



ENVOLVENTE PREFABRICADA TIPO SUPERFICIAL

Envolvente paquetizada de maniobra interior

La envolvente superficial es un centro de distribución prefabricado compacto de instalación superficial y maniobra interior de reducidas dimensiones. Está diseñado para la utilización en las redes públicas o privadas, especialmente donde el espacio es limitado por lo cual el objetivo es que su manejo e instalación en obra sean lo más sencillos posible, reduciendo a su vez el impacto visual y ambiental.

Gracias a que su manufactura, ensamblaje, equipamiento y pruebas son realizados por completo en la fábrica, la serie costa ofrecen una calidad uniforme y una significativa reducción de los costos y el tiempo de instalación, haciendo posible tener una subestación de distribución completamente operativa y disponible en corto tiempo.

Este contenido es propiedad intelectual de ENVOLVENTES & PAQUETIZADOS MILEM S.A.S. en ningún caso puede ser utilizado para fines que NO hayan sido autorizados sin nuestra autorización expresa.

1 Índice

1	Índice	3
2	Propiedades generales	4
3	Normas aplicadas	4
3.1	Reglamentación nacional	4
3.2	Normativas internacionales.....	4
3.3	Normativas de operadores de red.....	5
4	Componentes de subestación	5
4.1	Envolvente	5
4.2	Especificaciones de Materialidad y Variantes Constructivas	6
4.2.1	Opción A: Concreto Monolítico (Monobloque).....	6
4.2.2	Opción B: Concreto Modular (Panelable).....	6
4.2.3	Opción C: Sistema Compuesto (Termoplástico Tecnificado)	6
4.2.4	Sistema de Acoplamiento Modular (Unión de Envolvertes)	6
4.3	Acceso.....	8
4.4	Ventilación.....	8
4.5	Techo	8
4.6	Equipotencialidad y malla de puesta a tierras	9
4.7	Sistema de iluminación y tomas	10
4.8	Pasacables	10
4.9	Cable	10
4.10	Distancias de seguridad	11
4.11	Aplicaciones.....	11
4.12	Aplicación Especial: Infraestructura para Data Center.....	11
5	Operaciones logísticas – Posicionamiento	12
5.1	Ubicación	12
5.2	Planificación.....	12
5.3	Personal necesario	12
5.4	Proceso de excavación	13
5.5	Izajes	14
5.6	Fijación y relleno.....	14
6	Limpieza.....	15
7	Proyectos	16

2 Propiedades generales

La envolvente superficial es un centro de distribución eléctrico de maniobra interior, su fabricación es prefabricada de dimensiones compactas y de fácil instalación. Está diseñado para la utilización en las redes públicas o privadas, especialmente donde el espacio es limitado por lo cual el objetivo es que su manejo e instalación en obra sean lo más sencillos posible, reduciendo a su vez el impacto visual y ambiental.

Gracias a que su manufactura, ensamblaje, equipamiento y pruebas son realizados por completo en la fábrica ofrecen una calidad uniforme y una significativa reducción de los costos y el tiempo de instalación, haciendo posible el tener una subestación de distribución completamente operativa y disponible en corto tiempo.

La envolvente en concreto impermeable monobloque de maniobra interior, con cubierta superior de ingreso para equipos y puertas antipánico para personal, acabado externo en pintura sellante, circuito de puesta a tierra interno el cual se entrega equipotencializado a la estructura de la envolvente y toda superficie con disposición para equipotencialización de equipos, sistema de ventilación natural o encapsulada para control de condensación de acuerdo a las condiciones climáticas del sitio de instalación y sistema pasacables. La Subestación paquetizada se entrega con certificación de producto **RETIE**.

CONDICIONES DE OPERACIÓN		
Temperatura ambiente durante la operación	°C	-10 / +45
Radiación solar	w/m ²	1000 w/m ²
Condiciones climáticas	Clima caliente/húmedo	
Carga por viento	kN/m ²	NSR10
Nivel de polución	Nivel	1
Humedad del aire dentro de la subestación	%	85
Altitud	M	<2700
Nivel de ruido producido	dB	<90

3 Normas aplicadas

3.1 Reglamentación nacional

- ✓ Código RETIE vigente
- ✓ Apartes norma NTC 2050
- ✓ NSR-10 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente

3.2 Normativas internacionales

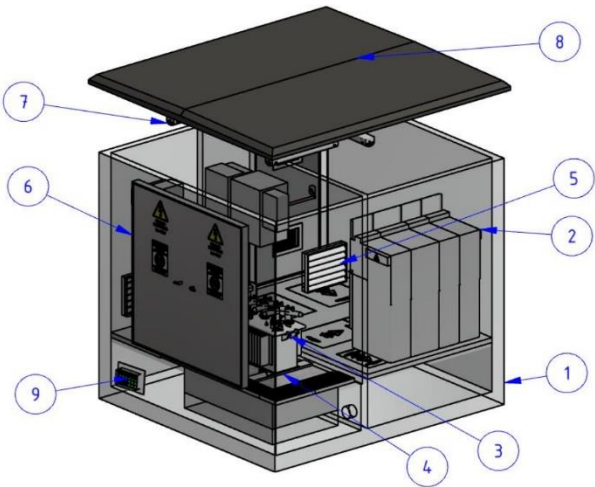
- ✓ ISO 9001
- ✓ Apartes de IEC 62271-202
- ✓ IP23D Ventilación natural
- ✓ IP44 Muros
- ✓ IP67 Sistemas pasacables
- ✓ IK10
- ✓ AWS D1.1

3.3 Normativas de operadores de red

- ✓ CTS591 Centro de transformación prefabricado superficie estándar para transformadores hasta 1000kVA
- ✓ ES.05626.LA-DE.EMT Edificio prefabricado vacío de superficie para centros de transformación y seccionamiento.

4 Componentes de subestación

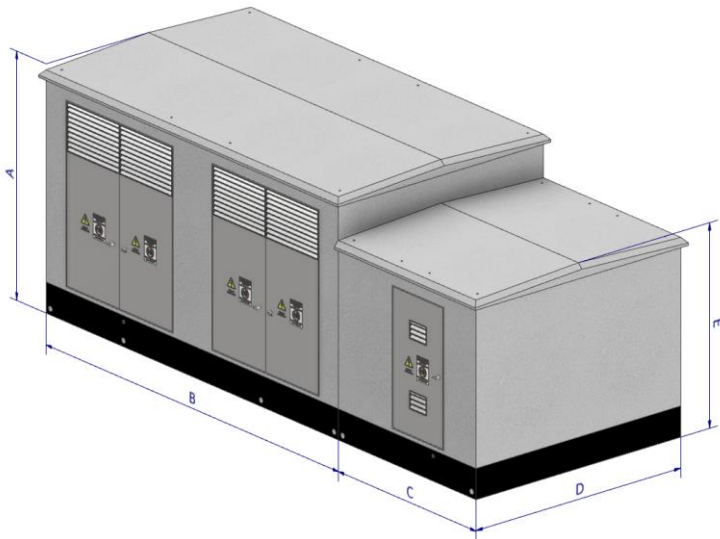
Se describe esquemáticamente posibles equipos que puede contener la envolvente, la información técnica de las piezas que componen la subestación paquetizada se entregan según diseños finales.



Ítem	Descripción
1	Envolvente prefabricada en concreto
2	Tren de celdas
3	Transformador
4	Foso de aceite
5	Sistema de ventilación
6	Acceso
7	Iluminación
8	Techo
9	Sistema pasacables

4.1 Envolvente

Envolvente en concreto impermeable monobloque Serie Costa de manipulación interior. Dependiendo del uso pueden ser monolíticas, panelables aisladas, y concretos poliméricos enfocados en economía circular.



4.2 Especificaciones de Materialidad y Variantes Constructivas

La solución se adapta a los requerimientos del proyecto mediante tres tipologías constructivas, diseñadas bajo una ingeniería de materiales que asegura durabilidad, aislamiento y protección integral.

4.2.1 Opción A: Concreto Monolítico (Monobloque)

Estructura fundida en una sola pieza de concreto reforzado vibrado, sin juntas constructivas. Su diseño de **10 cm de espesor** estructural no solo garantiza máxima estanqueidad y seguridad física (anti-intrusión), sino que aporta una inercia térmica superior y una capacidad ignífuga natural de hasta **180 minutos**, asegurando la estabilidad del recinto ante eventos extremos.

4.2.2 Opción B: Concreto Modular (Panelable)

Sistema versátil compuesto por elementos prefabricados de concreto ensamblados mecánicamente. Mantiene la misma robustez y espesor de pared (10 cm) de la versión monolítica, conservando sus propiedades de protección pasiva (**180 minutos**) y facilitando la instalación en ubicaciones complejas como azoteas o sótanos.

4.2.3 Opción C: Sistema Compuesto (Termoplástico Tecnificado)

Envoltorio ligera de alto desempeño que implementa una disposición estratégica de elementos constructivos. Su núcleo de **concretos aislantes** y termoplásticos de ingeniería otorga un valor de transmitancia térmica excepcionalmente bajo. Esta configuración multicapa incluye barreras técnicas internas que proporcionan una protección retardante escalable (**entre 60 y 120 minutos**), optimizando la seguridad sin comprometer la eficiencia energética ni la ligereza del sistema.

Composición Estructural:

- **Caras Externas:** Termoplástico rígido de ingeniería.
- **Núcleo:** Material aislante de alta densidad.
- **Cara Interna:** Placa técnica con propiedades ignífugas.

4.2.4 Sistema de Acoplamiento Modular (Unión de Envoltorios)

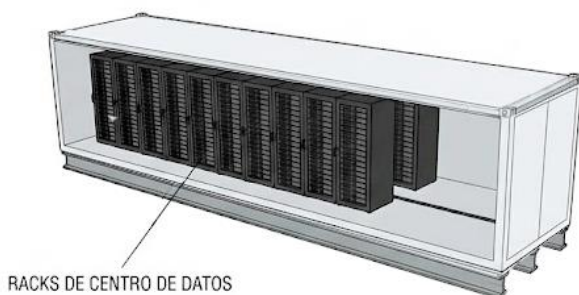
Para configuraciones que requieren áreas superiores a las dimensiones de transporte estándar, el sistema constructivo permite la unión de dos o más módulos envoltorios (monobloques o panelables) para conformar una única sala eléctrica continua. Este proceso garantiza la integridad estructural y el cumplimiento del grado de protección IP mediante el siguiente método de ensamblaje:

- **Solidarización Mecánica (Nivel de Basamento):** La unión estructural se realiza en la base de la envoltorio mediante un sistema de **pernos pasantes de alta resistencia** (Grado 8.8 o superior, galvanizados en caliente o acero inoxidable según ambiente). Se disponen puntos de anclaje predefinidos en las vigas riostras o plintos de concreto de ambos módulos.
El acople se asegura mediante conjuntos de tornillo, tuerca y arandela de presión, aplicando el par de

apriete (torque) especificado en el manual de instalación para garantizar la inmovilidad relativa entre módulos ante esfuerzos sísmicos o vibraciones operativas.

- **Estanqueidad y Juntas (Sellado Inter-modular):** Para mantener el grado de protección (IP) y la resistencia al fuego del conjunto, se dispone una junta de estanqueidad comprimible (tipo EPDM de celda cerrada o banda hidroexpansiva) a lo largo de todo el perímetro de contacto vertical y horizontal entre los módulos. Esta junta absorbe las tolerancias de fabricación y evita el ingreso de humedad, polvo o agentes contaminantes.
- **Acoplamiento de Cubierta (Techo):** En la unión superior, se instala un sistema de cubrejuntas o tapajuntas metálico (en acero galvanizado o material compatible con la cubierta) diseñado con pendiente para la evacuación de aguas lluvias. Este perfil se fija mecánicamente garantizando la continuidad de la barrera impermeable y protegiendo la junta de sellado contra la radiación UV directa.
- **Nivelación:** Es requisito indispensable que la losa de cimentación garantice una planicidad perfecta en la zona de unión para asegurar la alineación de los orificios de paso de los pernos y la compresión uniforme de las juntas.

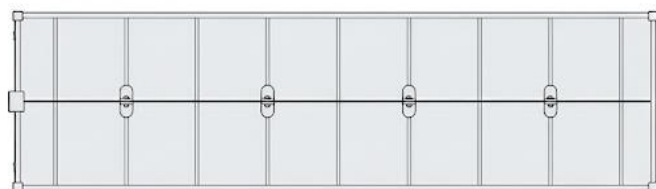
VISTA GENERAL (CORTE)



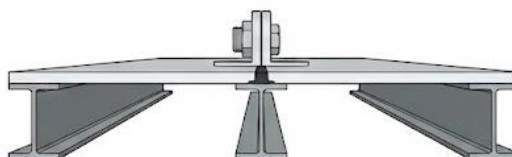
DETALLE DE UNIÓN (VISTA INTERIOR)



PLANTA DE TECHO



SECCIÓN TRANSVERSAL



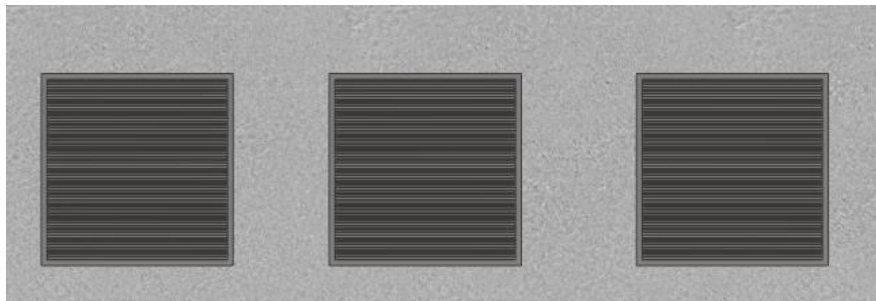
4.3 Acceso

Puertas de acceso para el equipo eléctrico y personal, abatibles 180°, con bisagras, cerradura y barra de seguridad para evitar cierres intempestivos.



4.4 Ventilación

Rejilla de ventilación natural, IP23 para control de condensación de acuerdo a las condiciones climáticas del sitio de instalación. Las aberturas están calculadas de acuerdo a NTC 2050 450-45.



4.5 Techo

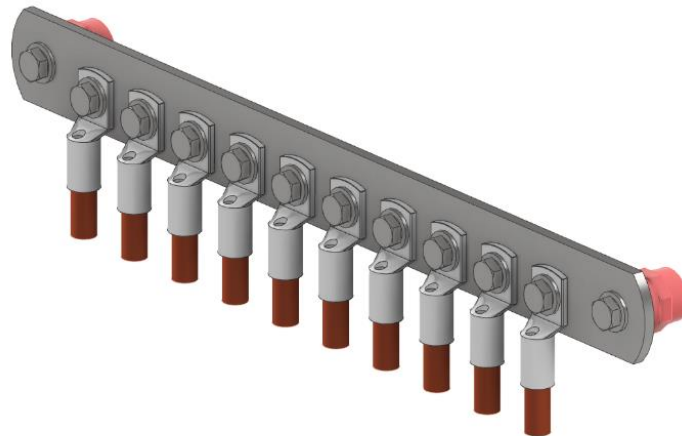
La cubierta de las subestaciones es diseñada con sistema de corta gotas y drenaje de agua.

Las cargas consideradas estándar son $CM=100\text{kg/m}^2$ y $CV=100\text{kg/m}^2$.

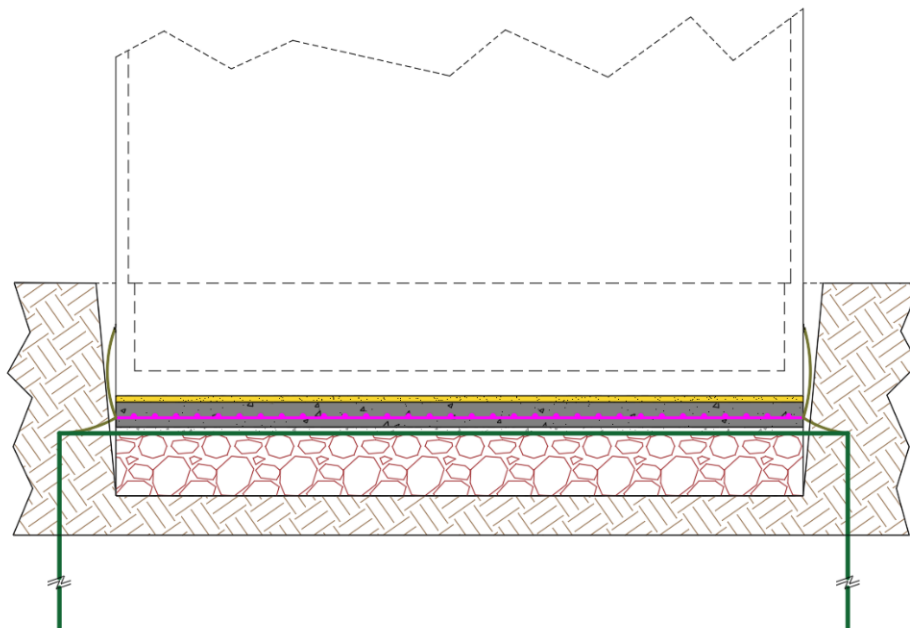
4.6 Equipotencialidad y malla de puesta a tierras

Todos los equipos y piezas metálicas que compone la subestación están conectados al sistema equipotencial de la subestación, que a su vez está conectada a la red de puesta a tierra exterior.

Todas las conexiones a tierra están empalmadas a un conductor de cobre desnudo o chaqueta verde, que llegan a una barra de conexiones a tierra.



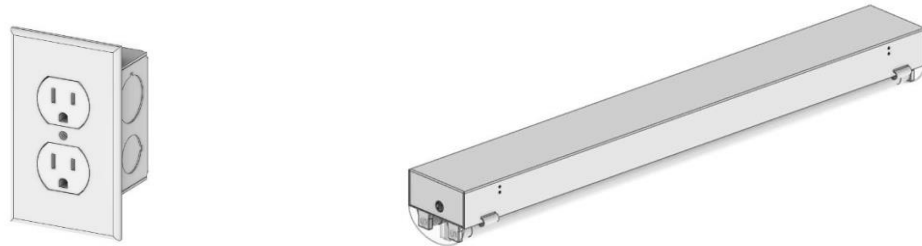
Todos los puntos de conexión están equidistantes según la normativa **RETIE artículo 15**.



4.7 Sistema de iluminación y tomas

La subestación cuenta con un tablero de alimentación para luminarias y tomas de corriente de baja tensión. Las luminarias cumplen con 200 lux dentro de la subestación.

La subestación cuenta con mínimo un toma corrientes doble a 110 V



4.8 Pasacables

Dispone de sellos pasacables de entrada y salida de cables de media tensión para la alimentación y distribución, cuenta con un sistema modular para ser cambiado según el requerimiento de cables.



Grado de protección	IP67
Grado de Protección IK	10

4.9 Cable

Los cables que entran, salen de la subestación y los cables internos son marcados, probados en plantas y certificados según la norma **RETIE**.



4.10 Distancias de seguridad

Según la norma NTC 2050 todos los equipos de la subestación cumplen con la distancia de manipulación de equipos correspondiente.

4.11 Aplicaciones

La subestación superficial monobloque puede llevar en su interior diferentes equipos de media y baja tensión dependiendo de la necesidad del proyecto, al igual puede ser un centro de distribución o de transformación pudiéndose ubicar en su interior distintos cuartos para ubicar celdas de protección en media tensión, transformador de media tensión y tableros de baja tensión o de servicios de auxiliares, adaptándose esta a las necesidades específicas del proyecto.

- Operadores de red
- Industria Pesada y liviana
- Energía renovable (Eólica y solar).
- Oil and Gas
- Minería
- Data centers



4.12 Aplicación Especial: Infraestructura para Data Center

La envolvente prefabricada ofrece condiciones superiores para el alojamiento de equipos de misión crítica (Edge Computing, Nodos de Telecomunicaciones y Data Centers Modulares), priorizando la seguridad física y la estabilidad ambiental sin depender de estructuras metálicas ligeras.

- ✓ **Accesos Técnicos y Cortafuego (Incluidos):** El suministro incorpora puertas de seguridad técnica con propiedades de **resistencia al fuego** y aislamiento térmico. Estas unidades están equipadas con barras antipánico, cierres de seguridad multipunto y sellos perimetrales, garantizando tanto la evacuación segura como la compartimentación efectiva en caso de conato de incendio.

- ✓ **Seguridad Física y Protección Anti-Vandalismo:** Estructura monolítica en concreto reforzado que proporciona una barrera física robusta, ofreciendo una resistencia superior contra intrusiones, impactos y vandalismo en comparación con soluciones convencionales tipo contenedor.
- ✓ **Eficiencia Térmica Pasiva (Inercia Térmica):** A diferencia de los paneles convencionales, nuestra envolvente utiliza una **disposición estratégica de elementos constructivos** que combina capas de materiales compuestos con **concretos aislantes** de alta tecnología. Esta ingeniería de materiales otorga propiedades únicas de aislamiento, logrando un valor extremadamente bajo de **transmitancia térmica (Valor U)**. Esto minimiza el intercambio de calor con el exterior y maximiza la eficiencia energética de los sistemas de climatización de precisión.
- ✓ **Hermeticidad para Sistemas de Extinción:** El diseño monobloque garantiza la estanqueidad requerida para el correcto funcionamiento de sistemas de extinción de incendios por agentes limpios (gases), asegurando la retención de la concentración del agente extintor dentro del recinto.
- ✓ **Gestión de Cableado de Alta Estanqueidad:** Dispone de marcos para sistemas modulares de sellado de cables en muros y/o piso, permitiendo el ingreso seguro de fibra óptica y energía sin comprometer el grado IP de la envolvente.

5 Operaciones logísticas – Posicionamiento

A continuación, se describen las operaciones de logística que se deben llevar a cabo para la correcta instalación de la subestación prefabricada

5.1 Ubicación

Debe definirse exactamente el lugar de emplazamiento indicando las cotas de alineación y la altitud a los puntos de referencia, nivel de cota 0, acabado circundante, salida de aguas pluviales (en el caso de la ventilación horizontal) y posición de las tapas de acceso.

5.2 Planificación

Aprovechando el croquis o plano de ubicación acotar los espacios libres disponibles para la colocación tanto de la grúa como del camión de transporte.

Prestar especial atención al posicionamiento de la grúa al objeto de que los gatos de apoyo del mismo no estén excesivamente cerca de la excavación y originen un desprendimiento. Estos gatos de apoyo se deben situar a más de 3 m de la misma.

Indicar la existencia de cualquier circunstancia u objeto que pueda impedir o entorpecer el correcto desarrollo de la operación (postes, cables, zanjas, muros, canalizaciones, etc.) posicionando en el plano sus cotas correspondientes.

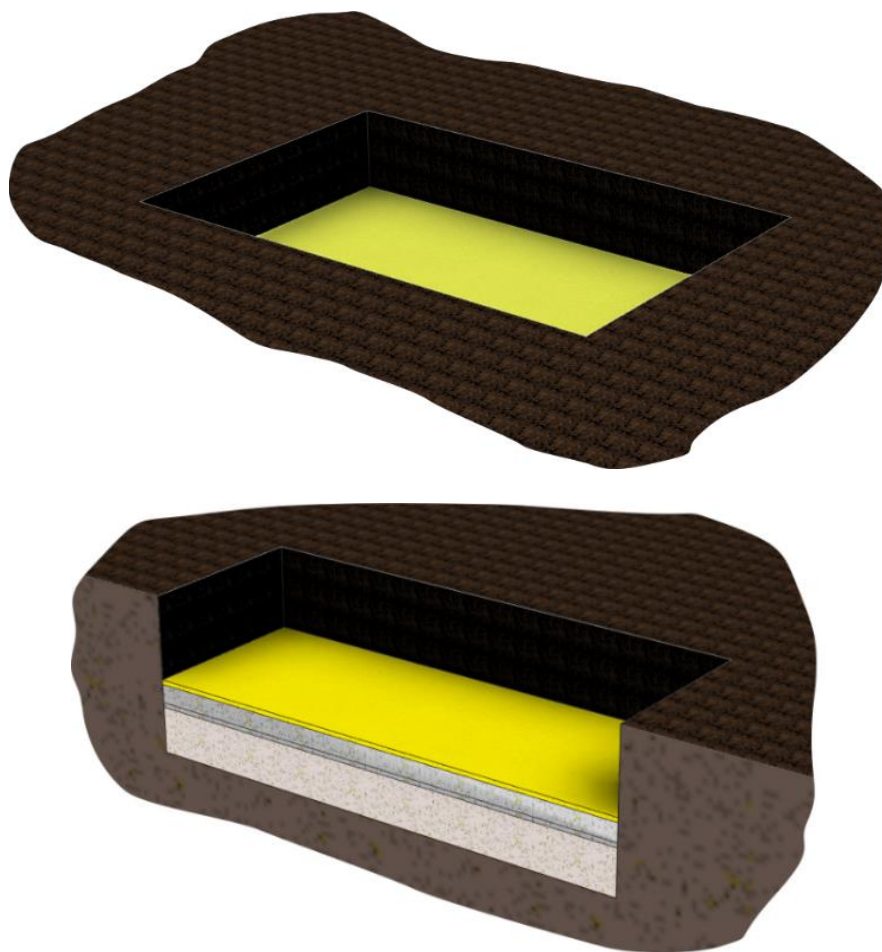
5.3 Personal necesario

Dependiendo de las condiciones de la excavación el responsable del montaje debe decidir el personal necesario para la correcta ejecución de la misma.

5.4 Proceso de excavación

Personal de envoltentes y Paquetizados MILEM verificará que las recomendaciones hechas en visitas previas hayan sido ejecutadas para poder dar entrada de vehículos de carga al predio de la subestación. Para la instalación de la envoltente prefabricada de concreto se requiere haber realizado una excavación previa en el terreno con las dimensiones que se ajusten a la subestación.

La excavación debe contar con 200mm adicional en el perímetro para que al momento del izaje tenga holgura de posicionamiento.

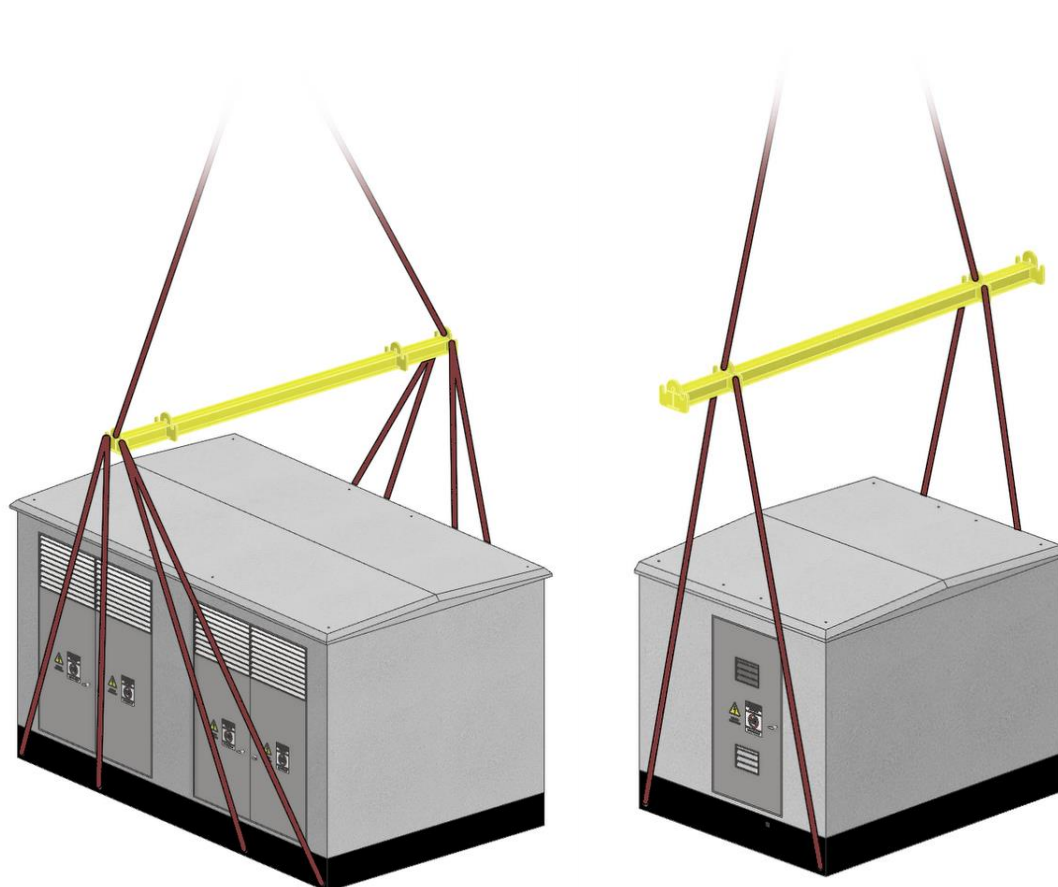


Se sugiere cimentación tipo losa maciza debido a que de esta manera se podrá conectar toda la configuración de acero al sistema puesta a tierra. De esta manera, se podrá garantizar que el sistema se encuentre equipotencial. En caso de usar zapatas con vigas de amarre o pilotaje, estos aceros se deben conectar a la placa superior de soporte con el fin de evitar voltajes diferenciales entre el suelo y la cimentación lo que sería una condición peligrosa para las personas que interactúen con la subestación.

Al usar cimentación tipo losa estamos limitando las tensiones de paso ante cualquier inducción de energía. El espesor de la losa y la necesidad de pilotes o material de reemplazo para mejoramiento del suelo dependerá del estudio realizado por la geotecnia y del diseño estructural.

5.5 Izajes

La envolvente dispone de cuatro (4) a ocho (8) argollas que permiten su correcta manipulación mediante eslingas y un palonnier (spreader bar) con el objeto de garantizar un izado lo más equilibrado posible



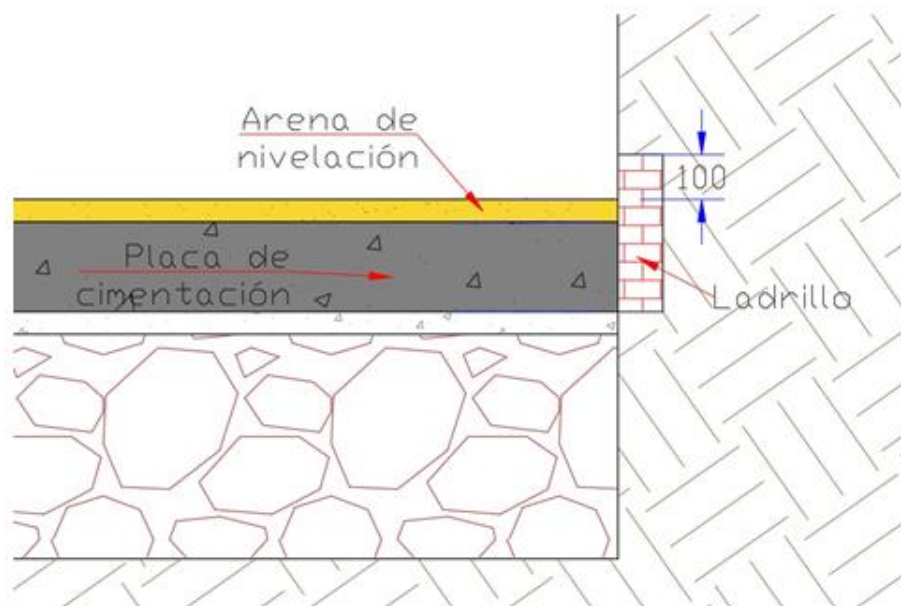
5.6 Fijación y relleno

Es necesario un estrato de arena confinada entre la losa de cimentación y la base de la subestación debido a que el contacto directo de los dos concretos puede generar agrietamientos teniendo en cuenta la rugosidad de ambas superficies. Esta arena deberá ser arena de peña común con características mostradas en la tabla a continuación.

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICACIÓN
Gradación	90% tamaños < 10mm
Índice de plasticidad	< 6%
Equivalente de arena	15 – 20 %

En caso de que el confinamiento de las envolventes prefabricadas se haga posterior a la instalación de las mismas, es necesario que se haga una estructura con ladrillo o bloques que mantengan el estrato de arena lavada gruesa entre la placa de cimentación y la envolvente. Esto debido a que, si no se encuentra confinado, las

lluvias podrían remover esta arena y no cumplirían su función de repartición de esfuerzos y posibles agrietamientos por contacto directo entre las dos superficies de concreto. Cabe resaltar que esta estructura no es de tipo estructural y no va estar sometida a ningún tipo de cargas, su función exclusiva es asegurar el confinamiento del estrato de arena que se encuentra entre la placa de cimentación y la envolvente prefabricada.



6 Limpieza

Una vez montada la envolvente, limpiar los marcos de las puertas y tapas de inspección.

Esta limpieza se debe repetir cuando se observe suciedad acumulada en la entrada de personal y las tapas de inspección.

7 Proyectos















Envolvertes & Paquetizados MILEM S.A.S. BIC

Km 2.5 Vía Malambo Sabanagrande

Atlántico – Colombia

+57 301 7349428

contacto@milem.com.co