuatro (4) salidas de alumbrado con interruptor con polo a tierra. - Hasta 30 m de tubería PVC SCH 40 de 1/2" con accesorios. - Hasta 90 m de cable de Cu THHN Nº 12 AWG - Cuatro (4) salidas para tomacorrientes dobles con polo a tierra.	UN	216	$ 674.884,0	$ 145.774.951,0
TOTAL COSTOS DIRECTOS					**$ 6.018.441.569,00**
ADMINISTRACIÓN				19,00%	**$ 1.143.503.898,00**
IMPREVISTOS				5,00%	**$ 300.922.078,00**
UTILIDAD				2,00%	**$ 120.368.831,00**
IVA SOBRE UTILIDAD				19,00%	**$ 22.870.078,00**
TOTAL, COSTOS INDIRECTOS (AIU)				**26,38%**	**$ 1.587.664.885,00**
VALOR CONSTRUCCIÓN (COSTOS DIRECTOS + COSTOS INDIRECTOS)					**$ 7.606.106.454,00**
RETIE(% CON RESPECTO A LOS CD ELÉCTRICOS DE NANO Y MICRO REDES)				**0,60%**	**$ 18.474.593,00**
GESTIÓN SOCIAL (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS)				**1,07%**	**$ 64.397.325,00**
GESTIÓN AMBIENTAL (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS)				**0,17%**	**$ 10.231.351,00**
VALOR TOTAL PROYECTO					**$ 7.699.209.723,00**
VALOR TOTAL PROYECTO EN SMMLV					**5922,47**
No. USUARIOS					**216**
VALOR COSTO / USUARIO SISFV					**$ 1.693.826.139**
VALOR COSTO / USUARIO SISTEMA CONCENTRADO					**$ 5.330.222.116**

ANEXOS

Los anexos que respaldan el presente informe pueden ser consultados en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1m4P9jXbGwH3iE-rC2pib3dhB3fMY8xhK?usp=drive_link

ANEXO 1. Memorias de Cálculo del Sistema de 10 Kva
ANEXO 2. Plano Eléctrico del Sistema de 10 kVA
ANEXO 3. Estructura para panel + caseta
ANEXO 4. Estudio de mercado del nuevo envolvente
ANEXO 5. PRESUPUESTO INIRIDA_REPLANTEO_V2
ANEXO 6. REGISTRO FOTOGRÁFICO SUELOS BARRANCO MINAS E INIRIDA
ANEXO 7. Planos eléctricos sistema de 15 kVA
ANEXO 8. Memorias de cálculo SSFV 15 kVA ANEXO 9. Memorias de Cálculo SSFVI
ANEXO 10. Plano Eléctrico SSFVI
ANEXO 11. NORMA CENS
ANEXO 12. CERTIFICADO DE NO CANTERAS PETREA
ANEXO 13. PRESUPUESTO INICIAL BARRANCO MINAS