

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE CONSTRUCCIÓN Y PRODUCCIÓN DE SITIOS  
TRADICIONALES RESPECTO DE SITIOS DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA RED  
DE UN OPERADOR DEL TERRITORIO RURAL DE GUATEMALA

Trabajo de Investigación presentado por Miriam Desirée Lourdes de Jesús  
Matas Santis para optar el grado de Licenciada en Ingeniería Industrial

Guatemala

2014



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE CONSTRUCCIÓN Y PRODUCCIÓN DE SITIOS  
TRADICIONALES RESPECTO DE SITIOS DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA RED  
DE UN OPERADOR DEL TERRITORIO RURAL DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE CONSTRUCCIÓN Y PRODUCCIÓN DE SITIOS  
TRADICIONALES RESPECTO DE SITIOS DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA RED  
DE UN OPERADOR DEL TERRITORIO RURAL DE GUATEMALA

Trabajo de Investigación presentado por Miriam Desirée Lourdes de Jesús  
Matas Santis para optar el grado de Licenciada en Ingeniería Industrial

Guatemala

2014

**Vo. Bo.**

(f)   
Ingeniero Eduardo Arenas

**Vo. Bo. Terna**

(f)   
Ingeniero Cesar Silva

(f)   
Licenciado Raúl Dacaret

(f)   
Ingeniero Eduardo Arenas

**Fecha de aprobación: Guatemala, 18 de junio de 2014.**

# ÍNDICE

LISTA DE TABLAS .....	VIII
LISTA DE ILUSTRACIONES .....	X
RESUMEN .....	XIII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. JUSTIFICACIÓN .....	3
III. OBJETIVOS.....	4
A. GENERAL.....	4
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
IV. ESTUDIO TÉCNICO.....	5
A. ANTECEDENTE .....	5
1. TIPOS DE ENERGIZACIÓN DE SITIOS DE TELEFONÍA MÓVIL. ....	5
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS Y TRASLADOS DE LOS MISMOS. ....	7
3. ALCANCE DE LOS SERVICIOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS MOTOGENERADORES. ....	16
4. DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LOS SITIOS DEPENDIENDO DE SU UBICACIÓN.....	19
5. EQUIPOS O DISPOSITIVOS QUE NECESITAN ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS SITIOS DE TELEFONÍA MÓVIL. ....	22
6. CONSUMOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL SITIO DE TELEFONÍA MÓVIL. ....	25
7. CONDICIONES FÍSICAS Y OBRA CIVIL ACTUAL DE LOS SITIOS DE TELEFONÍA MÓVIL. ....	26
8. DISEÑO ACTUAL DEL SITIO. ....	27
9. COSTOS ACTUALES. ....	30
10. ALCANCE DEL SERVICIOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO O CORRECTIVO DE SITIOS DE TELEFONÍA MÓVIL.....	33
11. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO POR SITIO. ....	36

12. <b><i>COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE SITIOS NUEVOS DEL 2014.</i></b> .....	38
<b>B. SOLUCIÓN</b> .....	40
1. <b><i>ENERGÍA SOLAR.</i></b> .....	40
2. <b><i>OPCIONES DE SOLUCIONES SOLARES DEPENDIENDO DE LOS EQUIPOS QUE LA COMPONENTEN.</i></b> .....	42
3. <b><i>COMPONENTES DE UN SISTEMA SOLAR DE UNA OPCIÓN SOLAR Y OPCIÓN SOLAR HÍBRIDA</i></b> .....	43
4. <b><i>DIMENSIONAMIENTO DE PANELES Y BATERÍAS.</i></b> .....	48
5. <b><i>SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN.</i></b> .....	49
6. <b><i>DISEÑO PROPUESTO DEL SITIO DE LA SOLUCIÓN SOLAR.</i></b> .....	51
7. <b><i>COSTOS DE LA SOLUCIÓN.</i></b> .....	54
8. <b><i>ALCANCE DEL SERVICIOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO O CORRECTIVO OPCIÓN SOLAR.</i></b> .....	56
<b>V. ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO</b> .....	59
A. <b>INGRESOS POR SITIO DE TELEFONÍA MÓVIL .</b> .....	59
B. <b>ANÁLISIS DE FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA EN BASE AL PROYECTO</b> .....	60
C. <b>ÍNDICES ECONÓMICOS</b> .....	60
1. <b><i>TIR.</i></b> .....	60
2. <b><i>UTILIDAD BRUTA.</i></b> .....	67
3. <b><i>COSTO BENEFICIO Y ROI.</i></b> .....	69
<b>VI. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL</b> .....	73
<b>VII. PLAN DE CONTINGENCIA</b> .....	75
<b>VIII. CONCLUSIONES</b> .....	76
<b>IX. RECOMENDACIONES</b> .....	78
<b>X. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	79
<b>XI. ANEXOS</b> .....	80
<b>XII. GLOSARIO</b> .....	144

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Distribución de sitios rurales y urbanos por departamento .....	20
Tabla 2: Expansión proyectada para el 2014 .....	21
Tabla 3: Consumos de energía en sitio y tiempo estimado de operación .....	25
Tabla 4: Consumos promedio de energía por sitio .....	25
Tabla 5: Costos iniciales de la solución tradicional con dos motogeneradores por sitio.....	30
Tabla 6: Costos iniciales de la solución tradicional de un motogenerador y conexión a la red eléctrica, por sitio .....	31
Tabla 7: Costos anuales de operación y mantenimiento de la solución tradicional con dos motogeneradores por sitio .....	36
Tabla 8: Costos anuales de la operación y mantenimiento de la solución tradicional con un motogenerador por sitio .....	36
Tabla 9: Costo máximo de una contingencia o siniestro del sitio, situación actual .....	37
Tabla 10: Costos de obra civil no recuperables .....	38
Tabla 11: Gastos administrativos, sueldos y bonificaciones.....	39
Tabla 12: Costos de la implementación del proyecto de expansión 2014.....	40
Tabla 13: Estrategia de compra .....	50
Tabla 14: Costos iniciales de la solución solar .....	54
Tabla 15: Costos iniciales de la solución solar híbrida .....	55
Tabla 16: Costos anuales de la solución solar .....	56
Tabla 17: Costos anuales de la solución solar híbrida .....	56
Tabla 18: Costos máximos de una contingencia o siniestro del sitio, situación actual .....	57
Tabla 19: Costos máximos por rescisión de contrato de arrendamiento .....	57
Tabla 20: Tabla de ingresos y datos a utilizar .....	59
Tabla 21: Análisis FODA.....	60
Tabla 22: Flujo de caja solución actual proyectado .....	61
Tabla 23: Flujo de caja solución actual optimista.....	62

Tabla 24: Flujo de caja solución actual pesimista.....	63
Tabla 25: Flujo de caja solución solar proyectado .....	64
Tabla 26: Flujo de caja solución solar optimista .....	65
Tabla 27: Flujo de caja solución solar pesimista .....	66
Tabla 28: Cuadro resumen de resultados VAN y TIR .....	67
Tabla 29: Datos para calcular la utilidad .....	67
Tabla 30: Costos de egresos por proyecto, situación actual .....	68
Tabla 31: Costo de operación y mantenimiento, solución solar .....	68
Tabla 32: Utilidad bruta solución actual .....	68
Tabla 33: Utilidad bruta proyecto solución solar .....	68
Tabla 34: Costo beneficio anual .....	69
Tabla 35: Costo beneficio mensual .....	69
Tabla 36: ROI de acuerdo ingreso mensual solución actual .....	70
Tabla 37: ROI de acuerdo al ingreso mensual solución opción solar .....	71
Tabla 38: Plan de contingencia.....	75

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Sitio con dos motogeneradores y tanque de diesel mensual.....	6
Ilustración 2: Sitio con un motogenerador y su tanque mensual.....	6
Ilustración 3: Transformador más cercano a sitio de celda .....	7
Ilustración 4: Inicio del sendero para llegar al sitio .....	8
Ilustración 5: Gradas improvisadas con madera para subir al sitio .....	8
Ilustración 6: Otro tramo del sendero sin gradas para llegar al sitio.....	9
Ilustración 7: Sendero con gradas cubiertas de vegetación a 25 metros del anterior.....	9
Ilustración 8: Descarga del tanque de diesel del vehículo.....	10
Ilustración 9: Personal subiendo el tanque a través del sendero de gradas improvisadas.....	10
Ilustración 10: Acarreo del tanque llegando a la cima de la montaña entre la vegetación .....	11
Ilustración 11: Personas ayudan desde arriba con lazos para subir tanque .....	11
Ilustración 12: Colocación del tanque mensual en el sitio.....	12
Ilustración 13: Acarreo de las partes del motogenerador a través del sendero .....	12
Ilustración 14: Acarreo de otras partes del motogenerador a través del sendero .....	13
Ilustración 15: Motor del motogenerador al principio del sendero, peso aproximado 750 kg.....	13
Ilustración 16: Carga del motor por el personal a través del sendero .....	14
Ilustración 17: Acarreo del motor a la entrada del sitio .....	14
Ilustración 18: Trabajadores van a colocar el motor en su lugar .....	15
Ilustración 19: Armado del motogenerador en el sitio.....	15
Ilustración 20: Muestra embobinado con punto de falla.....	16
Ilustración 21: Muestra un acercamiento del embobinado dañado por cortocircuito.....	17

Ilustración 22: Muestra suciedad y tierra, además restos de insectos en los embobinados .....	17
Ilustración 23: Muestra óxido en la parte interna de las bobinas.....	18
Ilustración 24: Muestra la medición del aislamiento en el motor menor al requerido .....	19
Ilustración 25: Reflector con sensor de movimiento .....	22
Ilustración 26: Balizas rojo continuo y rojo flasing .....	23
Ilustración 27: Aire acondicionado tipo mochila .....	23
Ilustración 28: Baterías tipo gel .....	24
Ilustración 29: Supresor de pico.....	24
Ilustración 30: Plano opción A actual .....	28
Ilustración 31: Plano opción B actual.....	29
Ilustración 32: Distribución de horas pico de sol por región .....	41
Ilustración 33: Panel solar .....	45
Ilustración 34: Estructura para paneles .....	45
Ilustración 35: Esquema de la opción solar.....	47
Ilustración 36: Esquema de la solución solar híbrida .....	47
Ilustración 37: Plano opción A solar.....	52
Ilustración 38: Opción híbrida solar .....	53
Ilustración 39: Gráfica ROI .....	72
Ilustración 40: Grupo de trabajadores subiendo motogenerador .....	135
Ilustración 41: Personal se ayuda con madera para subir motogenerador .....	135
Ilustración 42: Personal empuja el motogenerador por el camino .....	136
Ilustración 43: Personal tirando con cuerdas el motogenerador.....	136
Ilustración 44: Traslado a través de la vegetación .....	137
Ilustración 45: Personal levantando el motogenerador con troncos.....	137
Ilustración 46: Personal trasladando tanque de diesel .....	138
Ilustración 47: Personal pasando tanque de diesel por puente de troncos .....	138
Ilustración 48: Trabajadores cargando a hombros el motogenerador .....	139
Ilustración 49: Trabajadores entrando a sitio con tanque de diesel .....	139

Ilustración 50: Acarreo de tanque de diesel en lancha.....	140
Ilustración 51: Carga del motogenerador a la lancha.....	140
Ilustración 52: Trabajadores cargando el motogenerador con troncos .....	141
Ilustración 53: Acarreo del motogenerador por una pendiente .....	141
Ilustración 54: Otro plano del acarreo del motogenerador .....	142
Ilustración 55: Personal colocando madera debajo del motogenerador para facilitar su movimiento .....	142
Ilustración 56: Vista de motogenerador y tanque de diesel en su sitio.....	143
Ilustración 57: Trabajadores cargando de diesel el tanque en sitio.....	143

## **RESUMEN**

El siguiente trabajo tiene como finalidad evaluar la factibilidad de cambiar la solución actual de suministro de energía eléctrica a base de motogeneradores y conexión a la red eléctrica utilizando paneles solares en lugar de los motogeneradores para la expansión de la red de un operador del territorio de Guatemala en el área rural para este año.

La primera parte es la realización del estudio técnico, se determinarán y definirán los tipos de energización que se tienen en operación actualmente por medio del análisis de la situación actual y de la solución propuesta, determinaremos si es posible de acuerdo a los estándares de construcción colocar la solución en los sitios de telefonía móvil del operador, en esta parte también se analizará los costos unitarios de las diferentes opciones que conforman el suministro de energía eléctrica que nos servirán para el posterior análisis económico.

Se realizará una evaluación por medio de comparación de soluciones similares que existen en el mercado para verificar que solución es la adecuada para el proyecto.

Después se procederá a la comparación económica por medio de indicadores para determinar si es factible económicamente la solución comparada con la situación actual.

Por último se analizará el impacto ambiental de la implementación de la solución en lugar de la fuente de energía tradicional del operador.

# I. INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica es el pilar del desarrollo industrial y por ende del desarrollo social, es un elemento esencial en el desarrollo tecnológico. Es importante mencionar que sin energía, los equipos y por consiguiente los sitios de telefonía quedarían fuera de funcionamiento afectando el servicio que estos prestan.

El servicio de cobertura en datos y voz es la fuente de ingreso del operador de telefonía, por lo que es necesario mantener el abastecimiento de energía estable y constante, debido a que los equipos son susceptibles y costosos, los cuales se pueden poner en riesgo o dañarse si la misma no cumple con los requerimientos de energía necesarios para su óptimo funcionamiento.

Actualmente el ser humano y las empresas a nivel mundial están dirigiendo recursos para proteger el medio ambiente y el hábitat natural, debido a la evolución tecnológica han surgido nuevas formas de crear energía renovable, sin embargo el costo de las energías renovables tiene un costo elevado en comparación con las actuales formas de generación eléctrica.

En el siguiente trabajo de graduación se tiene como finalidad evaluar que la energía renovable es una solución económica atractiva para el operador versus las soluciones energéticas tradicionales, además de ser una solución amigable con el medio ambiente, más fiable, estable y con un menor costo a largo plazo debido a la reducción del costo de operación y el mantenimiento de los sitios del operador.

Se llevará a cabo el estudio de factibilidad de construcción de sitios nuevos con energía tradicional por medio de la red transporte de energía

eléctrica y moto generadores a base de diesel comparado con sitios de energía renovable solar y bancos de baterías recargables en la red de telefonía móvil de un operador de telecomunicaciones del territorio de Guatemala al que se llamará únicamente "operador" para mantener la confidencialidad, tendrá en cuenta las especificaciones técnicas del equipo, estándares de seguridad, normas, procesos, estándares de instalación, ya que los mismos son exigidos y son requisitos para que el proyecto cumpla con lo necesario para tener éxito.

Los precios, costos e ingresos son estimados en base a cotizaciones y información proporcionada por el operador los cuales serán variados en un porcentaje debido a que la información ha sido proporcionado por el operador el cual requiere que se reserve el derecho de confidencialidad.

## **II. JUSTIFICACIÓN**

Establecer la factibilidad de una solución de energía renovable, estable, confiable, amigable con el ambiente, a un costo menor que la solución actual que utiliza el operador, esto debido a que la energía eléctrica en las áreas rurales es inestable y en algunos casos inexistentes.

La reducción de la operación y mantenimiento de los sitios existentes que se realiza por medio de recurso humano con mano de obra directa, lo cual incurre en costos elevados, dado que los generadores tienen un alto índice de uso.

El operador tiene como fin la captura de nuevos clientes por lo que basa la construcción y producción de sitios nuevos basado en análisis demográficos de densidad de la población incrementando la cobertura en dichas áreas, sin descuidar aquellas donde la densidad es menor y los costos derivados del mantenimiento y operación son mayores por ende es necesario encontrar soluciones a los principales factores que influyen en los costos de operación los cuales tienen un impacto en el OPEX del operador.

### **III. OBJETIVOS**

#### **A. GENERAL**

Comprobar o descartar la factibilidad del uso de la energía renovable por medio de paneles solares y bancos de baterías versus el uso de energía tradicional a base de diesel y red de energía eléctrica en los sitios de celda en la red de telefonía celular rural de un operador en Guatemala.

#### **B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar si existe una solución de energía renovable que se ajuste a los requerimientos y estándares establecidos por el operador.
2. Seleccionar el proveedor y solución adecuada que cumpla con las especificaciones necesarias establecidas por el operador.
3. Definir los costos de inversión, implementación y operación para verificar la rentabilidad de la solución seleccionada.
4. Definir los costos de mantenimiento de los sitios nuevos para verificar la rentabilidad a largo plazo.
5. Análisis financiero de la solución económica del proyecto.

## **IV. ESTUDIO TÉCNICO**

### **A. ANTECEDENTE**

#### **1. TIPOS DE ENERGIZACIÓN DE SITIOS DE TELEFONÍA MÓVIL.**

Con la popularización de las telecomunicaciones cada día se construyen más sitios de telefonía móvil, tanto en áreas urbanas como en áreas rurales para proporcionar mayor cobertura en la red de los operadores y poder dar mejor servicio a sus clientes. Tradicionalmente estos sitios se energizan de las siguientes dos opciones:

a. Con dos moto-generadores de 17 kvas, 120/240 V, Motor a Diesel, cuatro tiempos, 1800 RPM, enfriado por agua con pre calentador de refrigerante para evitar el arranque en frío, gobernador electrónico, en caseta acústica para montaje en intemperie y patín-tanque de 60 galones de diesel, con un consumo promedio de diesel de 400 galones mensuales, medición digital en el panel de control montado en el tablero de transferencia de los siguientes parámetros: Voltaje, Corriente, Frecuencia, Horas de operación, Presión de aceite en el motor, Temperatura de refrigerante, Nivel de combustible en el tanque diario y a estos se les realiza un mantenimiento mensual que tiene un alto costo, además del impacto ambiental por contaminación de CO<sub>2</sub>, en áreas donde no hay red comercial de energía eléctrica. A este tipo de energización le seguiremos llamando a través del presente trabajo "opción A" .

Ilustración 1: Sitio con dos motogeneradores y tanque de diesel mensual



**b.** Con un motogenerador de las mismas características anteriormente mencionadas con la diferencia que este se alternara con la energía eléctrica conectándose al transformador de la red comercial más cercano, el cual debe de estar a menos de 300 metros de distancia. A este tipo de energización le seguiremos llamando a través del presente trabajo “opción B” .

Ilustración 2: Sitio con un motogenerador y su tanque mensual



Ilustración 3: Transformador más cercano a sitio de celda



**2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS Y TRASLADOS DE LOS MISMOS.** En cualquiera de los casos los moto-generadores se recargan de combustible mensualmente, causando un costo elevado en la operación de los sitios de red celular, los tanques de 800 galones en la mayoría de sitios rurales debe de ser trasladado en acarreo costosos y pueden tomar días en llegar. Existen los casos donde el costo de la recarga es muy elevado debido a que se debe de utilizar transportes especiales como vía aérea o marítima, donde el acceso por medio terrestre es imposible a los sitios de red celular. Para entender el porqué de los costos elevados se ejemplifica con fotografías la maniobra realizada de un sitio de red celular (Ver Anexo 3), en ocasiones tienen que pasar por localidades y terrenos en los que tienen que pagar por el derecho de paso a los COCODES<sup>1</sup>, adicionalmente se debe de pagar los sembradíos en el caso de que atraviesen alguno y los mismos son llevados por personal y animales de carga.

A continuación se presentan fotografías ejemplificando el traslado del equipo y tanque a un sitio de telefonía móvil:

---

<sup>1</sup> Significado en el glosario.

Ilustración 4: Inicio del sendero para llegar al sitio



Ilustración 5: Gradas improvisadas con madera para subir al sitio



Ilustración 6: Otro tramo del sendero sin gradas para llegar al sitio



Ilustración 7: Sendero con gradas cubiertas de vegetación a 25 metros del anterior



Ilustración 8: Descarga del tanque de diesel del vehículo



Ilustración 9: Personal subiendo el tanque a través del sendero de gradas improvisadas



Ilustración 10: Acarreo del tanque llegando a la cima de la montaña entre la vegetación



Ilustración 11: Personas ayudan desde arriba con lazos para subir tanque



Ilustración 12: Colocación del tanque mensual en el sitio



Ilustración 13: Acarreo de las partes del motogenerador a través del sendero



Ilustración 14: Acarreo de otras partes del motogenerador a través del sendero



Ilustración 15: Motor del motogenerador al principio del sendero, peso aproximado 750 kg



Ilustración 16: Carga del motor por el personal a través del sendero



Ilustración 17: Acarreo del motor a la entrada del sitio



Ilustración 18: Trabajadores van a colocar el motor en su lugar



Ilustración 19: Armado del motogenerador en el sitio



Los motogeneradores tienen contactos eléctricos en el controlador para que el arranque sea realizado remotamente, en el momento en el que se tienen que alternar. La alarma de combustible es visible en el NOC (Centro de Operaciones) donde indica que la capacidad del tanque está a un 30% del nivel total para que se solicite que se recargue el tanque.

**3. ALCANCE DE LOS SERVICIOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS MOTOGENERADORES.** El mantenimiento de los motogeneradores debe de ser realizado mensualmente, debido a que la contaminación (tierra, polvo, insectos, etc.) asociada con la humedad ambiental de los sitios produce desgaste progresivo en el aislamiento de los embobinados.

A continuación se ejemplifica el desgaste que los embobinados sufren si no se da el mantenimiento correctivo y preventivo necesario para el funcionamiento de los motogeneradores:

Ilustración 20: Muestra embobinado con punto de falla



Ilustración 21: Muestra un acercamiento del embobinado dañado por cortocircuito



Ilustración 22: Muestra suciedad y tierra, además restos de insectos en los embobinados



Ilustración 23: Muestra óxido en la parte interna de las bobinas



Este mantenimiento consiste en la limpieza de devanados de generadores, para dicho mantenimiento se recomienda realizar inspección visual, tomar la lectura de Megger, en todos los casos donde el valor sea menor a 1 Mega ohm se programa el lavado de devanados que se realiza retirando las bobinas y sustituyéndolas por otras, las bobinas retiradas son llevadas a el laboratorio donde son lavadas, secadas en horno hasta recuperar el valor de aislamiento.

Ilustración 24: Muestra la medición del aislamiento en el motor menor al requerido



Actualmente en los sitios donde no existe red comercial y cuentan con dos plantas eléctricas, como se menciona con anterioridad, estas se deben alternar en el tiempo de operación con el fin de igualar el desgaste y mantener la humedad fuera de los embobinados y el funcionamiento de las resistencias calefactoras en ambos equipos, al estar conectadas a la carga.

Adicionalmente se revisan todos los contactos, se hace limpieza interior y exterior, revisión de alarmas, revisión de contactos y fumigación en caso de ser necesario.

**4. DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LOS SITIOS DEPENDIENDO DE SU UBICACIÓN.** Al analizar las dos opciones de energía en los sitios del operador, los mismos están distribuidos actualmente en sitios rurales y sitios urbanos. El operador cuenta con aproximadamente con el doble de sitios rurales que sitios urbanos, distribuidos de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 1: Distribución de sitios rurales y urbanos por departamento

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>RURAL</b>	<b>URBANO</b>	<b>TOTAL</b>
Alta Verapaz	91	14	105
Baja Verapaz	41	3	44
Chimaltenango	74	9	83
Chiquimula	58	13	71
El Progreso	49		49
Escuintla	134	30	164
Guatemala	113	852	965
Huehuetenango	185	9	194
Izabal	97	8	105
Jalapa	56	5	61
Jutiapa	116	9	125
Petén	139	3	142
Quetzaltenango	112	35	147
Quiché	112	3	115
Retalhuleu	48	9	57
Sacatepéquez	47	11	58
San Marcos	157	5	162
Santa Rosa	98	4	102
Sololá	44	4	48
Suchitepéquez	78	12	90
Totonicapán	51	1	52
Zacapa	49	6	55
<b>TOTAL</b>	<b>1949</b>	<b>1006</b>	<b>2994</b>

El aumento de sitios nuevos en el área rural es debido al crecimiento demográfico y por ende es donde se necesita ampliar cobertura, la energización de los mismos es de tipo A como se menciona en el punto I que cuentan con dos motogeneradores; por otro lado en las áreas urbanas dada la poca disponibilidad de terrenos y la alta densidad de población, se trabajan otras soluciones como sitios coubicados y ampliación de segundas portadoras y/o terceras portadoras para cubrir el incremento de la demanda de datos y voz por parte de los usuarios finales.

En la Tabla 2 aparecen los resultados del estudio que realizó el departamento técnico en base al crecimiento demográfico y necesidad de cobertura de los pocos lugares donde actualmente no se cuenta ya con un sitio para cubrir las necesidades, que muestra que la expansión en sitios rurales es mayor que la de sitios urbanos:

Tabla 2: Expansión proyectada para el 2014

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>EXPANSIÓN RURAL</b>	<b>EXPANSIÓN URBANA</b>	<b>EXPANSIÓN TOTAL 2014</b>
Alta Verapaz	12	1	13
Baja Verapaz	5		5
Chimaltenango	8		8
Chiquimula	7		7
El Progreso	6		6
Escuintla	15	2	17
Guatemala	13	3	16
Huehuetenango	22		22
Izabal	11		11
Jalapa	6		6
Jutiapa	14		14
Petén	16		16
Quetzaltenango	13	3	16
Quiché	12		12
Retalhuleu	7		7
Sacatepéquez	5	1	6
San Marcos	18		18
Santa Rosa	11		11
Sololá	6		6
Suchitepéquez	9	1	10
Totonicapán	6		6
Zacapa	5		5
<b>TOTAL</b>	<b>227</b>	<b>11</b>	<b>238</b>

De estos 227 sitios se realizó una visita de campo y se determinó que 178 de los sitios rurales deben contar con la opción A y 49 con la opción B.

**5. EQUIPOS O DISPOSITIVOS QUE NECESITAN ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS SITIOS DE TELEFONÍA MÓVIL.** Los sitios tanto rurales como urbanos cuentan con la siguiente electrónica:

a. Radio de Microondas, que puede ser únicamente de las marcas homologadas por el operador para ser elemento de su red, con las siguientes especificaciones: 7 GHz HS Sub Band: H (1+1) 150Mbps, 16E1s, 4(10/100/1000Base-T), ANTENAS 1,8/1.2/0.6 metros.

b. BTS GSM S333 1900/900 y/o Nodo B con la siguiente configuración: 111 hasta 444 - 20W/40W - para interiores Base Band /r RF para exteriores - Single y/o Dual Band - 128 / 128 hasta 256/256 CE configuración que puede crecer dependiendo de la demanda con segundas y terceras portadoras en los sitios urbanos.

c. Reflectores 110 V para intemperie luz blanca con sensores de movimiento ajustable en sensibilidad y tiempo, por seguridad y en caso sea necesario visitar el sitio de noche por emergencia.

Ilustración 25: Reflector con sensor de movimiento



d. Las balizas rojo continuo, las cuales son las luces requeridas por aeronáutica civil, cuentan con foto celda por lo que encienden automáticamente cuando no hay luz del sol, con el fin de reducir el consumo energético.

Ilustración 26: Balizas rojo continuo y rojo flasing



e. Las Balizas rojo flashing, intermitentes solicitadas de igual manera por aeronáutica civil.

f. El aire acondicionado de precisión de 2 toneladas tipo mochila marca Liebert modelo intercool 2, con sensor de temperatura para activación solo en caso de ser necesario, adicionalmente que los racks de los equipos de por si cuentan con su propio sistema de enfriamiento.

Ilustración 27: Aire acondicionado tipo mochila



g. Banco de baterías de respaldo en caso de que todos los suministros de energía fallen, se cuenta con un tiempo de 5 horas para la reconexión o solución del problema, Las baterías deben ser del tipo GEL, Estacionaria, sellada tecnología AGM y V.R.L.A (Válvula Regulada). La capacidad en Amperios-Hora (Ah) debe sobredimensionarse un 20%, siendo preferible que dicha capacidad sea distribuida en dos bancos iguales cada uno con capacidad igual a la mitad de lo calculado. Voltaje nominal: 2.2 V. dj El banco de baterías cuenta con rectificador, supresor Rayvoss.

Ilustración 28: Baterías tipo gel



Ilustración 29: Supresor de pico



**6. CONSUMOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL SITIO DE TELEFONÍA MÓVIL.** La carga indispensable del sitio es de 1060 watts por 24 horas para el funcionamiento de la electrónica que da el servicio de transmisión, los demás componentes que consumen energía, que son requisitos o sirven como seguridad tienen diferentes tiempos de utilización diarios, los consumos máximos y voltajes verlos en la siguiente tabla:

Tabla 3: Consumos de energía en sitio y tiempo estimado de operación

ÍTEM	EQUIPO	CANTIDAD	VOLTAJE	CONSUMO MÁXIMO (WATTS)	HORAS DE OPERACIÓN
1	Radio de Micro onda	1	-48 VDC	110	24
3	BTS/Nodo B	1	-48 VDC	950	24
4	Reflectores led	4	110VAC	30	1
5	Baliza 32cd rojo continuo led	1	120VAC	30	12
6	Balizas rojo flashing led	2	120VAC	30	12
7	Aire acondicionado	1	220VAC	880	5
8	Bombillas led	2	110VAC	7	1

En el caso de la Opción A, la carga completa se ve repartida de manera alterna cada 12 horas por motogenerador, y en el caso de la Opción B se ve compartida 12 horas con el motogenerador y 12 horas con la conexión a la red de energía eléctrica.

Y los consumos promedios energéticos de estos equipos mencionados vienen dados por la multiplicación de la cantidad, el consumo máximo, el tiempo de operación diario dividido 24 horas y se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 4: Consumos promedio de energía por sitio

ÍTEM	EQUIPO	CONSUMO PROMEDIO DIARIO WATTS (DC)	CONSUMO PROMEDIO DIARIO WATTS (AC)	CONSUMO PROMEDIO DIARIO WATTS (AC)	PICO DE ARRANQUE WATTS
1	Radio de Micro onda	110	-	-	
3	BTS/Nodo B	950	-	-	
4	Reflectores led	-	5	-	
5	Baliza 32cd rojo continuo led	-	15	-	
6	Balizas rojo flashing led	-	30	-	
7	Aire acondicionado	-	-	183	1000
8	Bombillas led	-	1	-	
<b>TOTAL DEL SITIO (CARGA PROMEDIO)</b>		<b>1060</b>	<b>51</b>	<b>183</b>	

El banco de baterías no consume energía, se pone en funcionamiento únicamente en caso de eventos muy especiales en los que las dos fuentes de energía existentes fallasen y da un respaldo de 5 horas para permitir al operador solventar el imperfecto o buscar una solución.

**7. CONDICIONES FÍSICAS Y OBRA CIVIL ACTUAL DE LOS SITIOS DE TELEFONÍA MÓVIL.** El tamaño típico de un sitio es de 10 metros por 20 metros, las instalaciones se trabajan de manera estándar y las variaciones pueden estar dadas por la disponibilidad y/o desnivel en el terreno.

La obra civil de los sitios está compuesta por:

- a. Una caseta para los equipos de transmisión de 6X6 metros paredes de block de 10 en las paredes interiores, y terraza de 10 centímetros,
- b. Puerta de caseta de metal con dos batientes, de ancho total 1.40 por 2.10 de alto con chapa, marco y fijación a base sólida.
- c. Fundición nueva de piso de concreto estructural de 3000 psi.
- d. La torre, que puede ser de 30, 45, 75 metros con soporte para viento de 80 a 125 MPH, en la misma no se permite la instalación equipos adicionales a las antenas y algunas componentes de radios los radios de microonda ya que no está diseñada para otro tipo de carga,
- e. Muro perimetral levantado de pared de block de 20, en caso de ser necesario escalonado.
- f. Razor ribon,
- g. La(s) base(s) de concreto para montar moto generador de 4000 psi

- h. Base de concreto para tanque de combustible de 4000 psi
- i. La base de 8X8 para la torre de concreto estructural 5000 psi, incluye excavación, rellenos con material granular o de piedra, sustitución del suelo si se requiere, acero estructural de G60 y G40 así como las formaleas según aplique el caso.
- j. Gradadas de 3000 psi armadas con G40 con un espesor de losa de 10 centímetros, la forma de la grada si fueran necesarias.
- k. Portón de dos batientes de 2.50 metros de ancho por 2.10 de alto metal reforzada con marco para sitio, incluye pintura de puerta y sujeción a marco de concreto,
- l. Esparcimiento de pedrín en las zonas donde no hay base de concreto
- m. Sistema de tierra física.
- n. Acometida Eléctrica de 300 metros no incluye transformador.

**8. DISEÑO ACTUAL DEL SITIO.** Los sitios actualmente se realizan en base al siguiente plano estándar dependiendo de los dos tipos de energización antes mencionados:

Ilustración 30: Plano opción A actual

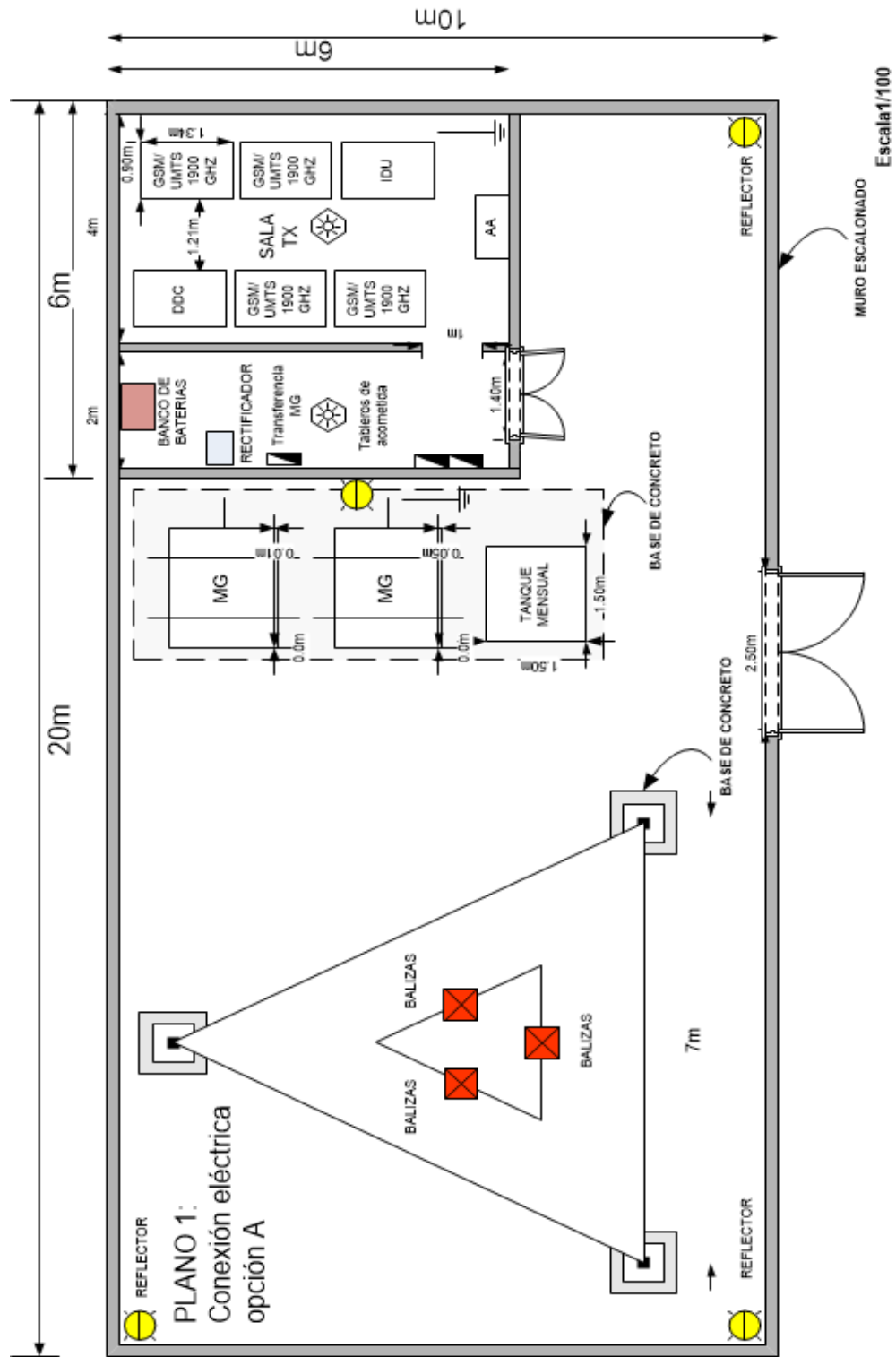
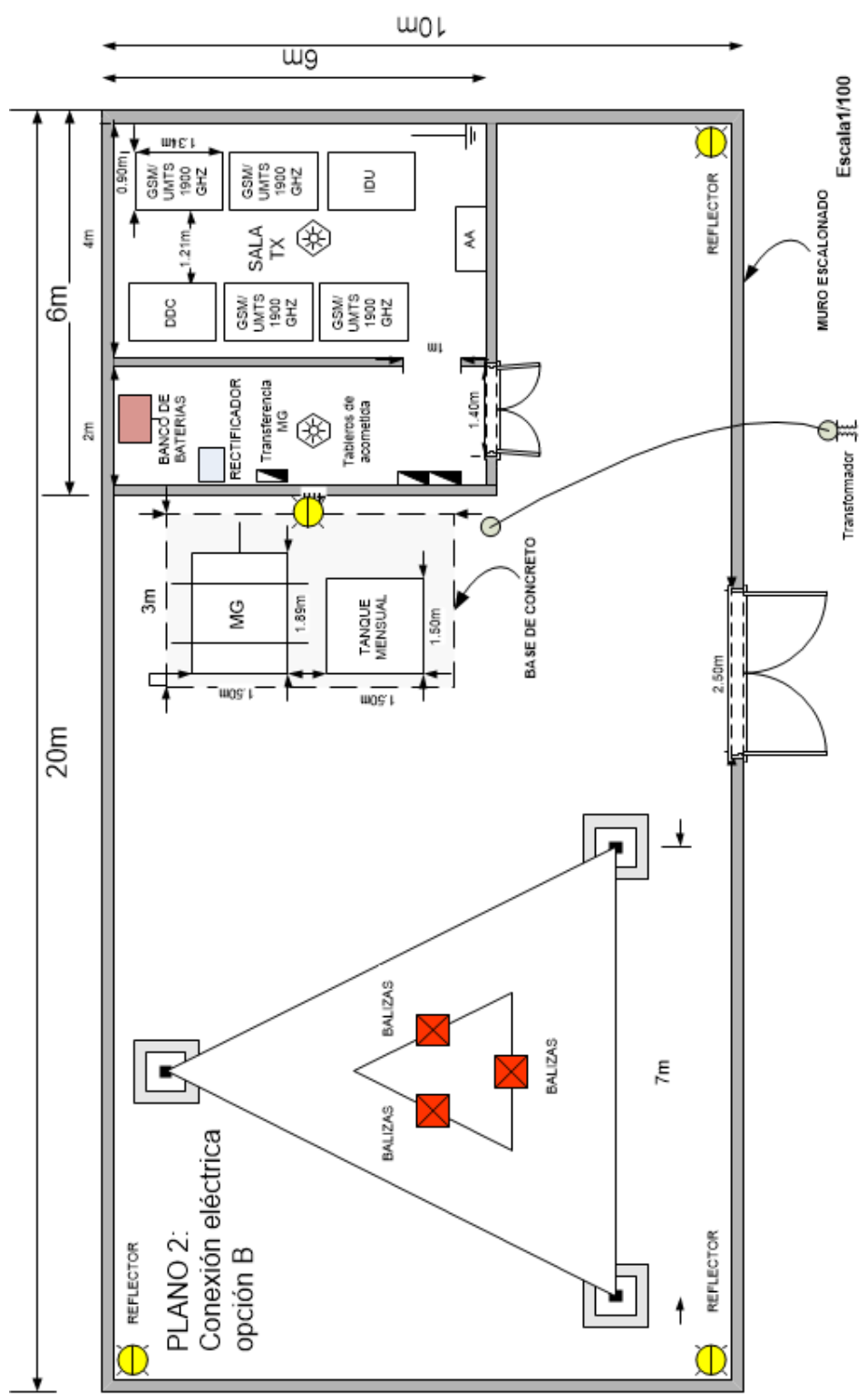


Ilustración 31: Plano opción B actual



**9. COSTOS ACTUALES.** Los costos de todo lo mencionado con anterioridad se resume en la siguiente tabla según los dos tipos de sitios que actualmente se tienen en la red dependiendo de su fuente de energía:

Opción A:

Tabla 5: Costos iniciales de la solución tradicional con dos motogeneradores por sitio

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	QTY	COSTO	MONTO
Acarreo de 2 motogenerador y tanque inicial	UN	1	\$18,675.00	\$18,675.00
Aire acondicionado	UN	1	\$3,550.00	\$3,550.00
Balizas incluye su caja de control, cable TSJ 2X10 para sistema de navegación	UN	3	\$1,200.00	\$3,600.00
Banco de baterías de respaldo 5 horas	UN	1	\$14,000.00	\$14,000.00
Base para motogenerador	UN	2	\$6,400.00	\$12,800.00
Base para tanque de gasolina	UN	1	\$6,400.00	\$6,400.00
Bombillas LED	UN	2	\$8.00	\$16.00
Caseta 6X6 solo dos paredes terraza de 10 cm	UN	1	\$8,000.00	\$8,000.00
Cimentación para torre	UN	1	\$45,000.00	\$45,000.00
Columna para acometida	UN	1	\$1,013.34	\$1,013.34
Dintel del portón	UN	1	\$454.03	\$454.03
Equipo BTS/NODO B	UN	1	\$55,000.00	\$55,000.00
Equipo de microonda	UN	1	\$15,000.00	\$15,000.00
Fibra óptica 1.5km	UN	1	\$10,500.00	\$10,500.00
Inversor	UN	1	\$1,512.00	\$1,512.00
Licencias	UN	1	\$7,000.00	\$7,000.00
Motogenerador 17KVas	UN	2	\$23,500.00	\$47,000.00
Muro perimetral 3mts alto mas cimiento	ML	56	\$359.00	\$20,104.00
Portón 3mX3m	UN	1	\$1,908.25	\$1,908.25
Puerta	UN	1	\$300.00	\$300.00
Razor ribbon	ML	28.5	\$56.00	\$1,596.00
Rectificador	UN	1	\$1,686.00	\$1,686.00
Reflectores	UN	4	\$300.00	\$1,200.00
Supresor de picos	UN	1	\$1,650.00	\$1,650.00
Torre 45mtrs	UN	1	\$57,000.00	\$57,000.00
<b>TOTAL DE COSTOS INICIALES</b>				<b>\$334,964.62</b>

Opción B:

Tabla 6: Costos iniciales de la solución tradicional de un motogenerador y conexión a la red eléctrica, por sitio

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	QTY	COSTO	MONTO
Acarreo de motogenerador y tanque inicial	UN	1	\$14,973.00	\$14,973.00
Acometida eléctrica 300 metros	UN	1	\$10,300.00	\$10,300.00
Aire acondicionado	UN	1	\$3,550.00	\$3,550.00
Balizas incluye su caja de control, cable TSJ 2X10 para sistema de navegación	UN	3	\$1,200.00	\$3,600.00
Banco de baterías de respaldo	UN	1	\$14,000.00	\$14,000.00
Base para motogenerador	UN	1	\$6,400.00	\$6,400.00
Base para tanque de gasolina	UN	1	\$6,400.00	\$6,400.00
Bombillas	UN	2	\$8.00	\$16.00
Caseta 6X6 solo dos paredes terraza de 10 cm	UN	1	\$8,000.00	\$8,000.00
Cimentación para torre	UN	1	\$45,000.00	\$45,000.00
Columna para acometida	UN	1	\$1,013.34	\$1,013.34
Dintel del portón	UN	1	\$454.03	\$454.03
Equipo BTS/NODO B	UN	1	\$55,000.00	\$55,000.00
Equipo de microonda	UN	1	\$15,000.00	\$15,000.00
Fibra óptica 1.5km	UN	1	\$10,500.00	\$10,500.00
Inversor	UN	1	\$1,512.00	\$1,512.00
Licencias	UN	1	\$7,000.00	\$7,000.00
Motogenerador 17KVas	UN	1	\$23,500.00	\$23,500.00
Muro perimetral 3mts alto mas cimiento	ML	56	\$359.00	\$20,104.00
Portón 3mX3m	UN	1	\$1,908.25	\$1,908.25
Puerta	UN	1	\$300.00	\$300.00
Puesta a tierra	UN	1	\$3,369.88	\$3,369.88
Razor ribbon	ML	28.5	\$56.00	\$1,596.00
Rectificador	UN	1	\$1,686.00	\$1,686.00
Reflectores	UN	4	\$300.00	\$1,200.00
Supresor de picos	UN	1	\$1,650.00	\$1,650.00
Torre 45mtrs	UN	1	\$57,000.00	\$57,000.00
<b>TOTAL DE COSTOS INICIALES</b>				<b>\$315,032.50</b>

Los costos han sido variados en porcentajes proporcionalmente por motivos de confidencialidad de la información, en el caso de los equipos incluyen, instalación, configuración, soporte por un año, gestión, un año de garantía en el caso de las BTS/Nodo B, y dos años de garantía en el caso de

los radio enlaces, por defectos de fabricación. La única limitación la cual el operador debe de tomar en cuenta es que la garantía no cubre el mal manejo o accidente por parte del proveedor.

Los costos de capacitación y gestión deben estar incluidos sin costo alguno para el operador en especial en los casos en los que se desea agregar un elemento nuevo a la red, por políticas de la dirección de compras del operador.

En referencia a la gestión cabe mencionar que todos los elementos que conforman la red deben de estar gestionados desde el NOC por sus siglas en inglés Network Operation Center, por lo que posiblemente por medio de alarmas verificar el estado de los equipos, y solo en caso de ser necesario acudir al sitio.

En este trabajo se toman en cuenta los costos fijos de cada sitio que no dependen de las condiciones específicas del lugar. Los costos variables de la construcción e instalación inicial se estimaran al momento de la implementación del proyecto y no necesariamente dependen de la opción de energía que se coloca, como gradas y desniveles, esparcimiento de piedrín en el sitio, etc.

Además de los costos iniciales de la construcción del sitio e instalación de equipos, existen los costos de operación y mantenimiento preventivo y correctivo que corren a partir del instante en el que el sitio entra en funcionamiento comercial y es entregado del área de ingeniería al área de operación y mantenimiento.

A continuación una descripción de lo que se realiza:

## **10. ALCANCE DEL SERVICIOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO O CORRECTIVO DE SITIOS DE TELEFONÍA MÓVIL**

- a. Paneles de control
  - Limpieza interior y exterior
  - Revisión de contactos y conexiones
  
- b. Revisión eléctrica
  - Sistema regulado y aterrizado para evitar cortos
  - Fumigación si fuera necesario
  - Prueba general
  - Prueba de comunicación con central de monitoreo
  
- c. Teclados
  - Limpieza interior y exterior
  - Fumigación
  - Detección y corrección de filtraciones de agua u otros
  - Prueba general
  - Prueba de comunicación con central de monitoreo
  
- d. Sirena
  - Limpieza
  - Fumigación si fuera necesario
  - Detección y corrección de filtraciones de agua u otros
  - Prueba general
  - Prueba de comunicación con central de monitoreo
  
- e. Sensores de movimiento
  - Limpieza interior y exterior
  - Fumigación

Detección y corrección de filtraciones de agua u otros  
Revisión y ajuste si fuera necesario  
Prueba general  
Prueba de comunicación con central de monitoreo

f. Contactos magnéticos

Limpieza exterior  
Revisión y ajuste si fuera necesario  
Prueba general de funcionamiento  
Prueba de comunicación con central de monitoreo

g. Baterías

Limpieza  
Medición de carga  
Prueba general de funcionamiento

h. Luces del sitio

Limpieza  
Fumigación si fuera necesario  
Detección y corrección de filtraciones de agua u otros  
Prueba general funcionamiento  
Stock de repuestos y materiales

i. Generales

Limpieza de las áreas desocupadas cubiertas de piedrín  
Fumigación si fuera necesario  
Quitar la maleza  
Limpieza de línea de vista de los radio enlaces

Para estos mantenimientos correctivos y preventivos de sitio, el proveedor suministra un stock mínimo de equipos los cuales serán

transportados por el contratista en caso de ser necesario efectuar cambios. En el costo se incluye de igual manera el costo de los viáticos y kilometraje.

Los mantenimientos preventivos se realizan con una frecuencia de 30 días calendario, los mantenimientos correctivos en caso de que una alarma se encienda entre visitas en el NOC es levantado un TT por sus siglas en inglés Trouble Ticket y éste hará la visita dependiendo de la criticidad en determinado tiempo.

Todo soporte y mantenimiento debe de cumplir con el SLA establecido, El SLA por sus siglas en inglés Service Level Agreement, es el contrato que firma el proveedor estipulando como y en cuanto tiempo cumplirá con los requerimientos requeridos por el operador, ver anexo 1, y todo soporte debe contar con dicho documento.

También tenemos los servicios de operación, está la carga o acarreo del tanque mensual de diesel y el pago de energía eléctrica y la supervisión de cualquier trabajo que afecte el funcionamiento del sitio desde el inicio de la construcción pasando por la puesta en marcha, hasta la operación y mantenimiento del mismo supervisando los acarreos y mantenimientos, además de un monitoreo constante de las alarmas que se realiza desde el NOC por una persona especializada en el equipo que tiene a su cargo, este ingeniero residente es subcontratado al proveedor que se le adquiere la tecnología.

**11. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO POR SITIO.** Los costos de la operación y mantenimiento se han incrementado o decrecido en porcentajes dada la confidencialidad de la información requerida por parte del operador y se dan en base a las siguientes tablas:

#### Opción A

Tabla 7: Costos anuales de operación y mantenimiento de la solución tradicional con dos motogeneradores por sitio

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	QTY	COSTO	MONTO
Acarreo de tanque mensual	UN	12	\$8,253.50	\$99,042.00
Costo de arrendamiento de sitios	UN	12	\$500.00	\$6,000.00
Costo de mantenimiento de motogeneradores	UN	12	\$9,500.00	\$114,000.00
Costo de mantenimiento del sitio	UN	12	\$850.00	\$10,200.00
Diesel tanque mensual	GL	4968.72	\$3.49	\$17,340.83
<b>TOTAL DE COSTOS ANUALES</b>				<b>\$246,582.83</b>

#### Opción B

Tabla 8: Costos anuales de la operación y mantenimiento de la solución tradicional con un motogenerador por sitio

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	QTY	COSTO	MONTO
Acarreo de tanque mensual	UN	6	\$8,253.50	\$49,521.00
Costo de arrendamiento de sitios	UN	12	\$500.00	\$6,000.00
Costo de mantenimiento de motogeneradores	UN	12	\$4,600.00	\$55,200.00
Costo de mantenimiento del sitio	UN	12	\$850.00	\$10,200.00
Costo mensual de energía eléctrica	UN	12	\$907.91	\$10,894.94
Diesel tanque mensual	GL	2568.72	\$3.49	\$8,964.83
<b>TOTAL DE COSTOS ANUALES</b>				<b>\$140,780.77</b>

De los costos anteriores hay elementos que pueden perderse en un sitio tanto por daños ocasionados por motivos naturales como rayos, caídas de árboles aledaños al sitio o por robo, y por ende tendrían que ser repuestos; en el siguiente trabajo tomaremos según la información proporcionada por sistema que el índice de pérdida es aproximadamente

del 4.4 al 4.5%, para la expansión actual de 227 la pérdida se tomará en el presente trabajo de 10 sitios, el monto máximo de equipos por sitio con la situación actual está dado por la siguiente tabla:

Tabla 9: Costo máximo de una contingencia o siniestro del sitio, situación actual

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	QTY	COSTO	MONTO
Aire acondicionado	UN	1	\$3,550.00	\$3,550.00
Balizas incluye su caja de control, cable TSJ 2X10 para sistema de navegación	UN	3	\$1,200.00	\$3,600.00
Banco de baterías de respaldo 5 horas	UN	1	\$14,000.00	\$14,000.00
Bombillas LED	UN	2	\$8.00	\$16.00
Dintel del portón	UN	1	\$454.03	\$454.03
Equipo BTS/NODO B	UN	1	\$55,000.00	\$55,000.00
Equipo de microonda	UN	1	\$15,000.00	\$15,000.00
Inversor	UN	1	\$1,512.00	\$1,512.00
Motogenerador 17KVas	UN	2	\$23,500.00	\$47,000.00
Portón 3mX3m	UN	1	\$1,908.25	\$1,908.25
Puerta	UN	1	\$300.00	\$300.00
Rectificador	UN	1	\$1,686.00	\$1,686.00
Reflectores	UN	4	\$300.00	\$1,200.00
Supresor de picos	UN	1	\$1,650.00	\$1,650.00
<b>TOTAL DE COSTOS INICIALES</b>				<b>\$146,876.28</b>

También se tiene el caso de que los arrendantes de los sitios a pesar de que se firman contratos por 5 años para cada terreno deciden que quieren rescindir el contrato y que se saque los equipos de su propiedad, esto se da en un 2% de los casos de manera anual para esta expansión se considera un aproximado de 5 sitios, en este escenario la pérdida o la inversión no recuperable está dada por la obra civil del sitio que tendría un monto según la siguiente tabla:

Tabla 10: Costos de obra civil no recuperables

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	QTY	COSTO	MONTO
Caseta 6X6 solo dos paredes terraza de 10 cm	UN	1	\$8,000.00	\$8,000.00
Base para motogenerador	UN	1	\$6,400.00	\$6,400.00
Base para tanque de gasolina	UN	1	\$6,400.00	\$6,400.00
Cimentación para torre	UN	1	\$45,000.00	\$45,000.00
Columna para acometida	UN	1	\$1,013.34	\$1,013.34
Muro perimetral 3mts alto mas cimiento	ML	56	\$359.00	\$20,104.00
<b>TOTAL DE COSTOS</b>				<b>\$86,917.34</b>

Todos los demás componentes electrónicos y recuperables incluida la torre es retirada del sitio y es reubicada en el sitio alledaño más cercano que el área de ingeniería pueda conseguir para poder seguir prestando el servicio y. conservar la cobertura.

**12. COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE SITIOS NUEVOS DEL 2014.** Adicionalmente a los costos ya mencionados por sitio en la implementación de cada proyecto existen costos inherentes al mismo, como lo son los gastos administrativos, los gastos de supervisión, papelería y mobiliario, entre otros, dado que el operador ya es una empresa en operación e inicio con la telefonía móvil hace más de una década, donde se realizo en 3 años la mayor implementación de sitios para cubrir la mayor parte de la cobertura, en estos últimos años y los siguientes se estima que las expansiones van a ir decreciendo en sitios nuevos.

Las expansiones de crecimiento en el futuro serán incluyendo capas nuevas como son las fento-celdas, micro-celdas, pico celdas, y segundas y terceras portadoras como ocurre ya en las áreas urbanas.

Por consiguiente para este proyecto de expansión se tomarán los siguientes costos de implementación:

Del personal ya existente, se asignara a una secretaria, a un gerente de proyecto, y 6 supervisores, habrá costos administrativos de útiles de oficina, sin embargo no se adquirirán nuevo mobiliario y equipo, se adquirirán 6 vehículos nuevos para que los mismos estén en optimo estado en los 6 meses de la implementación del proyecto.

Notar que los costos inherentes al proyecto dado que la expansión tiene lugar independientemente de la energía del sitio estos gastos serán los mismos en todas las opciones.

Tabla 11: Gastos administrativos, sueldos y bonificaciones

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	QTY	COSTO	MONTO
Gerente de proyecto	MENSUAL	12	\$1,556.42	\$18,677.04
Bono y aguinaldo	ANUAL	1	\$3,112.84	\$3,112.84
Secretaria	MENSUAL	12	\$389.11	\$4,669.26
Bono y aguinaldo	ANUAL	1	\$778.21	\$778.21
Supervisores	MENSUAL	12	\$907.91	\$10,894.94
Bono y aguinaldo	ANUAL	1	\$1,815.82	\$1,815.82
Ingeniero residente en el NOC para gestión	MENSUAL	12	\$1,297.02	\$15,564.20
Bono y aguinaldo	ANUAL	1	\$2,594.03	\$2,594.03
<b>TOTAL DE COSTOS ANUALES</b>				<b>\$58,106.36</b>

Por políticas internas de la empresa los incrementos salariales son del 5% anual.

En resumen los costos inherentes al proyecto vienen dados por la siguiente tabla anual:

Tabla 12: Costos de la implementación del proyecto de expansión 2014

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	QTY	COSTO	MONTO
Costo de mantenimiento de los vehículos	MENSUAL	12	\$1,556.42	\$18,677.04
Costo de papelería y útiles de oficina	MENSUAL	12	\$100.00	\$1,200.00
Costo de pick up de 4X4	UN	6	\$21,400.78	\$128,404.67
Costo estimado de diesel	ANUAL	1	\$59,400.00	\$59,400.00
Costos administrativos de personal	ANUAL	1	\$58,106.36	\$58,106.36
<b>TOTAL DE COSTOS ANUALES</b>				<b>\$265,788.06</b>

Los vehículos se depreciaran el 20% anual, los costos de diesel debido a su alta variación utilizaremos la tasa de inflación al igual que para el de Costo de papelería y útiles de ofician del 4.1%.

## B. SOLUCIÓN

**1. ENERGÍA SOLAR.** En la actualidad la energía solar se puede transformar en energía eléctrica, a través de Celdas Fotovoltaicas, se realiza cuando los rayos del sol se reflejan en la celda y esta produce pequeñas corrientes eléctricas, dicho en otras palabras se produce al incidir la luz del sol sobre unos materiales denominados semiconductores estos generan un flujo de electrones en el interior del material para obtener energía eléctrica.

A la cantidad de energía solar que ilumina un área determinada se le llama irradianza y se mide en vatios por metro cuadrado  $W/m^2$ . Cuando los paneles están conectados forman una placa solar, y de acuerdo con el número de placas solares, se puede tener una potencia requerida. La máxima potencia generada en estas condiciones por cada módulo fotovoltaico se mide en Wp (vatios pico); a esta potencia se la denomina potencia nominal del módulo. La energía producida por los sistemas

fotovoltaicos es el resultado de multiplicar su potencia nominal por el número de horas pico.

La hora solar pico (HSP) es una unidad que mide la irradiación solar y corresponde a una densidad de potencia estándar de  $1000 \text{ W/m}^2$ . Una hora solar pico equivale a  $3.6 \text{ MJ/m}^2$  o, lo que es lo mismo,  $1 \text{ kWh/m}^2$ .

Dependiendo de la región del planeta se han hecho estimaciones de cuantas horas pico se tiene, a continuación un diagrama de la distribución y horas por región:

Ilustración 32: Distribución de horas pico de sol por región



Zone A	= 6-7+ sun hours
Zone B	= 5-6 sun hours
Zone C	= 4-5 sun hours
Zone D	= 3-4 sun hours
Zone E	= 2-3 sun hours
Zone F	= 1-2 sun hours
Zone G	= 0-1 sun hours

De acuerdo a esto podemos decir que Guatemala tiene un promedio de 5 horas pico de sol, esto nos servirá para el dimensionamiento de la solución.

Cabe mencionar que las soluciones solares tienen ventajas y a la vez características ya conocidas que listo a continuación:

- Su simplicidad y fácil instalación
- Ser modulares.
- Tener una larga duración (la vida útil de los módulos fotovoltaicos es superior a 30 años).
- No requerir apenas mantenimiento.
- Tener una elevada fiabilidad.
- No producir ningún tipo de contaminación ambiental.
- Tener un funcionamiento totalmente silencioso.

**2. OPCIONES DE SOLUCIONES SOLARES DEPENDIENDO DE LOS EQUIPOS QUE LA COMPONEN.** Existen en la actualidad diversas opciones de soluciones solares dependiendo de los equipos que la componen:

a. Una solución pura, donde toda fuente de energía es sustituida por la solución solar con un sistema de baterías que cubra y respalde el sitio en sus necesidades y pueda mantenerse suficiente tiempo para solucionar cualquier inconveniente.

b. Una solución híbrida compuesta de solución solar y moto generador de diesel, o conexión a la red comercial eléctrica u otra fuente de energía alternativa, en el caso de que sea con un motogenerador este se

debe de alternar regularmente con la solución solar para mantener la humedad fuera de los embobinados y el funcionamiento de las resistencias calefactoras al estar conectadas a la carga, como se ha mencionado en el inciso IV, en el caso de la red comercial debido a acuerdos establecidos con el suministrador del servicio se debe de tener un mínimo de consumo que puede cubrirse con un máximo de horas diarias de uso.

En el presente trabajo analizaremos la factibilidad de la utilización de una solución pura con sistema de energía solar y un banco de baterías de gel de carga profunda con un tiempo de recarga máximo de 5 horas, en contra propuesta de la opción A, a esta solución en lo sucesivo la llamaremos "opción solar".

Se analizará también la factibilidad de utilizar una solución híbrida entre solución solar y la red eléctrica ya que se quiere demostrar eliminar por completo los componentes que hoy en día causan altos costos de mantenimiento, operación y contaminación como lo es el moto generador, como contra propuesta a la opción B, a esta solución en lo sucesivo se le llamara "opción solar híbrida".

### **3. COMPONENTES DE UN SISTEMA SOLAR DE UNA OPCIÓN SOLAR Y OPCIÓN SOLAR HÍBRIDA**

El sistema cuenta con los siguientes componentes:

a. Paneles solares: Un panel solar, panel fotovoltaico o también denominado módulo fotovoltaico, está constituido por células fotovoltaicas conectadas entre sí ya sea en serie o en paralelo en función de los valores de intensidad o tensión deseados y todas están alojadas en un mismo marco.

El material utilizado en la fabricación de células fotovoltaicas es el silicio, uno de los materiales más abundantes del planeta, el silicio es el componente principal de la arcilla común. De él se forma en lo fundamental la arena de las riberas fluviales, los asperones y las pizarras. Por esto, no es extraño que cerca del 30% del peso de toda nuestra corteza terrestre esté constituido por este elemento y que, hasta una profundidad de 16 kilómetros, cerca del 65% corresponde a su principal combinación con el oxígeno, que los químicos denominan sílice,  $\text{SiO}_2$ , y que nosotros llamamos más que nada cuarzo.

Tradicionalmente han coexistido cinco tipos de células dependiendo del silicio que sea empleado en su fabricación:

1) Células de silicio Monocristalino: utiliza lingotes puros de silicio (los mismos que utiliza la industria de chips electrónicos). Son los más eficientes, con rendimientos superiores al 12%.

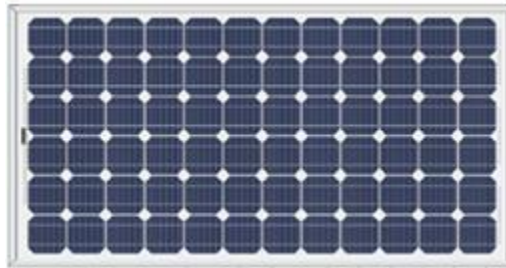
2) Células de silicio Policristalino: se fabrica a partir de restos de silicio Monocristalino. Su rendimiento es algo inferior pero su menor costo ha contribuido enormemente a aumentar su uso, cada vez más extendido.

3) Células de silicio Amorfo: se obtiene por deposición de capas delgadas sobre vidrio. El rendimiento es bastante menor que los anteriores, por lo que su uso se limita a aplicaciones de pequeña potencia como calculadoras, relojes, etc. Es el más barato y el de vida útil más corta.

4) Células de silicio de película delgada, es el más costoso, pero tiene características como flexibilidad, se utiliza solo en para usos especiales, ya que tiene baja eficiencia.

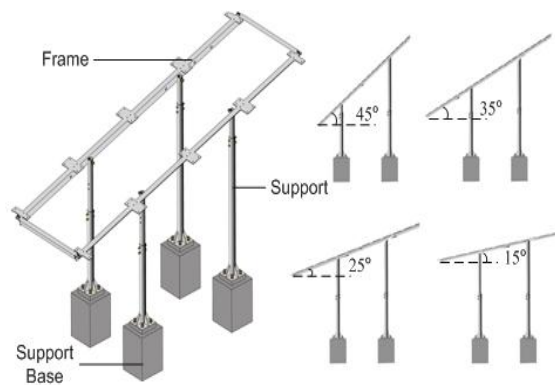
5) Células de Seleniuro de Galio indio Cobre, este también es flexible pero la combinación con otros materiales lo hace menos versátil.

Ilustración 33: Panel solar



b. Estructura de soporte para montar los paneles solares, dependiendo del diseño esta puede ser un solo mástil con cierta cantidad de paneles en la parte superior, o bien con cuatro patas similar a una estructura de un mesa inclinada, esta estructura debe de ser resistente para soportar vientos, puede tener un grado de inclinación variable para aprovechar al máximo la irradianza.

Ilustración 34: Estructura para paneles



c. Regulador o controlador de carga: control del proceso de carga y descarga de las baterías, evitando sobrecargas o descargas profundas alargando así la vida útil de las mismas, básicamente regula cuando la batería proporciona la carga y cuando la proporciona el panel solar, esto

dependiendo del fabricante puede o no estar integrado en un mismo equipo, es también el encargado de alternar la energía de otra fuente a solicitud y programación del operador o usuario.

d. Baterías: almacenan la electricidad generada por los paneles para poder así utilizarla en horas en donde la energía consumida es superior a la generada por los módulos como, por ejemplo, de noche o cuando la radiación solar es baja debido a motivos climáticos, está nublado. En estos casos la energía se consume directamente de las baterías y no de los paneles.

e. Convertidor DC/DC: componente que cambia el voltaje DC de entrada proveniente del controlador en el valor deseado para los equipos.

f. Inversor DC/AC: componente que cambia el voltaje de DC a un voltaje fijo de entrada proveniente del controlador en AC, tanto puede ser a 110V como a 220V.

g. Las cargas: son los equipos o componentes que consumirán la energía generada en el sistema fotovoltaico, en este caso se mencionan en la Tabla 3 donde se indican sus consumos y los voltajes necesarios.

h. Acometida eléctrica no mayor de 300 metros en los sitios de telefonía móvil donde la solución se híbrida, para efectos del presente trabajo.

Ilustración 35: Esquema de la opción solar

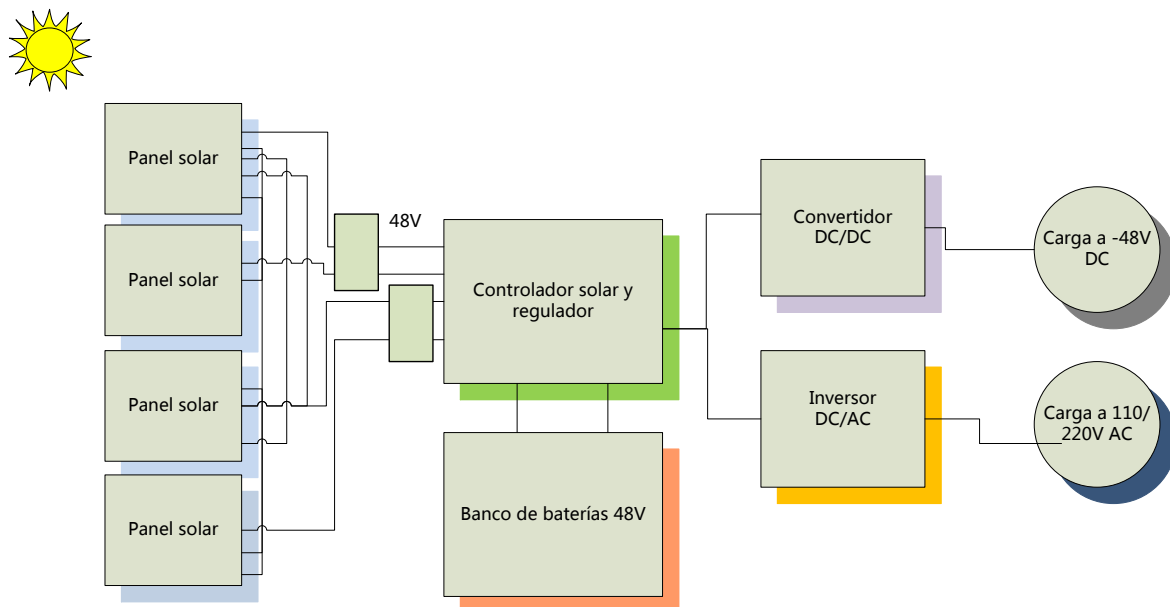
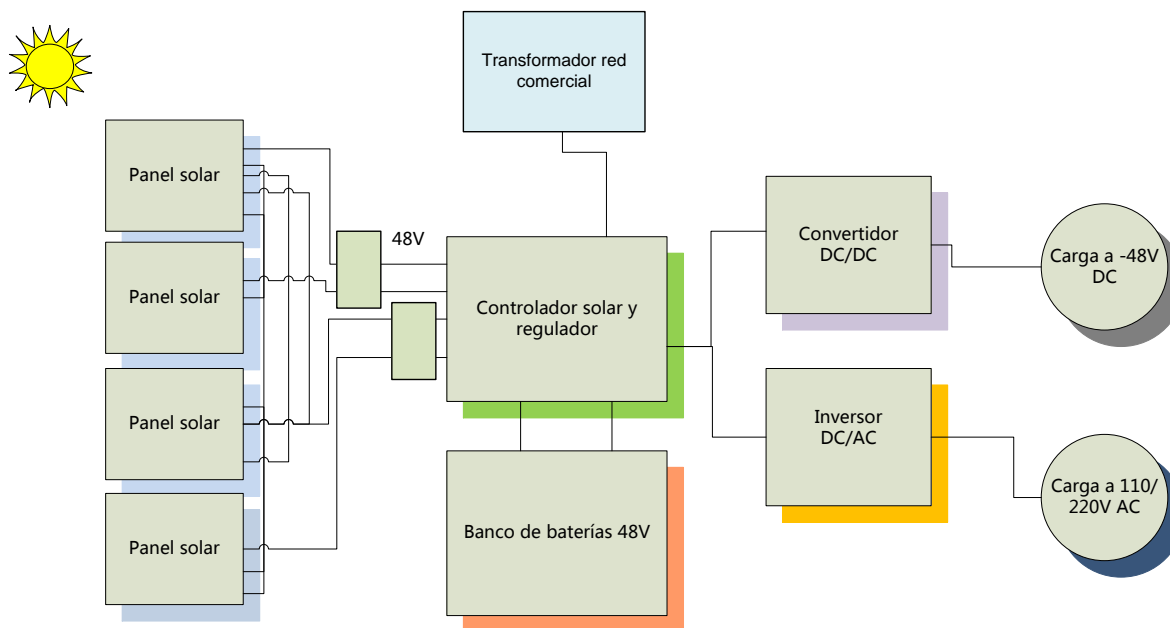


Ilustración 36: Esquema de la solución solar híbrida



**4. DIMENSIONAMIENTO DE PANELES Y BATERÍAS.** Basados en los consumos y tiempos establecidos en las tablas 3 y 4 de utilización se establecerán los siguientes principios:

a. En el caso de la opción solar los paneles trabajaran aproximadamente unas 12 horas al día ya que deben de generar energía con la mínima irradianza posible, por lo que deben tener una buena eficiencia y se alternaran con las baterías que se cargaran en las horas pico del día siguiente con mayor cantidad de Sol que los lleve a su máxima potencia. En esta solución las baterías serán el otro elemento que proporcionara energía en las horas o momentos donde el Sol no sea suficiente para cubrir la totalidad de la carga del sitio.

b. En el caso de la opción solar híbrida, las doce horas de noche se conectara a la red de energía eléctrica, ya que deseamos que el gasto de energía comercial disminuya y se aproveche al máximo la carga que puedan dar los paneles solares, las baterías en caso de ser usadas se cargaran nuevamente cuando los paneles alcancen su máxima potencia y en ningún momento de la red comercial.

c. Por lo tanto en la opción solar híbrida al igual que en la opción B y opción A, las baterías únicamente servirán como un respaldo en caso los suministros fallen o la capacidad de los paneles no alcance a cubrir la carga total del sitio, dicho de otra manera las baterías se descargarán únicamente en el caso de que sea necesario porque la opción que esté funcionando dependiendo del horario no cubra las necesidades del sitio en ese momento.

d. Para las opciones solares como medio de prevención el tiempo que las baterías deben cubrir de respaldo es de 5 días como mínimo.

**5. SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN.** Con base a lo anteriormente expuesto se requirió cotizaciones, por proceso de compras interno del operador, se solicita que por lo menos tres proveedores presenten sus propuestas para cubrir los requerimientos totales del sitio, para sustituir los dos motogeneradores de la opción A por paneles solares y bancos de baterías, sin modificar ningún otro elemento del sitio.

Para este último requerimiento deben de tomar en cuenta los estándares especificados en el normativo para instalaciones del operador ver anexo 2, dado el volumen general del normativo en el presente trabajo se muestra un extracto, que detalla algunos de los componentes más importantes de los sitios, aquellos que están relacionados con la implementación de este proyecto, la construcción de la caseta, la implementación de los motogeneradores, la obra civil del sitio, y los estándares de las torres.

Del resultado de las cotizaciones presentadas se realiza un análisis técnico, comercial y económico, comparando los aspectos más relevantes de las propuestas, tomando en cuenta esto al proveedor con los mejores precios y que cumpla con todos los aspectos técnicos al cual le es adjudicado al proyecto.

También por proceso interno del operador se preparan listas de precios unitarios por componente, que prevalecerán para cualquier proyecto futuro y en base a estos se procede a dimensionar otras posibles soluciones como en este caso la opción solar híbrida que se instalará en los nuevos sitios donde sea posible.

Todo lo anterior se plasma en la tabla comparativa en la cual se especifica la estrategia de compra:

Tabla 13: Estrategia de compra

OPERADOR											
Estrategia de Compra											
Tipo de compra:		Local	Moneda:		US\$	Fecha Emisión de Estrategia de Compras:		15/03/2014			
Solicitudes de Pedido:		Se trabajara en base a la negociación								Pedido:	
Dirección Solicitante:		INGENIERIA Y OPERACIONES		Gerencia Solidante:		Gerente de O&M Móvil					
Descripción General del Proyecto, Bien o Servicio:		Proveedor (Razón Social)		PROVEEDOR A		PROVEEDOR B		PROVEEDOR C			
		Incoterm		DDP		DDP		DDP			
Oferta:		Ultima Oferta		Primera Oferta		Ultima Oferta		Primera Oferta			
No.	Descripción de Compra	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario	Total	Precio Unitario	Total	Precio Unitario	Total		
1	Sistema de paneles solares instalado	LOTE	1	\$33.660.00	\$41.400.00	\$30.000.00	\$39.440.00	\$37.500.00	\$49.300.00		
2	Banco de baterías instalado	LOTE	1	\$31.800.00	\$33.000.00	\$30.880.00	\$35.680.00	\$42.680.00	\$44.280.00		
3	Controlador instalado	UN	1	\$8.664.00	\$8.664.00	\$6.895.00	\$9.853.00	\$2.500.00	\$2.500.00		
4	Estructura para montar los paneles instalado	LOTE	1	\$11.884.00	\$12.854.00	\$18.569.00	\$16.850.00	\$15.000.00	\$16.850.00		
5	Caja para empalmes regulador instalado	UN	1	\$1.400.00	\$1.500.00	INCLUIDO	\$0.00	\$2.543.00	\$3.451.00		
6	Capacitación	UN	1	INCLUIDA	\$12.548.00	INCLUIDO	\$0.00	\$15.622.00	\$15.622.00		
7	Gestor	UN	1	INCLUIDA	\$15.876.00	INCLUIDO	\$15.884.00	\$0.00	\$15.884.00		
<b>Observación:</b> SE ANALIZA ÚNICAMENTE LA PARTE SOLAR DEBIDO A QUE LAS DEMÁS NO SUPLEN CAMBIOS SE COMPARAN MONTO POR COMPONENTE		Sub-Total			\$87,408.00		\$125,842.00		\$100,023.00		
		IVA			\$10,488.96		\$15,101.04		\$12,002.76		
		Total			\$97,896.96		\$140,943.04		\$112,025.76		
<b>Total Mejor Primer Oferta</b>		Tiempo de Entrega		8-10 semanas		12-14 semanas		10-12 semanas			
<b>Monto Total a Contratar</b>		Forma de Pago		30 DÍAS		30 DÍAS		30 DÍAS			
<b>Monto Total de Ahorro</b>		Garantía		Paneles 10 años, baterías 3 años, 2 años para los controladores y rectificadores		Paneles 10 años, baterías 3 años, 2 años para los controladores y rectificadores		Paneles 10 años, baterías 3 años, 2 años para los controladores y rectificadores			
<b>Monto de Presupuesto</b>		Cantidad de paneles		36		40		50			
<b>% de Ahorro entre Ofertas</b>		Respaldo en tiempo de baterías		5.71		6.42		4.8			
<b>% Ahorro Vs. Presupuesto</b>		Bancos de Baterías		4		4		9			
<b>Tasa de Cambio</b>		Controladores		1		1		2			
<b>Monto a Contratar en US\$</b>		Cumple Técnicamente		SI		SI		NO			
		Comentario técnico		Menor Cantidad de paneles, mas respaldo en baterías.		Mayor cantidad de componentes, mayor cantidad de repuestos, mayor utilización de espacio.		Mayor cantidad de componentes, mayor cantidad de repuestos, mayor utilización de espacio.			
<b>Justificación de la Compra:</b>											
Se adjudica al proveedor con menor precio, tiempo de entrega, y menor cantidad de componentes											
Se Adjudica Por:											
Por Compra Anterior											
Por Negociación casa matriz											
Por Contrato											
Por Dictamen Técnico											
Por Mejor Precio											
Se Adjudica:											
Cuadro Desglose de Precios											
Copia Negociación casa Matriz											
Copia Contrato											
Copia Dictamen Técnico											

Con esto se procede a la realización de los diseños propuestos para la sustitución de los dos escenarios de energización antes mencionados opción A y B.

**6. DISEÑO PROPUESTO DEL SITIO DE LA SOLUCIÓN SOLAR.** Los sitios seguirán el estándar ya mencionado en tamaño, cabe aclarar que en el diagrama siguiente se muestra una orientación de los componentes principales caseta y torre, sin embargo esta podrá variar dependiente de la orientación del sitio y la mejor recepción del sol en el mismo, es decir los componentes principales torre y caseta podrán ser ubicados en otras posiciones, respecto de la entrada del mismo, para optimizar la luz solar recibida por los paneles y está basado en la propuesta seleccionada.

Los planos son a escala 1/100, los soportes contemplados por el proveedor para esta solución son de 4 metros de alto, dado que los sitios son rurales, en muchas ocasiones existen arboles de gran tamaño que podrían obstaculizar el sol directo sobre los paneles.

Por efectos de presentación no se contempló poner los paneles sobre la caseta, sin embargo en caso se incorporaran nuevos equipos a la carga del sitio y fuera necesario incrementar el número de paneles esto es posible ya que el peso de los mismos de aproximadamente 18.2 kg por panel es soportable por la estructura de la terraza de la caseta, o bien si desea alejarlos de la torre para evitar que en algún momento del día pueda aprovecharse al máximo la luz del sol directa.

A continuación ver los planos propuestos para las dos opciones solares:

Ilustración 37: Plano opción A solar

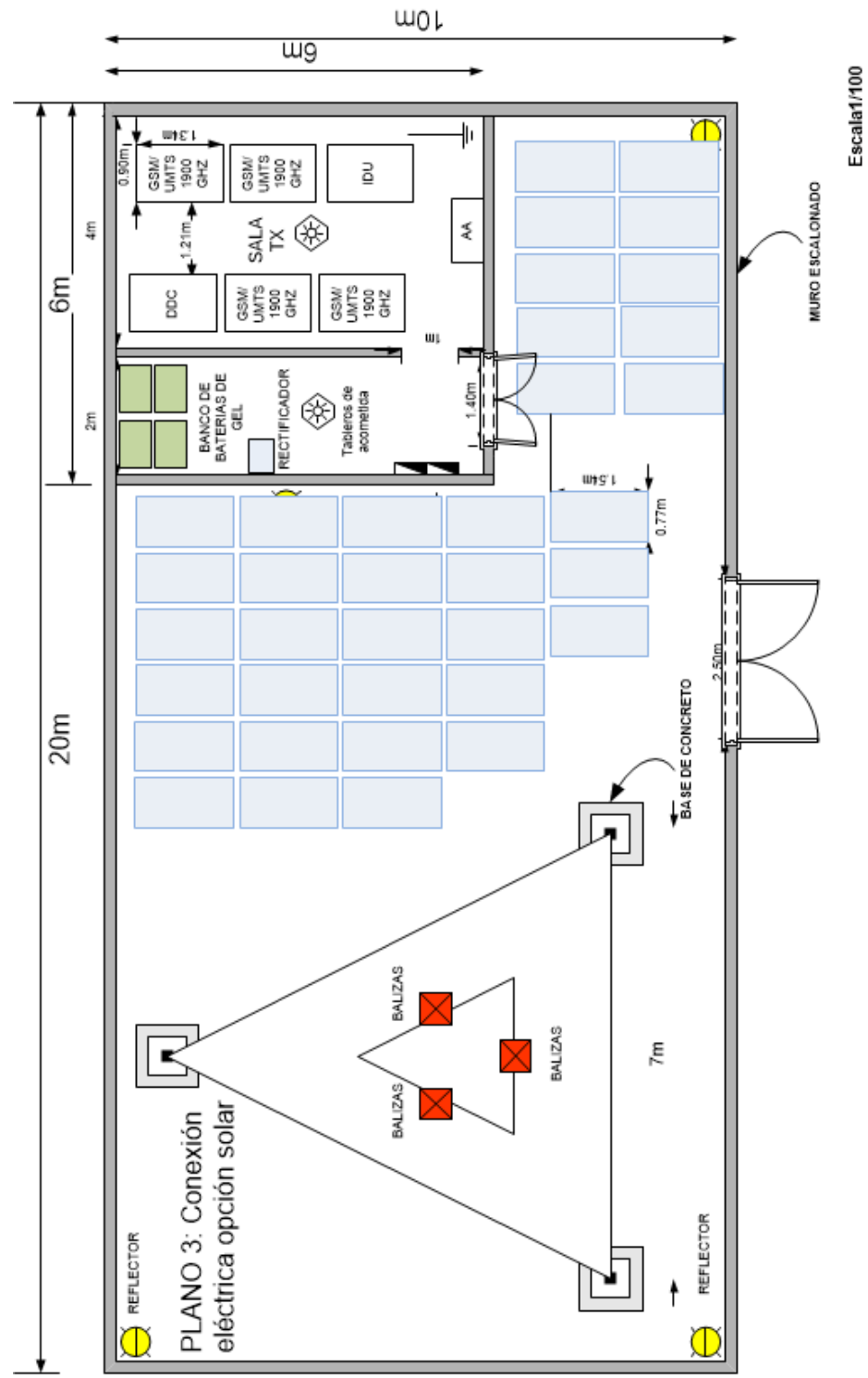
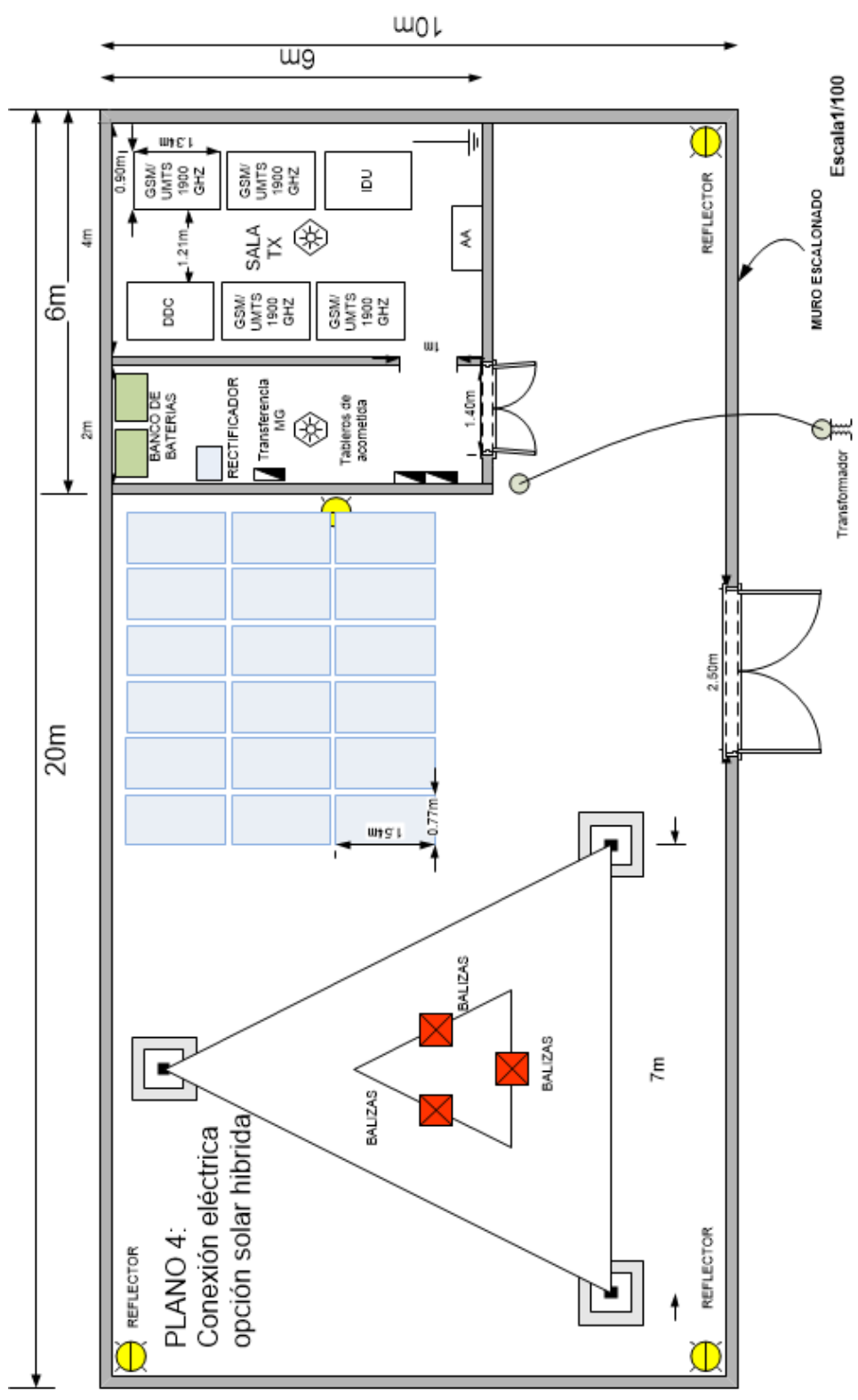


Ilustración 38: Opción híbrida solar



Los planos anteriores muestran que los paneles solares no alteran el estándar de la construcción del sitio actual.

**7. COSTOS DE LA SOLUCIÓN.** Los costos de la soluciones de acuerdo a lo antes mencionado está dado respecto de la siguiente tabla:

Tabla 14: Costos iniciales de la solución solar

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	QTY	COSTO	MONTO
Acarreo de los materiales al sitio	UN	1	\$12,300.00	\$12,300.00
Aire acondicionado	UN	1	\$3,550.00	\$3,550.00
Balizas incluye su caja de control, cable TSJ 2X10 para sistema de navegación	UN	3	\$1,200.00	\$3,600.00
Banco de baterías respaldo 5 días	UN	4	\$7,950.00	\$31,800.00
Bombillas	UN	2	\$8.00	\$16.00
Base para estructura de paneles solares	UN	9	\$500.00	\$4,500.00
Caja para interconexión de paneles	UN	4	\$350.00	\$1,400.00
Caseta 6X6 solo dos paredes terraza de 10 cm	UN	1	\$8,000.00	\$8,000.00
Cimentación para torre	UN	1	\$45,000.00	\$45,000.00
Columna para acometida	UN	1	\$1,013.34	\$1,013.34
Controlador y regulador	UN	1	\$8,664.00	\$8,664.00
Dintel del portón	UN	1	\$454.03	\$454.03
Equipo BTS/NODO B	UN	1	\$55,000.00	\$55,000.00
Equipo de microonda	UN	1	\$15,000.00	\$15,000.00
Estructura de soporte para panel de 4 metros de altura	UN	1	\$11,884.00	\$11,884.00
Fibra Óptica 1.5 km	UN	1	\$10,500.00	\$10,500.00
Inversor	UN	1	\$1,512.00	\$1,512.00
Licencias	UN	1	\$7,000.00	\$7,000.00
Muro perimetral 3mts alto mas cimient	ML	56	\$359.00	\$20,104.00
Paneles solares	UN	36	\$935.00	\$33,660.00
Portón 3 metros X 3 metros	UN	1	\$1,908.25	\$1,908.25
Puerta	UN	1	\$300.00	\$300.00
Razor ribbon	ML	28.5	\$56.00	\$1,596.00
Rectificador	UN	1	\$1,686.00	\$1,686.00
Reflectores	UN	4	\$300.00	\$1,200.00
Supresor de picos	UN	1	\$1,650.00	\$1,650.00
Torre 45 metros	UN	1	\$57,000.00	\$57,000.00
<b>TOTAL DE COSTOS INICIALES</b>				<b>\$340,297.62</b>

Tabla 15: Costos iniciales de la solución solar híbrida

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	QTY	COSTO	MONTO
Acarreo de los materiales al sitio	UN	1	\$12,300.00	\$12,300.00
Acometida Eléctrica 30 metros	UN	1	\$10,300.00	\$10,300.00
Aire acondicionado	UN	1	\$3,550.00	\$3,550.00
Balizas incluye su caja de control, cable TSJ 2X10 para sistema de navegación	UN	3	\$1,200.00	\$3,600.00
Banco de baterías de respaldo de 5 días	UN	2	\$7,950.00	\$15,900.00
Bombillas	UN	2	\$8.00	\$16.00
Base para estructura de paneles solares	UN	5	\$500.00	\$2,500.00
Caja para interconexión de paneles	UN	2	\$350.00	\$700.00
Caseta 6X6 solo dos paredes terraza de 10 cm	UN	1	\$8,000.00	\$8,000.00
Cimentación para torre	UN	1	\$45,000.00	\$45,000.00
Columna para acometida	UN	1	\$1,013.34	\$1,013.34
Controlador y regulador	UN	1	\$8,664.00	\$8,664.00
Dintel del portón	UN	1	\$454.03	\$454.03
Equipo BTS/NODO B	UN	1	\$55,000.00	\$55,000.00
Equipo de microonda	UN	1	\$15,000.00	\$15,000.00
Estructura de soporte para panel de 4 metros de altura	UN	1	\$11,884.00	\$11,884.00
Fibra óptica 1.5km	UN	1	\$10,500.00	\$10,500.00
Inversor	UN	1	\$1,512.00	\$1,512.00
Licencias	UN	1	\$7,000.00	\$7,000.00
Muro perimetral 3mts alto mas cimiento	ML	56	\$359.00	\$20,104.00
Paneles solares	UN	18	\$935.00	\$16,830.00
Portón 3mX3m	UN	1	\$1,908.25	\$1,908.25
Puerta	UN	1	\$300.00	\$300.00
Razor ribbon	ML	28.5	\$56.00	\$1,596.00
Rectificador	UN	1	\$1,686.00	\$1,686.00
Reflectores	UN	4	\$300.00	\$1,200.00
Supresor de picos	UN	1	\$1,650.00	\$1,650.00
Torre 45mtrs	UN	1	\$57,000.00	\$57,000.00
<b>TOTAL DE COSTOS INICIALES</b>				<b>\$315,167.62</b>

**8. ALCANCE DEL SERVICIOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO O CORRECTIVO OPCIÓN SOLAR.** Adicional al alcance ya mencionado en el inciso J del antecedente, tendremos ahora en lugar del mantenimiento de los motogeneradores el mantenimiento de la opción solar que consistirá de manera sencilla en la limpieza de los paneles solares, limpieza de línea de vista, revisión general de alarmas, revisión de contactos y conexiones y revisión eléctrica.

Por consiguiente los costos de mantenimiento y operación de los mismos están dados en las siguientes tablas:

Opción solar

Tabla 16: Costos anuales de la solución solar

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	QTY	COSTO	MONTO
Costo de arrendamiento de sitios	UN	12	\$500.00	\$6,000.00
Costo de mantenimiento de solución solar	UN	12	\$1,850.00	\$22,200.00
Costo de mantenimiento del sitio	UN	12	\$850.00	\$10,200.00
<b>TOTAL DE COSTOS ANUALES</b>				<b>\$38,400.00</b>

Opción solar híbrida

Tabla 17: Costos anuales de la solución solar híbrida

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	QTY	COSTO	MONTO
Costo de arrendamiento de sitios	UN	12	\$500.00	\$6,000.00
Costo mensual de energía eléctrica	UN	12	\$453.96	\$5,447.47
Costo de mantenimiento de solución solar	UN	12	\$1,150.00	\$13,800.00
Costo de mantenimiento del sitio	UN	12	\$850.00	\$10,200.00
<b>TOTAL DE COSTOS ANUALES</b>				<b>\$35,447.47</b>

Los costos inherentes al proyecto como tal como ya se menciono con anterioridad no varían dependiendo de la solución de energía que se instale en los sitios por lo que se tomarán de la Tabla 12.

Los costos máximos por contingencia o siniestro por sitio vienen dados por la siguiente tabla:

Tabla 18: Costos máximos de una contingencia o siniestro del sitio, situación actual

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	QTY	COSTO	MONTO
Aire acondicionado	UN	1	\$3,550.00	\$3,550.00
Balizas incluye su caja de control, cable TSJ 2X10 para sistema de navegación	UN	3	\$1,200.00	\$3,600.00
Banco de baterías respaldo 5 días	UN	4	\$7,950.00	\$31,800.00
Bombillas	UN	2	\$8.00	\$16.00
Caja para interconexión de paneles	UN	4	\$350.00	\$1,400.00
Controlador y regulador	UN	1	\$8,664.00	\$8,664.00
Dintel del portón	UN	1	\$454.03	\$454.03
Equipo BTS/NODO B	UN	1	\$55,000.00	\$55,000.00
Equipo de microonda	UN	1	\$15,000.00	\$15,000.00
Estructura de soporte para panel de 4 metros de altura	UN	1	\$11,884.00	\$11,884.00
Inversor	UN	1	\$1,512.00	\$1,512.00
Paneles solares	UN	36	\$935.00	\$33,660.00
Portón 3 metros X 3 metros	UN	1	\$1,908.25	\$1,908.25
Puerta	UN	1	\$300.00	\$300.00
Rectificador	UN	1	\$1,686.00	\$1,686.00
Reflectores	UN	4	\$300.00	\$1,200.00
Supresor de picos	UN	1	\$1,650.00	\$1,650.00
<b>TOTAL DE COSTOS INICIALES</b>				<b>\$173,284.28</b>

En el caso de la solar el máximo de los costos por rescisión de contrato serán los indicados en la siguiente tabla:

Tabla 19: Costos máximos por rescisión de contrato de arrendamiento

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	QTY	COSTO	MONTO
Base para estructura de paneles solares	UN	9	\$500.00	\$4,500.00
Caseta 6X6 solo dos paredes terraza de 10 cm	UN	1	\$8,000.00	\$8,000.00
Cimentación para torre	UN	1	\$45,000.00	\$45,000.00
Columna para acometida	UN	1	\$1,013.34	\$1,013.34
Muro Perimetral 3mts alto mas cimiento	ML	56	\$359.00	\$20,104.00
<b>TOTAL DE COSTOS</b>				<b>\$78,617.34</b>

En lo sucesivo para el siguiente trabajo llamaremos "solución actual" a la expansión de 227 sitios que está compuesta por la combinación de la opción A y la opción B antes mencionada y llamaremos "solución solar" a la combinación de solución solar y solución híbrida antes mencionadas.

## V. ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO

**A. INGRESOS POR SITIO DE TELEFONÍA MÓVIL** . Según el Reporte Financiero y Operativo Publico del Operador para el 2013 y información pública de la SIT por sus siglas en español Superintendencia de Telecomunicaciones de Guatemala, tenemos la siguiente tabla de ingresos:

Tabla 20: Tabla de ingresos y datos a utilizar

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DATO</b>
Crecimiento anual reportado en estados financieros públicos	8.5%
Ingreso promedio mensual por sitio 2014	<b>\$29,029.01</b>
Ingresos promedio estimado por sitio 2014	\$348,348.08
Ingresos totales por telefonía móvil Guatemala reportado en estados financieros públicos y ajustados 2014 en base a crecimiento	\$799,110,500.00
ISR a partir del 2015 según decreto Decreto No. 10-2012	25%
Tasa de inflación Guatemala	4.10%
Tasa de interés líder del mercado	4.75%

Los montos se variaron en porcentajes proporcionales dada la confidencialidad del operador.

## B. ANÁLISIS DE FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA EN BASE AL PROYECTO

Tabla 21: Análisis FODA

<b>FACTORES INTERNOS</b>          <b>FACTORES EXTERNOS</b>	<b>LISTA DE FORTALEZAS</b> F1 Empresa cuenta con una red instalada F2 Empresa cuenta con capacidad de inversión F3 Respaldo de un Corporación multinacional	<b>LISTA DE DEBILIDADES</b> D1 Costos altos de operación en el área rural D2 Altos costos de mantenimiento en el área rural
<b>LISTA DE OPORTUNIDADES</b> O1 Existen nuevas tecnologías que pueden hacer mas simple y económica en el área rural O2 Crecimiento de trafico de voz y datos en el área rural	FO1 Debido a la capacidad de inversión se podrá invertir en soluciones o equipos que pueden permitir bajar costos y abrir nuevos sitios en el área rural	DO1 Aprovechar el crecimiento en el área rural instalando mas sitios con tecnología de punta como la solución solar que permita bajar costos de operación y mantenimiento
<b>LISTA DE AMENAZAS</b> A1 Hay empresas con mejor cobertura en el área rural A2 Riesgo de robo de los insumos como el combustible con un alto índice	FA1 Debido a la capacidad de inversión se puede mejorar la cobertura en el área rural por medio de nuevos sitios	DA1 Poner en practica nuevas tecnologías que permitan la construcción de sitios nuevos en el área rural y que el insumo con mayor índice de robo y contaminación sea eliminado

## C. ÍNDICES ECONÓMICOS

1. **TIR.** En base a los costos antes mencionados se hará un análisis a 5 años para determinar si la solución es económicamente factible, se comparará la solución actual con la solución propuesta y además se analizara en tres diferentes escenarios: la solución propuesta con una pérdida de 10 sitios y 5 sitios por rescisión de contrato ya mencionado, el optimista con una pérdida de 5 sitios y 2 sitios por rescisión y el pesimista con una pérdida de 15 sitios y 8 por rescisión.

A continuación los flujos de caja:

Tabla 22: Flujo de caja solución actual proyectado

FLUJO DE CAJA SOLUCIÓN ACTUAL	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Ingresos</b>					
Ingresos	\$79,075,014.60	\$85,796,390.84	\$93,089,084.07	\$101,001,656.21	\$109,586,796.99
<b>Total Ingresos</b>	<b>\$79,075,014.60</b>	<b>\$85,796,390.84</b>	<b>\$93,089,084.07</b>	<b>\$101,001,656.21</b>	<b>\$109,586,796.99</b>
<b>Egresos</b>					
Contingencia o siniestro		\$1,468,762.80	\$1,528,982.07	\$1,591,670.34	\$1,656,928.82
Rescisión de contrato		\$434,586.70	\$452,404.75	\$470,953.35	\$490,262.44
Operación y mantenimiento sitio	\$50,790,002.19	\$52,872,392.28	\$55,040,160.36	\$57,296,806.93	\$59,645,976.02
Mantenimiento de los vehículos	\$18,677.04	\$19,442.80	\$20,239.95	\$21,069.79	\$21,933.65
Costos administrativos de personal	\$58,106.36	\$61,011.67	\$64,062.26	\$67,265.37	\$70,628.64
Prestaciones laborales	\$6,199.95	\$6,509.95	\$6,835.44	\$7,177.21	\$7,536.08
Costo de Pick up de 4X4	\$128,404.67	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Costo estimado de diesel	\$59,400.00	\$61,835.40	\$64,370.65	\$67,009.85	\$69,757.25
Costo de papelería y útiles de oficina	\$1,200.00	\$1,249.20	\$1,300.42	\$1,353.73	\$1,409.24
<b>Subtotal</b>	<b>\$51,061,990.20</b>	<b>\$54,925,790.79</b>	<b>\$57,178,355.91</b>	<b>\$59,523,306.58</b>	<b>\$61,964,432.13</b>
<b>Gastos No Desembolsables</b>					
Depreciación	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93
<b>Total Egresos</b>	<b>\$51,087,671.13</b>	<b>\$54,951,471.73</b>	<b>\$57,204,036.84</b>	<b>\$59,548,987.52</b>	<b>\$61,990,113.07</b>
Utilidad Bruta	\$27,987,343.47	\$30,844,919.12	\$35,885,047.22	\$41,452,668.70	\$47,596,683.92
Impuestos	\$7,836,456.17	\$7,711,229.78	\$8,971,261.81	\$10,363,167.17	\$11,899,170.98
Utilidad Después de impuestos	\$20,150,887.30	\$23,133,689.34	\$26,913,785.42	\$31,089,501.52	\$35,697,512.94
Depreciación (+)	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93
Inversión					
<b>Flujo de Caja Anual</b>	<b>\$20,176,568.23</b>	<b>\$23,159,370.27</b>	<b>\$26,939,466.35</b>	<b>\$31,115,182.46</b>	<b>\$35,723,193.88</b>
<b>TMAR</b>		<b>14.5%</b>			
<b>VAN</b>		<b>\$1,405,924.30</b>			
<b>TIR</b>		<b>21.51%</b>			





Tabla 25: Flujo de caja solución solar proyectado

FLUJO DE CAJA SOLUCIÓN SOLAR	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Ingresos</b>					
Ingresos	\$79,075,014.60	\$85,796,390.84	\$93,089,084.07	\$101,001,656.21	\$109,586,796.99
<b>Total Ingresos</b>	<b>\$79,075,014.60</b>	<b>\$85,796,390.84</b>	<b>\$93,089,084.07</b>	<b>\$101,001,656.21</b>	<b>\$109,586,796.99</b>
<b>Egresos</b>					
Contingencia o siniestro		\$1,732,842.80	\$1,803,889.35	\$1,877,848.82	\$1,954,840.62
Rescisión de contrato		\$866,421.40	\$901,944.68	\$938,924.41	\$977,420.31
Operación y mantenimiento sitio	\$8,572,126.07	\$8,923,583.24	\$9,289,450.15	\$9,670,317.61	\$10,066,800.63
Mantenimiento de los vehículos	\$18,677.04	\$19,442.80	\$20,239.95	\$21,069.79	\$21,933.65
Costos administrativos de personal	\$58,106.36	\$61,011.67	\$64,062.26	\$67,265.37	\$70,628.64
Prestaciones laborales	\$6,199.95	\$6,509.95	\$6,835.44	\$7,177.21	\$7,536.08
Costo de Pick up de 4X4	\$128,404.67	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Costo estimado de diesel	\$59,400.00	\$61,835.40	\$64,370.65	\$67,009.85	\$69,757.25
Costo de papelería y útiles de oficina	\$1,200.00	\$1,249.20	\$1,300.42	\$1,353.73	\$1,409.24
<b>Subtotal</b>	<b>\$8,844,114.08</b>	<b>\$11,672,896.46</b>	<b>\$12,152,092.91</b>	<b>\$12,650,966.79</b>	<b>\$13,170,326.42</b>
<b>Gastos No Desembolsables</b>					
Depreciación	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93
<b>Total Egresos</b>	<b>\$8,869,795.02</b>	<b>\$11,698,577.39</b>	<b>\$12,177,773.84</b>	<b>\$12,676,647.73</b>	<b>\$13,196,007.35</b>
Utilidad Bruta	\$70,205,219.59	\$74,097,813.45	\$80,911,310.23	\$88,325,008.48	\$96,390,789.64
Impuestos	\$19,657,461.48	\$18,524,453.36	\$20,227,827.56	\$22,081,252.12	\$24,097,697.41
Utilidad Después de impuestos	\$50,547,758.10	\$55,573,360.09	\$60,683,482.67	\$66,243,756.36	\$72,293,092.23
Depreciación (+)	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93
Inversión	(\$76,016,189.74)				
Flujo de Caja Anual	\$50,573,439.04	\$55,599,041.02	\$60,709,163.60	\$66,269,437.30	\$72,318,773.16
<b>TMAR</b>					<b>14.5%</b>
<b>VAN</b>					<b>\$3,511,755.76</b>
<b>TIR</b>					<b>68.31%</b>

Tabla 26: Flujo de caja solución solar optimista

FLUJO DE CAJA SOLUCIÓN SOLAR	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Ingresos</b>					
Ingresos	\$79,075,014.60	\$85,796,390.84	\$93,089,084.07	\$101,001,656.21	\$109,586,796.99
<b>Total Ingresos</b>	<b>\$79,075,014.60</b>	<b>\$85,796,390.84</b>	<b>\$93,089,084.07</b>	<b>\$101,001,656.21</b>	<b>\$109,586,796.99</b>
<b>Egresos</b>					
Contingencia o siniestro		\$173,284.28	\$180,388.94	\$187,784.88	\$195,484.06
Rescisión de contrato		\$393,086.70	\$409,203.25	\$425,980.59	\$443,445.79
Operación y mantenimiento sitio	\$8,572,126.07	\$8,923,583.24	\$9,289,450.15	\$9,670,317.61	\$10,066,800.63
Mantenimiento de los vehículos	\$18,677.04	\$19,442.80	\$20,239.95	\$21,069.79	\$21,933.65
Costos administrativos de personal	\$58,106.36	\$61,011.67	\$64,062.26	\$67,265.37	\$70,628.64
Prestaciones laborales	\$6,199.95	\$6,509.95	\$6,835.44	\$7,177.21	\$7,536.08
Costo de Pick up de 4X4	\$128,404.67	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Costo estimado de diesel	\$59,400.00	\$61,835.40	\$64,370.65	\$67,009.85	\$69,757.25
Costo de papelería y útiles de oficina	\$1,200.00	\$1,249.20	\$1,300.42	\$1,353.73	\$1,409.24
<b>Subtotal</b>	<b>\$8,844,114.08</b>	<b>\$9,640,003.24</b>	<b>\$10,035,851.06</b>	<b>\$10,447,959.04</b>	<b>\$10,876,995.34</b>
<b>Gastos No Desembolsables</b>					
Depreciación	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93
<b>Total Egresos</b>	<b>\$8,869,795.02</b>	<b>\$9,665,684.17</b>	<b>\$10,061,532.00</b>	<b>\$10,473,639.97</b>	<b>\$10,902,676.27</b>
Utilidad Bruta	\$70,205,219.59	\$76,130,706.67	\$83,027,552.07	\$90,528,016.24	\$98,684,120.72
Impuestos	\$19,657,461.48	\$19,032,676.67	\$20,756,888.02	\$22,632,004.06	\$24,671,030.18
Utilidad Después de impuestos	\$50,547,758.10	\$57,098,030.01	\$62,270,664.05	\$67,896,012.18	\$74,013,090.54
Depreciación (+)	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93
Inversión	(\$76,016,189.74)				
Flujo de Caja Anual	\$50,573,439.04	\$57,123,710.94	\$62,296,344.99	\$67,921,693.12	\$74,038,771.47
<b>TMAR</b>				<b>14.5%</b>	
<b>VAN</b>				<b>\$3,518,558.71</b>	
<b>TIR</b>				<b>69.52%</b>	

Tabla 27: Flujo de caja solución solar pesimista

FLUJO DE CAJA SOLUCIÓN SOLAR	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Ingresos</b>					
Ingresos	\$79,075,014.60	\$85,796,390.84	\$93,089,084.07	\$101,001,656.21	\$109,586,796.99
<b>Total Ingresos</b>	<b>\$79,075,014.60</b>	<b>\$85,796,390.84</b>	<b>\$93,089,084.07</b>	<b>\$101,001,656.21</b>	<b>\$109,586,796.99</b>
<b>Egresos</b>					
Contingencia o siniestro		\$2,599,264.20	\$2,705,834.03	\$2,816,773.23	\$2,932,260.93
Rescisión de contrato		\$628,938.72	\$654,725.21	\$681,568.94	\$709,513.27
Operación y mantenimiento sitio	\$8,572,126.07	\$8,923,583.24	\$9,289,450.15	\$9,670,317.61	\$10,066,800.63
Mantenimiento de los vehículos	\$18,677.04	\$19,442.80	\$20,239.95	\$21,069.79	\$21,933.65
Costos administrativos de personal	\$58,106.36	\$61,011.67	\$64,062.26	\$67,265.37	\$70,628.64
Prestaciones laborales	\$6,199.95	\$6,509.95	\$6,835.44	\$7,177.21	\$7,536.08
Costo de Pick up de 4X4	\$128,404.67	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Costo estimado de diesel	\$59,400.00	\$61,835.40	\$64,370.65	\$67,009.85	\$69,757.25
Costo de papelería y útiles de oficina	\$1,200.00	\$1,249.20	\$1,300.42	\$1,353.73	\$1,409.24
<b>Subtotal</b>	<b>\$8,844,114.08</b>	<b>\$12,301,835.18</b>	<b>\$12,806,818.11</b>	<b>\$13,332,535.73</b>	<b>\$13,879,839.68</b>
<b>Gastos No Desembolsables</b>					
Depreciación	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93
<b>Total Egresos</b>	<b>\$8,869,795.02</b>	<b>\$12,327,516.11</b>	<b>\$12,832,499.05</b>	<b>\$13,358,216.67</b>	<b>\$13,905,520.62</b>
Utilidad Bruta	\$70,205,219.59	\$73,468,874.73	\$80,256,585.02	\$87,643,439.54	\$95,681,276.37
Impuestos	\$19,657,461.48	\$18,367,218.68	\$20,064,146.25	\$21,910,859.89	\$23,920,319.09
Utilidad Después de impuestos	\$50,547,758.10	\$55,101,656.05	\$60,192,438.76	\$65,732,579.66	\$71,760,957.28
Depreciación (+)	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93	\$25,680.93
Inversión		(\$76,016,189.74)			
<b>Flujo de Caja Anual</b>	<b>\$50,573,439.04</b>	<b>\$55,127,336.98</b>	<b>\$60,218,119.70</b>	<b>\$65,758,260.59</b>	<b>\$71,786,638.21</b>
<b>TMAR</b>					
<b>VAN</b>					
<b>TIR</b>					

14.5%  
**\$3,509,651.06**  
**67.94%**

Tabla 28: Cuadro resumen de resultados VAN y TIR

SITUACIÓN	ESCENARIO	VAN	TIR
Solución actual	Propuesta	\$1,405,924.30	<b>21.51%</b>
	Optimista	\$1,409,254.45	<b>22.42%</b>
	Pesimista	\$1,402,594.15	<b>20.60%</b>
Solución solar	Propuesta	\$3,511,755.76	<b>68.31%</b>
	Optimista	\$3,518,558.71	<b>69.52%</b>
	Pesimista	\$3,509,651.06	<b>67.94%</b>

De acuerdo a las tablas anteriores se puede notar que la inversión inicial son similares, que la solución actual es menor en un monto de \$955,894.88, sin embargo al tomar en cuenta los costos de operación y mantenimiento de los sitios de telefónica móvil que en la solución actual es de \$50,790,002.19 y en el caso de implementar solución solar es de \$8,572,126.07 lo que nos da como resultados que la TIR de la solución actual es 21.53% y de la solución solar la TIR es de 68.33% lo que representa un incremento del 46.80% en la tasa interna de retorno del proyecto.

**2. UTILIDAD BRUTA.** Con base a la siguiente información extraída de las tablas anteriores tenemos el siguiente análisis de la utilidad bruta del proyecto:

Tabla 29: Datos para calcular la utilidad

Ingreso por sitio	\$ 29,029.01
Expansión Rural	227
Total de ingresos Expansión	\$ 6,589,584.55

Tabla 30: Costos de egresos por proyecto, situación actual

<b>COSTO</b>	<b>ANUAL</b>	<b>MENSUAL</b>
Costo por sitio opción A	\$ 246,582.83	\$ 20,548.57
Costo por sitio opción B	\$ 140,780.77	\$ 11,731.73
Costo del proyecto	\$ 265,788.06	\$ 22,149.01
Costo por expansión	\$ 51,055,790.25	\$ 4,254,649.19

Tabla 31: Costo de operación y mantenimiento, solución solar

<b>COSTO</b>	<b>ANUAL</b>	<b>MENSUAL</b>
Costo por sitio opción solar	\$ 38,400.00	\$ 3,200.00
Costo por sitio opción solar hibrida	\$ 35,447.47	\$ 2,953.96
Costo del proyecto	\$ 265,788.06	\$ 22,149.01
Costo por la expansión	\$ 8,837,914.13	\$ 736,492.84

Tabla 32: Utilidad bruta solución actual

Ingresos	\$ 6,589,584.55
Costo de O&M mas administración	\$ 4,254,649.19
Utilidad Bruta	\$ 2,334,935.36
Porcentaie de utilidad bruta	<b>35%</b>

Tabla 33: Utilidad bruta proyecto solución solar

Ingresos	\$ 6,589,584.55
Costo de O&M mas administración	\$ 736,492.84
Utilidad Bruta	\$ 5,853,091.71
Porcentaie de utilidad bruta	<b>89%</b>

Como se puede observar tendremos un incremento \$3,518,156.34 que representa un incremento en la utilidad bruta mensual de 53% debido a la disminución en dicho monto en el costo de Operación y Mantenimiento de los sitios del proyecto.

**3. COSTO BENEFICIO Y ROI.** El costo beneficio de implementar la solución solar están dado según las siguientes tablas:

Tabla 34: Costo beneficio anual

No.	DESCRIPCIÓN	COSTO ANUAL SOLUCIÓN ACTUAL	COSTO ANUAL SOLUCIÓN SOLAR	BENEFICIO	ACUMULADO
1	Inversión inicial	\$75,060,294.86	\$76,016,189.74	-\$955,894.88	-\$955,894.88
2	M&O mas administración	\$51,055,790.25	\$8,837,914.13	\$42,217,876.12	\$41,261,981.24
<b>TOTAL INVERSION PRIMER AÑO</b>		<b>\$126,116,085.11</b>	<b>\$84,854,103.87</b>		

Tabla 35: Costo beneficio mensual

No.	DESCRIPCIÓN	COSTO MENSUAL SOLUCIÓN ACTUAL	COSTO SOLUCIÓN SOLAR	BENEFICIO	ACUMULADO
1	Inversión inicial	\$6,255,024.57	\$6,334,682.48	-\$79,657.91	-\$79,657.91
2	M&O mas administración	\$4,254,649.19	\$736,492.84	\$3,518,156.34	\$3,438,498.44

Este índice recapitula y muestra claramente que a pesar que la inversión inicial en la implementación de la solución solar es mayor por un monto de \$955,894.88, al paso del tiempo tomando en cuenta la operación y mantenimiento más la administración y gastos del proyecto de la solución solar hay un costo de beneficio acumulado al año de \$41,261,981.24.

Se presentan también los datos mensuales con los cuales podemos observar que el beneficio acumulado es de \$3,518,156.34 en ese periodo.

Con base en estos datos analizaremos en cuanto tiempo es posible con este beneficio recuperar la inversión:

Tabla 36: ROI de acuerdo ingreso mensual solución actual

<b>MESES</b>	<b>INVERSIÓN PRIMER AÑO</b>	<b>INGRESOS ANUALES</b>	<b>BENEFICIO ACUMULADO</b>
0	\$126,116,085.11		
1		\$ 6,589,584.55	\$ 6,589,584.55
2		\$ 6,589,584.55	\$ 13,179,169.10
3		\$ 6,589,584.55	\$ 19,768,753.65
4		\$ 6,589,584.55	\$ 26,358,338.20
5		\$ 6,589,584.55	\$ 32,947,922.75
6		\$ 6,589,584.55	\$ 39,537,507.30
7		\$ 6,589,584.55	\$ 46,127,091.85
8		\$ 6,589,584.55	\$ 52,716,676.40
9		\$ 6,589,584.55	\$ 59,306,260.95
10		\$ 6,589,584.55	\$ 65,895,845.50
11		\$ 6,589,584.55	\$ 72,485,430.05
12		\$ 6,589,584.55	\$ 79,075,014.60
13		\$ 7,149,699.24	\$ 86,224,713.84
14		\$ 7,149,699.24	\$ 93,374,413.08
15		\$ 7,149,699.24	\$100,524,112.31
16		\$ 7,149,699.24	\$107,673,811.55
17		\$ 7,149,699.24	\$114,823,510.79
18		\$ 7,149,699.24	\$121,973,210.03
19		\$ 7,149,699.24	\$129,122,909.26
20		\$ 7,149,699.24	\$136,272,608.50
21		\$ 7,149,699.24	\$143,422,307.74
22		\$ 7,149,699.24	\$150,572,006.97

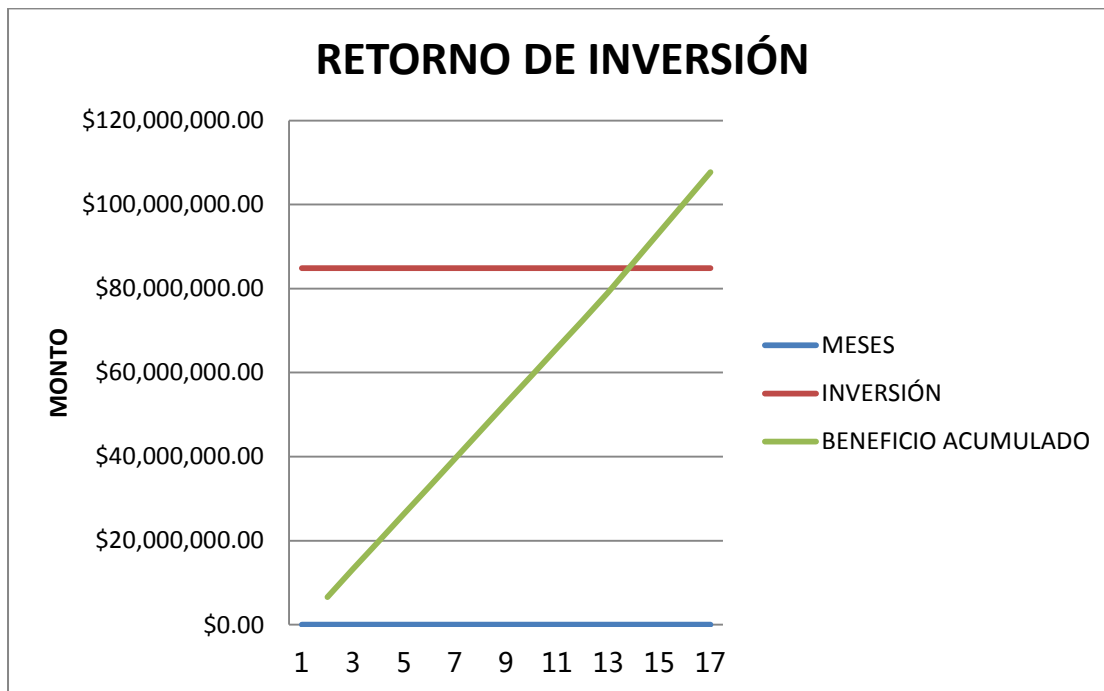
Con la solución actual se recupera la inversión en base al ingreso de los sitios en 19 meses.

Tabla 37: ROI de acuerdo al ingreso mensual solución opción solar

<b>MESES</b>	<b>INVERSIÓN</b>	<b>INGRESOS ANUALES</b>	<b>BENEFICIO ACUMULADO</b>
0	\$84,854,103.87		
1		\$6,589,584.55	\$ 6,589,584.55
2		\$6,589,584.55	\$ 13,179,169.10
3		\$6,589,584.55	\$ 19,768,753.65
4		\$6,589,584.55	\$ 26,358,338.20
5		\$6,589,584.55	\$ 32,947,922.75
6		\$6,589,584.55	\$ 39,537,507.30
7		\$6,589,584.55	\$ 46,127,091.85
8		\$6,589,584.55	\$ 52,716,676.40
9		\$6,589,584.55	\$ 59,306,260.95
10		\$6,589,584.55	\$ 65,895,845.50
11		\$6,589,584.55	\$ 72,485,430.05
12		\$6,589,584.55	\$ 79,075,014.60
13		\$7,149,699.24	\$ 86,224,713.84
14		\$7,149,699.24	\$ 93,374,413.08
15		\$7,149,699.24	\$100,524,112.31
16		\$7,149,699.24	\$107,673,811.55

Y podemos notar que con la solución solar la recuperación en base a los ingresos se logra a los 13 meses de la inversión inicial, por lo tanto la recuperación es 6 meses antes o más rápido que con la solución actual.

Ilustración 39: Gráfica ROI



## VI. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

La quema de combustibles fósiles, que no son renovables como el gas natural, el carbón, el petróleo y sus derivados como los son la gasolina y el diesel genera gases de escape contaminantes entre estos el CO<sup>2</sup>, Dióxido de carbono. Si bien puede haber ligeras diferencias entre motor y motor estos gases se producen en cantidades conocidas, al conocer la velocidad a la que un generador u otro motor consumen combustible podemos encontrar un dato muy exacto de cuanto dióxido de carbono se puede obtener y liberar al ambiente.

En este trabajo se tomó la decisión de ir por una solución totalmente verde que no utilizara ningún componente de quema de combustible como se utiliza en la actualidad, y que además es totalmente libre de ruido.

Como el CO<sup>2</sup> es el gas principal en este proceso analizaremos el impacto de retirar los generadores que se instalarían en la expansión rural de la red de telefonía móvil si se utilizara la solución utilizando el siguiente criterio conocido:

Por cada galón de combustible diesel contiene 2.778 kg de carbono. Cada gramo de carbono atómico, cuando se oxida con oxígeno, forma 3,666 gramos de dióxido de carbono, o podemos decir que cada molécula de CO<sup>2</sup> pesa 3,66 veces más que un átomo de carbono por sí solo. En un medio líquido de hidrocarburo de combustión del motor, dependiendo de la eficiencia del motor podemos también decir que alrededor de 99 por ciento del combustible se oxida, al menos del 1 por ciento fallará para oxidar completamente, y se emite en forma de partículas o hidrocarburos no quemados en lugar de CO<sup>2</sup>.

De acuerdo a lo anterior cada galón de combustible diesel produce, en promedio, 10.084 kg de CO<sub>2</sub>, que se libera en el ambiente. A este número se le conoce como el factor de CO<sub>2</sub> equivalente del diesel.

Entonces si un sitio cuenta con 2 motogeneradores la emisión de gas CO<sub>2</sub> por sitio es de 98,150.93 kilogramos en base al consumo mensual de un tanque de 800 galones y si el sitio cuenta con 1 motogenerador esta emisión de gas se parte por la mitad, por consiguiente el si se sustituyen 178 sitios de dos motogeneradores y 49 de un motogenerador por la solución solar libre de emisiones y sonido el impacto ambiental es que se dejaran de liberar 19,875,564.00 kilogramos de CO<sub>2</sub> o dicho de otra manera disminuirá la liberación de 19,875.564 toneladas de CO<sub>2</sub> al año.

## VII. PLAN DE CONTINGENCIA

Tabla 38: Plan de contingencia

<b>CONTINGENCIA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>
Se roban los paneles	Alarma avisa la ausencia del panel, entra a funcionar el banco de baterías en caso de que la carga de los restantes paneles no cubra la carga total en ese momento, se envía contratista con repuestos a mantenimiento correctivo que esta incluido en el contrato de soportes y mantenimiento.
Ruptura o obstrucción de un panel por ejemplo por la caída de un árbol al sitio o catástrofe climática como la ceniza	Alarma avisa la ausencia del panel, entra a funcionar el banco de baterías en caso de que la carga de los restantes paneles no cubra la carga total en ese momento, se envía contratista con repuestos a mantenimiento correctivo que esta incluido en el contrato de soporte y mantenimiento.
El arrendante del sitio decide rescindir el contrato	Se analiza en busca de sitios aledaños que puedan cubrir la cobertura del sitio actual, se traslada lo que sea posible.

## **VIII. CONCLUSIONES**

1. Como se puede observar la Tasa Interna de Retorno del proyecto se incrementó en un 53% por lo que se puede deducir que es una mejor inversión.
2. De acuerdo al análisis de costo/beneficio se concluye que a pesar que la inversión inicial de la solución solar es mayor que la de la solución actual, el costo beneficio de la disminución en el mantenimiento de operación de los motogeneradores nos da un retorno de inversión en un periodo menor que la solución actual.
3. Al analizar el indicador de Utilidad Bruta se determinó que existe un incremento de utilidad bruta antes de impuesto del 53% respecto de la solución actual.
4. De acuerdo a la disminución comprobada de emisiones de CO<sub>2</sub> al eliminar el uso de motogeneradores se determina que la solución es mejor al ambiente que la solución actual.
5. De acuerdo al análisis técnico se comprobó que la solución es factible tomando en cuenta los estándares de construcción actualmente utilizados ya que se ajusta a los mismos y no existe ningún impedimento físico en su utilización.

6. La solución solar puede cubrir las necesidades de los sitios disminuyendo además los costos de operación por la eliminación de tener que llevar combustible diesel a los sitios mes a mes.
  
7. Por todo lo anterior se concluye que la solución es factible.

## **IX. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda hacer lo necesario para implementar el proyecto lo más pronto posible.
2. Una vez probada en el campo la solución se recomienda hacer el análisis de factibilidad para el cambio de los sitios ya existentes por la nueva tecnología.

## X. BIBLIOGRAFÍA

Baca Urbina, Gabriel, 1995, *Evaluación de proyectos*, 3era edición, McGraw Hill Interamericana de México, S.A. de C.V. 333 págs.

Blank, Leland y Anthony T., 1999, *Ingeniería Económica*, 4ta edición, McGraw Hill Interamericana de México, S.A. de C.V. 722, págs.

Konz, Stephan, 2001, *Diseño de Instalaciones Industriales*, México, Limusa, Noriega Editores, 405 págs.

Samuelson, Paul A., Nordhaus, William D. 1996, *Economía*, 15ta edición, McGraw Hill Interamericana de España S.A. 808 págs.

<http://www.greenpeace.org/>

<http://www.rae.es/>

<http://www.sit.gob.gt/>

## **XI. ANEXOS**

## A. SERVICE LEVEL AGREEMENT

El Servicio de Soporte Técnico ofrecido por EL\_PROVEEDOR comprende los siguientes servicios, que estarían a disposición de EL OPERADOR:

### *Servicios de soporte técnico*

- Mesa de ayuda (vía Call center)
- Asistencia telefónica
- Servicios de soporte remoto
- Servicios de soporte en sitio
- Reuniones y reportes de soporte
- Información y documentación

### 1 Service Level Agreement

EL\_PROVEEDOR proveerá un nivel de servicio Service Level Agreement (SLA) basado en los acuerdos comerciales previamente definidos, el SLA incluye tiempos de atención y solución para cada clasificación del problema reportado a fin de mantener un control óptimo del nivel de servicio entregado por EL\_PROVEEDOR.

El SLA que EL\_PROVEEDOR se compromete a proporcionar durante la duración de la garantía es de acuerdo a la siguiente tabla:

#### 1.1 SLA

Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA)*				
Technical Support	Información y documentación	Sitio Web (7 x 24)		
	Mesa de ayuda (Call Center) Hotline Disponibilidad en casos de emergencia	7 x 24		
	Clasificación de Eventos	Critico	Mayor	Menor y/o Consulta
	Disponibilidad de Soporte (Soporte Telefónico, Acceso remoto, Soporte en sitio)	7 x 24	7 x 24	5 X 8

<b>Tiempo de respuesta a partir de la notificación de eventos</b>		< 15 mins.	< 15 mins.	< 30 mins.
<b>Tiempo de recuperación temporal (solución provisional)</b>		2 hrs.	4 hrs, 85%, 6 hrs, 100%	3 días, 85%, 8 días, 100%
<b>Tiempo de Solución final</b>	<b>Non-Bug Case</b>	< 3 días	7 días, 85%; 15 días, 100%	20 días, 85%; 30 días, 100%
	<b>Bug Case</b> <b>*Error de Software</b>	< 30 días	30 días, 85%; 45 días, 100%	60 días, 85%; 90 días, 100%
<b>Reporte de servicio</b>		12 veces al año (1 mensual)		
<b>Reuniones de revisión de nivel de servicio</b>		12 veces al año como mínimo		
<b>Tiempo máximo Cambio del Hardware dañado</b>	<b>Sin redundancia</b>	4hrs		
	<b>Con redundancia</b>	48 hrs		
<b>Reporte de identificación de causa Raíz de la falla y Resolución aplicada</b>		24 hrs posterior al cierre del evento		
<b>Tiempo de reparación y recuperación del stock de repuestos en sede Operador</b>		<60 días		

### 1.2 TIEMPOS DE DESPLAZAMIENTO:

La siguiente tabla define los tiempos de desplazamiento que el proveedor debe considerar y cumplir para la atención de incidentes

UBICACIÓN y DISTANCIA DEL SITIO AFECTADO	Tiempo máximo de desplazamiento a cumplir
<i>Área Metropolitana y perímetros urbanos de las ciudades establecidas como sedes de operación</i>	≤0.5hrs
<i>Distancia inferior a 50 kms</i>	2hrs
<i>Entre 51 y 120 kms</i>	3hrs
<i>Entre 121 y 190 kms</i>	4hrs
<i>Nota: se considera la extensión de 1 hora por cada 70 kms adicionales a recorrer en el desplazamiento hacia el sitio.</i>	

**SEDES DE EL OPERADOR DEFINIDAS COMO CENTRO DE OPERACIÓN Y UBICACIONES DE MANEJO DE STOCK DE REPUESTOS:**

<b><i>País</i></b>	<b><i>Región</i></b>	<b><i>Ciudad Principal (Cabecera)</i></b>
<i>Guatemala</i>		GUATEMALA
	Metropolitana	Guatemala
	Oriente	Zacapa
	Occidente	Quetzaltenango
	Sur	Escuintla

**1.3 Niveles de Severidad**

Los eventos o incidentes de fallas o problemas (casos) reportados por EL OPERADOR al Call Center de EL\_PROVEEDOR serán clasificados de acuerdo a los siguientes criterios, cumpliendo así con el estándar definido por el área de O&M de EL OPERADOR.

- Fallas Críticas
- Fallas Mayores

- Fallas Menores
- Consultas

## 2 Descripción de los servicios

El Servicio de Soporte Técnico comprende el diagnóstico, solución de fallas, problemas relacionados con el hardware, software y sistemas de gestión, consultas técnicas, ajustes, configuraciones y en general, todas aquellas actividades que se requieren para recuperar el servicio, facturación y/o condiciones normales de operación de los equipos y sistemas suministrados por EL\_PROVEEDOR. Los servicios y sus alcances se encuentran descritos en los siguientes párrafos.

EL\_PROVEEDOR ofrece a EL OPERADOR un Servicio de Soporte Técnico 24 horas, los 7 días de la semana, durante los 365 días del año. El Servicio de Soporte pone a disposición de EL OPERADOR la experiencia y conocimientos de Consultores Técnicos especializados en la solución para la atención de problemas técnicos, operativos, de mantenimiento relacionados. Los consultores técnicos asignados para la solución de casos contarán con conocimientos previos sobre la arquitectura e instalación de la solución de los servicios y plataformas con que cuenta EL OPERADOR, de modo que los casos o problemas que se presenten puedan resolverse de manera efectiva de acuerdo a los niveles de severidad y tiempos de respuesta descritos en el presente anexo.

### 2.1 Mesa Central de Servicio (Help Desk)

El objetivo principal de la mesa central de servicio (Help Desk) en EL\_PROVEEDOR, es brindar una atención personalizada y expedita al personal de EL OPERADOR, que por alguna razón requieran de soporte Técnico en los productos instalados.

El número de la Mesa Central de Servicio es: **(No. de Call Center Proveedor)**

Se ofrece a EL OPERADOR un Servicio de Mesa Central de ayuda (Help Desk) bajo el esquema de operación 7 X 24 X 365.

Para caso de emergencias en horario no hábil EL\_PROVEEDOR atenderá los requerimientos de servicio de asistencia y soporte técnico únicamente para eventos con afectación al servicio, a la facturación y/o a la gestión.

El vínculo de comunicación de EL OPERADOR hacia EL\_PROVEEDOR será la mesa central de servicio (Help Desk). Las principales actividades de la Mesa Central de Servicio son:

- Captura de los registros de requerimientos de soporte (Trouble Ticket)

- Punto de contacto entre el personal de EL OPERADOR y personal de EL\_PROVEEDOR
- Para fallas con afectación, transferencia inmediata de llamadas con los ingenieros de soporte que atenderán la falla.
- Llamadas en conferencia
- Captura de quejas, comentarios etc.
- Información de directorio de EL\_PROVEEDOR (Teléfonos celulares)
- Generación de Reportes
- Aplicación de encuestas de satisfacción

El caso reportado será registrado por el responsable de Call Center del EL\_PROVEEDOR en un sistema **WEB**: [http://support.EL\\_PROVEEDOR.com/support/](http://support.EL_PROVEEDOR.com/support/), el cual generará un Identificador de caso (**Case ID**) con el que se podrá dar seguimiento al caso. El Identificador de caso será notificado a la persona que esté registrando el caso por EL OPERADOR, para que posteriormente pueda hacer referencia al caso de manera rápida, mediante el correo electrónico o en el sitio Web de Soporte del EL\_PROVEEDOR.

Como se mencionó anteriormente, el Call Center de soporte de EL\_PROVEEDOR podrá ser utilizado también para dar seguimiento a los casos de soporte que hayan sido registrados.

El Call Center debe tener la capacidad de ofrecer el soporte en Idioma Español sin excepción.

### **2.1.1 Procedimiento para Registro de Casos**

El proceso de recepción y manejo de tickets (casos/incidentes/eventos) inicia cuando la mesa central de servicio recibe una llamada, registra el ticket correspondiente con la siguiente información que EL OPERADOR debe suministrar:

- Descripción breve del caso
- EL del Personal por parte de EL OPERADOR que reporta el caso de soporte
- Tiempo total utilizado en la solución del caso
- Detalles de la problemática
- Pre-diagnóstico (posibles causas del error)
- Nivel de severidad
- Subsistema o componentes afectados

- Bitácoras de sistema
- Número de Trouble Ticket interno de EL OPERADOR

Una vez que el operador registra el ticket, el Call center de EL\_PROVEEDOR se pone en contacto con el área de soporte al producto de EL\_PROVEEDOR quien asigna a un ingeniero para atender la falla o requerimiento. Esta persona tendrá la responsabilidad de comunicarse con EL OPERADOR en los tiempos acordados que se indican en el “Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA), para analizar más a detalle la situación y tomar acciones. El ingeniero asignado posteriormente llamará o enviará un correo electrónico a la Mesa Central de Servicio para retroalimentación del problema. Ningún ticket quedará cerrado hasta que exista una solución al problema y esto sea autorizado por EL OPERADOR. Así mismo EL OPERADOR podrá cambiar el nivel de severidad del ticket.

En caso de tener una falla con afectación de servicio el Call center tendrá la obligación de poner en línea a un ingeniero de soporte para la atención inmediata.

### **2.1.2 Requisitos para reportar un incidente/ evento/ falla**

Los requisitos mínimos para levantar un reporte son los siguientes:

1. Estar dado de alta en la lista del personal que puede levantar reportes.
  - Este listado será proporcionado al proveedor, según la tecnología o tipo de soporte que provee, en el momento de iniciar la prestación del servicio.
2. Proporcionar número de reporte interno de EL OPERADOR.
3. El horario en que se hace la llamada debe de cumplir con el horario de atención de acuerdo al nivel de la falla de que se trate. En este caso las llamadas para reportes deben ser 7x24x365.

### **2.2 Asesoría Telefónica**

Este servicio considera la consulta sobre operación rutinaria y el mantenimiento del equipo de EL\_PROVEEDOR. Estas consultas pueden ser del sistema en general, de producto, hardware, software y datos.

Para levantar un reporte de solicitud de soporte o de asesoría telefónica, es necesario llamar al (No. de Call Center Proveedor).

Con el número de reporte asignado, se puede verificar el estado del reporte ya sea llamando al número telefónico (No. de Call Center Proveedor) o por medio de un correo electrónico (e-mail) para atender cualquier punto relacionado con Servicio Técnico.

El Proveedor EL\_PROVEEDOR deberá proporcionar por algún medio un reporte de incidentes de manera periódica en acuerdo con EL OPERADOR.

### **2.3 Soporte Remoto**

Con el propósito de monitorear la red y resolver fallas, EL OPERADOR y EL\_PROVEEDOR definirán el acceso vía VPN u otro medio. El acceso a la red que se proporcione será exclusivamente para la atención de fallas reportadas, no para actividades solicitadas por un área diferente a la de O&M del OPERADOR.

Es responsabilidad de EL\_PROVEEDOR efectuar el trámite de renovación de VPN o acceso a la red de EL OPERADOR, dependiendo del método utilizado.

EL\_PROVEEDOR cumplirá con los procedimientos de seguridad acordados mutuamente con EL OPERADOR.

### **2.4 Soporte en Sitio**

En caso de que la falla no pueda ser solucionada de forma remota, EL\_PROVEEDOR se desplazará a sitio para solucionar el problema.

El servicio de soporte en sitio contempla la presencia física del personal técnico de EL\_PROVEEDOR en el lugar de la instalación para atender problemas o fallas relacionados con el hardware y/o software y se tomen las medidas respectivas para la solución de cualquier problema bajo el esquema de 7 X 24 X 365 de acuerdo a los tiempos de respuesta especificados en la tabla "Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA)", punto 1.1 de este documento.

### **2.5 Descripción de tipos de Falla.**

EL OPERADOR se reserva el derecho de establecer o cambiar la severidad del evento de acuerdo a los impactos que se generen en la diversidad de los servicios.

### **2.6 Reuniones y reportes de soporte**

El Proveedor enviará a EL OPERADOR un reporte mensual en los primeros 10 días hábiles de cada mes que indique el estado de las solicitudes de soporte recibidas y atendidas, las partes reemplazadas, así como de las intervenciones programadas que se realizaron durante el mes pasado.

Se requiere que el proveedor asigne un SDM (Service Delivery Manager) con quien se programarán reuniones mensuales para revisar dichos reportes con EL OPERADOR así

como para detectar áreas de oportunidad en el proceso de atención a fallas. Se propone analizar los siguientes puntos:

- Disponibilidad
- Tráfico & Capacidad
- Usuarios
- El desempeño del soporte.
- Tiempos de solución de los incidentes presentados.
- Servicios entregados.
- Servicios en proceso.
- Servicios pendientes
- Sugerencias y Acciones de Mejora
- Proceso para reemplazo de hardware

#### **2.6.1 Reportes de Resolución de Falla**

Una vez solucionado el problema el PROVEEDOR realizará un reporte de resolución de falla que contendrá la siguiente información por cada Falla Crítica reportada:

- Descripción y causa raíz de la falla.
- Solución temporal aplicada (en caso de existir).
- Solución definitiva aplicada.
- Recomendaciones para evitar que vuelva a suceder la falla.

En caso de que la falla se deba a alguna actualización de software o de hardware pendiente se reporta la versión que soluciona el problema. Este reporte puede ser enviado a EL OPERADOR el siguiente día hábil vía correo electrónico.

#### **2.6.2 Recuperación de Stock de repuestos de Operador.**

El proveedor recuperara las piezas que se hayan tomado del stock de repuestos local por alguna falla reportada, de acuerdo a los siguientes 2 casos:

- Caso1, STOCK DE REPUESTOS ADMINISTRADO POR PROVEEDOR, El proveedor debe garantizar un inventario mínimo por país, de acuerdo a volumen de equipos adquiridos.
- Caso 2, STOCK DE REPUESTOS ADMINISTRADO POR EL OPERADOR, El proveedor debe reintegrar a bodega de Operador los módulos o accesorios reparado o sustitutos, utilizados para atender la falla; en un tiempo máximo de 60 días calendario.

## 2.7 DEFINICIÓN DE TIEMPOS

### ***Tiempo de Respuesta***

Es el tiempo establecido que debe transcurrir desde el momento en que EL OPERADOR realiza la apertura del ticket, hasta el momento en que el personal de Soporte Técnico de EL\_PROVEEDOR se pone en contacto con el personal de EL OPERADOR para iniciar con las actividades de remedio y/o restauración. A partir de ese momento, la persona responsable por parte de EL\_PROVEEDOR estará asignada de tiempo completo a la solución del caso, ya sea de manera remota o en sitio.

### ***Tiempo de recuperación temporal***

Es una solución temporal que permite el restablecimiento del servicio en el menor tiempo posible. El tiempo de solución / recuperación temporal se refiere al tiempo máximo que le tomará al consultor asignado por EL\_PROVEEDOR para implementar la recuperación del sistema desde que fue abierto el ticket, al menos de manera temporal: a) sin afectación de servicio y b) sin intermitencias durante el tiempo que transcurre entre que se restablece temporalmente el servicio y la implementación de la solución definitiva.

### ***Tiempo de solución o restauración del servicio.***

Periodo de tiempo que transcurre entre la apertura del ticket de EL\_PROVEEDOR y el momento en que se recupera el servicio o se soluciona la falla mediante una solución definitiva. El tiempo de recuperación final referido representa el tiempo máximo que tomará al personal de EL\_PROVEEDOR, trabajando en conjunto con el personal de EL OPERADOR asignado, para solucionar el problema por completo y que el caso de soporte pueda ser cerrado.

## 2.8 Ruta de escalación

El proveedor, deberá proporcionar una tabla de escalación que defina claramente contactos y jerarquía de las personas ó entidades con quienes se deberá escalar el ticket abierto.

## 2.9 Penalización

Se describen a continuación 2 tipos de penalización, los cuales podrían aplicar ambos en un mismo incidente

a) Incumplimiento a los niveles de servicio establecidos en el apartado del mismo EL:

En caso de incumplimiento a los acuerdos descritos en el apartado de niveles de servicio, descritos en el punto 1.1 de este documento; El Proveedor se obliga a pagar a El Operador como pena convencional una compensación financiera equivalente al 0.56% (cero punto cincuenta y seis por ciento) sobre el monto de la facturación total mensual de los servicios contratados por cada hora excedida con base a la tabla de tiempos de solución temporal y/o final y aplicable individualmente para cada evento de indisponibilidad reportado.

$$MPNS = 0.56\% * (FTM) * (TA - TST)$$

MPNS	Monto de Penalización por nivel de servicio por evento
FTM	Facturación Total Mensual (\$)
TA	Tiempo de Afectación del servicio (hr)
TST	Tiempo Máximo de solución temporal por contrato con base a Tabla de niveles de servicio (hr)

b) Disponibilidad del servicio ofrecido por debajo del 99.999% Mensual

Con base al cálculo descrito en el apartado del mismo el Proveedor, se obliga a pagar a OPERADOR como pena convencional una compensación financiera equivalente al 0.56% (cero punto cincuenta y seis por ciento) sobre el monto de la facturación total mensual de los servicios contratados por cada hora de indisponibilidad excedida con base a la disponibilidad mensual ofrecida.

$$MPI = (0.56\%) (FTM) (TTA - TTAP)$$

$$TTAP \text{ hrs/mes} = (TTM \text{ hrs/mes} * (99.999\% - \text{Disponibilidad Ofrecida}) / 100)$$

MPI	Monto de Penalización por indisponibilidad Mensual
FTM	Facturación Total Mensual de los servicios (\$)
TTA	Tiempo Total de afectación mensual (hrs)
TTAP	Tiempo Total de Afectación Permitida con base a la disponibilidad ofrecida (hrs)
TTM	Tiempo total mensual (hrs)

c) La penalización máxima acumulada, no podrá exceder el 30% de la facturación total mensual.

**Sección de firmas**

---

**Proveedor de Servicios**

---

**Ejecutivo de Compras**

---

**Gerente que solicita Servicio**

---

**Corporativo O&M de la Tecnología**

---

**Gerente Corporativo O&M**

---

**Director O&M**

---

**Director DRIO**

## ANEXO1

## DEFINICION DE NIVELES DE SEVERIDAD ESTABLECIDOS POR OPERADOR

	TRANSPORTE	RED MOVIL	RED FIJA	PLANTA EXTERNA	ENERGIA
<b>SEVERIDAD CRÍTICA</b>	Afectación total de Nodos de Core y Distribución IP que afecten servicios masivos de voz y/o datos	Afectación total que involucren los siguientes elementos de red: MSCS,HLR,RNC, BSC, SGSN, GGSN, SMSC, STPs, IVR y aplicaciones de Servicios de Valor Agregado	Afectación total del servicio que se derive de cualquier falla en los elementos del Core de IMS	Corte total de un cable en la red DWDM con afectación de tráfico	Falta de energía en sala de equipos de CORE de conmutación, transmisión o red móvil
	Afectación total de Radioenlaces de Alta Capacidad, que formen parte del Back Bone	Afectación de más de 50 sitios de celda que dependan de algún elemento de Core	Afectación total de la Central Matriz, Central Tránsito, Buzón de Voz y Sixbell	Corte de fibra óptica con afectación a tramos que manejen capacidades de transporte superiores a 10 Giga bps	Alta temperatura en sala de equipos del Core Móvil IP o Red Fija
	Afectación total de Equipos de Acceso que concentren más de 5 clientes corporativos	Pérdida de tasación (CDR's) que afecten la facturación de la red móvil.	Afectación total de SBC (Switch Board Controller) para el manejo de tráfico de una central matriz o tránsito	Enlaces de Fibra óptica sin redundancia que conecten a más de 10 radiobases y a más de un nodo de distribución IP	

Procesadores de equipos de Core y distribución arriba del 90% de utilización.	Procesadores de equipos de Core y distribución superior al 90% de utilización.	Procesadores de equipos de Core y distribución arriba del 90% de utilización.	Doble corte de Fibra óptica con afectación masiva de servicios	
Afectación total de Equipos de Sincronía	Indisponibilidad total de servicios de terceros (Blackberry, speedy movil, otros)	Pérdida de facturación del tráfico de la red Fija		
Afectación total de Equipos de Acceso con afectación de servicios masivas	Versiones de Software que provoquen caída masiva de servicios	Falla de link de Señalización con afectación total de rutas de tráfico	Ruta de tráfico Internacional de Voz sin desborde	
Afectación total de equipos que conecten a más de 50 radio bases de telefonía móvil		Versiones de Software que provoquen caída masiva de servicios		
Falla en el Gestor de Monitoreo de la red que no permite la				

	visibilidad o acceso a los elementos de red				
	Versiones de Software que provoquen caída masiva de servicios				
	<b>TRANSPORTE</b>	<b>RED MOVIL</b>	<b>RED FIJA</b>	<b>PLANTA EXTERNA</b>	<b>Energía</b>
<b>SEVERIDAD MAYOR</b>	Afectación total de equipo de red de Acceso	Falla de elementos (incluidos en severidad crítica) pero cuentan con redundancia.*Sin afectación de tráfico	Falla de elementos (incluidos en severidad crítica) pero cuentan con redundancia.*Sin afectación de tráfico	Rutas lineales interrumpidas, que conecten menos de 10 radiobases	Falla de Motor Generador, Aire Acondicionado, rectificadores, UPS, otros, en nodos con equipos de alta jerarquía red móvil, fija y transporte
	Pérdida de gestión o visibilidad de la red o una parte considerable de la misma	Pérdida de gestión o visibilidad de la red (gestor de Red)	Pérdida de gestión o visibilidad de la red o una parte considerable de la misma	Atenuaciones en tramos que manejen tráfico superior a 10gbps	
	Pérdida de	Degradación del servicio que		Corte de Rutas de alta	

	paquetes	afecten los KPI establecidos de calidad.*ver anexos de KPI		capacidad que cuentan con redundancia (no hay tráfico afectado)	
	Intermitencias en la operación de un elemento de red	Pérdida de conexión de gestor con MOM (TeMIP)			
	Reincidencia excesiva de un incidente de criticidad menor	Afectaciones de plataformas de SVA (RBT, Voice Mail, EIR, Broadcaster)			
	Limitación o degradación de un elemento de red en cuanto al envío de mensajes de alarma hacia Temip				
	Problemas relacionados con backups o bases de datos de la plataforma				

	Versiones de Software que provoquen degradaciones de servicio				
	<b>TRANSPORTE</b>	<b>RED MOVIL</b>	<b>RED FIJA</b>	<b>PLANTA EXTERNA</b>	<b>Energía</b>
<b>SEVERIDAD MENOR</b>	Falla de redundancia de un equipo de Acceso	Consultas técnicas		Atenuaciones en cables, de red de acceso sin afectación de tráfico	Daño de unidades que no afectan la operación el sistema de energía ni los servicios.
	Disturbios en la funcionalidad de elementos de red, los cuales no causan afectación de servicio	Falla de Software o hardware que no afecte ni degrade el servicio			
	Alarmas falsas o incorrectas				
	Degradación de equipos				
	Versiones de Software que no				

afecten los servicios pero provoquen inestabilidad en los elementos de la red				
---	--	--	--	--

**VIDEO**

	ESTACION TERRENA	VIDEO HUB	CMTS	APROVISIONAMIENTO	SERVICIOS CORPORATIVOS
<b>SEVERIDA CRITICA</b>	Fuera de servicio estación Terrena de Down link y/o UP Link	Afectación total de Video HUB provocando afectación total de los servicios		Falta de aprovisionamiento de servicios y/o	Falta de servicios Corporativos para Clientes VIP
	Afectación masiva de servicios derivado de versiones de Software			Indisponibilidad para la compra de servicios	Afectación masiva de servicios derivado de versiones de Software
	Falta de Audio o falta de Video o falta de audio y video en todos los canales				Guía fuera de servicio

	Pixeleo en la señal de Video en un país completo o en un sector con afectación masiva				
	Falta de internet en usuarios de Red HFC				
<b>SEVERIDAD MAYOR</b>	Falla de conmutación de redundancia de elementos de Core de Video				
	Afectación masiva de servicios derivado de versiones de Software				
	Falta de 10 canales o más en la programación				
	Pérdida de gestión de elementos de la red de video sin afectación				
	Consultas técnicas		Fuera de servicio CMTS con afectación de servicios		
<b>SEVERIDAD MENOR</b>	Falla de elementos redundantes en el Core de la red de Video sin afectación de				

	servicios				
--	-----------	--	--	--	--

## ANEXO 2

### KPI de Calidad de la Red Móvil

PARAMETRO	KPI	
Accesibilidad	≥	99%
Retenibilidad	≥	99%
Ocupación de Sectores (ISABH AMR-HR)	≤	95%
Ocupación de Channel elements	≤	100%
Throughput HSDPA DL	Promedio	1.2 Mbps
% sectores con ocupación mayor a 100%	≤	1%
Calidad de Audio (SQI)	≥	99%
Disponibilidad de Red Acceso	≥	99.70%
Disponibilidad de Red CORE	≥	99.999%

## B. NORMATIVO PARA INSTALACIONES

### CAPITULO 1. NORMATIVA PARA INSTALACIONES DE CIRCUITOS DE FUERZA, CORRIENTE ALTERNA

#### JUSTIFICACIÓN

Toda instalación nueva, remodelación, ampliación ó sustitución de cualquier circuito eléctrico de Corriente Alterna (AC) dentro de la corporación OPERADOR, debe realizarse bajo los más altos estándares de calidad en ejecución. Para éste fin, es necesario contar con un compendio de normas técnicas que den las directrices a seguir para realizar diseños e implementación altamente confiables.

#### OBJETIVOS

Obtener las bases para la adecuada implementación de circuitos de fuerza.

Contar con una única fuente de información revisada y avalada por las áreas responsables.

#### NORMAS BASE.

La presente normativa es una recopilación de recomendaciones dictaminadas por reconocidos entes internacionales tales como:

- IEEE Red Book, Electric Power Distribution for Industrial Plants
- IEEE Gray Book, Electric Power Systems in Commercial Buildings
- BICSI (Building Industry Consulting Service Information).
- National Electric Code (NEC) revision 2008
- Norma Oficial Mexicana (NOM) 001 SEDE 2005

#### Generalidades sobre los sistemas eléctricos de Corriente Alterna utilizados en sitios OPERADOR

##### VOLTAJES DE SERVICIO

Los voltajes de servicio utilizados en los sitios OPERADOR son básicamente los siguientes:

- Monofásico 120/240VAC, 2 Fases + Neutro + Tierra
- Trifásico 120/208VAC, Estrella aterrizada, 3 Fases + Neutro + Tierra

##### Voltajes de servicio en telefonía móvil

Los nodos más importantes de la telefonía móvil se encuentran dentro de las mismas centrales de telefonía fija, por lo que se utilizan el mismo servicio eléctrico. En los sitios de celdas el único voltaje utilizado es el monofásico 120/240VAC.

##### Moto generadores

Para detalles de los criterios de selección, puesta a punto y prueba de los moto generadores referirse a la sección específica del normativo general.

##### Moto generadores para Telefonía Móvil

Las celdas de telefonía fija utilizan un solo moto generador tipo intemperie con capacidad calculada acorde a la carga y tiempo de respaldo específicos. Existen algunas celdas donde el respaldo lo provee únicamente el banco de baterías interno de las radio bases.

##### Fuentes de respaldo AC

Es imprescindible contar con por lo menos un sistema de respaldo eléctrico en un sitio de telecomunicaciones debido a la importancia de la continuidad del flujo de la información. Las tecnologías utilizadas hasta el momento son:

- Moto generadores
- UPS's
- Bancos de Baterías e Inversores

#### **Sistema de tierras de caseta y bases.**

Deben de considerarse cuatro electrodos para el anillo de la caseta, tres exteriores y uno interno, el conductor deberá ser como mínimo AWG # 2/0 desnudo diseñado para sistemas de tierras y unidos entre si y electrodos con soldadura exotérmica CADWELD.

Tanto los electrodos como el cable conductor deberá tener una separación del concreto de la banqueta de caseta de 0.61 metros.

El conductor en mención debe instalarse a una profundidad mínima de 0.60 metros.

La estructura de la caseta debe de aterrizarse como mínimo, en sus cuatro esquinas, con cada electrodo de la misma, esto con el objeto de evitar las cargas electrostáticas de la misma.

La distancia entre electrodos, debe ser menor o igual a 4.00 metros.

La medida de cada electrodo deberá ser 5/8" por 8", con revestimiento de cobre electrolítico puro (Copperweld) y un espesor mínimo de 0.254 mm, y debe dejarse adentro del registro, 0.40 metros para poder realizar una o más soldaduras.

Las medidas de la barra de tierra (platina de cobre), deben ser (L: 0.50 X A: 0.10 X E: 0.01) metros, con aisladores 10-15 y su base, la misma debe instalarse en la parte inferior del tablero de distribución se debe verificar que no se obstruya la fijación de la misma con los ductos que llegan al tablero.

Para el sistema de puesta a tierra debe usarse terminal de doble agujero, cable AWG # 2/0 para tornillo de 3/8". Deben existir dos puntos de conexión entre la barra de tierra y el sistema de anillos, uno en cada extremo (por seguridad no deben salir del mismo electrodo).

Se debe construir anillo de tierras alrededor de cada una de las bases a construir, para esto se debe regir por el plano de sistema de tierras del sitio, todos los anillos deben ser unidos entre si incluyendo el anillo de tierras de la torre.

La interconexión entre anillos debe hacerse en dos puntos con soldadura.

Deben de ir separados los cables desnudos de los de energía.

En las bases de motogenerador y del tanque mensual se requiere que se deje un excedente de 2.00 metros de cable desnudo AWG # 2/0 por encima del nivel superior de dichas bases. Para el caso de la Radio base se requiere que se dejen dos excedentes de 2.00 metros de cable desnudo AWG # 2/0 por encima del nivel superior de la base. Las cuales deberán provenir de diferentes puntos, en el registro que queda entre la torre y la radio base se debe dejar dos excedentes de cable 2/0 desnudo de 5.00 metros de largo el cual servirá para conectar la platina de la torre.

Se debe verificar plano de tierras de cada sitio de celda para complementar la información de los trabajos a efectuar.

Se debe dejar 3 registros de cajas de concreto en todo el sistema de tierras, los demás electrodos deben quedar completamente enterrados, previo a que el supervisor verifique el mismo y se efectúe la medición del sistema.

El sistema de Tierras debe unirse con cable de cobre de 2/0 desnudo a la varilla de cobre por medio de soldadura tipo Cadweld, así como también unirlo al sistema de tierras de la torre.

La profundidad de la excavación para ubicar el cable de cobre será de 0.60 metros. Todo el sistema de tierras debe llevar una capa de tierra de 20 centímetros y luego una capa de concreto de 10 centímetros y el resto rellenarlo y compactarlo con el material de la excavación, esto en todo lo que corresponde a la colocación del cable enterrado.

#### **SUPRESORES DE TRANSITORIOS.**

Se deben de instalar supresores de transitorios de 250KA protegiendo cada una de las fases y neutro, en la entrada de la acometida a no más de 4 metros, de distancia con respecto a la acometida. (La elección de la capacidad del supresor dependerá del nivel isoceraunico del sitio).

Se deben de instalar supresores de transitorios de 250KA protegiendo la entrada del tablero, que alimenta a la baliza de torre en cada sitio.

Deben de instalarse los supresores de transitorios en los tableros principales o de acometida con cableados que no superen 0.5 metros de longitud, en conexión tipo T.

#### **NORMATIVAS A APLICAR PARA SUPRESORES**

Los supresores a aplicar en todos los casos serán únicamente los homologados por OPERADOR, tales homologaciones están basadas tanto en pruebas de los equipos como en la documentación dada por el proveedor (que generalmente adjunta pruebas hechas por un laboratorio independiente).

#### **BALIZAS:**

Toda edificación de telecomunicaciones con más de 3 niveles que se encuentre en línea de acceso a cualquier aeropuerto, pista de aterrizaje o similar debe de garantizarse por lo menos una baliza activada por foto celda.

#### **CONSIDERACIONES SOBRE CABLEADOS INTERNOS**

Un sistema de tierras es una parte integral de una instalación de cableado para telecomunicaciones, este es de utilidad para el personal y el equipo ya que evita a estos estar en contacto con voltajes peligrosos. Un buen sistema de tierras reduce la interferencia electromagnética (EMI) de y hacia el sistema del cableado para telecomunicaciones. Un sistema de aterrizaje impropio puede producir voltajes inducidos que pueden afectar otros circuitos de telecomunicaciones.

El aterrizaje y su conexión debe de satisfacer los requerimientos de la norma ANSI/TIA/EIA-607.

En los cableados internos de todas las aplicaciones utilizadas en telecomunicaciones dentro de nuestras instalaciones deben de respetarse las distancias físicas según tengan las categorías: muy sensibles, sensibles, perturbadoras y muy perturbadoras deben de mantenerse las distancias físicas de 0.05m. Entre la primera y segunda, 0.1m. Entre la segunda y tercera, 0.2 entre segunda y cuarta, 1m entre la primera y última.

En el caso de que existan equipos a diferentes niveles dentro de una edificación, el acceso de cableado debe de ser por vía interna. (En caso que sea difícil hacerlo vía interna deberá hacerse externo en tubería tipo conduit).

## **CAPITULO 2. CRITERIOS DE SELECCIÓN Y MONTAJE PARA GRUPOS ELECTRÓGENOS**

### **GRUPOS ELECTRÓGENOS**

En el presente documento se entenderá como equipo electrógeno a aquel conjunto que provee de energía eléctrica en parámetros muy precisos (frecuencia, voltaje) al sistema cargado, en casos de falla por parte de la empresa encargada del suministro eléctrico público y privado del sector.

El objeto de las presentes especificaciones, tiene como finalidad hacernos saber los criterios necesarios para la selección, instalación, y puesta en servicio de moto generadores tipo estacionario, con sus correspondientes periodos de mantenimiento.

### **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

#### **Calidad y Confiabilidad**

Todo el equipo (materiales, repuestos, instrumentos y accesorios) deberá ser completamente nuevo y libre de defectos, con un alto nivel de fabricación y confiabilidad en sus componentes, cumpliendo obligatoriamente con las normas IEC, NFPA, ISO, BS, CSA, UL y EPA.

#### **Vida Útil**

Todos los equipos deberán poseer una vida útil garantizada de por lo menos quince (15) años.

#### **Protecciones**

##### **Protecciones ante agentes físicos externos e internos al equipo.**

Deberán de proveerse con el equipo, las previsiones tomadas en la fabricación del equipo con el fin de protegerlo contra las altas temperaturas de operación, al deterioro causado por los combustibles, lubricantes y agua, la corrosión, especialmente la oxidación (medida de tropicalización). Todos los componentes del grupo deberán estar tratados para el efecto.

##### **Protecciones de cables.**

Todos los accesos y salidas de cables del grupo electrógeno incluyendo su panel de transferencia deberán construirse de manera que al paso del cable no sufra daños a su aislamiento.

##### **Encapsulamiento acústico.**

Deberá estar diseñado para operación en ambientes de alta temperatura (hasta 50 °C), sin pérdida de rendimiento del sistema de refrigeración. Los niveles de ruido deben de cumplir con la etapa 2 de la European Community Directive 2000/14/EC.

### **OPERACIÓN.**

#### **Cargas Eléctricas**

Los sistemas de aire acondicionado que controlará las condiciones ambientales de las salas de equipos de telecomunicaciones, será una de las cargas a ser alimentada por el grupo electrógeno.

En el momento de presentarse una anomalía en el servicio eléctrico de la red comercial, entrará en operación automáticamente el motor generador, éste deberá estar

en capacidad de suministrar la potencia de arranque de los sistemas de aire acondicionado así como la potencia en régimen permanente del mismo, además de las restantes cargas conectadas a los circuitos de emergencia o privilegiado.

Lo anterior implica que de ser necesario debe de darse el suministro de dispositivos adicionales en el grupo electrógeno que no permitan caídas sensibles de voltaje al momento de tomar la carga del aire acondicionado, lo cual pueda afectar la calidad de la energía que suministre simultáneamente a las otras cargas, especialmente la que corresponda a los equipos de telecomunicaciones.

#### **Memoria de cálculos.**

Debe de proveerse conjuntamente con el equipo, las memorias de cálculos efectuadas para la revisión de las capacidades de los motores generadores.

#### **Ambiente de Operación**

El sistema de enfriamiento deberá ser diseñado para una temperatura ambiente de 50° C (122° F). Se debe considerar el aumento de temperatura dentro de la sala del motor generador.

#### **Características de los Motores**

Los motores deben cumplir con los siguientes requerimientos técnicos:

- Motor de cuatro tiempos.
- Régimen de velocidad: 1,800 rpm.
- Gobernador de velocidad electrónico de alta confiabilidad, incluido con cada motor generador, con una regulación de velocidad del 7%.

#### **Tipo de combustible.**

Debe de ser Diesel No. 2 (A.S.T.M.)

#### **Lubricación, requerimientos:**

Debe de ser presurizado por medio de una por bomba

El motor deberá ser para servicio continuo. Entendiéndose por tipo continuo que el motor tenga la capacidad de trabajar a plena carga durante un mínimo de 30 días (720 horas), sin requerimiento de cambio ni ajuste de aceite lubricante.

Se deberá incluir sistemas de precalentamiento para el aceite lubricante y el sistema de refrigeración.

#### **Tipo de alimentación de combustible.**

Se requiere motor diesel a inyección directa o con cámaras de pre combustión (combustión a dos etapas). En ambos casos se requiere que el motor incluya turbo cargadores.

#### **Sistema de enfriamiento:**

El sistema de enfriamiento será mediante agua.

#### **Filtros:**

Deben de ser de un tipo tal de fácil reemplazo y limpieza para las secciones de: admisión de aire, aceite lubricante y combustible.

#### **Baterías o acumuladores:**

De arranque de plomo—ácido con sus estantes y cables para conexión. El sistema de arranque será a 12 ó 24 voltios DC.

#### **Detalles de montaje:**

Las vigas de soporte del motor generador deberán ser de acero.

Dispositivos anti vibratorios tipo resorte, de caucho o de material similar resistente al aceite.

Persianas de aletas móviles para la descarga al exterior del aire de ventilación.

#### **Silenciador.**

Debe de ser del tipo residencial, de atenuación suficiente para evitar contaminación auditiva en las cercanías.

#### **TANQUES DE COMBUSTIBLE.**

##### **Tanque principal.**

El tanque principal para el grupo electrógeno deberá se dimensionado según las necesidades de acuerdo a la autonomía, capacidad y accesibilidad de cada sitio, debiendo tener como mínimo una capacidad de 800 galones, con un separador de agua-combustible.

Este tanque deberá estar provisto de sistemas de purga y ventilación, indicador del nivel de combustible, y deberá estar tratado contra la corrosión y oxidación para instalarse a la intemperie sobre el suelo, deberá contar en la parte superior con una tapadera hermética pernada no menor de 60 cms. de diámetro, para realizar limpieza interna.

Los motores deben de incluir tanque de combustible diario obligatoriamente.

##### **Tanque secundario.**

Con cada tanque principal se proveerá un tanque secundario de combustible con capacidad aproximada de 150 galones. Este tanque estará provisto de indicador de nivel de combustible.

##### **Bombas de transferencia de combustible**

Con el conjunto de tanques principal—secundario se proveerá dos bombas de transferencia de combustible; Una bomba eléctrica con interruptor automático de arranque y parada de nivel mínimo y máximo de combustible respectivamente en el tanque secundario y una bomba manual conectada en paralelo en sus respectivas conexiones y llaves de paso, para el caso en que falle la primera.

##### **Por gravedad utilizando válvula solenoide:**

Este sistema surte por medio de la gravedad al sistema del moto generador, lo que implica que el tanque se encuentre a una mayor altura respecto al sistema completo, la activación o desactivación se realiza por medio de una electroválvula.

#### **Características de los Generadores**

Los generadores deberán cumplir con los siguientes requerimientos técnicos:

##### **Características físicas**

Las características físicas de los generadores deberán ser los siguientes:

- Régimen de funcionamiento continuo.
- Generador de campo giratorio.
- Excitación separada del tipo de campo magnético permanente.
- Régimen de velocidad: 1,800 rpm. Aislamiento clase —Hll, con impregnación de resina epóxica en el rotor y en el estator, para protegerlo de la abrasión y de la humedad.
- Regulador automático de voltaje de estado sólido.
- Regulador de voltaje, con sensor de voltaje en las tres fases.

- La alimentación de potencia del regulador de voltaje deberá ser independiente al estator principal
- La regulación de voltaje deberá ser de  $\pm 0.5\%$  con control de ajuste fino de  $\pm 5\%$  en el panel del generador.
- Se requiere un control de ajuste de voltios/Hertz y un control de ajuste de estabilidad.

#### **Características de Sobrecarga**

El equipo debe de traer la especificación del tiempo y porcentaje de sobrecarga admisible en un periodo determinado.

#### **Características eléctricas.**

Las características eléctricas, así como las tolerancias, a la salida del generador deberán ser las siguientes:

##### **Voltaje:**

120/208 voltios  $\pm 10\%$ .

##### **Frecuencia:**

60 hertz  $\pm 0.5\%$ .

##### **Sistema:**

Monofásico 220/240VAC

##### **Factor de Potencia:**

0.9

##### **Máximo contenido de armónicas:**

$\pm 10\%$  o menor, respecto de una forma de onda senoidal pura.

##### **Panel de Control**

El panel de control deberá contener los **siguientes dispositivos**.

##### **Alarmas**

El equipo debe de poseer, como mínimo, nueve (9) diferentes alarmas, instaladas ya sea en el panel de control o en el panel de transferencia de donde se tomará las señales para la unidad de supervisión. Los sensores activarán las alarmas y detendrán el funcionamiento del motor cuando se presenten las condiciones de alarma siguientes:

- Baja presión de Aceite
- Baja y sobre frecuencia
- Alta temperatura del motor.
- Sobrecarga del motor generador.
- Bajo voltaje de batería de arranque.
- Bajo y alto voltaje del generador.
- Bajo nivel de combustible en los tanques diario y mensual.
- No arranque.
- Corte de fajas
- Bajo nivel de agua en el radiador.

##### **Instrumentos de Medición**

El panel de control de cada moto generador deberá estar ubicado sobre el moto generador, y contener los siguientes instrumentos de medición:

- Voltímetro con selector de fases y posición de desconectado. Exactitud mínima de 2% a plena escala.
- Amperímetro con selector de fases y posición de desconectado. Exactitud mínima de 2% a plena escala.
- Frecuencímetro analógico o digital con exactitud mínima de 2% a plena escala.
- Horómetro para registrar el número de horas de funcionamiento del motor generador.
- Tacómetro analógico con indicador de áreas seguras y de peligro de operación.
- Indicador analógico o digital para la temperatura en el motor:

### **CAPITULO 3. PANEL DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA.**

#### **CARACTERISTICAS GENERALES**

##### **Gabinete:**

En el caso que este a intemperie el gabinete será del tipo cerrado, construido con lámina de acero. Sus dimensiones proporcionarán el espacio y la holgura necesaria para la conexión de los cables de servicio. En caso este dentro de caseta podrá estar montado en rack existente.

##### **Características de los componentes del panel.**

Todos los componentes del panel deberán estar diseñados para servicio continuo y una operación de transferencia repetitiva.

Los contactos principales del conmutador serán de cobre con revestimiento de aleación de plata, para garantizar larga duración y buena conductividad.

Todos los dispositivos de control y los sensores serán de estado sólido y estarán montados en tarjetas de circuitos impresos enchufables. Todos los relés deberán ser de tipo industrial y tener cubiertas contra el polvo.

##### **Sensores y dispositivos de control:**

###### **Sensores de alto voltaje**

El panel deberá poseer sensores de alto nivel de voltaje. Uno para cada una de las fases, tanto de la red comercial como de la salida del generador, ajustables en el rango comprendido del 100% al 125%. Del valor nominal.

###### **Sensores de bajo voltaje**

El panel deberá poseer sensores de bajo nivel de voltaje, uno para cada una de las fases, tanto de la red comercial como de la salida del generador, ajustables en el rango comprendido del 80% al 90% del valor nominal.

###### **Sensores de frecuencia**

Las tres fases, tanto de la energía comercial como del generador, estará supervisada por sensores de frecuencia, ajustable en el rango comprendido del 95% al 105% del valor nominal (57 a 63 Hz).

###### **Retardador de arranque**

Este dispositivo impedirá arranques imprevistos de la moto generadora en caso de variaciones bruscas de corta duración o pérdidas momentáneas consecutivas en la red comercial. Se requiere con escala de tiempo ajustable de 0 a 10 segundos.

###### **Retardador de Transferencia**

Dispositivo que permitirá a la moto generadora estabilizarse en su funcionamiento en vacío hasta alcanzar su velocidad y características nominales antes de transferir la carga. Se requiere con escala de tiempo ajustable de 5 a 150 segundos.

#### **Retardador de retransferencia**

Dispositivo que impedirá la interrupción innecesaria de la corriente hacia la carga, si el retorno de la energía comercial es momentáneo o su calidad no es la requerida. Se requiere con escala de tiempo ajustable de 30 segundos a 30 minutos.

#### **Retardador de Parada**

Dispositivo que permita al moto generador trabajar en vacío después de realizada la retransferencia, con el objeto de asegurar el enfriamiento del mismo; con un rango de ajuste del 0 -10 minutos.

#### **Reloj ejercitador**

Debe de ser programable para ejercitar a la moto generador periódicamente cuando no haya habido necesidad de ponerlo en funcionamiento. Se podrá seleccionar a través de un conmutador si se desea ejercitar con o sin transferencia de carga. Se requiere con períodos de programación de hasta un mes.

#### **Control Cíclico de Arranque**

Dispositivo que permitirá al moto generador realizar hasta una tercera tentativa de arranque, si las dos anteriores resultaran infructuosas. El moto generador dejará de seguirse utilizando si el tercer intento es inútil generando la alarma correspondiente.

#### **Accionamientos**

##### **Interruptor de parada del motor generador**

Se requiere de dos interruptores tipo hongo o de diseño similar, uno en el motor y otro en el panel de transferencia, los cuales permiten un rápido accionamiento para efectuar paradas de emergencia.

##### **Interruptor para arranque del motor generador**

Se requiere un interruptor que permita, en forma rápida, el arranque del moto generador.

##### **Accionamiento de transferencia manual**

Se requiere del sistema de accionamiento necesario para poder efectuar la transferencia de la carga en ambos sentidos, generador a energía comercial y viceversa, en forma manual.

#### **Alarmas**

El panel de transferencia automático deberá contar como mínimo con las siguientes alarmas:

- Falla de energía comercial.
- La transferencia de carga al moto generador en las centrales se realizará por falla de energía comercial.

#### **Protecciones**

Es importante que el panel de transferencia automática proteja a la carga, ya sea cuando la condición del servicio no esté dentro de los límites prefijados en los sensores.

De tal manera que, se requiere que el oferente suministre las protecciones siguientes:

Una protección que permita que el panel de transferencia desconecte la carga de la red comercial, cuando exista anormalidad en ella.

Una protección que no permita al panel de transferencia reconectar la carga a la red comercial, si funcionando el motor generador llegara a fallar y la calidad del servicio de la red comercial no fuera satisfactorio (voltaje y/o frecuencia).

Interruptor principal termo magnético, de salida del generador, con bobina de disparo de 24 VDC, conectado para desactivar el interruptor principal al producirse una señal de paro por algunas de las protecciones del motor. La capacidad del interruptor principal, será de acuerdo a la corriente nominal del generador a su voltaje de operación.

Interruptor de protección por bajo nivel del agua del radiador, conectado para que dispare la unidad generadora si no tiene el nivel de agua mínimo en el radiador.

#### **Cargador de Batería**

Se requiere un cargador para la batería de arranque, para ser utilizado en carga igualadora y flotante. Deberá ser monofásico y alimentado a través de cualquiera de las fases de salida del panel de transferencia, para asegurar que la batería de arranque del motor permanezca siempre cargada.

#### **Aspectos relacionados con trabajos de obra civil, montaje y electricidad.**

Todos los trabajos de obra civil, tales como: apertura de boquetes en muros, losas, fundición de cimentaciones, entre otros, serán responsabilidad del contratista, como también el montaje de cada moto generador, transferencia automática, tanques, y todos los trabajos de electricidad necesarios incluyendo los que se efectúen desde el panel de transferencia automática hasta el tablero de distribución eléctrico de emergencia.

#### **ASPECTOS RELACIONADOS CON LA INSTALACIÓN, SUPERVISIÓN Y PRUEBAS DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS**

OPERADOR efectuará las siguientes pruebas e inspecciones del proyecto de acuerdo a lo siguiente:

##### **Pruebas e inspecciones en fábrica:**

Durante el período de fabricación, personal de OPERADOR podrá inspeccionar los procedimientos de fabricación y control de calidad que se efectúen los equipos, por lo que el oferente deberá proporcionar todas las facilidades así como los aparatos de medición necesarias.

Durante la instalación, personal de OPERADOR, supervisará la misma y estará presente en todas las pruebas efectuadas a los equipos, por lo que el contratista dará libertad absoluta para que el personal supervisor tenga acceso a todos los planos y facilidades de los equipos. El personal supervisor podrá solicitar la repetición de pruebas cuando éste lo considere necesario y además podrá proponer nuevas pruebas a las que el oferente estará anuente a acceder.

##### **Pruebas de aceptación preliminar:**

Cuando los equipos hayan sido aprobados se procederá a efectuar las pruebas de aceptación preliminares, para lo cual el contratista propondrá a OPERADOR el protocolo y programa de éstas. Las pruebas de aceptación preliminares se realizarán por parte del contratista y personal supervisor de OPERADOR. Durante el período de pruebas se deberá proveer de equipo y personal necesario para la realización de éstas.

El periodo de recepción de las pruebas de aceptación preliminares finalizará cuando se hayan llevado a cabo en su totalidad a entera satisfacción de OPERADOR.

Al final de estas pruebas se levantará el acta correspondiente.

#### **Pruebas de aceptación definitiva**

Las pruebas de aceptación definitivas se realizarán doce (12) meses después de la finalización de las pruebas de aceptación preliminares. Este tiempo se contará a partir de la fecha del acta de aceptación preliminar. Durante este periodo OPERADOR verificará el buen funcionamiento de los sistemas y el contratista estará obligado a subsanar cualquier falla que se presente en los mismos. Se levantará el acta de aceptación definitiva a la finalización de estas pruebas a entera satisfacción de OPERADOR.

#### **Recepción de los equipos:**

La recepción de los equipos la efectuará OPERADOR, después de la fecha contenida en el acta correspondiente a las pruebas satisfactorias de aceptación definitiva.

Si durante el tiempo transcurrido entre las pruebas de aceptación preliminar y aceptación definitiva, los equipos trabajan a satisfacción de OPERADOR, se efectuará la recepción de los mismos, de lo contrario OPERADOR podrá efectuar sus reclamaciones y el contratista deberá subsanar cualquier reclamo. La comisión nombrada por OPERADOR efectuará la recepción cuando esté satisfecha de los resultados obtenidos, levantándose el acta correspondiente a la recepción.

#### **REPUESTOS PARA LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS.**

##### **Aspectos Generales**

El oferente deberá incluir en su oferta, un listado donde incluya descripción, código precio unitario y cantidad de los repuestos necesarios, del mismo tipo y modelo ofertado, para poder efectuar un adecuado mantenimiento preventivo y correctivo a los sistemas de moto generadores en cantidades acordes a un periodo de cinco (5) años de operación.

#### **HERRAMIENTAS PARA LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS**

El oferente deberá proporcionar un listado de las herramientas indispensables que proponga, para poder efectuar el mantenimiento preventivo y correctivo de todos los equipos ofertados.

#### **MANUALES**

El fabricante proporcionará manuales que contengan la información del mantenimiento preventivo y correctivo de los grupos electrógenos.

Los manuales deben mencionar en detalle el método a seguir según la naturaleza de la falla. Estos manuales deben incluir esquemas y diagramas eléctricos, con aplicación práctica en la reparación, localización de averías y ajustes.

El oferente deberá entregar originales de los manuales en español. No se aceptarán fotocopias.

#### **DIAGRAMAS**

- **Esquemáticos:** Deben incluir el interconexionado de todos los elementos eléctricos y/o electrónicos.
- **Unifilares:** Diagrama de relativa menor complejidad que muestra las interrelaciones de las diversas partes constitutivas del sistema.
- **De despiece:** Diagrama que muestra como procede el armado de los mecanismos del sistema.

- **De resolución de problemas:** Diagrama que muestra los pasos para el diagnóstico y reparación de fallas.

#### **Asesoría técnica por fallas y mantenimientos.**

El distribuidor del equipo debe proporcionar la ayuda y asesoría técnica para la resolución de las fallas que se presenten en los equipos durante del periodo de garantía, al caducar ésta debe poderse seguir contando con la misma para cuestiones de mantenimiento periódico.

### **CAPITULO 4. NORMAS PARA INSTALACIÓN DE RECTIFICADORES**

#### **OBJETIVO:**

Proveer de las directrices a seguir para la instalación de los equipos rectificadores/cargadores para baterías de 48 voltios con capacidades de 30, 66, 100, 150 y 200 Ah.

#### **SUPERVISIÓN:**

El servicio de supervisión en la instalación, prueba y puesta en servicio lo prestará la empresa favorecida con la presencia y asesoría de un ingeniero electrónico o eléctrico en la instalación. La empresa designada debe suministrar todos los materiales necesarios para la instalación de los equipos.

#### **EXPERIENCIA DEL CONTRATISTA:**

Para evaluar la capacidad técnica del contratista, este deberá presentar un listado de los técnicos o ingenieros con experiencia en montaje e instalación de rectificadores con que cuenten. Solamente la propuesta que cumpla con la condición antes mencionada, será considerada como admisible

#### **CERTIFICACIÓN DEL EQUIPO:**

Para garantizar la calidad en la fabricación del equipo, los equipos ofrecidos deben ser certificados bajo la norma ISO 9001:2000.

#### **SITIO DE ENTREGA:**

Los equipos deben ser entregados en las instalaciones de OPERADOR en las cuales serán instaladas.

#### **RECTIFICADOR**

##### **Descripción General:**

El Rectificador es un equipo especialmente diseñado para el suministro de energía a bancos de baterías y sistemas de telecomunicaciones.

##### **TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN:**

Alta frecuencia.

##### **RANGO DE ALTURAS DE OPERACIÓN:**

De 0 a 4000 ms. de altura sobre el nivel del mar.

##### **RANGO DE TEMPERATURAS DE OPERACIÓN:**

Entre -5 y 60 °C.

##### **HUMEDAD RELATIVA.**

Máxima del 95% no condensante.

##### **VOLTAJE DE RIZADO (RIPPLE):**

El voltaje de rizado debe ser menor de 2mV de valor sicométrico medido según especificaciones de CCITT, y presentar características de voltaje constante / corriente constante dependiendo del nivel de corriente de salida.

**VOLTAJE DE SALIDA:**

Los equipos deben entregar -48 voltios DC (chasis positivo).

**CORRIENTE NOMINAL:**

Esta se determina en el diseño tomando en base la demanda a abastecer, estando en el rango de 30 a 250 amperios.

**VOLTAJE DE ENTRADA:**

Alimentación monofásica a 220 V.ac +/-10% o trifásica 208 V. a.

**FRECUENCIA:**

60 Hertz con una tolerancia de +/- 5%.

**FACTOR DE POTENCIA. 0.8.**

**REGULACIONES.**

Emplear regulación de voltaje y corriente mediante control de fase en un puente de tiristores. Los niveles de voltaje deben poder ajustarse mediante potenciómetros ubicados en las tarjetas de control dentro del gabinete.

**DE VOLTAJE.**

La regulación de voltaje debe ser del +/- 1%, para cualquier combinación de voltaje de línea, carga, frecuencia y temperatura.

**DE CORRIENTE.**

La regulación de corriente debe ser del +/- 2%, para cualquier combinación de voltaje de línea, carga, frecuencia y temperatura.

**ACOPLAMIENTO Y PROTECCIÓN DE ENTRADA.**

La red se acoplará mediante interruptor y sistema de protección al transformador de entrada.

**ACOPLAMIENTO Y PROTECCIÓN DE SALIDA.**

La tensión de salida de corriente continua se aplicará a través de fusibles al banco de baterías y a los equipos de comunicaciones.

Se debe incluir contactor de corriente continua con la capacidad apropiada para desconexión de los equipos por bajo nivel de baterías.

**OPERACIÓN EN PARALELO.**

Para la configuración solicitada, los dos o más rectificadores se diseñaran para operar en paralelo, con división activa de la corriente.

**CARGADOR DE BATERÍAS.**

El rango de voltaje de salida del rectificador debe permitir la carga de baterías en los modos de flotación e igualación.

Después de un corte de energía el rectificador debe entrar a operar automáticamente en modo escalonado de igualación si la corriente en el banco de baterías es superior al límite pre ajustado para pasar a este estado, sin exceder la corriente máxima de recarga de batería, retornando automáticamente al modo de flotación, cuando dicha corriente sea inferior al umbral pre ajustado para este otro estado.

Los modos de operación flotación e igualación deben poder seleccionarse manualmente desde el selector ubicado en la puerta frontal, dejando los rangos en las ventanas siguientes

**Voltaje de flotación: de 48 a 56 voltios.**

**Voltaje de equalización: De 49 a 58 voltios.**

#### **ARRANQUE.**

Con el fin de eliminar los picos de corriente y sobrecarga instantánea a la red, los equipos deben disponer de arranque suave; para que de esta forma la corriente aumente gradualmente hasta el nivel permitido.

#### **PROTECCIONES**

Interruptor termo magnético con bobina de disparo en la entrada de C.A. la bobina se activa para desconexión de la alimentación en caso de sobre tensión en la salida de corriente continua o rotura de fusible rápido.

Protección contra transitorios en la entrada de C.A con varistores de alta capacidad.

Fusible rápido en la rama del puente de tiristores.

Limitación de corriente para operación en modo de corriente constante.

Limitación de corriente en la salida a baterías.

Interruptor en la salida de corriente continua del rectificador.

Interruptor en la salida a baterías.

Interruptor en la salida a equipos.

Sobre voltaje a la salida del rectificador.

Diodo de bloqueo.

Desconexión de equipos por bajo nivel de baterías.

#### **ALARMAS**

El sistema de alarmas debe de contar con sistema de contactos secos y gestión vía informática

El equipo debe incluir las siguientes alarmas:

- Falla de alimentación de entrada.
- Voltaje rectificador alto.
- Voltaje rectificador bajo.
- Corriente de salida baja.
- Voltaje de distribución bajo.
- Desconexión por bajo nivel de batería.

Las alarmas deben tener indicación visual y remota a través de contacto seco; la capacidad del contacto es de 1A a 48V.

#### **INSTRUMENTOS**

El equipo debe incluir los siguientes instrumentos digitales (por cada equipo):

Voltímetro de CC, escala 0-60 para medición de la tensión de salida. Amperímetro CC para medición de la corriente de salida del rectificador con escala 0-200

#### **UBICACIÓN**

Todos los rectificadores o gabinetes equipados deberán tener como mínimo un espacio de aislamiento de 2 pies con 6 pulgadas para el frente y de 2 pies para la parte

trasera del equipo. Para anclar el rectificador o gabinete perforar agujeros de acuerdo a las posiciones de sujeción del piso.

#### **VENTILACIÓN**

Los rectificadores deben de tener como mínimo 12 pulgadas de espacio libre entre el techo y los rectificadores.

#### **CONSTRUCCIÓN**

Los gabinetes, deben tener grado de protección IP-30, estar contruidos en lámina de acero procesado en frío, calibre 14, reforzada y con perfiles en ángulo con tratamiento para uso en clima húmedo y tropical. Los herrajes y tornillería deben estar con recubrimiento de zinc con irisación posterior. Las barras deben ser de cobre niqueladas.

Las tarjetas de circuito impreso deben ser de tipo extraíble, fabricadas en fibra de vidrio protegidas con antisolder.

El acceso de cables al interior del equipo debe ser por la parte inferior, con acceso para mantenimiento frontal y posterior.

Los indicadores (LEDS), instrumentos y controles deben estar ubicados en el panel frontal.

Los terminales de entrada de corriente alterna, salida de corriente continua y señales de alarmas, deben estar claramente identificados y fácilmente accesibles.

Debe estar previsto un sistema de barras de tierra con la capacidad suficiente.

Cada uno de los equipos debe incluir placa de identificación permanente, la cual debe ir fija en un punto visible del gabinete, mostrando el número de serie, nombre y dirección del fabricante, la función y características nominales.

Los rectificadores deberán contar con tarjeta de interfaz de sistema para monitorear la liberación de breacker de carga y de batería, para controlar simultáneamente los contactores desconexión de LVDs

#### **BANCO DE BATERÍAS:**

Las baterías deben ser del tipo GEL, Estacionaria, sellada tecnología AGM y V.R.L.A (Válvula Regulada). La capacidad en Amperios-Hora (Ah) debe sobredimensionarse un 20%, siendo preferible que dicha capacidad sea distribuida en dos bancos iguales cada uno con capacidad igual a la mitad de lo calculado.

#### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Voltaje nominal: 2.2 V. dj

Expectativa de vida: Mínimo 10 años en condiciones normales de trabajo

Material del contenedor: Resistente a impactos y retardante de llamas.

Sistema de Seguridad: Válvula de baja presión.

Terminales: En acero inoxidable.

Capacidad: 10 horas con voltaje final de 1.79 Voltios.

#### **Ciclos de Vida Vs. Profundidad de Descarga:**

Las baterías deben ser capaces de soportar como mínimo los ciclos de descarga, detallados en la siguiente tabla:

Profundidad de descarga	Numero de Ciclos
100 %	220
50 %	450
30 %	1100

**Cableado para alimentación de Baterías**

El cableado debe ser el adecuado según sea la capacidad de descarga en amperios del banco de baterías.

**NORMAS A CUMPLIR**

Los equipos deben cumplir con las normas IEC 60478-1, IEC 60478-2, NEMA PE-5, VDE 685 grado N.

El proceso de fabricación debe cumplir con el programa de aseguramiento de la calidad de acuerdo con la norma ISO 9001.

**INFORMACIÓN TÉCNICA**

Cada rectificador se debe suministrar con un manual de instalación, operación y mantenimiento. Se debe entregar información técnica completa del diagrama de potencia del rectificador.

**PRUEBAS**

Los equipos deberán ser sometidos a pruebas en fábrica de acuerdo con las normas especificadas y el protocolo de pruebas será presentado para aprobación.

**CAPITULO 5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CONSTRUCCIÓN DE SITIOS  
RECONOCIMIENTO DEL PREDIO.**

Previo a la ejecución de labores constructivas, el contratista deberá conocer el predio en donde se desarrollará el Sitio de Celda, con el objetivo de observar las particularidades del mismo, tales como: ubicación geográfica, distancia, vías de acceso, relieve natural, drenaje natural. Esta actividad se realizará conjuntamente con el Supervisor asignado por la Subgerencia de Instalaciones.

**MEDICIÓN DEL POLÍGONO.**

Posterior al reconocimiento del predio, el contratista asignará topógrafo y su cuadrilla respectiva, para proceder al levantamiento planimétrico y altimétrico, con el objetivo de delimitar el área de trabajo. Se proporcionará plano de registro con medidas colindantes y ángulos respectivos.

**TRABAJOS PRELIMINARES.****Limpieza, chapeo y destronque.**

Se refiere básicamente a la recolección de basura existente, corte de vegetación silvestre, extracción de raíces y tallos si los hubiera. La deposición final de estos residuos será en lugar autorizado por la Municipalidad local.

**Nivelación del terreno.**

Actividad relacionada con la construcción de terrazas ( corte o relleno de suelo) para desarrollo de Caseta de Transmisión, bases para Metrocelda, Motogenerador, Tanque Mensual, las cuales se ubicarán de acuerdo a planos respectivos, esto aplica a efectuar nivelación en todo el terreno.

**Construcción de letrina única.**

La disposición espacial, será interna al polígono a utilizar.

Las dimensiones son de 1.00 mts, de ancho x 1.50 mts, de largo. El orificio para deposición de sólidos será 0.60 mts, de diámetro y 1.50 mts, de profundidad.

La base de concreto para ubicación del accesorio letrina será desmontable, con estructura de hierro de diámetro 3/8" a cada 0.20 mts, en ambos sentidos y espesor de 0.08 mts. El accesorio letrina deberá tener tapadera total, la cual puede ser de material plástico o de madera.

#### **Muro de Cerramiento:**

El material de cerramiento de los muros puede ser de plástico obscuro, madera, cartón, metal, lámina, todos deben ser desmontables.

#### **Construcción de Guardianía y Bodega.**

La disposición espacial, será interna al polígono a utilizar.

Respecto a las dimensiones se proponen dimensiones de 3.00 x 5.00 metros, esto dependiendo del espacio interno disponible.

Con relación a las estructuras portantes, los materiales para la estructura horizontal y vertical así como de la cubierta serán de parales de madera de 3" x 3", unidos con clavos de tamaño adecuado.

La cubierta será de lámina de zinc de calibre 26, la cual debe protegerse con pintura anticorrosiva.

El muro de cerramiento deberá ser de piezas de tablas colocadas en posición horizontal y unida a los parales con clavos de tamaño adecuado. Para una mejor conservación de la madera deberá de aplicársele un recubrimiento adecuado y que no contamine.

Para el resguardo de materiales deben de seguirse las siguientes directrices:

Para el cemento, cal y algún otro material que puedan ser afectados por la humedad deberán de ser apilados sobre tarimas de madera, las cuales se elevarán del nivel del piso.

Para el resguardo de equipo, la persona encargada de bodega será la responsable de entrega y recepción del equipo necesario, el cual se ubicará espacialmente por forma, tamaño y cantidades, para establecer orden interno.

#### **CASETA DE TRANSMISIÓN**

##### **Área a Construir.**

Se considera una superficie externa de 6.30 x 6.30 mts. Internamente la caseta deberá tener una dimensión de 6.00 x 6.00 metros, área de 36.00 metros cuadrados.

La altura interna (piso terminado a cielo de losa) de la caseta, será de 3.14 metros. La losa tendrá un voladizo de 1.00 mts, en casos especiales la dimensión será menor, el voladizo tendrá su respectiva gota embebida para evitar el escurrimiento de agua.

##### **Trazo.**

Para el trazo del ancho (0,40 mts) de la cimentación en el suelo se utilizará cal hidratada. Previo a esta actividad se deberán construir los puentes a nivel, ubicando el eje de los muros con hilo plástico de color visible.

##### **Excavación**

Se realizará una excavación de 0.40 mts, de ancho x 0,82 mts, de profundidad x 12.10 mts, de longitud aproximadamente, en condiciones normales de suelo estable. Si se presentan rellenos, la excavación se profundizará hasta llegar a suelo estable. Se consideran casos especiales de excavación en arena, ciénagas, rocas.

##### **Refuerzo Estructural para cimentación y columnas.**

La cimentación tendrá dimensiones de 0.40 x 0.20 mts. El refuerzo longitudinal será hierro Grado 40, de 3  $\varnothing$  3/8|| corridos, refuerzo transversal de eslabones de hierro Grado 40,  $\varnothing$  3/8||, @ 0.20 mts, la unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre calibre 16.

#### **COLUMNA TIPO "A"**

Dimensiones 0.15 X 0.15 mts. El refuerzo longitudinal será de hierro Grado 40, de 4  $\varnothing$  3/8|| corridos, refuerzo transversal de estribos  $\varnothing$  ¼||, @ 0.20 mts, la unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre calibre 16.

#### **COLUMNA TIPO "B"**

Dimensiones 0.10 X 0.15 mts. El refuerzo longitudinal será de hierro Grado 40, de 2  $\varnothing$  3/8|| corridos, refuerzo transversal de eslabones  $\varnothing$  ¼|| @ 0.20 mts, la unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre calibre 16. Se debe tomar en cuenta la ubicación del tablero de distribución de energía para la colocación de las columnas tipo —B||, para no obstaculizar la posición del tablero.

#### **Fundición de cimentación.**

La altura del cimientado corrido será de 0.20 mts, utilizando para su medición escantillón de hierro, y nivel superior de hilo de nylon. Se usará concreto de 3,000 PSI, elaborado con máquina concretera, o mezclado manualmente In Situ, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris, tipo Portland de 4,000 PSI, arena de río, pedrín de ½||), de preferencia utilizar concreto premezclado.

#### **Levantado de muro.**

En el levantado de muros se utilizará block de concreto de 0.15 x 0.20 x 0.40 metros, con resistencia mínima de 35 Kg/cm<sup>2</sup>. La sisa de unión será de sabieta, con 0.01 mts, de altura.

#### **Armado y fundición de Soleras.**

Para el armado de soleras hidrófuga, intermedia y corona, las dimensiones son de 0.15 x 0.20 mts. El refuerzo longitudinal será Grado 40, de 4  $\varnothing$  3/8||, refuerzo transversal de estribos  $\varnothing$  ¼|| @ 0.20 mts. La unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre calibre **Fundición de Soleras**

Se usará concreto de 3,000 PSI, elaborado con máquina concretera, o mezclado manualmente in situ, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris tipo Portland de 4,000 PSI, arena de río, pedrín ½ ), de preferencia utilizar concreto premezclado.

#### **Encofrado de losa.**

Esta se realizará con madera de pino rústica. Polines de 3|| x 3||. Parales de 3|| x 3||. Largueros de 3|| x 3||. Tablas de 1|| x 12|| x 9.84" Breizas de 2|| x 2|| Los elementos descritos se unirán con clavo de dimensión adecuada. El encofrado deberá quedar completamente horizontal. La unión entre tabla deberá ser total, caso contrario se utilizará listones de hojalata de 0.05 mts, de ancho por su longitud, lo anterior para evitar el colado de concreto.

#### **Colocación de armadura para losa.**

Se realizará en un espacio de 3.00 x 3.00 mts, más voladizo de 1.00 mts. El armado de refuerzo será: se colocaran dos camas paralelas armadas en ambos sentidos y a cada @ 0.20m, de hierro Grado 40, de  $\emptyset$  3/8". La separación entre camas será de 0.05 m, quedando recubrimiento inferior y superior de la losa de 0.025 m (ver plano). No se aceptaran tacos de block, ladrillo u otro elemento absorbente de humedad.

#### **Fundición de losa.**

La altura de fundición de losa será de 0.10 mts, utilizando para su medición escantillón de hierro. Se usará concreto de 3,000 PSI, elaborado con máquina concretara, o mezclado manualmente In Situ, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris, tipo Portland de 4,000 PSI, arena de río, pedrín de 1/2"), de preferencia utilizar concreto premezclado. Se debe aplicar impermeabilizante de color rojo.

Previo a efectuar la fundición de la losa se debe obtener la aprobación del supervisor designado para constatar que la misma tiene el armado según planos, y verificará los materiales para la mezcla del concreto.

#### **Desencofrado de losa.**

Con la aplicación de acelerante para el fraguado del concreto, el desencofrado debe realizarse en un tiempo mínimo.

#### **Instalación de Drenaje Pluvial.**

Se ubicarán dos bajadas de drenaje pluvial  $\emptyset$  3" en la pared donde no se encuentre la puerta y que de hacia el interior del sitio. Y drenarán al exterior de la caseta, las mismas deben quedar fuera de los muros de la caseta y con columnas falsas, esto para no debilitar los muros. El lado superior de la losa deberá contar con sus respectivos pañuelos, para desfogue del agua hacia la tubería.

#### **Construcción de cenefa.**

La cenefa será construida con una hilada de block en todo el perímetro de la losa de la caseta y solera de concreto reforzado de 0.10 x 0.15 metros con refuerzo de 2 varillas de 3/8" y eslabones de varilla de 1/4" a cada 0.20 mts., se debe dejar pines de 3/8" en el momento de la fundición de la losa para reforzar la cenefa.

#### **Instalación de Puerta.**

Las dimensiones del vano serán de 1.40 mts. O 1.00 mts. De ancho x 2.10 mts. Altura. -Marco de tubo cuadrado de 1" x 1". -Lámina calibre 3/64". (Prensada) -Angular de 3/4" x 3/4" x 1/8". (Se utilizará para prensar la lámina) -Hembra de 3/4" x 1/8". (Se utilizará para prensar la lámina) -Chapa Multilock, que es proporcionada por OPERADOR -Tres bisagras de cartucho de 3". -Fondo de pintura anticorrosiva color negro mate. -Acabado final de pintura de aceite color gris OPERADOR mate.

El marco de la puerta debe quedar soldado a las varillas de refuerzo del marco de concreto reforzado por medio de patas metálicas embebidas en el concreto.

La puerta se debe instalar previa a realizar los acabados para que la misma quede ajustada y que no se tenga que romper posteriormente para su instalación.

#### **Acabados Internos**

##### **PISO:**

Torta de concreto alisado. (se reforzara con varillas  $\emptyset$  3/8" @ 0.30 mts) El espesor del concreto del piso será de 0.10 mts, utilizar tacos de 0.05 mts para colocar el armado,

no se aceptaran tacos de block u otro material absorbente de humedad. El piso debe llevar una base de selecto compactado. En la parte de la puerta de acceso debe quedar un bocel de 0.05x0.05 mts que servirá de tope de la puerta metálica. En el piso deberá estar integrada la canaleta de 0.15x0.20 mts con su respectivo bocel para la colocación de la rejilla interna.

**MURO:**

Ensabietado, repello más cernido vertical. El acabado final será de pintura látex, el color lo proporcionará Sercom. El Zócalo será de 0.30 mts. (previo al ensabietado picar el área de concreto)

**CIELO:**

Repello más cernido.

**Construcción de Canaleta Perimetral Interna:**

Respecto a las dimensiones estas son: Ancho: 0.15 mts. Profundidad: 0.20 mts. Longitud: perímetro interno de la caseta. Esta canaleta debe llevar una rejilla metálica galvanizada en caliente por inmersión, la rejilla debe fabricarse en tramos de 1.00 metro de largo y debe quedar ajustada a la canaleta. Se deben colocar boquetes a lo largo de la canaleta, ver planos para armado de canaleta y ubicación de boquetes.

**Acabados Externos**

**MURO:**

Ensabietado, repello más cernido vertical. El acabado final será de pintura látex. El zócalo será de 0.30 mts. El muro colindante debe quedar con ensabietado, repello más alisado.

**CIELO:**

Ensabietado, repello más cernido. (previo al ensabietado picar el área de la losa.

**ESCALERILLA EXTERNA E INTERNA:**

Se debe instalar escalerilla externa de 6ll galvanizada de la caseta hacia la torre como se indica en planos.

Se debe instalar escalerilla en la parte interna de la caseta easy tray como se indica en planos.

La escalerilla interna debe tener soportes en la pared y la externa debe tener soportes tipo bandera, todo completamente galvanizado. La escalerilla será de 6 pulgadas de ancho fabricada con angular y hierro plano de 1ll con travesaños a cada 30 centímetros, la escalerilla debe ser completamente galvanizada por inmersión en caliente. Los tramos de la escalerilla externa deben ser aterrizados con cable no. 6 y también los postes para soportarla con cable 2/0 unidos al sistema de tierras del sitio.

**Muro externo colindante:**

Repello más alisado de sabieta.

**Acera perimetral**

El ancho de la acera será de 1.00 mts, salvo indicación contraria, la misma será reforzada con varillas de 3/8ll a cada 0.30 mts en ambos sentidos o con estructomalla, el espesor del concreto a utilizar será de 0.10 mts. Deberá utilizarse tacos de 0.05 mts de altura, no se aceptaran tacos de materiales permeables. La banqueta debe tener una base de selecto compactado de 0.10 mts. Se fundirá banqueta en los lados que de a la calle o accesos al sitio de celda, la misma debe llevar sus respectivas sisas de junta de dilatación.

## **Instalación Eléctrica**

### **Tablero de Distribución**

Debe contar con un tablero de distribución de energía (empotrado en muro) de 24 polos, 120/240 voltios, con barras de 150 Amperios, interruptor termo magnético de protección de tablero de 2 x 125 Amp. Incorporado, alimentado del tablero principal (interruptor termo magnético de 2 X 125 amp instalado en la columna de acometida eléctrica). Con neutro aislado y barra de puesta a tierra.

### **Código de colores**

Líneas vivas, con cable color Negro. Línea neutra, con cable color blanco Línea a tierra, color verde

### **Cableado**

El calibre de los cables de alimentación de tablero principal (interruptor principal de 2 x 125 Amp. instalado en la columna de acometida) al tablero de distribución debe ser THHN AWG # 2. La toma del aire acondicionado con cable THHN AWG No.10. Tomacorrientes e iluminación con cable THHN AWG No. 12

### **Instalación de tablero**

Altura máxima de la parte superior del tablero de distribución de energía, 1.80 metros. Debe tener instalados 4 tubos de 2" empotrados que comuniquen con el registro de piso que está debajo del tablero. Se indicará la posición en la caseta con un plano adjunto. Se debe instalar los interruptores (breakers) que se indican a continuación: Breaker para radio base de 2x50 amp de la marca del tablero Breaker para aire acondicionado de 2x30 amp. De la marca del tablero. Breaker para rectificador de 1x20 dos unidades con cableado AWG # 12 para cada uno. Breaker de iluminación de la caseta de 1x15. Breaker de fuerza de la caseta de 1x15 Breaker de iluminación exterior de 1x15. Todos los breakers deben quedar identificados.

### **ILUMINACIÓN**

Se requiere de dos bombillas de 100 watts en el centro del techo de la caseta, una para cada uno de los ambientes. La cual debe encenderse mediante interruptor ubicado a 1.50 mts. de altura y lo más cercano a la puerta de lado contrario a las bisagras de la misma. Cuatro bases con dos reflectores para intemperie cada una, cada reflector con una potencia de 75 watts, instalados según el plano. Los cuales deben encenderse mediante la señal de la foto celda. Debe dejarse canalización hacia la losa de la caseta para la instalación de la foto celda (la misma debe quedar debidamente instalada). El calibre del cable a utilizar será THHN AWG # 12 forrado, con protección de 15 Amperios. Tubos vinil 3/4", con todos sus accesorios (vueltas a 90°, coplas, conectores, etc.) color naranja o gris eléctrico. Debe considerarse la canalización respectiva para la iluminación exterior en el muro perimetral con ducto eléctrico de 3/4" y cajas de registro octogonales de 4" X 4" X 2" a una altura de 3.0 metros. La iluminación exterior debe considerar iluminar base para motor generador, base para tanque mensual, base de torre, base para BTS y portón de entrada principal. El numero de bases será 3, cada base con dos reflectores para intemperie de 75 watts cada reflector, instalados según el plano. Los cuales deben encenderse mediante la señal de la foto celda separada de la de la caseta, e instalada sobre el muro perimetral.

## **MATERIALES A UTILIZAR**

Utilizar conector plástico, para unir ducto eléctrico y cajas octogonales. Utilizar coplas para unir la tubería, en tramos seguidos. No realizar uniones hechizas, (balonas) Dos foto celdas para accionar los reflectores. NOTA: instalar foto celdas de forma, orientación, posición y accesorios que corresponden.

### **Fuerza.**

Dos cajas rectangular plástica de 2ll X 2ll X 4ll, para dos tomacorrientes polarizados que servirán para la instalación del rectificador, los mismos deben quedar a 1.40 metros de altura y a 0.60 metros de la pared adyacente en la esquina opuesta a la entrada de la caseta o donde indique el plano. Deberá canalizarse desde el tablero con dos tubos vinil color naranja de ¾ll y sus accesorios. La protección del circuito debe ser de 1 x 20 Amp, dos unidades, cableado con THHN # 12. Cuatro cajas rectangulares plásticas de 2ll X 2ll X 4ll para tomacorrientes polarizados a una altura de 0.30 metros sobre nivel del piso. Canalizados desde el tablero de distribución con tubo vinil color naranja de Ø ¾ll y sus accesorios con protección termo magnética de 1 x 15 Amp. Cableado con THHN # 12.

### **Fuerza para Unidad de Aire Acondicionado.**

Caja rectangular plástica de 2ll x 2ll x 4ll. Se adjunta plano de ubicación del equipo de aire acondicionado. Deberá instalarse el tomacorriente polarizado de 240 VAC, cableado como está especificado en las bases y a 1.80 metros de altura. Este circuito es exclusivo para A/A, con protección termo magnética de 2 X 30 Amp. Cableado con dos líneas vivas y tierra, no lleva línea neutra, todo con cable THHN calibre 10. Se indica en planos la posición del tomacorriente.

### **Sistema de Transmisión.**

Construir pasamuros (3 Ø 2ll) para el paso de cables del lado más cercano a la torre. Estos pasamuros deberán quedar completamente sellados cuando sean instalados los cables, los orificios deben de coincidir con la escalerilla de externa que va hacia la torre en la parte superior y con la escalerilla interna en la caseta, esta anotación aplica cuando se indique que se construya caseta. Para la introducción de la fibra óptica se debe colocar los ductos PVC eléctrico de 2 pulgadas que se indican en los planos del sitio.

## **MURO PERIMETRAL.**

### **Trazo.**

Para el trazo del ancho (0,40 mts) de la cimentación en el suelo se utilizará cal hidratada. Previo a esta actividad se deberán construir los puentes a nivel, ubicando el eje de los muros con hilo plástico de color visible. Cuando el terreno tenga pendiente el muro se debe trabajar escalonado considerando la distancia entre las columnas, los muros de longitudes mayores a 10 metros deberán llevar juntas de dilatación (columna doble y cimiento independiente, con duroport o material similar de 1ll de espesor entre ambas columnas).

### **Excavación**

Se realizará una excavación de 0.40 mts, de ancho x 0,82 mts, de profundidad x perímetro de longitud 60.00 mts, en condiciones normales de suelo estable. Si se presentan rellenos, la excavación se profundizará hasta llegar a suelo estable. Se consideran casos especiales de excavación en arena, ciénagas, rocas.

### **Colocación de armaduras para cimentación y columnas.**

**Cimentación:**

Tendrá dimensiones de 0.40 x 0.20 mts. El refuerzo longitudinal será hierro Grado 40, de 3  $\emptyset$  3/8" corridos, refuerzo transversal de eslabones de hierro Grado 40,  $\emptyset$  3/8", @ 0.20 mts, la unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre calibre 16

**COLUMNA TIPO "A"**

Dimensiones 0.15 X 0.15 mts. El refuerzo longitudinal será de hierro Grado 40, de 4  $\emptyset$  3/8" corridos, refuerzo transversal de estribos  $\emptyset$  1/4", @ 0.20 mts, la unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre calibre 16 la ubicación de los estribos debe ser en forma de espiral lo que corresponde a los ganchos de las puntas. Fundición de cimentación. La altura del cimiento corrido será de 0.20 mts, utilizando para su medición escantillón de hierro, y nivel superior de hilo de nylon.

Se usará concreto de 3,000 PSI, elaborado con máquina concretara, o mezclado manualmente In Situ, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris tipo Portland de 4,000 PSI, arena de río, pedrín de 1/2").

**Levantado de muro.**

En el levantado de muros se utilizará **block de concreto** de 0.15 x 0.20 x 0.40 metros, con resistencia mínima de 35 Kg/cm<sup>2</sup>, en el área del portón se debe construir viga sobre el mismo. La sisa de unión será de sabieta, de 0.01 mts, de altura y se debe dejar sisado la parte interior de los muros y la parte que den a lo que son calles, esto se debe hacer con sisador.

**Armado y fundición de Soleras.**

Para el armado de Soleras Hidrófuga, Intermedia y Corona las dimensiones son de 0.15 x 0.20 mts. El refuerzo longitudinal será Grado 40, de 4  $\emptyset$  3/8", refuerzo transversal de estribos  $\emptyset$  1/4" @ 0.20 mts. La unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre calibre 16. Para la fundición de soleras se usará concreto de 3,000 PSI, elaborado con máquina concretera, o mezclado manualmente In Situ, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris tipo Portland de 4,000 PSI, arena de río, pedrín de 1/2").

**Acabados****Internos:****PISO O AREA DONDE NO SE TIENE BASES DE EQUIPOS:**

Pedrín  $\emptyset$  3/4", espesor de 0.05 mts. Previo a esparcir el pedrín en toda la superficie del Sitio, se deberá fumigar el área con herbicida.

**MURO:**

Block visto y sisado. Las columnas y soleras se ensabietarán superficialmente y se dejara un cernido de 0.25 mts. De ancho...

**EXTERNOS:****MURO.**

Block visto. Las columnas y soleras se ensabietarán superficialmente de 0.25 mts de ancho, esto en los muros que dan hacia la calle o accesos al sitio.

**Acera peatonal externa.**

**Dimensiones:**

El ancho de la acera será de 1.00 mts, salvo indicación contraria, la misma será reforzada con varillas de 3/8" a cada 0.30 mts en ambos sentidos, el espesor del concreto a utilizar será de 0.10 mts. Deberá utilizarse tacos de 0.05 mts de altura, no se aceptaran tacos de materiales permeables. La banqueta debe tener una base de selecto compactado de 0.10 mts. Se fundirá banqueta en los lados que de a la calle o accesos al sitio de celda, la misma debe llevar sus respectivas sisas de junta de dilatación.

**Instalación de Portón.**

Las dimensiones del vano serán de 3.00 mts. De ancho x 3.00 mts. Altura. -Marco de tubo proceso  $\varnothing$  2". -Lámina calibre 3/64". (Prensada) -Angular de  $\frac{3}{4}$ " x  $\frac{3}{4}$ "—x 1/8". (Se utilizará para prensar la lámina) -Hembra de  $\frac{3}{4}$ " x 1/8". (se utilizará para prensar la lámina) -Chapa y/o candado Multilock, proporcionado por OPERADOR. -Cuatro bisagras de cartucho de 4". -Portacandados soldado en las dos hojas, fabricados de angular. -Pasadores verticales y horizontales. -Fondo de pintura anticorrosiva color negro mate. -Acabado final de pintura de aceite color gris OPERADOR mate. Las columnas tipo —CII para el portón serán de 0.30 x 0.30 mts. Con 8  $\varnothing$   $\frac{1}{2}$ ", con 5 estribos  $\varnothing$   $\frac{1}{4}$ " @ 0.05 mts, 10 estribos  $\varnothing$   $\frac{1}{4}$ " @ 0.10 mts, resto @ 0.15, en ambos extremos de la columna, se usará hierro grado 40. Para la viga superior se debe fundir viga de concreto reforzado de 0.20 mts de ancho y 0.30 mts de alto, con refuerzo longitudinal de 6 varillas de  $\frac{1}{2}$ " 4 corridas y 2 con tensionados, refuerzo transversal de estribos de varilla de  $\frac{1}{4}$ " a cada 0.08 mts en un espacio de 0.80 mts desde ambos extremos y en la parte central a cada 0.15 mts., la viga debe ser fundida con concreto de 3000 PSI. El acabado de columnas y vigas debe ser de cernido remolineado en los lados que queden expuestos.

Las bandas del portón deberán conectarse al sistema de puesta a tierra en un punto.

El portón no debe presentar problemas para abrirse en ambos sentidos (hacia adentro y hacia fuera).

La fijación del portón debe ser soldando las patas al refuerzo principal de las columnas, esto debe hacerse previo a fundir estas ultimas.

El portón debe llevar viga superior y no debe dejarse solo las hojas del mismo.

El portón debe estar conectado al sistema de puesta a tierras.

**Instalación de Alambre de Seguridad.**

Se instalará alambre de seguridad tipo Razor Ribbon el cual debe ser de acero inoxidable (una hilada) en la parte superior del muro perimetral, incluyendo lado superior del portón de ingreso. El alambre de seguridad deberá tensarse con alambre espigado, galvanizado. La instalación del alambre debe ser continua y sin cortes o uniones y el mismo debe quedar de la parte exterior del muro hacia adentro del sitio sin invadir los terrenos colindantes y en la parte que da hacia calle debe quedar centrado al muro, la separación máxima del alambre de seguridad Razor Ribbon debe ser de 20 centímetros entre cada vuelta o anillo del mismo. -Para la sujeción del alambre se debe utilizar alambre galvanizado. Se deben dejar instaladas señales de precaución en cantidad mínima de 16 unidades en todo lo largo del alambrado. Superior al muro deberá fundirse pines de hierro  $\varnothing$   $\frac{1}{2}$ ", para soporte de alambre, los mismos deben quedar pintados para evitar la

corrosión. La instalación del razor ribbon deberá quedar preparada para una futura alergización

### **Instalación Eléctrica**

#### **Iluminación (110 voltios)**

##### **CAJAS:**

Dos cajas octogonales plásticas, de 4" x 4", ubicadas según plano, para instalar los reflectores exteriores.

##### **CABLEADO:**

Para toda la instalación eléctrica utilizar cable calibre AWG # 12 THHW, excepto el circuito de aire acondicionado. Código de colores: Cable caliente. color negro. Cable Neutro: color blanco. Cable tierra: color verde

##### **DUCTOS:**

Se utilizará ducto eléctrico pvc, de  $\varnothing$  3/4", color naranja.

##### **ACCESORIOS:**

Utilizar conector plástico, para unir ducto eléctrico y caja octogonal. Utilizar coplas para unir la tubería, en tramos seguidos. No realizar uniones hechizas, (balonas) Dos foto celdas para accionar los reflectores. NOTA: instalar foto celdas de forma, orientación, posición y accesorios que corresponden.

#### **BASE PARA MOTOGENERADOR Y TANQUE MENSUAL.**

##### **Trazo.**

Se ubicará conforme plano. Para el trazo 2.20 mts, x 3.50 mts, en el suelo, se utilizará cal hidratada. Previo a esta actividad se deberán construir los puentes a nivel, ubicando la base con hilo plástico de color visible.

##### **Excavación**

Se realizará una excavación de 2.20 mts, de ancho x 3.50 mts, de largo x 0.35 mts, de profundidad en condiciones normales de suelo estable. Si se presentan rellenos, la excavación se profundizará hasta llegar a suelo estable. Se consideran casos especiales de excavación en arena, ciénagas, rocas.

##### **Reacondicionamiento del suelo.**

De los 0.35 mts, de excavación se rellenarán y compactarán 0.15 mts con suelo cemento compactado en proporción 5:1 (5 selecto y 1 de cemento), la base ya fundida pasara del nivel de suelo 0.15 mts.

##### **Colocación de armadura.**

El refuerzo de hierro será de  $\varnothing$  3/8", grado 40. Conformación de la estructura: -doce estribos  $\varnothing$  3/8" en sentido transversal. -seis estribos  $\varnothing$  3/8" en sentido longitudinal superior e inferior. -Dos estribos  $\varnothing$  3/8" en sentido longitudinal laterales. Para el recubrimiento de la estructura se utilizaran tacos de concreto elaborados In Situ. No se aceptarán tacos de block, ladrillo u otro material absorbente de humedad. Para la unión de estos elementos se utilizará alambre de amarre calibre 16. Esto se debe armar como se indica en los planos de las especificaciones. El espesor de concreto de la base será de 0.35 metros, de los cuales van enterrados 0.20 mts. y los restantes 0.15 mts. Están sobre el nivel del suelo, el volumen de concreto a utilizar será de 2.695 metros cúbicos.

### **Encofrado**

La altura del encofrado desde la parte superior del suelo cemento será de 0.35 mts, en todo su perímetro, el mismo deberá construirse con madera reforzada con piezas de madera laterales. Perimetralmente y en la parte superior del encofrado se ubicará pieza de madera con corte a 45º, (ochavo).

### **Fundición de base**

Se usará concreto de 3,000 PSI, elaborado con máquina concretera, o mezclado manualmente In Situ, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris tipo Portland de 4,000 PSI, arena de río, pedrín de ½" ), volumen de concreto a utilizar 2.695 metros cúbicos.

### **Desencofrado.**

Con la aplicación de acelerante para el fraguado del concreto, el desencofrado debe realizarse en un mínimo de tiempo. Las esquinas de los ochavos deben desencofrarse cuidadosamente.

### **Acabado final.**

El lado superior de la base debe ser alisado de cemento completamente, y no deberá presentar acumulación de agua.

### **Ductos a instalar.**

Los ductos a instalar deben ser de diámetro 2" para el cableado hacia la transferencia automática y tanque mensual, los mismos se deben instalar como se indica en los planos del sitio.

### **SISTEMA DE ENERGÍA**

Se deben instalar supresores de energía, uno para el cableado que proviene de la acometida eléctrica y el otro del cableado de las luces de navegación hacia el tablero.

Supresores a instalar:

- Para acometida eléctrica: Rayvoss 120-1P-SSB3-2-00-B-NS
- Para luces de navegación: Rayvoss 120-2S-MSB3-3-00-B-NS

### **Colocación de Ductos y Cableado.**

En la columna de acometida eléctrica se debe colocar un ducto de diámetro de 2" con accesorio (calavera) para la instalación de Fibra Óptica, el cual debe sobresalir 0.6 m de la columna y debe llegar hacia la caja de registro de la columna de acometida.

De la caja RH de acometida eléctrica a la caja de registro colocar 1 Ø 1½" y 1 Ø ¾", de la caja de registro de la columna de acometida eléctrica hacia la canaleta de de la caseta 2 Ø 2".

El cableado a instalar desde el medidor hacia el tablero es; 2 THHW # 2 color Negro, más 1 THHW # 2 color Blanco este cableado en uno de los ductos, este cableado conectará el breaker de protección principal y el tablero de distribución de la caseta.

Del tablero de distribución a Base de Radio base, instalar 2 Ø 2" de vinil naranja o gris eléctrico, con el siguiente cableado: 2 THHW # 6, color Negro, más 1 THHW # 6, color Blanco. Los cuales deben sobresalir del nivel de la base 2 mts., y en el tablero conectarlos al breaker de 2x50 amp.

De la caja derivadora a la base de la torre instalar 1 Ø 1" para que el de la torre instale TSJ x 12 y su breaker de protección de 1x15 amps...

De la base de radiobase a caseta de transmisión instalar 1  $\emptyset$  2ll, para E1, instalar los ductos que se indique en el plano del sitio.

Del tablero de distribución a bases de reflectores instalar, 1  $\emptyset$  3/4", con el cableado siguiente: 1 No. 12, color negro más 1 No. 12, color blanco, conectado a su breaker de protección de 1x15 amperios.

De las Bases de Reflectores a Bases de foto celdas instalar 1  $\emptyset$  3/ 4ll, con el cableado siguiente: 1 No. 12, color Negro.

De la caja derivadora a la base del Motogenerador se deberán de instalar, 2  $\emptyset$  2ll, sin el cableado. (Lo realiza la contratista del Motogenerador). En la base de MG colocar 2  $\emptyset$  2ll de la posición del MG hacia la posición del TM.

Las cajas de registro de energía deben ser de la misma dimensión de las de tierra, con la diferencia de que estas llevan fundido la parte inferior de la caja y llevan una tapadera tipo sombrero para evitar entrada de agua en la misma.

Ver planos para referencia.

### **Construcción de Columna de Acometida Eléctrica.**

#### **Ubicación**

La ubicación de la columna de acometida eléctrica se hará conforme plano. Salvo que se indique lo contrario, la misma debe construirse en base a la especificación de la empresa proveedora del servicio de energía en el lugar del sitio de celda.

#### **Dimensiones.**

Base cuadrada de 0.40 x 0.40 mts, con altura de suelo a base superior de 5.00 mts. El tubo de 1 1/2ll con su accesorio de entrada sobresaliendo 0.50 metros, de la parte superior de la columna.

#### **EXCAVACIÓN:**

Se hará excavación de 0.80 x 0.80 x 1.00 mts, de profundidad, incluyendo la altura de la zapata tipo 1.

#### **COLOCACIÓN DE ARMADURA:**

La armadura para zapata tipo 1 será de 7  $\emptyset$  1/2ll, grado 40, en ambos sentidos. Los tacos para el recubrimiento serán de concreto. No se admiten tacos de block, ladrillo u otro material que absorba la humedad. La unión de estos elementos se hará con alambre amarre calibre 16. La armadura para columnas tipo —Dll será de 8  $\emptyset$  1/2ll, grado 40, longitudinales, con refuerzo transversal de estribos 5  $\emptyset$  3/8ll @ 0.05 mts, 10  $\emptyset$  3/8ll @ 0.10 mts, y el resto  $\emptyset$  3/8ll @ 0.15, todo esto en ambos extremos de la columna, todo debe unirse con alambre de amarre calibre 16.

#### **ENCOFRADO:**

El mismo deberá construirse de madera reforzada con piezas de madera laterales.

#### **FUNDICIÓN:**

Se usará concreto de 3,000 PSI, elaborado con máquina concretara, o mezclado manualmente In Situ, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris tipo Portland de 4000 PSI, arena de río, piedrín de 1/2ll).

#### **DESENCOFRADO:**

Con la aplicación de acelerante para concreto, se debe desencofrar en el menor tiempo posible.

**ACABADO FINAL:**

Los cuatro lados de la columna deben ser ensabietados de cemento completamente y aplicar cernido remolineado.

**Caja de Registro de cables de entrada**

Debe fabricarse una caja de registro de 0.60 x 0.60 x 0.60 metros con su respectiva tapadera de concreto tipo sombrero y concreto en la parte inferior de la caja. Ubicada al pie de la columna en la parte interior del sitio a una distancia de 0.30 metros.

**Accesorio de entrada**

La altura del accesorio de entrada debe ser de 5.50 del nivel de piso de la calle, con cable de entrada 3 THHN AWG No. 2, conectado al breaker de protección principal, con un exceso de cable de 3.00 metros como mínimo para la conexión del transformador para la entrada de la acometida, con tubo de entrada de 1 pulgada y media diámetro (1 1/2")

**Caja socket**

La caja socket para la instalación del contador debe ser clase 200, a una altura del nivel de piso de la calle de 1.80 metros a la parte superior de la caja. El neutro debe estar puesto a tierra en la entrada y unido al sistema de tierra. La ubicación de la caja Socket debe ser instalada con vista hacia la calle La interconexión de la caja socket hacia la caja RH con 1 tubo vinil eléctrico de 2"

**Caja RH**

Con caja tipo RH industrial, con breaker de protección de 2X125 amps, alambrado con cable THHN AWG No.2 La ubicación de la caja RH debe ser instalada con vista hacia el interior del sitio.

**Puesta a tierra.**

No se permiten empalmes intermedios en ningún conductor, AC, DC, TIERRA. El aterrizaje de neutro de acometida, deberá realizarse únicamente en la caja del breaker principal en la columna, con cable forrado color verde y calibre AWG No. 6 soldado al electrodo de pie de columna. Deberá estar interconectado con el sistema de anillos del sitio de celda. El electrodo de pie de columna deberá tener un registro aparte del registro de cableado de energía, interconectado a este, por medio de un ducto eléctrico plástico de 3/4", para pasar el cable de tierra forrado No. 6, junto con los cables de energía.

**OBRAS COMPLEMENTARIAS.****Esparcir pedrín.**

Se esparcirá pedrín Ø 3 /4" en todas las áreas libres, con una altura de 2", previo a esparcir el pedrín se deberán fumigar todas las áreas del suelo con herbicida.

**CONSIDERACIONES AMBIENTALES.****Uso de letrina única.**

Se deberá implementar el uso de letrina única, para evitar la deposición al aire libre, y con ello la contaminación de alimentos de los trabajadores, por medio de vectores.

**Recolección y disposición final de Desechos Sólidos.**

Se deberá disponer de recipientes (basureros tapados) para deposición de Desechos Sólidos Orgánicos (Vegetales, comidas, etc.) e Inorgánicos (bolsas plásticas, cartón, etc.). Su disposición final será en botadero autorizado por la Municipalidad local.

**Recolección y disposición final de Desechos Constructivos.**

El ripio proveniente de la actividad constructiva será recolectado en camiones especiales, y su disposición final será en botadero autorizado por la Municipalidad local.

#### **Conservación de flora.**

Para la cocción de alimentos es necesario recolectar ramas que se encuentran dispersas en el entorno. No talar árboles para este uso. Los sitios de celda son diseñados integrando la flora, con el objeto de conservarla, NO TALAR, ningún árbol, salvo los que se encuentren ubicados en los lugares de las bases de concreto.

#### **Instalación eléctrica cuando no se construye caseta:**

En los sitios en los que no se solicite la construcción de la caseta de transmisión se debe instalar el tablero de energía en un marco formado por 2 tubos HG de diámetro 3 pulgadas y 4 rieles unicanal. Todos los ductos de entrada al tablero de distribución deben ser de HG con la medida y la cantidad de ductos que se indica en el plano adjunto en cada sitio de celda y en especificaciones. El contratista debe instalar lo siguiente:

Todos los ductos que se muestran en el plano

Tablero de distribución con las siguientes características:

Dimensiones 0.97 mts de alto x 0.51 mts de ancho x 0.23 mts de fondo. Debe contar con un tablero de distribución de energía, de 24 polos, 120/240 voltios, con barras de 150 Amperios, interruptor termo magnético de protección de tablero de 2 x 125 Amp. incorporado, alimentado del tablero principal (interruptor termo magnético de 2 X 125 instalado en la columna de acometida eléctrica). Con neutro aislado y barra de puesta a tierra, el tablero debe ser de lámina galvanizada con pintura gris, tipo NEMA 3R, el tablero debe tener inclinación y una saliente o pestaña de 0.05 metros en la parte superior para evitar la acumulación y filtración de agua, debe de contar con chapa de seguridad con dos juegos de llaves.

También se debe instalar caja Telcopanel tipo NEMA 3R para caja óptica.

Platina de puesta a tierra de iguales características que para la caseta de tx, la cual debe estar conectada al sistema de tierra y a la misma se debe aterrizar los tableros

Tomacorriente de exterior como se muestra en plano de tableros de energía.

Marco de tubos hg con tapones y rieles unicanal, los tubos deben llevar bases de concreto de 0.25x0.25x0.60, con saliente de 0.10 mts sobre el nivel de piso para evitar la corrosión de los tubos.

Todos los ductos que no sean cableados se deben dejar enguiados con alambre galvanizado.

El contratista de obra civil debe efectuar los cableados solicitados de la radio base, iluminación exterior, tomacorriente de exterior, todo con las especificaciones de lo indicado anteriormente, no se efectuara o instalará los cableados, ductos y breakers de rectificadores y aire acondicionado por no haber caseta.

Para la distribución de ductos y posiciones de los mismos debe basarse en el plano de energía del sitio y el de tableros de energía.

#### **TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

El contratista tendrá un lapso de 60 días calendario para entregar terminados los sitios de celda, la fecha comenzará partir de que se le notifique que pueden iniciar los trabajos de construcción. Para la construcción de los sitios aplicaran las especificaciones y planos generales y los planos de cada sitio de celda. Para cada sitio de celda el contratista

debe efectuar la ingeniería del mismo para efectuar la construcción. (planos para construcción de cada uno de los sitios con las obras necesarias a realizar). Se debe también utilizar los planos típicos como especificación para la construcción.

## **CAPITULO 6. ESPECIFICACIONES PARA TORRES DE SITIOS DE CELDA OPERADOR TORRE**

### **Componentes de la Oferta Técnica para las torres, descripciones:**

#### **Estructuras de Torre y Accesorios**

##### **Pernos de Anclaje**

Los mismos deben incluir tuerca, tuerca de seguridad, roldana plana y de presión, todo debidamente galvanizado por inmersión en caliente. Se debe indicar la longitud de los pernos y diámetro de los mismos. La longitud mínima debe ser de 2.00 metros y el diámetro mínimo debe ser de 1 pulgada o de acuerdo al diseño del fabricante, lo cual garantice la funcionalidad de los mismos.

Suministro e instalación de torre Auto soportada Tubular de sección triangular: la cual debe ser formada por tramos de 6.00 metros de longitud c/u. La tubería debe de ser de acero tipo A500 grado 42 y los perfiles angulares (breizas) deben ser fabricadas con calidad de acero ASTM A-36. Toda la tornillería a utilizar debe ser A-325 para las conexiones principales y A-394 para las conexiones secundarias. Todo el material debe ser galvanizado por inmersión en caliente.

Para todo lo referente a los pernos se debe cumplir con que deben llevar arandela plana, arandela de presión, tuerca y arandelas de seguridad.

##### **PLATAFORMAS:**

Plataformas en la sección interna de la torre: se deben instalar las siguientes:

- Si la torre es de 75 y 60 metros de altura se debe instalar una plataforma a 3 metros de la cúspide y a 30 y 45 metros de altura (total 3 plataformas).
- Si la torre es de 45 metros de altura se debe instalar plataforma a 3 metros de la cúspide, y a 30 metros de altura (total 2 plataformas).
- Si la torre es de 36 o de 30 metros de altura se debe instalar plataforma a 3 metros de la cúspide.

Las plataformas no deben contar con escotilla únicamente el paso, las mismas deben ser galvanizadas en caliente por inmersión y el diseño es de acuerdo a la ingeniería del fabricante.

##### **Soportes de antenas celulares**

Se debe proveer de 3 soportes de antenas celulares los cuales deben tener capacidad de instalar 4 antenas tipo panel para GSM y UMTS, en cada uno de ellos la dimensión de los tubos para colocar las antenas deben tener un longitud de 3.00 metros y un diámetro de 2 pulgadas.

##### **GALVANIZADOS:**

Toda la estructura debe ser galvanizada en caliente por inmersión y contar con un fijador de ángulo adecuado a la estructura para los soportes de antena.

ARTICULOS	ESPESOR MINIMO EN $\mu\text{m}$
Artículos de acero de $\frac{1}{4}$ " o más de espesor	100
Artículos de acero entre mayores que $\frac{1}{8}$ " a menores que $\frac{1}{4}$ " de espesor	85
Artículos de acero de entre $\frac{1}{16}$ " a $\frac{1}{8}$ " de espesor	65
Tubos en cualquier espesor	75
Piezas roscadas y otros artículos	45

#### **Escaleras para cableados de RF:**

Se debe proveer de 2 escaleras para la instalación de cableados de RF, las mismas se deben instalar en toda la altura de la torre y se debe formar por secciones de 6 metros c/u, la capacidad de cables de  $1\frac{5}{8}$ ll que se debe poder instalar es de 6 cables por dos camas por cada escalera, haciendo un total de 12 cables por escalera, las escaleras deben fabricarse con angular de  $1\frac{1}{2}$ ll x  $\frac{1}{4}$ , agujeros de 19 mm y 11 mm, deben ser de 60 cm de ancho cada escalerilla, la cual debe ser sujeta a la torre por abrazaderas y pernos A-394.

Estas escaleras deben llevar en la parte inferior una base de concreto que no permita el movimiento de las escaleras en la parte inferior, deben de instalarse una en cada cara de la torre (2 caras de la torre con escalera), tomar en cuenta que las escaleras deberán tener en la parte trasera una platina de acero galvanizada.

#### **Escalera para ascenso a la torre:**

Se debe de proveer de una escalera de ascenso a la torre la cual se debe instalar en toda la altura de la torre. La escalera debe ser de secciones de 6 metros y debe tener peldaños con una separación de 0.30 metros y un ancho mínimo de 0.60 metros. La escalera debe instalarse en el lado que no hay escalera de cables y debe ir a favor de la pendiente de la torre.

#### **Dispositivo de seguridad:**

Se debe proveer de un cable de vida de acero de  $\frac{3}{8}$ ll con sus accesorios de instalación.

#### **Pintura de torre:**

Se debe suministrar y aplicar pintura esmalte acrílica 100% a base de agua de calidad Sherwin Williams o similar, la misma se debe aplicar según la ley de navegación aérea de cada país, se debe iniciar con color naranja y blanco y se debe terminar en color naranja en franjas alternas de blanco y naranja.

Para áreas con muy bajas temperaturas deberá suministrarse pintura especial para 0 grados.

#### **Transporte:**

La torre a proveer debe ser trasladada por el contratista hasta el sitio de celda donde la instalará o depende de la negociación efectuada por la Dirección de Compras.

#### **Sistema de Pararrayos:**

Se debe proveer e instalar un pararrayos tipo Ingesco Nivel II PDC 3.1, el cual se debe instalar en un trípode en la parte superior de la torre, el pararrayos se debe conectar por medio de cable ACSR 2/0, el cual debe bajar desde el pararrayos por uno de los montantes hacia el pozo de pararrayos (unir a varilla de cobre por medio mecánico), las tres patas de la torre en la parte inferior deben de conectarse al anillo del sistema de tierras. El anillo también debe conectarse a los pozos de cada electrodo que debe tener

tratamiento especial (bentonita, Gem, etc.) Los mismos se ubicaran en área contigua a cada una de las patas de la torre y donde están las escalerillas de cables (total de 5 electrodos).

#### **Sistema de Iluminación:**

Si la torre es de 45 metros o mas debe de llevar en la parte superior minimo una lámpara de obstrucción doble con foco y soporte para colocación, las ampolletas deben ser de vidrio y base metálica y en la parte intermedia de la torre debe llevar 3 piezas de lámpara de obstrucción simple, con las mismas características de la anterior.

Si la torre es menor de 45 metros de altura debe llevar en la parte superior una lámpara de obstrucción doble con foco y soporte para colocación, las ampolletas deben ser de vidrio y base metálica.

El sistema de iluminación debe ser tipo LED debe incluir caja de control resistente a la intemperie con herrajes adecuados para sujetarse al montante de la torre, con su respectiva foto celda CR-174, H651 de 1000 vatios. La Instalación del sistema de iluminación se debe hacerse en base a la especificación del sistema que se provea sujetado con las piezas adecuadas para sujetar el ducto HG a la intemperie en la parte de la torre y enductado de la torre hacia el tablero de distribución donde deben instalar el breaker correspondiente, el cableado de las luces debe ir enductado con tubería galvanizada diámetro ¾" con cajas de registro y aplicación de sellador en las uniones en lo que corresponde a la torre, el responsable de la obra civil debe dejar la canalización con ducto PVC eléctrico de diámetro 1" para llevar el cableado hacia el tablero de distribución, la realización del cableado es responsabilidad del proveedor que efectúe el montaje de la torre. El sistema de LED a proveer debe ser aprobado por la parte de ingeniería de cada país.

Por cada 5 sistemas de iluminación tipo LED que se instalen el contratista debe proveer de un kit de repuestos el cual debe ser entregado al momento de las recepciones de las torres.

También se podrá utilizar el sistema tradicional TWR para las luces de navegación con bombillos tipo industrial de 60 watts de un mínimo de duración de 8000 horas, lo cual implica una diferencia en el costo respecto al sistema de LED, y por ende debe indicarse en la oferta, si se instala los sistemas tradicionales no se debe entregar kit de repuestos. La caja de control de de las luces de navegación debe ser remotizable.

#### **Montaje de Torre:**

La torre, cimentación de la torre y todos sus componentes debe ser completamente instalada y construida por el contratista asignado por la Dirección de Compras.

#### **Diseño y Cálculo:**

##### **CARGAS PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LAS TORRES:**

Dependerá de cada área de los países la torre a utilizar lo cual debe estar determinado por la ubicación del sitio de celda y las velocidades de viento en la región del mismo, lo cual será determinado por el responsable de ingeniería de cada país, deberá estar en cualquiera de las velocidades de viento indicadas, es decir con vientos básicos de 80, 100 y 125 Millas por hora.

Esto lo contiene la norma ANSI/TIA/EIA – 222-F

**ANTENAS CELULARES:**

Se deben de contar con soportes para instalar cuatro antenas por cada sector, los tipos de las antenas a instalar son los siguientes: 1900 MHz: Antenas ADFDP182-6565B-XDM, Antenas de 900 MHz: CTSDG-06516-XDM, ambas de marca Andrew. Antena marca Kathrein, modelo 739 686, 65° Panel Antenna y utilizar la más crítica para considerar el viento, los sectores deben llevar una orientación de 45°, 180° y 310°, los coeficientes de carga de viento deben obtenerse de la tabla B6 DEL TIA/EIA-222-F.

**ANTENAS DE MICROONDA:**

Antenas Slimline Standard parabólica, marca RFS, 7.125-8.5GHz. flange PDR-84, de 10 pies de diámetro, código, SP10-W71AD1S.

Debe de instalarse con la siguiente ubicación: a 3 metros debajo de los soportes de antenas celulares, deben ir dos antenas a 0° y una a 180°, una antena a 2 metros debajo de la antena y ubicada a 180°.

Esto aplica a las torres de 45, 60 Y 75 metros, los coeficientes de carga de viento se deben de obtener de la tabla B1 de TIA/EIA-222-F, paraboloides sin radomo, por lo que también el área de las antenas debe de ser tomado en cuenta. Para las torres de 36 y 30 metros tomar en cuenta dos antenas de microondas de 4 pies marca RFS sin radomo y de un peso aproximado de 80 libras, afectando una cara de la torre en forma directa a 0°.

Se debe de considerar la afectación por viento de 6 cables Heliac de 1 5/8" en una misma cara de la torre más cuatro cables de 1/2", obtener características del cable del manual de Andrew, Condumex y RFS. Se toman 4 cables de 1/2" por cara, para cualquier otro tipo de cable que se instale en cada cara de la torre, como son los de la conexión de las microondas, sistema de luces, etc.

Por razones de peso se debe de considerar la instalación de 24 cables Heliac de 1 5/8", de los cuales se instalaran 12 unidades en cada cara de la torre mas ocho cables de 1/2", de los cuales de instalaran cuatro en cada cara de la torre.

Se debe de considerar una carga viva de 2 personas con un peso de 80 kilogramos cada una.

Para las cimentaciones de las torres se debe de construir viga conectora, y el diseño de la misma debe ser en base a los datos del estudio de suelos (estudio geotécnico) a realizar en el lugar, dicha viga debe tener una dimensión mínima de 30 por 50 centímetros, esto para los cimientos aislados.

Para el cálculo de la estructura de la torre se deben de utilizar las combinaciones de carga viva, carga muerta y viento (tal y como lo indica la norma TIA/EIA-222-F)

Para el cálculo de la cimentación se deben de utilizar las combinaciones de carga recomendadas por el código ACI-318-05.

Se debe de utilizar para los cálculos de la estructura el Staad Pro 2006, Risa Tower, ya que son programas que están realizados para el diseño de torres de comunicación, se debe de entregar el archivo fuente mas anexos con tablas de las cargas de viento.

**Alturas de torres**

Las alturas de torres a utilizar son las siguientes:

- 75 Metros triangular.
- 60 Metros triangular.
- 45 Metros triangular.

- 36 Metros triangular.
- 30 Metros triangular.
- Monopulos de 36, 30, 24 y 18 Metros.

**NORMAS A UTILIZAR:**

- TIA/EIA -222-F
- AISC-89
- ACI-318-05
- ASTM A-123 (norma de galvanizado)

**Cimentación de la torre**

El contratista de la torre debe efectuar el diseño y construcción de la cimentación de la torre, efectuando para ello el estudio de la Mecánica de Suelos específico para cada sitio en particular el cual debe ser verificado por la parte supervisora, estudio Topográfico y los planos correspondientes de la cimentación (planos debidamente firmados por profesional colegiado activo en cada uno de los países de Centroamérica).

Todas las cimentaciones de torres deben contar con viga conectora.

El concreto a utilizar en las cimentaciones debe ser de 5000 Lb/plg<sup>2</sup>, como mínimo.

El acero de refuerzo a utilizar debe ser en refuerzo vertical grado 60 y para refuerzo a corte /zunchos o estribos grado 40, en la viga acero grado 40, no se aceptará concretos que no sea premezclado o bolsas de concreto listo, el grado del acero vertical podrá variar a grado 40 en base al diseño del ingeniero estructural responsable del cálculo o debido a que en el país no se tenga disponibilidad del acero grado 60.

Para la construcción de la cimentación de las torres previamente se debe efectuar un estudio geotécnico el cual debe incluir toda la información necesaria para que el ingeniero realice el cálculo y diseño de la cimentación de la torre a instalar, se podrá tener diseño de cimentaciones estándar para cada tipo de suelos (pilotes, zapatas aisladas, losas de cimentación, será necesario solo verificar para que tipo de suelo aplica cada uno de los casos y este dentro de los límites del estudio de suelos realizado.

**Garantías.**

El proveedor de la torre debe extender una garantía mínima de 10 años a partir de la fecha de la recepción final de la misma, la cual debe cubrir la estructura de acero y la cimentación de la torre, en caso de que se tengan diferente proveedor el fabricante es responsable de la estructura de la torre y el constructor de la cimentación del proveedor que la efectúe, cuando el montaje de la torre se efectúe con un proveedor diferente al fabricante de la torre se debe establecer la responsabilidad del traslado y el montaje al que efectúe dicha actividad.

**Memorias de Cálculo y Planos:**

De todo se debe entregar memorias de cálculo debidamente firmadas por un profesional colegiado activo y especialista en la materia, los planos deben tener listado de piezas y el peso de las mismas así como el peso total de la torre que se está ofertando, es necesario también que se entregue por parte del proveedor de la torre planos de instalación de la torre para ser entregados al que efectuar dicha actividad.

## C. FOTOGRAFÍAS DE ACARREOS

Ilustración 40: Grupo de trabajadores subiendo motogenerador



Ilustración 41: Personal se ayuda con madera para subir motogenerador



Ilustración 42: Personal empuja el motogenerador por el camino



Ilustración 43: Personal tirando con cuerdas el motogenerador



Ilustración 44: Traslado a través de la vegetación



Ilustración 45: Personal levantando el motogenerador con troncos



Ilustración 46: Personal trasladando tanque de diesel



Ilustración 47: Personal pasando tanque de diesel por puente de troncos



Ilustración 48: Trabajadores cargando a hombros el motogenerador



Ilustración 49: Trabajadores entrando a sitio con tanque de diesel



Ilustración 50: Acarreo de tanque de diesel en lancha



Ilustración 51: Carga del motogenerador a la lancha



Ilustración 52: Trabajadores cargando el motogenerador con troncos



Ilustración 53: Acarreo del motogenerador por una pendiente



Ilustración 54: Otro plano del acarreo del motogenerador



Ilustración 55: Personal colocando madera debajo del motogenerador para facilitar su movimiento



Ilustración 56: Vista de motogenerador y tanque de diesel en su sitio



Ilustración 57: Trabajadores cargando de diesel el tanque en sitio

De igual manera debe llevarse el combustible a todos los sitios lo que se realiza en canecas de 5 galones y los tanques después son llenados a mano.



## **XII. GLOSARIO**

<b>TÉRMINO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
Banco de baterías	Dos o mas baterías conectadas en serie o paralelo para alcanzar un requerimiento especifico de energía.
Batiente	Cada una de las hojas de una puerta o de una ventana que se bate o abre en un sentido u otro.
BTS	Es una estación base (en inglés: Base Transceiver Station (BTS)) dispone de equipos transmisores/receptores de radio, en la banda de frecuencias de uso (850 / 900 / 1800 / 1900 MHz), en GSM y (1900/2100Mhz) conocida como 2G.
CAPEX	Por sus siglas en ingles Capital Expenditures, es el capital que se invierte en la compra de un bien o activo fijo para echar en marcha un proyecto o empresa.
Celdas fotovoltaicas	Dispositivo compuesto por celdas que generan energía eléctrica en base a la luz que perciben
COCODES	Los Consejos Comunitarios de Desarrollo o COCODES son la estructura comunitaria creada para impulsar la participación de la población en la planificación del desarrollo y en la gestión pública a nivel local.
Devanado	sinónimo de embobinado, hilo de cobre que forma parte del motor
Equipos de radio de microonda	Se denomina radio enlace a cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas.

<b>TÉRMINO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
Híbrida	Mescla o cruce de dos componentes diferentes, en el caso de animales de dos razas diferentes, en el caso del presente trabajo dos tecnologías diferentes.
Lavado de devanados:	Acción de lavar la bobina de alambre del moto- generador.
Lectura de Meger:	Siendo la suma de tres componentes -Corriente de Carga Capacitiva, Corriente de Absorción y Corriente de Fuga- la Corriente Total puede medirse con un instrumento MEGER (Ohm metro), aplicando un cierto voltaje, esto sirve para verificar el aislamiento de los embobinados, cables, etc.
Línea de vista	Camino limpio, sin obstrucciones, entre las antenas transmisoras y receptoras, para que exista la mejor propagación de las señales RF de alta frecuencia.
Luces estroboscópicas	Luces de aproximación y balizamiento aeroportuarias de acuerdo con las regulaciones y aprobaciones FAA, ICAO, CE, FCC y DGAC basadas en lámparas de incandescencia, xenón o LED
Megger	El término megóhmetro hace referencia a un instrumento para la medida del aislamiento eléctrico en alta tensión.
NOC Network Operetion Center	Lugar centralizado de operaciones donde se pueden corroborar los estados de los equipos mediante sistemas de alarmas.

<b>TÉRMINO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
Nodo B	El equivalente a la BTS en 3Ghz conocidos como 3G.
Ohm	Unidad de resistencia eléctrica del Sistema Internacional, de símbolo $\Omega$ , que equivale a la resistencia eléctrica que hay entre dos puntos de un conductor cuando, al aplicar entre ellos una diferencia de potencial de 1 voltio, se produce una intensidad de corriente de 1 ampere.
OPEX	Por sus siglas en ingles Operating expenses, son los gastos operativos o de funcionamiento de una empresa o proyecto.
Paralelo	Se dice conexión en paralelo cuando varios equipos se colocan al mismo tiempo o uno a la par del otro conectados entre si al objeto receptor.
Rectificado	Circuito eléctrico que tiene por objeto transformar una corriente alterna en otra continua.
Rescindir	Dejar sin efecto un contrato o una obligación, sinónimos de anular, invalidar, cancelar, abolir, revocar
Semiconductores	Los semiconductores son elementos que tienen una conductividad eléctrica inferior a la de un conductor metálico pero superior a la de un buen aislante.
Serie	Se dice conexión en serie al colocar varios equipos uno en sucesión de otro.

<b>TÉRMINO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
SIT Superintendencia de telecomunicaciones de Guatemala	Es un organismo técnico del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, que administra y supervisa la explotación del espectro radioeléctrico; Administra el Registro de Telecomunicaciones; Dirimir las controversias entre los operadores surgidas por el acceso a recursos esenciales; Elaborar y administrar el Plan Nacional de Numeración; Aplicar cuando sea procedente, las sanciones contempladas en la Ley General de Telecomunicaciones; Participar como el órgano técnico representativo del país, en coordinación con los órganos competentes, en las reuniones de los organismos internacionales de telecomunicaciones y en las negociaciones de tratados, acuerdos y convenios internacionales en materia de telecomunicaciones.
Sitios coubicados:	Es el servicio regulado por el que un operador facilita espacio en sus sitios a otro operador con el fin de compartir la cobertura, debido a que en las áreas urbanas hay escases de los mismos dada la densidad urbana.
SLA Servise level agreement	Contrato firmado entre el operador y el proveedor que da un mantenimiento en este se especifica las condiciones el las que será prestado el servicio y los alcances, penalizaciones etc. a los que esta están sujetos los involucrados.
Supresor Rayvoss	Sistema de protección contra picos de voltaje hacia los equipos.

**TÉRMINO**

TT Trouble Ticket

**DEFINICIÓN**

Solicitud en el sistema del contratista para la realización de un servicio de mantenimiento correctivo en sitio.